Collège Doctoral Languedoc-Roussillon

# THÈSE

Pour obtenir le grade de

Docteur

Délivré par **Université Paul Valéry Montpellier (UPVM)**

Préparée au sein de l'École Doctorale N° **58**
**Langues, Littératures, Cultures, Civilisations**
Et de l'Unité de Recherche **LHUMAIN**

Spécialité : **Sciences de l'éducation et de la formation**

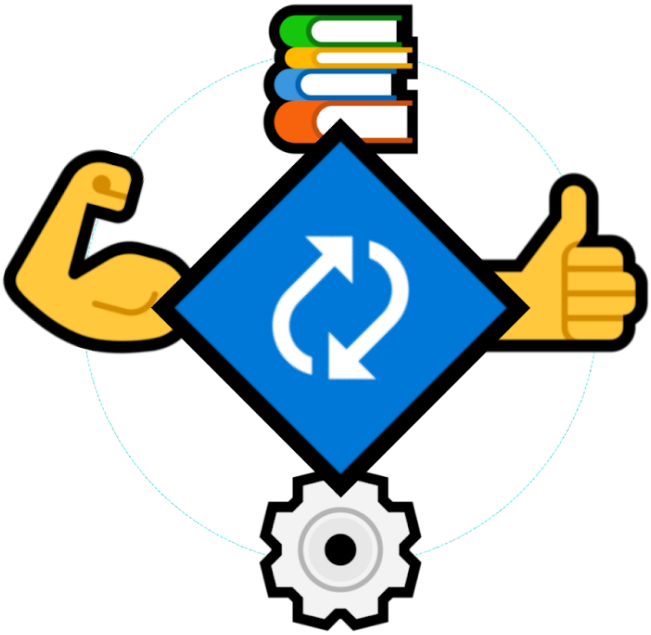
Présentée par **Pierre BELLET**

## DE L'EFFICACITÉ COLLABORATIVE À L'INTELLIGENCE COLLECTIVE : MISE EN ŒUVRE INSTRUMENTALE EN SITUATION D'APPRENTISSAGE

Soutenue le 17 novembre 2022 devant le jury composé de

| | |
|---|---|
| M. Pascal MARQUET, Professeur des universités,<br>Université de Strasbourg | Président<br>& Rapporteur |
| M. Simon COLLIN, Professeur,<br>Université du Québec à Montréal | Rapporteur |
| Mme Julie DENOUËL, Maîtresse de conférence,<br>Université Rennes 2 | Examinatrice |
| Mme Maria Antonietta IMPEDOVO, Professeure des universités,<br>Aix-Marseille Université | Examinatrice |
| M. Patrice LAISNEY, Maître de conférences,<br>Aix-Marseille Université | Examinateur |
| Mme Stéphanie Mailles Viard Metz, Professeure des universités,<br>Aix-Marseille Université | Directrice<br>de thèse |

Université Paul Valéry Montpellier 3

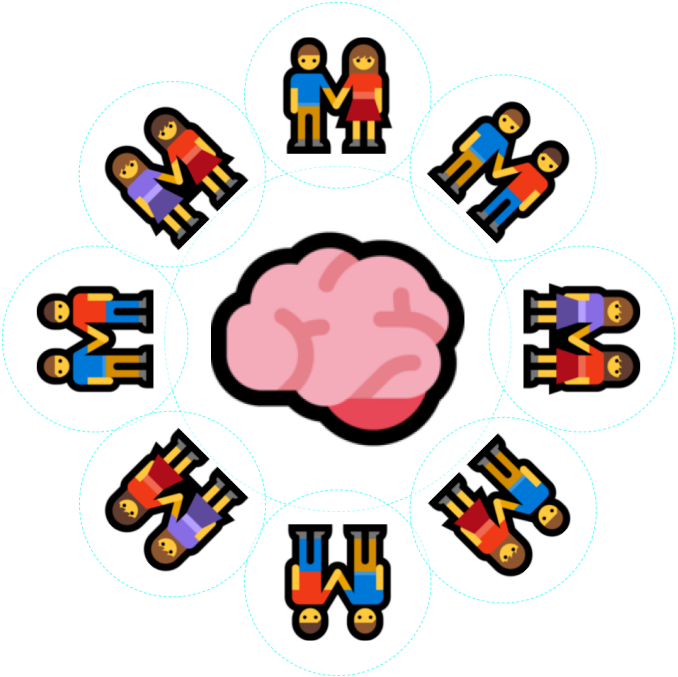


# *De* l'**efficacité collaborative**

# *à* l'**intelligence collective**

## *mise en œuvre instrumentale*

## *en situation d'apprentissage*



## Remerciements

Je souhaite remercier avec puissance et chaleur toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la complétude de la réalisation de ce travail

En premier lieu mes remerciements les plus sincères reviennent à ma directrice de thèse *la Dra.* **Stéphanie** — qui a su m'orienter et m'accompagner dans les meilleures voies d'enseignements et de recherches depuis ma reprise d'étude en **2016** — 🚀

Et puis, tel un générique défilant l'intégralité des acteurs
🙏 un très très très grand merci à celles et ceux qui se reconnaîtront

José, Nihal, Nicolas,
Amadou, Rawane, Justine, Laurine, PBT, …
Jean-Mi, Ludivine, Kat, Louise,
Anita, Fabrice, Nathalie, Eddy, Damien, …
Eva, Julie, Julien, Rémi, Chrysta, Nathalie …
François, Noémie, Gabi, orélien, Jû-jû, Charlotte, …
Élodie, Rael, Romain, Ben, Dylan, Toinou, Marlou, Pr. X et Pr. OG …
Aurélien, Nanie, G2LL, Mélissa, Hélène, Félix, Suricate, Maïa, …
IUT de Montpellier-Sète, la team ILE, Praxiling, LHUMAIN, ADEF, EIAH, Moodlemoot, …
les HumNum, la 🍌 CORP, la *team* HumanConnect,

Merci aussi à **Alex** from ĸz, et tous les inconnus **+** ou **-** anonymes des *internets* pour leur contribution ouverte et incommensurable au partage universel des connaissances.
Cette thèse n'existerait pas autrement sans toutes ces grandes personnes.

## Dédicace



je dédis ce *compuscrit*
non pas à un *homo*
mais à un *mot*

**sérendipité**

« À Tous les Petits Princes et les Petites Princesses du Royaume de Sarendip »

**De l'efficacité collaborative à l'intelligence collective :**
*mise en œuvre instrumentale en situation d'apprentissage*


## Résumé

Notre recherche vise l'étude du phénomène de l'*Intelligence Collective* (**IC**) en *Situations d'Activités Collectives et Instrumentées* (**SACI**). Le cadre théorique convoqué est lié aux facteurs de l'autonomie et aux stratégies d'apprentissages (Bandura, 2000 ; Morin, 1999 ; Ryan et Deci, 2020), à la genèse instrumentale de Rabardel (1995) et la théorie de l'activité d'Engeström (2015) ainsi qu'aux définitions des contours de l'**IC** (Gréselle-Zaïbet, 2007 ; Lévy, 1994 ; Woolley *et al.*, 2010). Notre problématique s'articule autour de l'identification, l'accompagnement et l'appréciation de l'émergence d'**IC** en **SACI**. La méthode de conduite de recherche, inspirée de THEDRE (Mandran, 2017), propose la mise en œuvre itérative de trois études pour tâcher d'appréhender l'**IC** au travers des méthodes mixtes et d'*Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* (**EIAH**). Notre première étude nous permet d'analyser qualitativement le résultat d'un dispositif d'exploration des variables psychocognitives issues de productions de cartes mentales. La seconde expérimente un dispositif semi-contrôlé pour l'observation des liens d'entraide et de collaboration en **SACI** à partir de données autorapportées et de traces des interactions. La troisième tente d'apprécier l'émergence d'une **IC** en **SACI** en combinant données quantitatives et qualitatives. La synthèse de nos résultats nous amène à proposer des pistes de discussion afin de poursuivre les travaux sur l'accompagnement de l'émergence d'**IC** en contexte numérique, avec une autoréflexivité visuelle et scientifiquement construite.



**Mots clés** : *intelligence collective, ingénierie technopédagogique, artefact, interactions,* **EIAH, SACI**


**From collaborative effectiveness to collective intelligence:**
*instrumental implementation in learning situations*


## Abstract

Our research aims to study the phenomenon of *Collective Intelligence* (**CI**) in *Instrumented Collective Learning Situations* (ICLS). The theoretical framework used is linked to the factors of autonomy and learning strategies (Bandura, 2000; Morin, 1999; Ryan and Deci, 2020), to Rabardel's instrumental genesis (1995) and Engeström's activity theory (2015), as well as to the definitions of the contours of **CI** (Gréselle-Zaïbet, 2007; Lévy, 1994; Woolley *et al.*, 2010). Our problematic revolves around the identification, support and assessment of the emergence of **CI** in **ICLS**. The research method, inspired by THEDRE (Mandran, 2017), proposes the iterative implementation of three studies to apprehend **CI** through mixed methods and *Computer-Supported Collaborative Learning* (**CSCL**). Our first study allows us to qualitatively examine the results of a computer-based learning setting for exploring psycho-cognitive variables into the production of mind maps. The second study experiments with a semi-controlled pedagogical setting for the observation of mutual aid and collaboration links in **ICLS** based on self-reported data and interaction logs. The third attempts to assess the emergence of a **CI** in **ICLS** by combining quantitative and qualitative data. The synthesis of our results leads us to propose some directions for discussion in order to continue the work on supporting the emergence of **CI** in a digital context.



**Keywords**: *collective intelligence, techno-pedagogical engineering, artifact, interactions,* **CSCL, ICLS**

# Table des matières


**▶️ INTRODUCTION GÉNÉRALE 11**

🖼️ Cadre de la recherche 13

❓ Questions de départ 16

**1️⃣ PREMIÈRE PARTIE**
**📚 ÉTAT DE L'ART 19**

**CHAPITRE 1**
**👥 De l'individu aux processus d'apprentissage 20**

▶ Introduction 20

**Approche cognitive et multiplicité des intelligences 20**

L'approche cognitive pour comprendre le fonctionnement humain 20

L'intelligence humaine par la mesure et la modélisation 22

Une critique de la mesure d'un concept encore indéfini 25

**Les processus de soutien à l'apprentissage et à l'autonomie 27**

L'autodétermination comme moteur de l'action 28

L'auto-efficacité pour transformer les capacités d'action 31

L'autorégulation pour maintenir l'action 34

**Une auto-orchestration des stratégies d'apprentissage 38**

Les stratégies cognitives, métacognitives, affectives et de gestion 38

Les stratégies affectives, les émotions et l'affectivité 39

Les stratégie de gestion de ressources : aide et entraide 41

◻️ Conclusion 43

⏬ EN RÉSUMÉ 1 / 9 45

**CHAPITRE 2**
**🔧 De l'ingénierie des apprentissages aux environnements numériques 46**

▶ Introduction 46

**Les théories de l'éducation et de la formation 46**

Les interactions entre de multiples ingénieries des apprentissages 49

Les différentes stratégies d'évaluation des apprentissages 54

L'approche par compétence pour opérationnaliser l'évaluation 58
Les différents scénarios et dispositifs pédagogiques à l'œuvre 62
**De l'utilité du concept d'artefact dans la perspective instrumentale 66**
L'approche ergonomique dans l'appropriation des dispositifs 66
L'approche instrumentale 68
Le concept d'affordance et les environnements d'apprentissage 73
**Les typologies d'outils pour les usages pédagogiques 75**
Les plateformes et outils pédagogiques activables 75
Vers une granularité plus fine d'éco-systèmes de fonctionnalités 79
Conclusion 83
EN RÉSUMÉ 2 / 9 83
**CHAPITRE 3**
**🔗 Du cyberespace pro social à l'IC 85**
▶ Introduction 85
**Par delà les définitions transdisciplinaires de l'IC 85**
La pensée et le collectif, une question de perspective et d'organisation ? 85
Un champ qui intéresse les sciences de gestion et du fait social 87
Vers la non finitude d'un phénomène et son au-delà définitionnel 88
**Des conditions d'émergence ou des émergences de possibles ? 91**
**La mesure et l'appréciation de l'IC 95**
Le calque délicat de l'approche psychologique transposé 95
**Le travail collectif comme auto-organisation de l'activité 101**
Conclusion 111
EN RÉSUMÉ 3 / 9 115
**CHAPITRE 4**
**🔍 Problématique de recherche 116**
♻️ Introduction contextuelle de l'approche écologique 116
👥 Contexte sociétal 117
🎓 Contexte académique 117

⚙️ Contexte technique 119

**Un questionnement méthodologique par objectifs 122**

**Le problème de recherche et les attentes 124**

⏬ EN RÉSUMÉ 4 / 9 126

**2 DEUXIÈME PARTIE**
**🔬 MÉTHODOLOGIE 128**

**CHAPITRE 5**
**🛠 La méthodologie des méthodes 129**

▶ Introduction 129

**Les méthodes quantitatives, qualitatives et mixtes 130**

Des approches par modèles pour conceptualiser les études 132

Les stratégies d'intégration des données et d'interprétation des résultats 134

**Les méthodes de conduite de recherche 135**

**Instrumentalisation de la méthodologie 140**

**Éthique 143**

⏹ Conclusion 145

⏬ EN RÉSUMÉ 5 / 9 147

**CHAPITRE 6 ÉTUDE 🍪 1**
**Prérequis à l'IC :**
*les variables psycho-cognitives soutenant l'autonomie* **148**

▶ Introduction 148

🎯 **Objectifs 148**

🧪 **Matériels et méthodes 149**

👥 Participants 149

☑ Tâche 150

👁 Indicateurs et variables psychologiques 151

❓ Questions de recherche 152

📊 **Analyses et résultats 153**

Descriptions formelles des cartes mentales 156

Descriptions informelles des cartes mentales 158

Analyse de réseaux, une synthèse des résultats 162

Discussion 165

Conclusion 167

EN RÉSUMÉ 6 / 9 168

**CHAPITRE 7 ÉTUDE 2**
**Développement de l'IC :**
*des interactions hétéronomes pour la collaboration* **170**

Introduction 170

Objectifs 170

Matériels et méthodes 171

Participants 171

Tâche : développement collaboratif d'une application en langage Shell 171

Instrumentation : laboratoire virtuel et distant 172

Déroulement de l'expérimentation 173

Variables et traces de l'activité 175

Hypothèses 176

Analyses et résultats 177

Homogénéité des groupes 178

Sur l'amélioration des sentiments d'efficacité 178

SEP-D : amélioration du SEP sur la discipline (H1) 178

SEP-TC : amélioration du SEP sur le travail collaboratif (H2) 180

Sur le lien entre le SEP-TC et le SEC (H3) 182

Sur l'utilisation des fonctionnalités de la plateforme (H4, H5) 183

Analyse de réseaux sociaux sur les liens de collaboration et d'entraide 186

Discussion 188

Conclusion 190

EN RÉSUMÉ 7 / 9 191

**CHAPITRE 8 ÉTUDE 3**
**Émergence d'un sentiment d'IC :**
*les effets de synergie coopérative et de stigmergie collaborative* **192**

▶ Introduction 192

🎯 **Objectifs** **192**

🧪 **Matériels et méthodes** **193**

👥 Participants 193

☑️ Tâche 194

🔧 Instrumentation 195

🧪 Matériel expérimental 196

🤿 Déroulement de la situation 197

❓ Attentes 199

📊 **Analyses et résultats** **200**

Sur les questionnaires issus des données autorapportées 201

Sur l'émergence d'un sentiment d'IC (SIC) 201

Sur la motivation et les déterminants intrinsèquement liés au collectif 209

Sur les interactions pendant l'activité 211

Sur l'évaluation et la mesure de la performance 213

Analyses de réseaux sociaux sur l'émergence d'une IC 214

**Discussion** **216**

Retour sur les résultats à propos de l'IC 216

Retour sur la méthodologie et les méthodes 218

⏹️ Conclusion 222

⏬ EN RÉSUMÉ 8 / 9 223

**3 TROISIÈME PARTIE**
**PROSPECTIVE** **225**

**CHAPITRE 9**
**Discussions générales et perspectives** **226**

▶ Introduction 226

**Fusion des résultats et interprétations croisées** **226**

Retour sur la synthèse des études 226

Retour sur la méthodologie 230

Limites de la recherche 232
**Retour vers le futur de la littérature et de la translittératie 235**
Les jeux de rôles et d'acteurs de l'apprentissage dans l'IC 235
Le jeu des conditions nécessaires à l'émergence de l'IC ? 236
Le jeu de l'appréciation de l'IC en situation naturelle ? 237
Le jeu de l'accompagnement de l'émergence d'IC ? 238
**Préconisations pour le développement de l'IC 239**
👥 Sur la personne apprenante — psychosocio-andragogiques 240
🔧 Sur l'instrumentalité de la situation — technopédagogiques 240
🔗 Sur l'émergence de formes d'intelligences collectives — IC 241
Vers une proposition de formulation d'un ENA 241
⏬ EN RÉSUMÉ 9 / 9 243
**CONCLUSION GÉNÉRALE 245**
**Bibliographie 249**
🖼️ Table des représentations (Figures & Tableaux) 266
Liste des Figures 266
Liste des Tableaux 269
Liste des Encarts 269
🔠 Table des abréviations 270
Liste des communications scientifiques liées au projet de thèse 271
**ANNEXES 272**
Étude 1 272
Grille de lecture des variables psychologiques 275
Étude 2 276
Questionnaires sur le SEP-D 281
Questionnaires sur le SEP-TC 281
Questionnaires sur le SEC (autorégulation) 282
Extrait du corpus des interactions issues de la plateforme Lab4CE 285
Grille de classification des interactions (co-conception) 286

Grille de classification des interactions (entraide) 289

Étude 3 292

Modèle de scénario pédagogique 296

Instrumentation du scénario pédagogique dans Moodle 297

Questionnaire sur le travail collectif et le SIC 300

Grille de coévaluation du scénario pédagogique au niveau des communautés et des groupes pour la coconception et la coproduction de jeux virtuels en JavaFX sur la thématique de l'escape game 307

Aperçus des tableaux blanc partagés issus de la plateforme Miro.com 309

Extrait du corpus des interactions issues de la plateforme Miro.com 316

Analyses statistiques 317

Quelques indicateurs de production (IP, IS ) 318

Langage visuel compuscriptationnel 319

Compuscrip+ [ augmenté ] 337

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

Dans un entretien télévisé sur la *Deux* de la *RTBF* datant du dix mars mille neuf cent quatre-vingt-douze, *Théodore Monod*, érudit au plus de mille deux cents publications, naturaliste, biologiste, humaniste, philosophe, explorateur et spécialiste des grands déserts, nous rappelle à notre état de grain de sable sur la durée de l'« *hominisation* » à l'échelle de l'humanité :

« *Sur un cadran, s'il est minuit, l'homme est né à* 2 3 : 5 7 : 5 9. » — *Monod, T.*, 1992

Si l'on rapporte ces quelques secondes d'existence à une estimation de quatre-vingts milliards d'êtres humains[1] depuis les origines de la vie sur terre et une population globale avoisinant les huit milliards[2], force est de constater que l'humanité a su jusqu'ici se développer sur ses propres capacités à *comprendre*, *apprendre* et s'*adapter* dans des environnements en constante évolution. Nous pouvons ainsi nous questionner sur le « *pourquoi* » et le « *comment* » de ce qui nous distingue des autres espèces animales, en réussissant à s'intégrer et s'organiser dans des sociétés multiples, complexes, aux cultures et colorations si hétérogènes. Les nombreux débats philosophiques qui forment la source de nos savoirs et des sciences (Fontaine, 2008) seraient une piste pour comprendre d'où nous venons et vers où nous allons dans cette « *rationalité moderne* » et ce, à l'aune de nos nouveaux moyens d'observation et de réflexivité sur notre propre activité. Au niveau global et avec quelques indices, l'éducation des peuples au *savoir-vivre* et *savoir-agir* ensemble serait une autre piste explorable de compréhension de ces faits sociaux. C'est ce que nous inspire les propos et travaux d'autres scientifiques, tel que Taddei[3], biologiste et praticien du grand-écart de la transdisciplinarité, cofondateur du *Centre de Recherches Interdisciplinaires* (*i.e.*, « *Learning Planet Institute* »[4], ou *Institut de la Planète Apprenante*) et explorateur des sociétés collectivement apprenantes et nouvelles manières d'apprendre au XXI^e^ siècle.

De manière intermédiaire, la technologie comme source de progrès et d'évolution permanente et continuelle, capable d'interconnecter en temps réel ce qui autrefois ne l'était pas, semble être un vecteur qui transcende les paradigmes établis et transforme les perspectives sur ce que notre monde devient du jour au lendemain. Outre l'écologie, qui constitue une pierre angulaire aux nombreux enjeux interdépendants liés à notre survie et à la relation entre les êtres vivants et leur milieu, l'année deux mille dix-neuf nous aura rappelé au niveau planétaire, la fragilité de notre espèce ainsi que sa résilience face à l'adversité ; trouvant des solutions à des problèmes

[1] selon l'INED (Institut National d'Études Démographiques)
[2] selon l'ONU (Organisation des Nations unies)
[3] François Taddei : « La coopération est l'avenir de notre société » — 01/01/2022
[4] https://learningplanetinstitute.org/fr/about — 2005 - …

sans cesse plus complexes, dûs à l'accumulation des connaissances et des phénomènes émergents que nous cherchons en permanence à mieux comprendre sur le plan scientifique. Moins naturellement, l'année deux mille vingt-deux et la perspective de conflits d'envergure mondiale aux nombreuses interdépendances ; semble relativiser certaines formes de stabilité et de progrès plus ou moins apparents dans le sens des communs.

Non loin de ces généralités d'enjeux macro-sociétaux, nous souhaitons nous intéresser, au plus proche des réalités actuelles (ou actualisées), à ce qui permet aux individus de former des sociétés plus savantes, plus ouvertes, plus inclusives, en contribuant à l'éclaircissement des contours du monde de demain au sein des nouvelles économies de la connaissance. Les pages qui vont suivre se proposent d'explorer ces phénomènes sous l'angle plutôt microscopique, sans oublier les enjeux pour lesquels elles visent à une application dans le sens du bien commun : la compréhension et l'appréciation de formes d'intelligences collectives, du particulier au général et *vice versa*. Autrement dit, nous cherchons à observer la dynamique d'émergence d'intelligence collective dans des contextes plus ou moins contrôlés et liés aux enjeux des apprentissages et de l'usage des technologies pour les instrumenter.

À la base, notre intérêt pour l'**intelligence collective** (**IC**) n'est ni une croyance personnelle, ni une perspective idéaliste à laquelle nous nous attachons particulièrement. Il s'agit d'une curiosité, liée aux interactions qui nous réunissent, croisée par sérendipité[5] et dûment motivée par un phénomène qui semble à l'œuvre à tous les niveaux de la vie, du plus infime des particules observables au monde animal jusqu'à nos sociétés humaines systémiquement organisées. Si nous la reconnaissons peut-être socialement, intellectuellement, professionnellement et par moments, peut-être alors cherchons-nous alors à la retrouver, la reproduire, la documenter et la répandre pour les bienfaits et bien fondés qu'elle tendrait à procurer. Nous avons alors cherché, au travers des écrits et productions scientifiques de toutes disciplines s'y intéressant en tant qu'objet de recherche, qui parlait du phénomène de l'IC et comment en parlait-on. Nous avons également cherché si d'autres pairs, en situation de doctorat, s'intéressaient aussi à ce phénomène, tel que nous pouvions l'appréhender d'après nos préconceptions. Ce n'est pas moins de sept thèses[6], actuellement en préparation, que nous trouvons dans des disciplines transverses et voisines

[5] à l'origine d'un conte persan publié en 1557, la sérendipité se définit en sciences comme la « découverte par chance ou sagacité de résultats que l'on ne cherchait pas » (Merton, 1949 cité par Ertzscheid et Gallezot, 2003) ou dans les sciences de l'information : « L'effet "serendip" (…) consiste à trouver par hasard et avec agilité une chose que l'on ne cherche pas. On est alors conduit à pratiquer l'inférence abductive, à construire un cadre théorique qui englobe grâce à un "bricolage" approprié des informations jusqu'alors disparates. » (Perriault, 2000 cité par Ertzscheid et Gallezot, 2003). Un exemple classique pour illustrer le concept d'un autre temps où les GPS n'existaient pas, serait la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb alors qu'il cherchait la route des Indes. Certes, il n'a pas trouvé ce qu'il cherchait, mais il a trouvé.

[6] Bouchardeau, I., 2018+ (*Philosophie*) ; Brini, R., 2019+ (*Sciences de l'éducation*) ; Drolez, Y., 2018+ (*STAPS*) ; Fornero, S., 2016+ (*Sciences de l'éducation*) ; Jeffredo, A., 2019+ (*Psychologie*) ; Joseph Ndi Mena, S., 2019+ (*Sciences de l'éducation, de l'information et de la communication ?*) ; Larquet, V., 2021+ (*Sciences de gestion*).

avec ces personnes qui réfléchissent actuellement à ce phénomène de l'IC tel que nous cherchons peut-être collectivement à mieux le définir.

# 🏞️ Cadre de la recherche

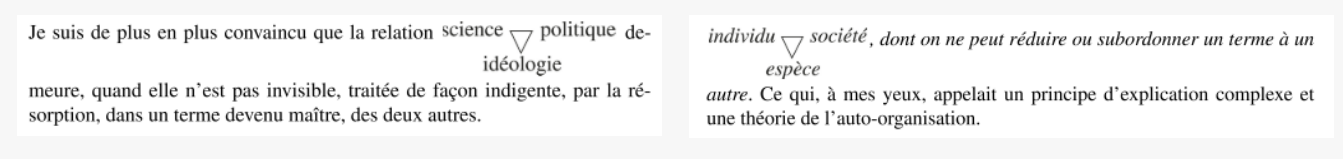
Avec pour point de départ les Sciences de l'éducation et de la formation (70) et la Psychologie (16) notamment (*cf.*, ENCART 1.), nous initions notre réflexion sur une citation de Piaget[7] (1972), faisant appel au travers de la formulation d'un espoir, à un dépassement des frontières disciplinaires :

> « *Enfin, à l'étape des relations interdisciplinaires, on peut espérer voir se succéder une étape supérieure qui serait "transdisciplinaire", qui ne se contenterait pas d'atteindre des interactions ou réciprocités entre recherches spécialisées, mais situerait ses liaisons à l'intérieur d'un système total sans frontières stables entre les disciplines.* » (Piaget, 1972, p. 143).

Sur les apports de cette **pluridisciplinarité** (*pluri-*, « plusieurs »), de la science en action ancrée sur le terrain et des discussions **interdisciplinaires** (*inter-*, « entre »), nous avons choisi d'essayer d'adopter dès le départ une posture **transdisciplinaire** (*trans-*, « à travers ») pour construire une démarche qui tire parti des différents apports disciplinaires reliés à notre objet de recherche visé (Claverie, 2010 ; Dobrzynski, 2018).

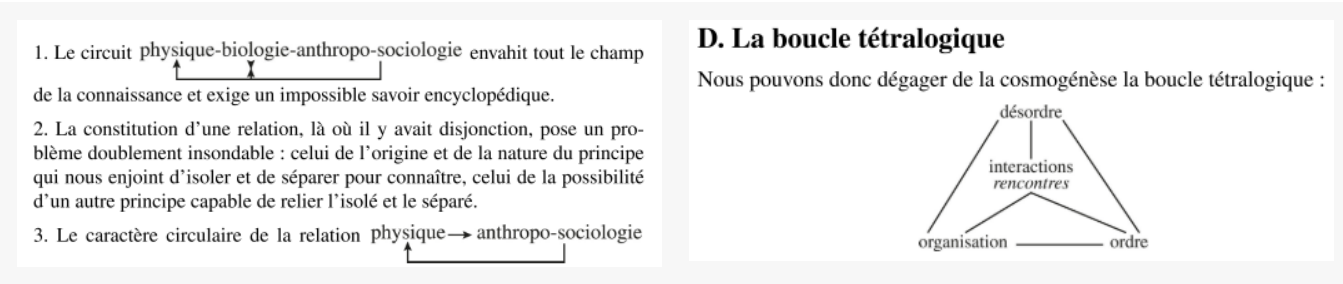
Lorsque Morin (1977, 1980, 1986, 1991, 2001, 2004) développe sa pensée complexe dans son œuvre *La Méthode* (six tomes) en s'appuyant sur la transdisciplinarité et les notions de boucles et de récursivité (voir Figure 0.1), on s'étonne alors qu'il s'égare quelque peu dans les *Sciences* dîtes « *dures* » telles que la physique (31, 34, 43, 85) et la biologie (44, 45, 57, 64, 66, 67, 68) pour tâcher d'approcher une connaissance non réductionniste. Morin s'en défend en justifiant de sa démarche transdisciplinaire autour des piliers et valeurs essentielles de la vie et de l'humanité.

**Figure 0.1** - Extraits de transformations de lecture du texte dans « La Méthode ».


Je suis de plus en plus convaincu que la relation science ▽ politique de-
idéologie
meure, quand elle n'est pas invisible, traitée de façon indigente, par la ré-
sorption, dans un terme devenu maître, des deux autres.

*individu* ▽ *société*, *dont on ne peut réduire ou subordonner un terme à un*
*espèce*
*autre*. Ce qui, à mes yeux, appelait un principe d'explication complexe et
une théorie de l'auto-organisation.

[7] Jean Piaget, biologiste, psychologue, logicien et épistémologue dont les travaux sur l'intelligence, l'adaptation, l'évolution et l'apprentissage ont une importance fondamentale et classique sur l'influence dans les disciplines et domaines précités.




Note. Morin traduit visuellement ces notions en modifiant la nature même du texte et en y intégrant des flèches ou des formes qui tracent des boucles entre concepts et articulations, altérant la mise en pagination classique du texte dans son impression et ce qui a pu même représenter un défi pour les Éditions qui en ont eu la tâche (*i.e.*, d'impression des six tomes de « *La Méthode* ») ?

C'est ainsi par cette démarche que nous souhaitons poursuivre vers cette « *étape supérieure* » appelée par Piaget (1972) ; en détournant alors l'allégorie de la caverne, pour proposer une posture de scientifique qui ne se concentrerait, non pas tant sur les ombres d'un objet de connaissance plus ou moins connu, que sur l'exploration du reflet de son activité, en quête de construction de savoirs plus fidèles à des représentations systémiques complexes ; c'est-à-dire plus représentatives de nos visions partagées du monde et d'une réalité commune plus intégrative et inclusive (voir Figure 0.2.).

**Figure 0.2** - Schématisation animée de réunions d'orientations disciplinaires multiples.




D'un point de vue plus pratique, cette transdisciplinarité s'ancre dans les fondements du domaine de recherche, d'enseignement et d'ingénierie des **Humanités Numériques** ; un croisement entre *Informatique*, *Arts*, *Lettres et Sciences Humaines et Sociales* qui ont pour origine plusieurs manifestes (Julien-Saavedra et Citton, 2015 ; Mounier, 2010) pouvant éclairer sur les

fondements de l'application d'une démarche « *porteuse de dispositifs, de méthodes et de perspectives heuristiques liées au numérique* » (THATCamp, Paris, 2010).

Rappelons également que les *Sciences de l'éducation et de la formation* (Section **70** du CNU), précisant depuis peu (**2019**) la forme avec « *et de la formation* » — telle que l'*andragogie* ou la *pairagogie* pourrait nuancer l'appellation générique de la *pédagogie* — sont une discipline par définition ***pluridisciplinaire***, permettant « *d'élaborer des approches* ***interdisciplinaires*** *et* ***transdisciplinaires*** *dans différents champs* »[8]. Toute notre démarche se base avec conviction sur ce rappel et cherche à mettre en dialogue des visions parfois clivées nourrissant en réalités, une dialogique plus profonde sur la science et notre rapport à la connaissance. Nous actons que ce positionnement ne facilite ni l'écriture, ni la lecture et que nombres de critiques pertinentes et discutables, pourront être établies au regard des différentes disciplines dont la tentative vise une forme de *trans*-mobilisation multidisciplinaire complexe. Prenons un exemple d'élément de langage qui pourrait par ailleurs porter à confusion dans une communication entre plusieurs sciences issues de différentes disciplines : la « *variable* », au sens du résultat d'une mesure psychologique, basée sur l'opérationnalisation d'une manière d'observer et d'outiller la mesure d'une élaboration théorique construite sur un phénomène du monde humain, ne sera pas la même que la « *variable* » en informatique ; et pourtant, elles font parties d'un langage commun qu'il conviendra d'élucider tant que faire se peut, surtout lorsque les concepts traversent multilatéralement les barrières de langues à une ère globalisée d'autotraduction et d'interculturalité de l'information. De même, l'« *artefact* » statistique qui « *viole la structure du monde "naturel"* » (Navarro et Foxcroft, 2022), n'est pas le même que l'« *artefact* » auquel il est fait référence dans la *genèse instrumentale* (Rabardel, 1995) ; ni de l' « *instrumentalisation* » ou de la « *collaboration* » et de leurs diverses connotations médiatiques, politiques et historiques qui dominent culturellement notre langage. Nous aurons au cours de ce texte, d'autres occurrences de vocabulaire et de langage sur lesquelles il nous faudra parfois préciser, voire désambiguïser les sens multiples, pour en adopter un de référence ; mais nous y reviendrons aux moments opportuns aux cours des différents chapitres de l'état de l'art et de la méthodologie.

Dans ce cadre, nous convoquons alors pour tout outil d'observation, une « *recherche par méthodes mixtes* » (**RMM**) combinant méthodes quantitatives et qualitatives au sens de Anadón (2019), c'est-à-dire en utilisant les « *méthodes mixtes* » (MM) comme approche de la connaissance à la fois sur le plan théorique et pratique, de manière pragmatique et sans opposition paradigmatique. L'enjeu ici sera de réussir à discerner, sans mélanger, des concepts et éléments de langages qui n'ont pas toujours le même sens et la même signification selon la discipline ou la méthode mobilisée pour opérationnaliser la recherche.

[8] Conseil National des Universités

# ❓ Questions de départ

Sur ces premières bases contextuelles sur lesquelles nous reviendrons plus précisément avant de développer notre problématique, nous cherchons à savoir à quel point, quel moment et dans quel environnement nous pourrions mieux comprendre comment mettre en œuvre et influencer positivement des dynamiques collectives. Tel un *nudge* (Thaler et Sunstein, 2021), ou un « *coup de pouce* » dont l'intention serait « *douce* » et axée vers le « *bien-être* » et le *« bien commun »* — encore faut-il que ces notions soient universellement définies et partagées dans leur jugement et appréciation morale. Nous nous appuyons alors sur cette définition de l'OMS qui croise la santé mentale, le bien-être, l'individu, la communauté et le collectif dans un sens positif et commun à vocation de consensus universel :

> « *La **santé mentale** est un **état de bien-être** dans lequel une **personne** peut se **réaliser**, **surmonter** les **tensions normales de la vie**, **accomplir** un **travail productif** et **contribuer** à la **vie de sa communauté**. Dans ce **sens positif**, la **santé mentale** est le **fondement** du **bien-être** d'un **individu** et du **bon fonctionnement** d'une **communauté**.*
> *La **santé et le bien-être mentaux** sont indispensables pour que l'**être humain** puisse, au niveau **individuel** et **collectif**, **penser**, **ressentir**, **échanger** avec les autres, gagner sa vie et profiter de l'existence.* »
> — Définition de l'**OMS** de la santé mentale[9]

La complexité et l'interdépendance des contextes de nos sociétés actuelles induisent un nombre toujours plus croissant de problèmes qui sont impossibles à résoudre par une seule personne ou entité isolée. Les individus doivent ainsi organiser collectivement leurs capacités pour réussir à résoudre les défis communs qui convoquent nos potentiels d'intelligences dans la « noosphère[10] » collective. L'un des enjeux serait de réussir à relier les instances éducatives et les milieux professionnels et industriels auxquels celles-ci préparent, détournant des logiques individualistes et compétitives, vers des dynamiques synergiques et stigmergiques de groupe. En termes d'enseignement il est alors question de transmettre les valeurs et les repères pour encourager et favoriser les apprentissages collectifs et collaboratifs, en donnant notamment du sens à la finalité construite des produits issus du collectif.

Comme il est coutume dans la recherche lorsqu'un objet n'est pas encore suffisamment clair et transparent aux origines de la pensée, nous posons des questions initiales qui nous guident dans l'exploration d'un phénomène peu connu ou peu stabilisé au travers de sa ou ses définition(s). Puis, si nous parvenons à le cerner avec assez de justesse et de précision, nous cherchons à expliquer son fonctionnement en tirant les indicateurs qui permettent de l'observer, de l'évaluer, ou dans la moindre mesure, d'en faire l'objet d'une appréciation scientifiquement construite.

[9] https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response
[10] https://fr.wikipedia.org/wiki/Noosphère

Enfin, nous nous demandons de quelle manière ce phénomène pourrait être encouragé, favorisé, accompagné, si tel était le cas qu'il soit résolument en adéquation avec nos projets de société et que le contexte soit favorable pour l'y développer.

Ces questions, nous pourrions les reformuler ainsi, afin d'orienter notre cheminement intellectuel au cours de notre revue de la littérature et des études que nous mettons en œuvre pour en explorer tel ou tel aspect :

- Quelles sont les **conditions** nécessaires à l'**émergence** de l'IC dans des *situations d'activité et d'apprentissage collectives et instrumentées* ?

- Comment peut-on mesurer, **apprécier** l'IC de groupe dans des *situations naturelles d'apprentissage* ?

- Comment **accompagner** l'**émergence** d'IC en *situations d'apprentissage instrumentées avec le numérique* ?

À partir de ce point du texte, le plan du manuscrit s'organise en trois parties principales traditionnelles attendues dans les écrits scientifiques (*i.e.*, État de l'art, Méthodologie, Discussion).

Nous utilisons depuis le début du texte (et dans notre table des matières), un spectre de couleur allant du violet au rouge (les deux versants du visible) ainsi que des symboles textuels au format unicode afin d'encoder visuellement et d'alléger le contenu informationnel pour fournir une aide à la lecture.

Nous présentons ainsi une structuration du texte qui reprend les éléments linéaires classiques que sont : ▶ INTRODUCTION GÉNÉRALE — 📚 ÉTAT DE L'ART — 🔍 PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE — 🔬 MÉTHODOLOGIE — ÉTUDES 🔵 — 🗣 DISCUSSIONS — ⏹ CONCLUSION GÉNÉRALE.

Chaque chapitre est également accompagné d'une synthèse en résumé des points importants abordés dans les pages précédentes qui en font le développement. Pour chaque étude développée, nous reprenons aussi de manière récursive le plan *IMReD* (Introduction, Méthodes, Résultats et Discussions) attendu avec les détails et les spécificités de nos contextes.

Plus d'informations sur cette mise-en-page et son augmentation au format numérique sont disponibles en ANNEXE.

Le plan de ce manuscrit, se présente donc ainsi :

1 — Une **Première Partie** comprenant l'**État de l'art**, partant de l'*individu à ses apprentissages* (**CHAPITRE 1**), puis de l'*ingénierie des apprentissages aux environnements technopédagogiques* (**CHAPITRE 2**), pour terminer sur l'*intelligence collective* (**CHAPITRE 3**). Cette première partie aboutit à la *mise en place de la problématique* spécifique autour du phénomène à étudier (**CHAPITRE 4**).

2 — Une **Deuxième Partie** présente la **Méthodologie**, avec un premier chapitre sur la *réflexion méthodologique* (**CHAPITRE 5**) permettant de construire les *études*, au nombre de trois (**ÉTUDE 1**, **ÉTUDE 2**, **ÉTUDE 3**), qui sont successivement développées dans leur propre chapitre (**CHAPITRE 6**, **CHAPITRE 7**, **CHAPITRE 8**) de manière similaire à l'approche agentive des trois premiers chapitres de l'**État de l'art**.

3 — La **Troisième Partie** et dernière partie, propose une synthèse et une **Discussion** convergente des résultats et de la méthodologie, en proposant des pistes de poursuite de recherche et des perspectives pour continuer à apprécier méthodiquement les contours de l'objet de l'IC (**CHAPITRE 9**).

# 1 PREMIÈRE PARTIE

# ÉTAT DE L'ART

« *Quand les idées ne sont pas vraies, les mots ne sont pas justes ;*
*si les mots ne sont pas justes, les œuvres n'ont pas lieu ;*
*si les œuvres n'ont pas lieu, la morale et l'art ne vont pas bien ;*
*si la morale et l'art ne vont pas bien, la justice ne s'applique pas bien ;*
*si la justice ne s'applique pas bien, la nation ne sait pas où elle doit poser son pied ni sa main.*
*Donc, ne tolère pas qu'il y ait du désordre dans les mots, tout le reste en dépend.* »

Karl Kraus, texte extrait de « *Die Fackel* », n° 852-856, 1931, p. 60

Dans cette première partie, nous faisons l'état des recherches issues de multiples disciplines en lien avec les apprentissages et le numérique afin d'orienter nos pistes de réflexion pour répondre à nos questions de départ, notamment sur l'identification des processus et conditions nécessaires à l'émergence d'IC, sa mesure, son évaluation et son accompagnement potentiel en contexte pédagogique. Sur une approche triadique en trois chapitres, nous cherchons à synthétiser et mettre en liens les nombreux apports théoriques qui contribuent positivement à l'amélioration générale des apprentissages. Un premier chapitre nous invite à partir de l'individu en tant que personne apprenante, qui s'inscrit dans un environnement, adopte des conduites et manifeste des comportements qui sont observables et qui permettent de mieux comprendre la nature de l'intelligence et des processus de l'apprentissage. Un second chapitre s'intéresse au contexte pivot, technique et technologique des environnements d'apprentissage intégrant les usages du numérique et transformant les pratiques de l'enseignement et la conception de la formation par des équipes pédagogiques de plus en plus multidisciplinaires. Le troisième chapitre se concentre sur l'IC à la lumière des deux premiers chapitres qui permettent d'associer l'observation et la compréhension des processus humains et sociaux par une médiation numérique laissant des traces interprétables. Enfin, nous terminons la partie par le développement de notre problématique pour construire des études capables d'apporter des éléments de réponse sur notre objet de recherche.

# CHAPITRE 1

# De l'individu aux processus d'apprentissage

## Introduction

Dans une approche centrée sur l'humain, nous partons du sujet pour chercher à expliquer ce qui lui permet de s'insérer dans une perspective liée à des activités d'apprentissages collectives et instrumentées. Il s'agit de qualifier, ce qui définit l'individu dans son action, dans sa *praxis*[11]. L'individu étant souvent placé au cœur des processus (en tant qu'apprenant, utilisateur, acteur…), nous cherchons à savoir ce qui peut le motiver et le pousser à agir. Quelles variables individuelles et interindividuelles, quels états comportementaux, quels traits de personnalités et quelles stratégies pour se mettre dans une dynamique d'apprentissage et former des groupes de travail efficaces ? Quel accompagnement pour guider cet apprentissage en situation ? S'agit-t-il de facteurs internes ou externes ou bien d'interactions plus complexes entre ceux-ci, entre le sujet et l'environnement et tout ce qui les compose ?

Dans un premier temps, nous nous intéressons aux composantes « *cognitives* » (celles qui permettent le traitement), « *conatives* » (celles qui poussent à l'effort) et « *affectives* » (celles qui modulent les émotions) de l'action du sujet.

## 1.1. Approche cognitive et multiplicité des intelligences

Dans les sections qui suivent, nous considérons que l'approche du fonctionnement humain au niveau individuel et collectif peut se faire par le traitement de l'information et les outils internes des fonctionnements neuronaux humains.

### 1.1.1. L'approche cognitive pour comprendre le fonctionnement humain

Certaines théories de la « cognition » proposent l'hypothèse que la pensée peut être étudiée de manière analogue aux procédés de traitement de l'information, à l'image du fonctionnement des ordinateurs (Thomas et Michel, 1994). C'est dans ce sens de « *nouvelles technologies intellectuelles* » que Lévy (2011) aborde dans la *sphère sémantique*, les relations entre computation, cognition et économie de l'information, référant notamment à l'exploration des graphes pour proposer une modélisation de la cognition humaine et plus largement des sciences humaines. Les observations et applications de ces théories ont lieu dans divers domaines allant du monde animal (par exemple chez les animaux ayant des comportements sociaux comme

[11] https://fr.wikipedia.org/wiki/Praxis_(philosophie)

certains insectes, dont l'objet d'étude est associé à l'éthologie) en passant par l'humain jusqu'à la cybernétique et les innovations les plus récentes en termes d'intelligence artificielle. Ces dernières tendent ainsi à reproduire, observer ou inférer de manière mimétique et systématique certains procédés mentaux liés à la cognition (*e.g.*, distribuée, Hutchins, 1995), l'apprentissage et la mémoire notamment (*e.g.*, « *Machine Learning* », « *Deep Learning* », « mémoire interne », « externe », « épisodique », « court terme », « long terme », « transactive », Grasset, 2019). Morin (1999) se réfère à l'approche systémique et computique en distinguant les fonctions d'adaptation des sciences de la cognition (Simon, 1996) et d'équilibration de la psychologie cognitive et génétique (Piaget, 1975). Si cette métaphore comparative entre l'humain et la machine est intéressante, elle semble réversible dans son interprétation conceptuelle : la machine étant le produit de l'humain, cette production d'un objet intermédiaire (un outil ?) le différenciant des autres espèces animales, il s'agirait aussi d'une projection possible sur la création d'un objet à l'image de ce que l'homme peut concevoir et réaliser en termes de traitement de l'information. Il ne s'agit pas là de première fois dans l'histoire de l'humanité[12], que l'homme projette ses croyances, usages et pratiques sur les objets de ses créations, inventions ou innovations. Ne serait-ce pas d'ailleurs le propre de l'évolution humaine que de créer des outils ou des artefacts (matériels ou intellectuels) issus de l'observation de la nature et capables de l'aider à mieux comprendre, apprendre et s'adapter à son environnement dans son activité au sens large (*e.g.*, la maîtrise du feu, la création de la roue, de l'imprimerie, l'ordinateur, les logiciels…) ? Ces comparaisons analogiques donnent lieu à des cadres d'analyse transposable aux sciences de l'éducation, en particulier sur les éléments capables de capter et maintenir l'attention, comme c'est le cas assez tôt, avec les travaux de Gagné (1970) ou Tardif (1992), par exemple.

Issu de la « *révolution cognitive* » initiée par les travaux des psychologues Miller (*i.e.,* « ***7**, le nombre magique, plus ou moins **2*** ») et Bruner (*i.e.,* processus de catégorisation) au milieu du **XX**e siècle (cités par Dortier, 2014), le cognitivisme apparaît comme une critique du béhaviorisme qui jusque-là niait les hypothèses sur le fonctionnement mental en se concentrant sur les comportements humains. Les grands processus mentaux identifiés dans le cadre d'une approche cognitive concernent notamment la perception, l'attention, la prise de décision, la résolution de problèmes, le raisonnement, l'apprentissage, le langage (Houart, 2017) et plus généralement, les différentes formes de l'intelligence (*e.g.*, générale, cognitive, émotionnelle). On retrouve la plupart de ces processus dans les travaux de Piaget avec la théorie du développement cognitif, en fonction des différents stades d'évolution partant de l'enfance jusqu'à l'âge adulte. La cognition relève aussi plus spécifiquement de traits inhérents, plus ou moins liés aux facteurs génétiques et liés aux capacités du cerveau selon des approches aux inspirations neuroscientifiques de

[12] voir les essais de Harari (2015, 2017, 2018) ou les écrits d'autres auteurs déjà cités tels que Morin ou Lévy dont nous retenons en substance ces deux points : l'humanité a survécu au temps en s'adaptant à l'environnement, notamment en faisant groupe (social) et aussi en créant des outils pour survivre collectivement : ainsi se fût l'extinction de Homme de Néandertal (*i.e.,* plus grand, plus fort et plus puissant mais au comportement solitaire) par remplacement avec l'*homo sapiens* et ses évolutions que nous connaissons à ce jour.

catégorisation et de classification à hautes variables prédictibles (Carlier et Doyen, 2003 ; Collette, 2012 ; Roubertoux et Carlier, 2002), dont nous ne ferons pas spécialement plus l'état ici, bien qu'ils relèvent aussi de travaux empiriques en génétique et neurosciences cognitives (69).

### 1.1.2. L'intelligence humaine par la mesure et la modélisation

Pour mieux définir l'intelligence humaine, nous pourrions refaire l'historique de cet objet d'étude avec les travaux d'origines psychométriques de Galton (cité par Gillham, 2001), Binet et Simon (1904), Stern (1914), Terman et Merrill (1937), Wundt (cité par Spearman, 1904), Wechsler (1946), mais nous en venons directement aux conclusions de ce qui en découle au niveau des tests de **Q**uotient **I**ntellectuel (**QI**) développés et utilisés de manière plus ou moins consensuelle pour mesurer, de nos jours encore, le concept de l'intelligence générale.

Aux débuts de Binet et Simon (1904), l'idée était de partir de l'identification d'« *enfants anormaux* », classer les « *normaux* », puis « *adultes normaux*, *normaux intelligents*, *très intelligents*, *hyperintelligents* », voire éventuellement, de mesurer le « *talent* et le *génie* ».

En développant les tests d'intelligence pour les adultes, Wechsler (1981) résume l'analyse d'importants travaux relativement exhaustifs pour l'époque, en soulignant que les résultats de l'ensemble des tests ont rarement permis de trouver plus de quatre à cinq facteurs majeurs (*e.g.*, performances cognitives, motrice, verbale, évaluées selon les tests), sans pour autant parvenir à expliquer « *plus de **60%** à **70%** de la variance totale extractible* ». Le reste de la variance pourrait alors être attribué à d'autres « *variables non cognitives* » ou « *traits de personnalité* » à extraire comme : *l'entrain, la motivation, la persistance ou la conscience de but* (Wechsler, 1981, p. 85).

La synthèse des travaux sur l'intelligence générale dérivée de la quête de mesure du QI, nous amène ainsi vers le modèle le plus récent permettant d'établir la liste des facteurs les plus déterminants (*i.e.,* statistiquement significatifs dans les conditions d'observation). Il s'agit du modèle **CHC** (*Cattell-Horn-Carroll,* Schneider et McGrew, 2012) qui se base sur les apports de Cattell, R. et Horn, J. L. pour les théories de l'intelligence fluide (facteur *Gf*) et de l'intelligence cristallisée (facteurs *Gf-Gc*), et Carroll, J. B. pour le modèle hiérarchique à trois strates (capacités étroites ou spécifiques ; capacités cognitives larges ; capacité générale).

- L'**intelligence fluide** (*Gf*, ou logico-mathématique) se définit comme l'intelligence logique, celle qui permet de comprendre, apprendre et s'adapter à de nouvelles situations et résoudre des problèmes, elle correspond aux raisonnements inductif, déductif, quantitatif et *piagétien*, sollicités en situation. Dans les définitions les plus communes, il est courant que soit retenue principalement cette forme de l'intelligence pour la définir généralement, dû au fait que ce soit l'un des facteurs prédictifs les plus significatifs au niveau statistique.

De ce fait, ces trois processus de « *compréhension* », « *apprentissage* » et « *adaptation* » permettent de fixer solidement une définition de l'intelligence au sens commun.

- L'**intelligence cristallisée** (*Gf-Gc,* aussi appelée intelligence verbale) correspond à la capacité à mobiliser des compétences, des connaissances et savoirs issus de l'expérience accessible en mémoire. Elle serait le produit de l'interaction entre l'intelligence fluide en action avec l'éducation et la culture valorisées en accès informationnel.
- La proposition des **strates** de Caroll permet alors de classer l'ensemble des facteurs mesurés en niveaux rendant compte des variations obtenues d'une strate à l'autre.
    - la **première strate** rend compte de compétences **étroites**, c'est-à-dire cognitivement très spécifiques ;
    - la **seconde strate** rend compte de compétences cognitives plus **générales** incluant l'intelligence fluide et cristallisée mais aussi la mémoire, l'apprentissage, les perceptions visuelles et auditives, la récupération en mémoire et les vitesses cognitive et de traitement ;
    - la **dernière strate** représente le « *facteur G* », soit la variation commune de tous les tests au niveau le plus général, *i.e.*, l'**intelligence générale**.

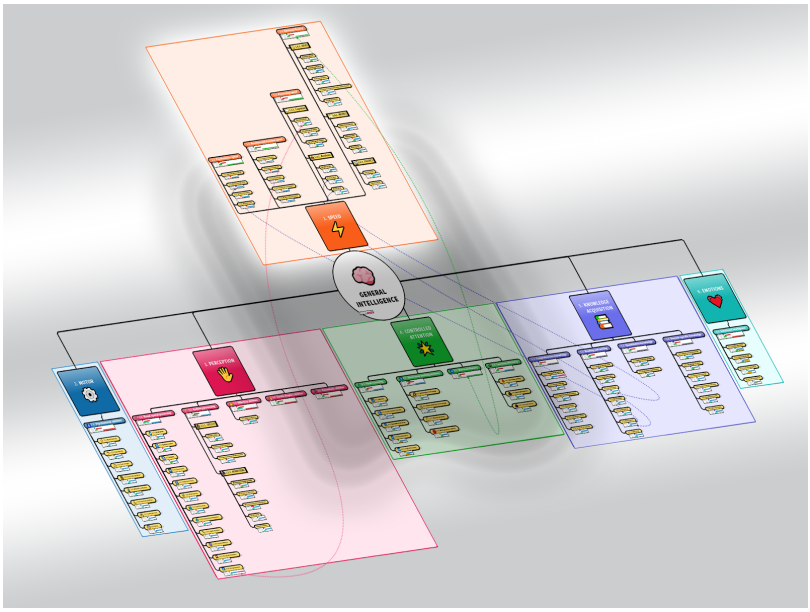
Spearman (1904) qui initia la proposition de ce concept de facteur « ***G*** » en développant pour ces fins la méthode de l'analyse factorielle en statistique, suggère que les performances mentales des individus peuvent être observées au sommet d'un seul facteur d'habileté général, issu des différentes strates et sous strates de facteurs étroits ou spécifiques à certains types de tâches.

Plus récemment, ce sont les travaux de McGrew (1997) et Schneider et McGrew (2012) qui synthétisent ces approches dans le modèle CHC en partant :

- (1) de la **strate** la plus haute décrivant la **capacité générale** et le facteur G,
- (2) aux **strates** de **capacités larges** (*i.e.*, moteur, perception, attention contrôlée, acquisition de connaissance, vitesse), parmis lesquelles l'attention contrôlée correspond notamment à l'intelligence fluide (logico-mathématique) et l'acquisition de connaissance correspond à l'intelligence cristalisée (verbale)
- (3) aux **strates** de **capacités étroites** (*e.g.*, dextérité digitale, visualisation, rotation mentale, raisonnement, mémoire, verbale, lecture, écriture, connaissances quantitatives, vitesse d'écriture, durée de mouvement, temps de réaction, *etc.*)

Ce modèle (voir Figure 1.1) est depuis adapté continuellement avec notamment, les récents apports en neurosciences, psychologie cognitive et génétique croisés aux analyses factorielles de la théorie CHC, bien qu'il reste incertain et toujours en construction sur de nombreux aspects.

**Figure 1.1** - Modèle intégratif du construit de l'intelligence générale et de la théorie CHC.




Note. Photo 360° via *Google Photos*

Note. Représentation photosphérique équirectangulaire à 360° d'après Schneider et McGrew, 2018

Modélisation exhaustive des strates, capacités, facteurs et sous facteurs en lien avec les apports les plus récents de la théorie. Dans l'aperçu ci-dessus, l'ombre de la vitesse en 3D, suggérée par McGrew[13], pourrait signifier l'importance de la vitesse de traitement sur les autres variables, rapportant l'intelligence à quelque chose de davantage mesurable en termes de rapidité.

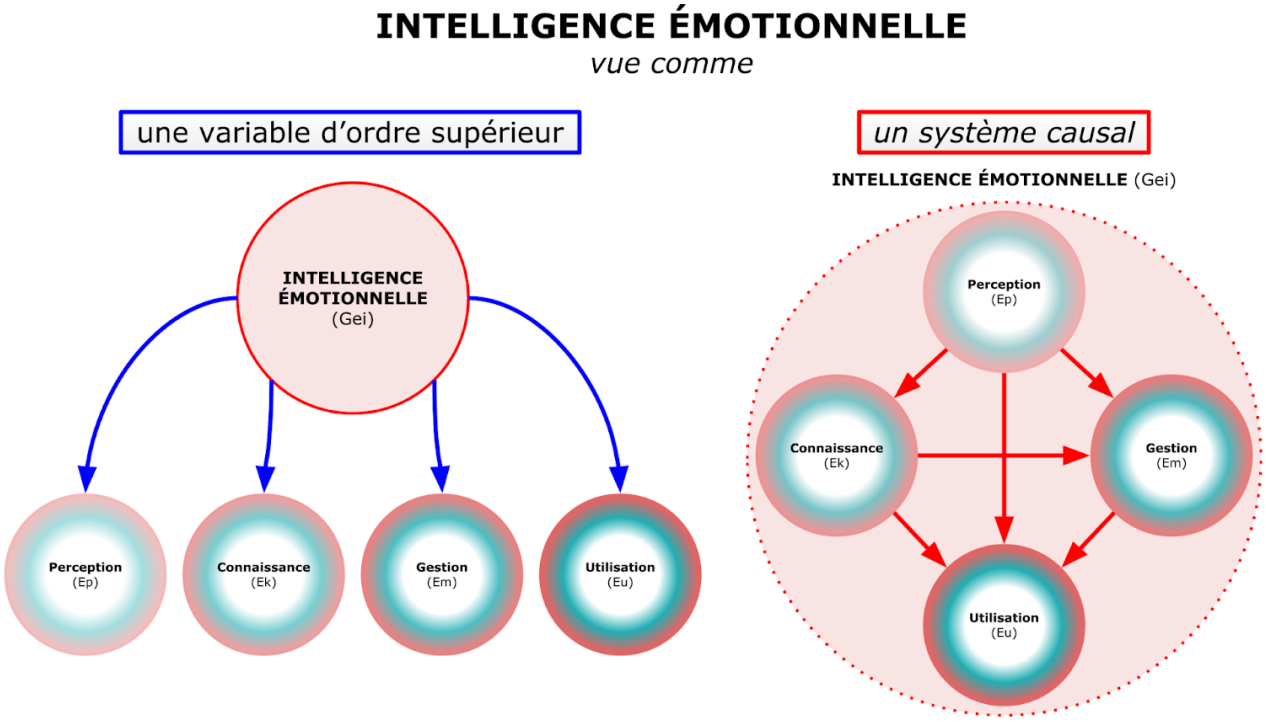
Dans les dernières itérations du modèle CHC, la notion d'*« intelligence émotionnelle »* (*facteur Gei*) apparaît alors dans la définition des aptitudes majeures (Schneider et McGrew, 2018) avec des facteurs identifiés concernant la perception (*facteur Ep*), la connaissance et compréhension (*facteur Ek*), la gestion (*facteur Em*) et l'utilisation des émotions (*facteur Eu*), marquant la continuité de la recherche et l'ouverture à des variables qui contribuent plus largement à la définition de l'intelligence générale au sens humain et expérientiel. La Figure 1.2 montre les deux modèles de conceptualisation de l'intelligence émotionnelle en cours d'intégration et de spécification par Schneider et McGrew (2018), l'intelligence émotionnelle vue comme une « *variable d'ordre supérieur* » ou un « *système causal* ».

Schneider *et al.* (2016, p. 19, *Figure 5.*) proposent ainsi une intégration simple de l'intelligence émotionnelle en tant que système causal à l'intérieur des autres capacités larges, en suggérant les liens possibles entre les variables de l'intelligence émotionnelle (*Gei*), que l'on appelle aussi l'« *intelligence chaude* » et celles de l'« *intelligence froide* » : traitement auditif (*Ga*), visuo-spatial

[13] Cattell-Horn-Carroll (C.H.C.) Theory of Cognitive Abilities in 3D? | Assessing Psyche, Engaging Gauss, Seeking Sophia

(*Gv*), compréhension et connaissance (*Gc*), raisonnement fluide (*Gf*), mémoire de travail (*Gwm*), et la vitesse de traitement (*Gs*).

**Figure 1.2** - Deux conceptualisations de l'intelligence émotionnelle dans le modèle CHC.




Note. D'après Schneider et McGrew, 2018

### 1.1.3. Une critique de la mesure d'un concept encore indéfini

Bien que dominantes et appliquées dans de nombreux domaines, ces contributions à une définition de l'intelligence par la mesure et les tests, ne peuvent suffire à cerner notre objet dans toutes ses dimensions. En reprenant cet historique de la mesure quantitative du fonctionnement cognitif sous ses aspects critiques, Rozencwajg (2011) pointe le manque d'analyse qualitative, invitant à concilier ces deux niveaux d'observation permettant d'atteindre des performances corrélables avec l'intelligence. Pour atteindre cette performance, mesurée quantitativement et statistiquement sur les facteurs du fonctionnement cognitif d'une part, il s'agirait de donner une autre part plus importante à la recherche « *des voies qualitativement différentes pour atteindre la performance* » (Rozencwajg, 2011, p. 258), avec l'analyse des stratégies qui ont notamment pour avantages de pouvoir contribuer à la mise en place de *remédiations* au niveau individuel (Huteau, 1995). Sur les cas individuels au sens des pratiques psychologiques contribuant à des diagnostiques sur l'intelligence, Vivicorsi (2013), propose une approche méthodologique et conceptuelle pour réaliser une évaluation qualitative du fonctionnement cognitif. Il s'agit notamment d'utiliser le principe de la résolution de problème permettant de mettre en

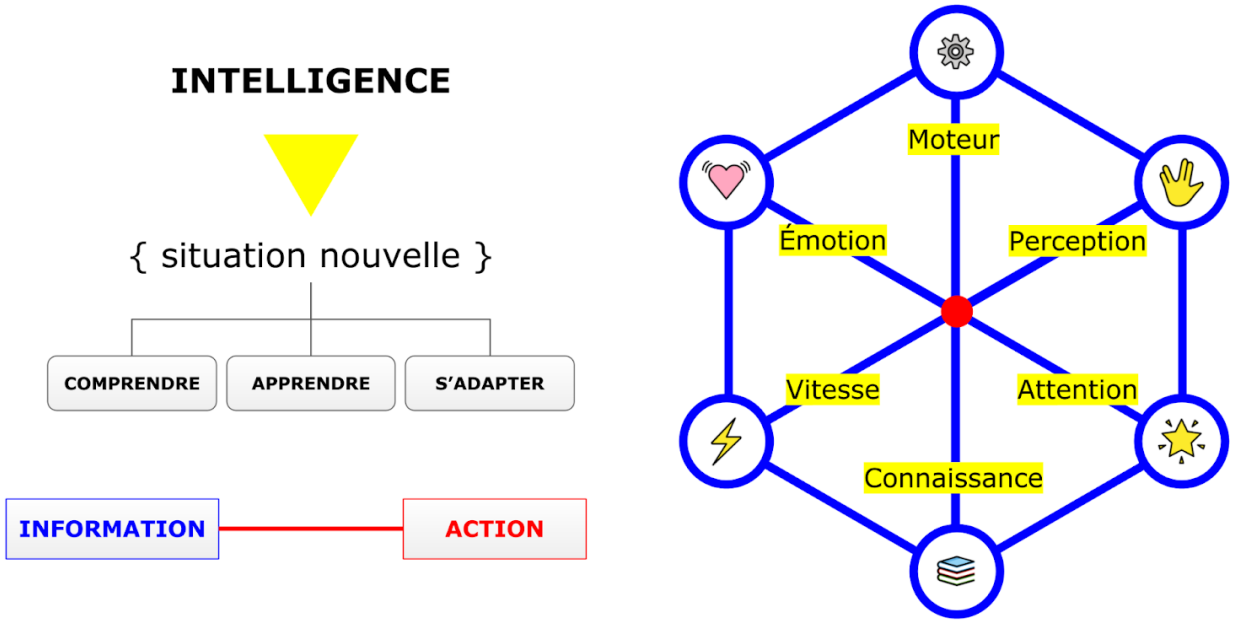
adéquation des « *protocoles simulés* » sur des situations suffisamment complexes, avec les « *protocoles observés* » pour tester la « *cohérence de l'explication des phénomènes observés* ».

Qu'il s'agisse ainsi de la critique de l'approche psychométrique (Cattell, 1937), de la remise en cause du facteur « *G* » (Thorndike, 1926 ; Gould, 1996), du QI (Thurstone, 1938, Thurstone et Thurstone, 1941 ; Sternberg et Wagner, 1993 ; Weiten, 2016), des débats que suscitent les apports en génétiques (Deary, 2012 ; Panizzon *et al.*, 2014 ; Flynn, 2016), neurosciences (Haier *et al.*, 2009) et l'ensemble des corrélations qu'il est possible de faire avec plus ou moins de significativité statistique, ainsi que de la recherche toujours en questionnement sur les différents facteurs explicatifs de l'intelligence ; tout ceci est loin de faire unanimement consensus au niveau scientifique. De même que cela fait difficilement consensus en interne des différentes sous-disciplines de la psychologie (*psychologie cognitive, psychologie développementale, psychologie sociale, psychosociologie, psychométrie, psychologie interculturelle, psychologie de l'éducation* et *psychologie différentielle* pour ne citer que quelques branches), comme en témoigne en 1986 l'absence de définition commune dégagée à l'issue d'une vingtaine d'essais des experts les plus reconnus dans le domaine (Sternberg et Detterman, 1986). Dix ans plus tard — dans un article de Neisser *et al.* (1996) qui résume l'ensemble de « *ce que l'on sait et de ce que l'on ignore* » encore sur l'intelligence — les conclusions pointent toujours un manque de consensus malgré la variété des explications possibles à un phénomène que l'on cherche encore à mieux identifier empiriquement. Les auteurs rappellent aussi que cette difficulté de consensus est un problème de science commun et qu'il y a probablement autant de manières d'être intelligent que de manière de conceptualiser l'intelligence. Lécuyer (2009, p. 11) résume ainsi : « *Il est courant chez les pessimistes de dire qu'il y a autant de définitions de l'intelligence qu'il y a de spécialistes, les optimistes pensant, eux, qu'il y a seulement autant de définitions que de théories* ». Pourrions-nous supposer que dès lors que nous étudierons l'intelligence au niveau groupal, collectif et distribué, il y aura alors autant d'IC et d'incertitudes que de groupes possibles et théories sous-jacentes ?

L'intelligence est encore un concept très nuancé qu'il reste toujours à mieux définir sur le plan scientifique et théorique, probablement dans la synthèse de l'interdisciplinarité qui y consacre toujours de nombreux travaux exploratoires, classificatoires, explicatifs et prédictifs et pour lesquels il est appelé à un « *effort partagé et soutenu ainsi que l'engagement de ressources scientifiques substantielles* » (Neisser *et al.* 1996, p. 97). Et si l'intelligence constitue une sorte de boîte à outils intellectuels comme point de départ et de possibilités multiples, nous allons maintenant nous intéresser à ce qui permet à l'individu de se mettre en action et de persévérer dans l'effort.

Afin de transcrire en une image relativement synthétique, ce que l'on peut se représenter de ce que l'on sait définir et mesurer au travers du construit théorique de l'intelligence, nous proposons la Figure 1.3 pour en capturer les aspects essentiels.

**Figure 1.3** - Représentation synthétique des processus et facultés de l'intelligence.




Note. À gauche la définition générale à partir de l'intelligence logico-mathématique et verbale, à droite, les six capacités larges identifiées à ce jour, incluant les intelligences froides et chaudes

## 1.2. Les processus de soutien à l'apprentissage et à l'autonomie

L'une des préconception sur laquelle nous nous appuyons pour approcher l'individu apprenant en groupe, serait de partir de l'idée qu'un individu devrait d'abord être suffisamment **autonome**. Nous abordons ainsi dans les sections suivantes, les principales théories et pratiques qui sont appliquées dans différentes disciplines et notamment en sciences de l'éducation et de la formation pour favoriser l'autonomie des individus.

Pour Linard (2003), l'**autonomie** serait une métacompétence, soit une « *capacité de haut niveau, cognitive mais aussi psychologique et sociale, qui implique des qualités d'attention, d'autocontrôle, d'intelligence, de confiance en soi et de relation que peu d'individus possèdent ensemble à l'état naturel* » (p. 4). Certaines de ces dimensions psychologiques peuvent ainsi faire l'objet de leviers de transformation par une instrumentation individuelle et conscientisée, dans le but de rendre l'apprenant plus autonome et plus efficace (Mailles-Viard Metz, 2015). Mailles-Viard Metz (2015) définit plus précisément l'autonomie en lien avec les apprentissages universitaires comme un des objectifs de l'enseignement supérieur, constituée d'un ensemble complexe d'activités cognitives facilitées par la réflexivité, l'auto-efficacité, la créativité et l'autoévaluation.

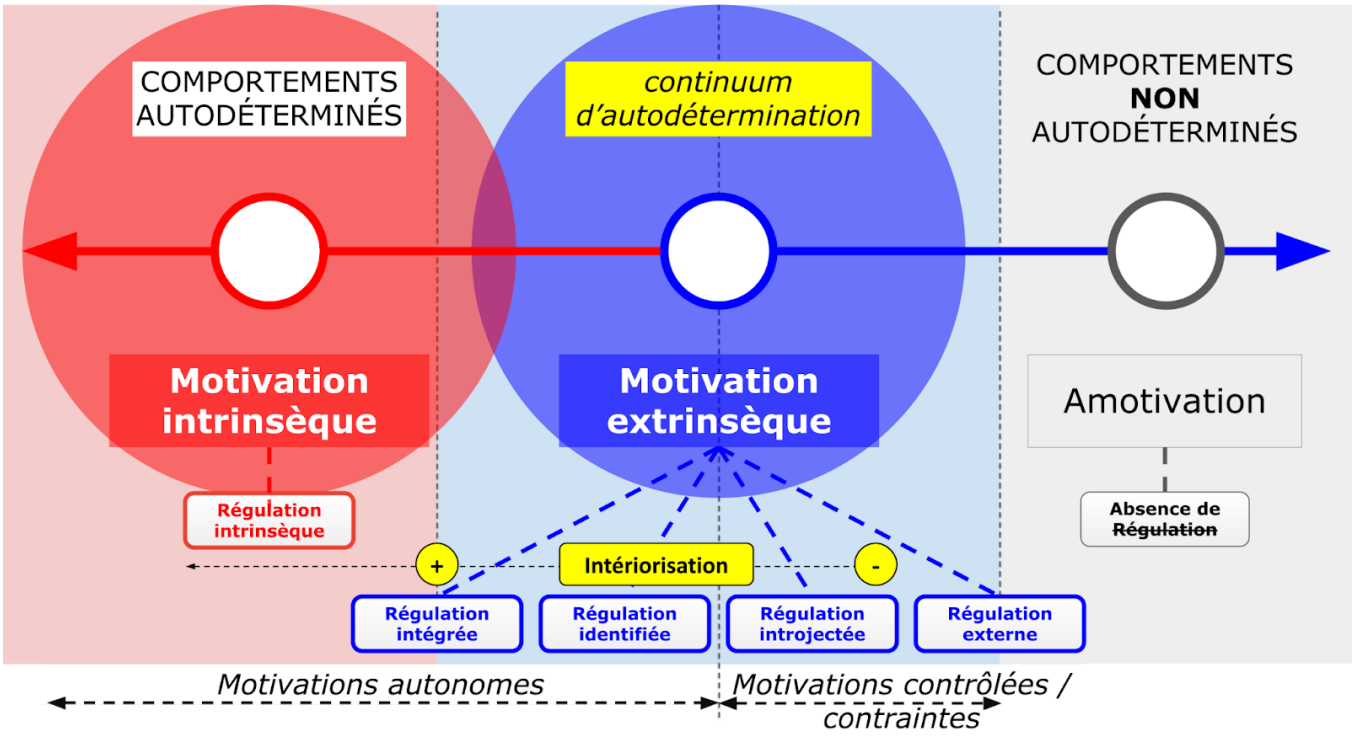
### 1.2.1. L'autodétermination comme moteur de l'action

La motivation humaine est un phénomène tout aussi complexe, étudié depuis plusieurs décennies en psychologie, elle a donné lieu à de multiples théories et de nombreuses études. Certaines de ces théories sont dites de « ***contenu*** » et s'intéressent à énumérer et décrire ce qui motive les individus au niveau *intérieur* ou *extérieur*, comme la théorie de Maslow (1943) établissant une première hiérarchie des besoins. Les autres théories issues de courants plus béhavioristes, dîtes de « ***processus*** », s'intéressent davantage aux interactions entre processus « *internes* » (comportements) et « *externes* » (environnement) qui poussent les individus à agir. Ces théories nous renseignent sur la diversité des facteurs hautement probables qui les composent, de manière dynamique, ainsi que la génération de modèles factoriels permettant de faire des hypothèses et inférences sur les différences intra et interindividuelles de comportements orientés vers l'action.

L'une des théories dominante souvent citée en psychologie sociale, inspirée des travaux antérieurs et notamment d'une approche qui se concentre sur les trois besoins psychologiques fondamentaux (besoin de *compétence*, d'*autonomie* et de *proximité sociale*), est la théorie de l'autodétermination (**TAD** ; Deci et Ryan, 1985). La TAD est en fait composée de cinq mini-théories (**1**. **TEC**, « *Théorie de l'Évaluation Cognitive* » ; **2**. **TIO**, « *Théorie de l'Intégration Organismique* » ; **3**. **TBP**, « *Théorie des Besoins Psychologiques* » ; **4**. **TOC**, « *Théorie des Orientations de Causalité* » ; **5**. **TCB**, « *Théorie du Contenu des Buts* »), modélisant les relations entre l'environnement social qui nourrit des orientations, des besoins et des buts caractérisés par des types de motivations ayant une influence sur le degré d'autonomie et/ou de contrainte dans la détermination des comportements (Sarrazin, Pelletier, Deci, et Ryan 2011).

La **TIO** permet de distinguer deux formes prépondérantes de motivations que sont la motivation *intrinsèque* (*i.e.*, activité conduite par plaisir ou intérêt personnel pour la satisfaction qu'elle procure en soi) et la motivation *extrinsèque* (*i.e.*, activité conduite pour l'atteinte d'un but externe associé) au sein d'un *continuum d'autodétermination* faisant appel à différentes formes de régulation (voir Figure 1.4). Les expériences de laboratoire et de terrain réalisées par Deci dès 1971 (Deci, 1975) montrent que plus la récompense matérielle *externe* est élevée, plus la motivation *intrinsèque* est faible. Ryan et Deci associent également par la suite, les comportements intrinsèquement motivés à « *des apprentissages de qualité et une créativité étendue, dont il est particulièrement important de détailler les facteurs et les forces qui la favorisent ou la freinent* » (Ryan et Deci, 2000, p. 55, trad. libre).

**Figure 1.4** - Taxonomie et caractéristiques principales des différents types de motivation selon la TIO.



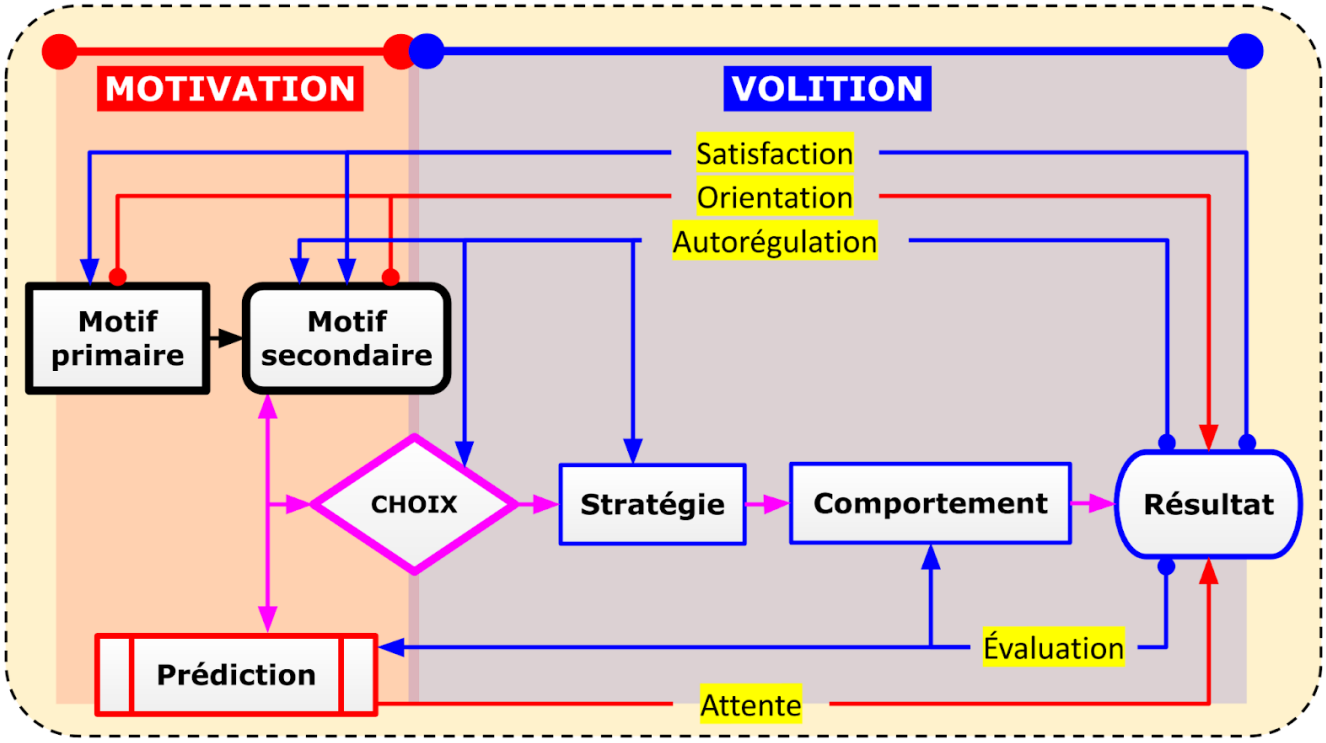

Note. D'après Sarrazin *et al.*, 2011, p. 277 sur la « Théorie de l'Intégration Organismique » (TIO)

Ryan et Deci (2020) proposent une réactualisation théorique et des perspectives de recherche en se basant sur les travaux de recherches et méta-analyses des études convoquant le cadre général de la TAD sur les deux dernières décennies (2000-2020). Ils rappellent ainsi l'importance des effets positifs de la motivation intrinsèque, mais aussi celle de formes de motivation extrinsèque autonomes (*i.e.*, bien intériorisées). Les résultats de ces analyses pointent également un lien dynamique entre motivation des apprenants et motivation des enseignants qui, pour cette dernière, sont influencées par différentes contraintes liées au contexte institutionnel, au mode de *leadership* (*i.e.*, direction, gouvernance) ou de contrôle de l'activité. L'exercice de l'autonomie, qu'elle soit plus ou moins intériorisée par les apprenants ou les enseignants dans le contrôle des apprentissages, apparaît alors comme un concept qui renforce les conduites d'activité motivées et les bénéfices qui en découlent. Cependant, les auteurs dénotent que les politiques et pratiques éducatives actuelles dans le monde ne semblent pas se détacher des modèles de motivation plus traditionnels et ce, pourtant, à l'aune des preuves scientifiques (combinaison itérative d'études expérimentales, de recherches de terrains et d'interventions) démontrant l'intérêt d'intégrer le modèle de la TAD dans les apprentissages pour le renforcement des besoins psychologiques fondamentaux.

Une autre contribution majeure nous permettant de prendre du recul sur la diversité et la complexité des nombreuses théories sur la motivation nous vient de Fenouillet (2009). Après avoir recensé pas moins de **101** théories de la motivation en cherchant les rapprochements de concepts (*e.g.*, motif, prédiction, prise de décision, stratégie, comportement) et de catégories

conceptuelles associées, Fenouillet (1re éd. 2012 ; 2e éd. 2016) propose une classification de ces théories dans la formalisation d'un modèle intégratif (voir Figure 1.5).

**Figure 1.5** - Modèle intégratif de la motivation.




Note. D'après Fenouillet, 2012, p. 4

Ce modèle offre ainsi une vision d'ensemble du construit motivationnel intégrant d'autres concepts associés à la motivation tels que la « volition » et l'autorégulation.

La motivation humaine peut alors être vue comme un moteur à motif initial de ce qui oriente l'action des individus vers des buts. Sans motivation (*i.e.*, amotivation) il n'y a pas d'action, pas de mouvement, pas d'activité possible à la hauteur de quelconques objectifs visés. Dans une méta-analyse de Howard *et al.* (2021) basée sur **344** études (**223 209** participants) en lien avec **26** relations de résultats prédictibles possibles sur des variables telles que la performance, le bien-être, l'orientation des buts ; les auteurs indiquent les résultats de pourcentage explicatifs de la variance des différents types de motivation ainsi mis en valeur. Les auteurs utilisent deux types de données : (1) des données autorapportées par questionnaire ou autoévaluation ; et (2) des mesures qu'ils nomment plus « *objectives* », relative à l'évaluation de la « *performance académique* » notamment (p. 16). Sur la performance académique recueillie au travers des données autorapportées[14], les motivations intrinsèque et extrinsèque peuvent expliquer

[14] Les échelles et questionnaires validés pour mesurer la motivation selon la TAD inclus dans les critères de sélection de la méthode de méta-analyse mentionnent notamment : le SRQ (*Self-Regulation Questionnaire*), la PLCS (*Perceived Locus of Causality Scale*), la ASRQ (*Academic Self-Regulation Questionnaire*), l'AMS (*Academic Motivation Scale*), l'ÉMÉ (Échelle de Motivation en Éducation), la SMS (*Situational Motivation Scale*), le BREQ (*Behavioral Regulation in Exercice*

respectivement **39%** et **21%** de la variance et **27%** pour la motivation recueillie par les données des questionnaires. En utilisant des données plus objectives relatives à la performance académique (*i.e.*, évaluées en *grade point average*, *GPA* ou équivalent de notation), l'on passe à **25%** d'explication potentielle de la variance pour la motivation intrinsèque, **20%** pour la motivation extrinsèque, et **38%** pour l'amotivation, ce qui en fait le prédicteur le plus important en terme d'évitement. Comparées aux autres relations possibles (*i.e.*, persistence, bien-être, orientation des buts et autoévaluation), la motivation intrinsèque revient en tant que facteur unique le plus prédictif pour expliquer **30%** de la variance des résultats. Cette méta-analyse présente également l'examen de l'effet de modération du genre, laissant apparaître deux tendances : (1) une corrélation positive entre la performance académique autorapportée et les motivation intrinsèque et régulation identifiée qui tendent à augmenter en fonction du pourcentage masculin dans un échantillon (et pas de corrélation avec la performance académique évaluée objectivement) ; (2) un modèle apparaissant dans lequel l'engagement, la vigueur et le fonctionnement socio-émotionnel présentent des corrélations plus faibles avec l'amotivation à mesure que le pourcentage masculin augmente, c'est-à-dire qu'un effet de l'amotivation pourrait être moins néfaste sur les populations plus masculines (Howard *et al.*, 2021, p. 18).

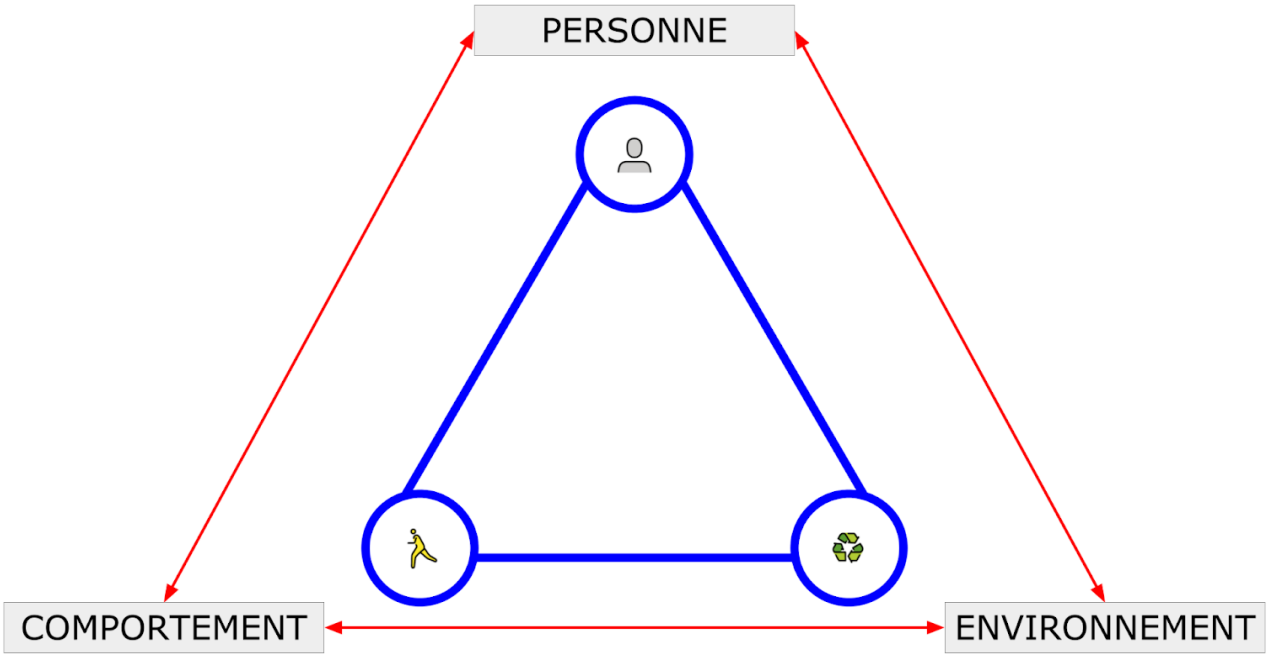
On peut ainsi considérer la motivation comme un paramètre essentiel à prendre en considération pour construire des programmes pédagogiques suscitant l'engagement des apprenants, à l'instar du cadre présenté par Musial, Pradère et Tricot (2011) pour prendre en compte certains processus d'apprentissage lors de la conception de scénarios pour soutenir les apprentissages. Nous reviendrons par la suite sur le lien entre la motivation et le collectif dans le chapitre intégrant ces dimensions dans une structure plus sociale.

### 1.2.2. L'auto-efficacité pour transformer les capacités d'action

Le cadre théorique de l'auto-efficacité s'inscrit plus largement dans la **t**héorie **s**ocio**c**ognitive de Bandura (**TSC**, 1986). Initialement concentrée sur l'apprentissage social, elle s'étend progressivement sur l'environnement et son influence sur la motivation, la régulation, les comportements et les systèmes sociaux. La TSC s'intéresse notamment à la notion d'agentivité de l'individu (*i.e.*, capacité d'action) avec le modèle de causalité triadique réciproque entre les personnes, les comportements et l'environnement (voir Figure 1.6). Cette notion d'agentivité humaine se définit par le contrôle exercé par les personnes sur leur propre fonctionnement, leurs conduites et l'environnement dans un système de représentation conçu ainsi, avec l'émergence de liens observables entre chaque partie du système d'agencement triadique.

*Questionnaire*), le BRSQ (Behavioral Regulation in Sport Questionnaire), l'EMS (Exercice Motivation Scale) ainsi que toutes les échelles légèrement adaptées pour réfléter des contextes spécifiques ou linguistiques en lien (Howard *et al.*, 2021, p. 5)

**Figure 1.6** - La réciprocité causale triadique de la TSC.




Note. D'après Bandura, 1997

L'acquisition de connaissances serait ainsi fortement liée à l'observation des autres dans le cadre d'expériences et d'interactions sociales (Bandura, 1986). Bandura définit alors l'auto-efficacité comme un facteur clé de l'agentivité humaine, il s'agit de la « *croyance* », du « *sentiment* », de l'« *attente* » ou du « *jugement personnel* » sur la « *capacité* » à organiser et réaliser l'enchaînement d'actions pour parvenir à accomplir des tâches spécifiques et réguler l'effort en cas de difficultés rencontrées (Bandura, 1997). Les résultats des nombreuses études associées qui opérationnalisent ces théories, notamment appliquées au domaine de l'éducation, montrent globalement que : plus un individu a un haut niveau de croyance (*i.e.*, plus son sentiment d'efficacité est fort), plus élevé sera l'engagement pour parvenir à la hauteur de résultats attendus. L'un des avantages pratique est que ces études ont donné lieu à de nombreuses échelles psychométriques permettant d'évaluer le sentiment d'efficacité et d'en corréler les mesures à des conséquences positives comme la réussite, la performance, la qualité des interactions sociales et le bien-être (Galand et Vandele, 2004).

Dans le domaine de l'éducation et de la formation, on peut par exemple distinguer plusieurs types d'échelles dont la focale adaptative se porte sur des populations d'**enfants** (Pastorelli *et al.*, 2001 ; Masson et Fenouillet, 2013), d'**étudiants** (Rowbotham et Schmitz, 2013) ou d'**enseignants** (De Stercke *et al.* 2014 ; Clément *et al.*, 2018), d'autres portant sur le domaine d'application comme la **technologie** (McDonald et Siegall, 1992 ; Holcomb, King et Brown, 2004) ou encore de formes plus généralisantes et sociales (Sherer *et al.*, 1982 ; Schwarzer et Jerusalem,

1995 ; Chen, Gully et Eden, 2001 ; Luszczynska, Scholz et Schwarzer, 2005). Au travers de ces échelles, toutes valides dans le construit qu'elles visent à mesurer, on peut relever que la construction de celles-ci sur le plan méthodologique est une tâche délicate, notamment en les comparant aux recommandations précises et spécifiques de Bandura (2006) sur la construction des échelles d'auto-efficacité. Par exemple, la légitimité même d'une échelle de sentiment d'efficacité « *généralisée* » est relativement discutable puisqu'elle est supposée être par définition spécifique et conditionnelle aux « *contextes situationnels* » :

> « *Étant donné la place centrale qu'occupent les croyances d'efficacité dans la vie des gens, une évaluation solide de ce facteur est cruciale pour comprendre et prévoir le comportement humain. Le comportement humain est richement contextualisé et se manifeste de manière conditionnelle. L'évaluation de l'auto-efficacité adaptée aux domaines de fonctionnement et aux exigences des tâches permet d'identifier des modèles de forces et de limites dans la capacité perçue. Ce type d'évaluation affinée permet non seulement d'accroître la prédictivité, mais aussi de fournir des lignes directrices pour adapter les programmes aux besoins individuels.* »
>
> — Bandura, 2006, p. 319

En comparant les échelles précitées, on constate ainsi une certaine sensibilité et différenciation dans la mesure des construits selon l'angle (*e.g.*, individuel, groupal, collectif) ou la spécificité observée (*e.g.*, tranche d'âge, de métier ou de domaine). Enfin, si toutes sont fiables et cohérentes en interne dans le construit qu'elles mesurent ; et différentes à la fois, dans la construction de leurs sous-dimensions et items de mesure, alors nous posons la question de savoir ce qu'elles mesurent vraiment, en validité externe et apparente ?

Lecomte (2004), l'un des principaux expert en psychologie positive, également traducteur de l'œuvre de Bandura en français, rappelle que sa conception de l'*efficacité personnelle* n'est pas uniquement individualiste, mais bien basée sur l'interaction entre les *croyances d'efficacité* et la *réceptivité de l'environnement*. La transposition au niveau groupal de l'auto-efficacité avec l'efficacité collective montre aussi l'importance considérée des effets de groupe, bien que les travaux s'intéressant à cette dimension soient moins nombreux (Cosnefroy et Jézégou, 2013). Selon Bandura (2000), la perception de l'efficacité collective n'est pas une simple somme des croyances d'efficacité personnelle des individus d'un groupe, il s'agit d'une propriété émergente au niveau groupal. Ainsi, la mesure de cette efficacité collective peut se faire selon deux approches : la première consiste à regrouper les évaluations des membres individuels sur leurs capacités personnelles à exécuter des fonctions particulières au sein d'un groupe, et la seconde, plus holistique, consiste à regrouper les évaluations des membres d'un groupe à fonctionner comme un tout. Une autre méthode pourrait consister à demander aux membres d'un groupe de s'autoévaluer de manière concordante afin de parvenir à un jugement consensuel, mais il est à noter que cette approche tomberait facilement dans certains biais, tel que celui de la désirabilité

sociale ou l'influence prépondérante de certains membres du groupe sur d'autres, mettant ainsi en cause les limites de ce type de délibération collective (Bandura, 2000).

### 1.2.3. L'autorégulation pour maintenir l'action

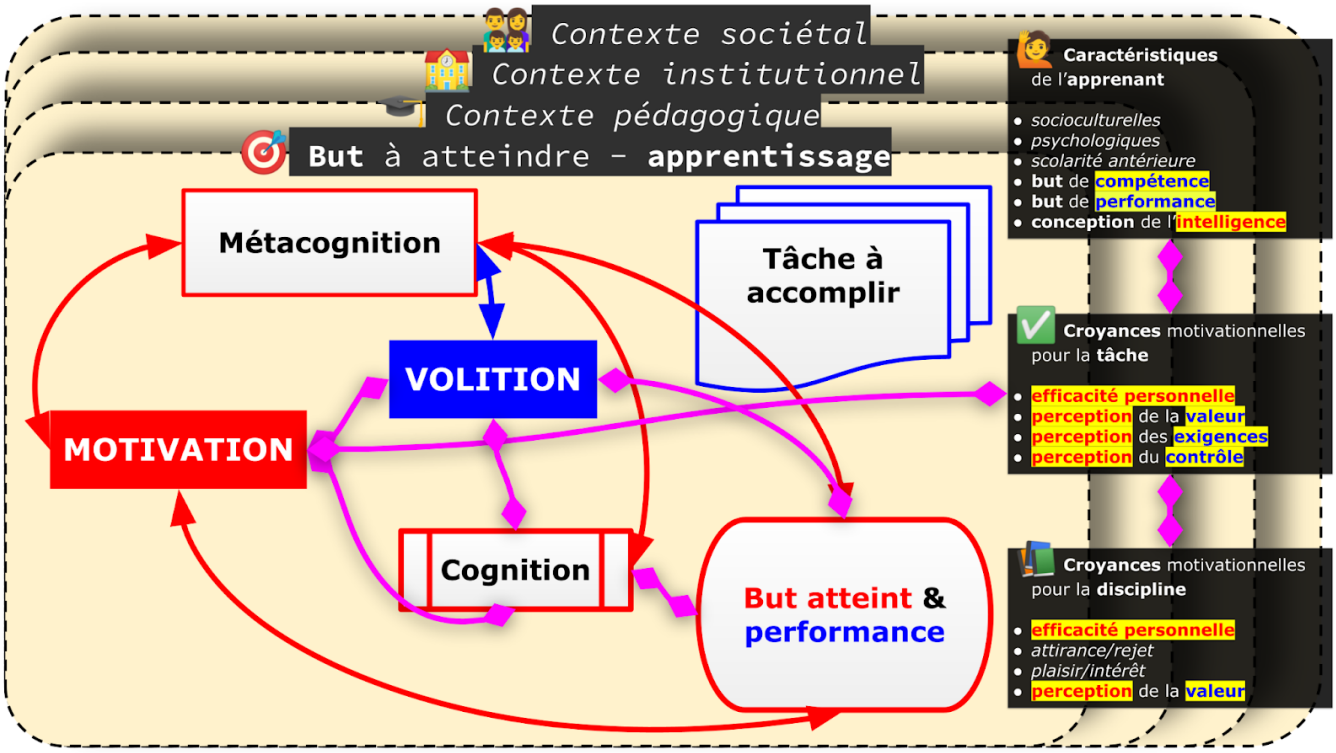
L'approche sociocognitive (TSC) de la motivation a donné lieu au modèle d'« *apprentissage autorégulé* » de Zimmerman (2002), présentant une vision cyclique en trois phases :

- (1) la « *phase de planification* » initiant l'analyse de la tâche, l'établissement des buts, la planification stratégique, les croyances motivationnelles, l'auto-efficacité, l'intérêt intrinsèque (*valeur*) et l'orientation des buts d'apprentissage ;
- (2) la « *phase de contrôle d'exécution* » (*performance* ou *contrôle de la volition*) comprenant l'autocontrôle, l'utilisation des stratégies, l'auto-observation, la gestion métacognitive et l'auto-enregistrement ;
- (3) la « *phase d'autoréflexion* » permettant l'autojugement, l'autoévaluation, l'attribution causale, l'autoréaction, l'autosatisfaction (*affectivité*) et l'adaptativité.

Le détail de ces processus est décrit dans un article précédent de Zimmerman (2000) dont l'objectif est de fournir un cadre analytique et définitionnel où l'autorégulation n'est pas perçue comme un état, ou un trait génétiquement déterminé, mais bien comme un processus lié au contexte et à l'environnement, soit finalement une approche relativement comportementale. À l'instar des travaux de Bandura, une place prépondérante est ainsi accordée à la phase de planification en tant que source principale de l'agentivité humaine.

Houart (2017) intègre aussi les dimensions combinées d'autodétermination, d'autorégulation, d'auto-efficacité et de stratégies d'apprentissages (SA) dans un modèle (voir Figure 1.7) pour le développement de l'autonomie en fonction de tâches à accomplir.

**Figure 1.7** - Modèle de l'apprentissage autorégulé pour l'action pédagogique.

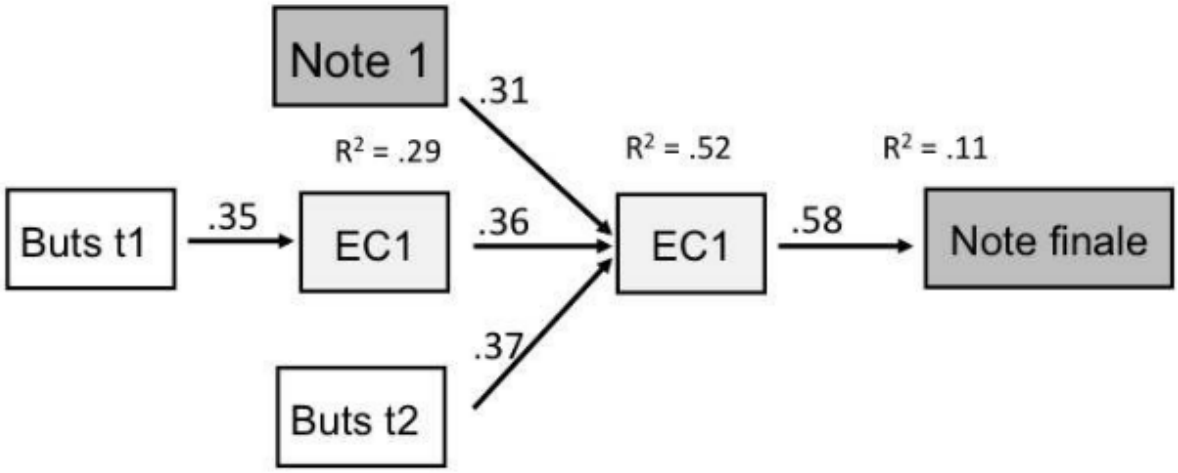



Note. D'après Houart, 2017, p. 6

Dans un séminaire sur les spécificités de l'apprentissage autorégulé en e-Formation, Cosnefroy (2022) propose une définition de ce concept à partir d'une synthèse de plusieurs autres définitions : « *apprentissage contrôlé de l'intérieur par l'apprenant, qui trouve en lui-même des ressources pour se mettre au travail et y rester en adaptant sa conduite de façon à atteindre ses buts, en résistant aux distractions et en prévenant ou en surmontant les difficultés* ».

Pour rendre compte de ce phénomène, un premier questionnaire en ligne a été précédemment conçu pour sonder les processus collectifs et individuels dans le cadre d'un apprentissage par projet (Cosnefroy et Jézégou, 2013), il est composé de sept sous-échelles portant sur l'intérêt (motivation individuelle), l'aide (recours aux personnes ressources), les buts (calibrage), l'efficacité collective, la controverse (expression des désaccords), la qualité des interactions (coopération), ainsi que la confrontation au doute. La méthodologie de l'étude de Cosnefroy et Jézégou (2013) leur permet d'aboutir à des pistes causales (voir Figure 1.8) en étudiant les effets de l'efficacité collective, du calibrage des buts et d'un rapport à une note finale ou manière d'évaluer objectivement le résultat d'un problème.

**Figure 1.8** - Résumé en pistes causales des effets obtenus dans les régressions multiples.




Note. Cosnefroy et Jézégou, 2013, p. 10

Une autre échelle, **ERICA** (pour Échelle de la Régulation Individuelle et Collective de l'Apprentissage) développée par Kaplan *et al.* (2017) permet de mesurer les différentes perceptions des étudiants concernant les stratégies d'auto- et de co-régulation au niveau de la planification, du suivi de l'évaluation et de la prise de décisions ; mais elle est basée sur un contexte essentiellement en présentiel et nécessite des travaux impliquant les apprentissages en ligne et l'utilisation des environnements technologiques. Dans une suite probable, et plus récemment, l'échelle **EAREL** a été développée avec Cosnefroy, Fenouillet et Heutte (2020) portant sur l'autorégulation des apprentissages en ligne et comprenant quatre sous-échelles : contrôle du contexte d'apprentissage, recherche du soutien des pairs, procrastination et stratégies d'apprentissage. Ici, on perd alors un peu la dimension collective des processus de régulation si ce n'est en tant que sous-échelle sur les effets des stratégies de recherche de soutien des pairs (que nous rattacherons par la suite aux stratégies d'apprentissages et de gestion de ressources). Cosnefroy (2022), précise d'ailleurs lors de sa présentation de l'**EAREL** qu'il y a un intérêt à différencier les résultats par sous-échelle (elles-mêmes étant construites à partir d'items issus d'autres échelles), celles-ci ayant chacune leurs propres effets (sur l'effort, la motivation, la performance académique) et que les stratégies d'autorégulation sont finalement le produit d'un ensemble, d'une configuration, d'une orchestration particulière, qu'il ne s'agit pas de considérer de manière isolée.

Molinari *et al.* (2016) s'intéressent dans ce sens à la notion d'engagement dans ses liens complémentaires avec la motivation et l'autorégulation dans les dispositifs de formation en ligne. Leurs perspectives croisées approchent différentes définitions de la mesure de la persistance au travers de trois contextes que sont la FAD, les MOOC et les jeux sérieux relativement à des communautés d'apprentissage pratiquant la collaboration à distance. Par la suite, Poellhuber et Michelot (2019) s'intéressent plus profondément à l'engagement et aux stratégies

d'autorégulation des apprenants adultes en e-Formation dans la perspective sociocognitive (TSC) de Bandura (1986), proposant un modèle intégrateur de l'autorégulation, à l'instar de Fenouillet sur les théories de la motivation, et confirmant les superpositions théoriques qui se chevauchent possiblement.

Hadwin *et al.* (2017), contribuent à un éclaircissement des terminologies en distinguant notamment (1) l'« autorégulation » (SRL, « *Self-Regulated Learning* ») ; (2) la « régulation sociale » (SSRL, « *Socially Shared Self-Regulated Learning* ») et (3) la « co-régulation » (CoRL, « *Co-regulated Learning* ») dans les apprentissages collaboratifs. Ces dernières pointent et permettent l'articulation de méthodes mixtes (MM, sur lesquelles nous reviendrons plus tard) permettant d'opérationnaliser les variables et d'explorer ces différentes formes de régulation grâce aux technologies numériques. Dans les environnements numériques, les traces de l'apprentissage (LA, *learning analytics*, ou *analyse des traces d'apprentissages médiatisés*) peuvent ainsi être utilisées pour analyser les activités, soutenir et personnaliser les apprentissages médiatisés (Peraya, 2019) en visant l'étude de processus d'apprentissage, de modèles ou profils d'étudiants, de processus de soutien à la métacognition et l'autorégulation et de prédire la persistance ou les chances de réussite des étudiants. Dans l'ouverture sous forme de débat, des questions se posent notamment sur la manière dont les acteurs de l'apprentissage peuvent s'approprier, comprendre, contrôler et « *adapter les algorithmes de calcul pour en juger la valeur* » (p. 14).

Sur une autre boucle de processus en auto-, le concept d'autodirection des apprentissages de Carré (2010), pose également des perspectives psychopédagogiques dans le cadre de l'autoformation et à la suite des travaux sur les apprentissages autorégulés (SRL) ou la notion d'apprenance (tout au long de la vie) des sociétés « cognitives » (p. 117). L'autodirection y est ainsi décrite comme composée des deux dimensions constitutives que sont la motivation autodéterminée et l'autorégulation ainsi que le facteur transverse de l'auto-efficacité qui les relie.

Citons aussi dans ces dynamiques d'intégration et de combinaison de multiples théories dans des ensembles de plus en plus complexes et reliées, le travail de thèse de Heutte (2011) sur la complémentarité entre autodétermination, auto-efficacité et autotélisme pour mettre en valeur la « *part du collectif* » dans la réussite étudiante. L'autotélisme-*flow* étant une théorie attribuable à Csikszentmihalyi (1975), inspirateur de la psychologie positive et définissant la notion de *flow* comme l'état psychologique optimal ou selon l'*European Flow Researchers Network* (2014), une « *expérience optimale au cours de laquelle les personnes sont profondément motivées à persister dans leurs activités* », qui nous renvoie à la notion de volition des modèles de la cognition, de la motivation et de l'autorégulation aussi repris par Houart (2017) et Houart *et al.* (2019).

Tous ces modèles semblent ainsi impliquer des dimensions stratégiques mobilisables par les apprenants, nous empruntons alors les termes de Houart (2017) et Cosnefroy (2019) sur les

mécanismes d'orchestration et de la régulation, au niveau notamment de ce que l'on nomme les « **S**tratégies d'**A**pprentissage » (**SA**).

## 1.3. Une auto-orchestration des stratégies d'apprentissage

Dans la section précédente, nous avons vu un certain nombre de concepts et processus psychocognitifs permettant d'orienter et d'articuler l'engagement dans les apprentissages. Les stratégies d'apprentissages donnent un cadre pour opérationnaliser ces concepts au travers d'une adaptation possible de conduites dont l'apprenant pourrait s'emparer afin de mieux contrôler ses actions.

### 1.3.1. Les stratégies cognitives, métacognitives, affectives et de gestion

Dans une étude mobilisant une méthode d'apprentissage par problèmes mise en place pour favoriser l'intégration de connaissances, renforcer l'autonomie et développer la coopération, Larue et Hrimech (2009) font l'analyse et la synthèse des stratégies usuellement mobilisées. On y retrouve quatre grandes catégories partagées par plusieurs auteurs sur les taxonomies de stratégies d'apprentissage (SA) :

- (1) les **stratégies cognitives** faisant état de stratégies de mémorisation, d'élaboration ou d'organisation des connaissances ;
- (2) les **stratégies métacognitives** liées aux stratégies d'autoévaluation, d'autorégulation et d'autocontrôle ;
- (3) les **stratégies affectives** influençant le maintien de la motivation, de la concentration et de la gestion des émotions ;
- (4) les **stratégies de gestion** comprenant des stratégies de gestion du temps, de l'environnement et des ressources matérielles et humaines.

À partir d'entretiens semi-dirigés, les auteurs constatent que les étudiants ont davantage utilisé des stratégies cognitives de traitement pour des effets à court terme et un apprentissage de surface alors que les objectifs de la méthode pédagogique devaient servir des apprentissages de profondeur en mobilisant plus particulièrement des stratégies métacognitives. Au niveau conceptuel, les auteurs relèvent dans la discussion que des éléments se chevauchent selon les chercheurs et ce entre différents types de stratégies comme les stratégies métacognitives, affective et de gestion. Une étude antérieure de Ruph et Hrimech (2001) basée sur une recherche-intervention au travers d'ateliers d'efficience cognitive, démontrait déjà qu'en donnant aux étudiants des connaissances nécessaires sur leur propre fonctionnement intellectuel, fondées sur la métacognition et visant l'autodétermination, cela permettait de favoriser les choix de

stratégies indépendamment des expériences antérieures, des capacités initiales ou des exigences des disciplines.

Bégin (2008) souligne la confusion qui existe autour de toutes sortes de conduites et de comportements liés à l'apprentissage. Il propose alors un cadre de référence simplifié s'appuyant sur le concept de stratégies en psychologie cognitive et son utilisation en éducation. La stratégie d'apprentissage (SA) y est définie selon ses mots comme une « *une catégorie d'actions métacognitives ou cognitives utilisées dans une situation d'apprentissage, orientées dans un but de réalisation d'une tâche ou d'une activité scolaire et servant à effectuer des opérations sur les connaissances en fonction d'objectifs précis* » (p. 53).

Trois domaines ressortent ainsi de cette classification :

- les **stratégies métacognitives** dans lesquelles se retrouvent les notions d'anticipation, de planification et d'autodétermination ;
- les **stratégies cognitives de traitement** dans lesquelles se retrouvent les notions de sélection, répétition, décomposition, comparaison, élaboration et organisation ;
- et les **stratégies cognitives d'exécution** où l'on retrouve l'évaluation, la vérification, la production et la transformation en tant qu'actions opérationnelles.

Cette approche exclut donc, ou pour le moins mininise, les deux autres types de stratégies que l'on retrouve habituellement dans les taxonomies : les *« stratégies affectives »* et les « *stratégies de gestion de ressources* ». Cette exclusion du domaine « affectif » et « social », en tant que stratégie d'apprentissage (SA) dans sa proposition de référentiel simplifié, se justifie selon l'auteur, par la définition et les critères qui mènent à leur élaboration ainsi que le risque de réduire à des « *actions faciles à circonscrire* » et à des « *suggestions simplistes ou peu opérationnelles* » quant à l'effet des facteurs affectifs ou sociaux sur les apprentissages (p. 60).

Dans les sections suivantes, nous nous intéressons donc un peu plus à ces deux « stratégies » ambiguës qui renvoient aux aspects affectifs et sociaux des relations entre individus dans le cadre d'apprentissages afin de mieux comprendre leurs effets et interactions dans les processus.

### 1.3.2. Les stratégies affectives, les émotions et l'affectivité

Bégin cite l'exemple de la concentration, souvent associée aux stratégies affectives, en rappelant que le contrôle de la concentration relève d'un mécanisme mental issu du domaine métacognitif, impliquant le contrôle de ses activités mentales et l'orientation vers la tâche en les dissociant d'effets d'affects trop importants (Bégin, 1992 ; Rapoport, Gill et Schafer, 1973 cité par Bégin, 2008). Rappelons d'ailleurs que le concept d'affect nous vient de Spinoza (1929) et définit ce qui augmente ou réduit la puissance d'agir en associant perception, émotion et connaissance

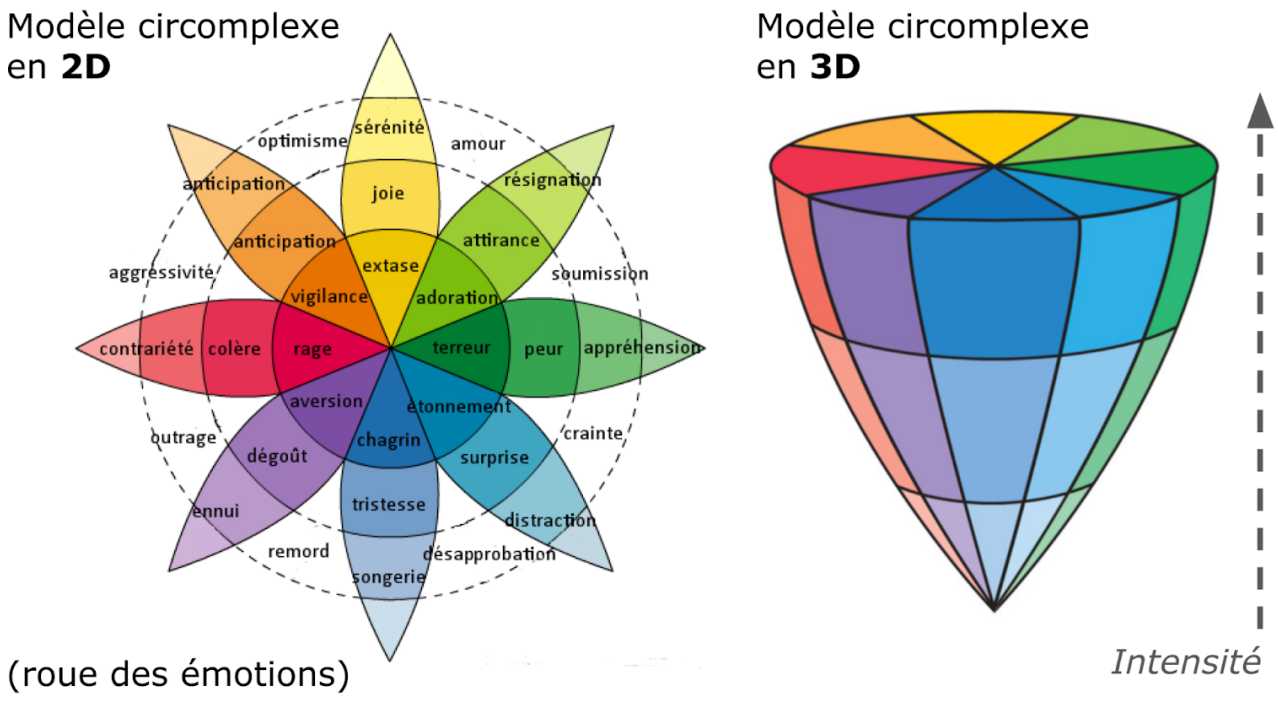
(*i.e.*, en binaire, nous « *percevons qu'une chose nous affecte de Joie ou Tristesse* » et l'appelons « *bonne ou mauvaise* », cette perception n'est pas la connaissance mais l'affection « *en tant que nous en avons conscience* », Spinoza, 1929, *c.f.* démonstration de la proposition VIII).

Pour Mailles Viard Metz, Vayre et Pélissier (2015), les stratégies affectives renvoient notamment à la création et au maintien d'un climat d'apprentissage positif ; et nous verrons plus loin dans la partie instrumentale, comment les outils de communication et de collaboration peuvent alors contribuer à l'accompagnement de cette mise en œuvre.

Dans le domaine des technologies et notamment du design des interfaces humain-machine, il s'agit d'un enjeu fondamental afin de rendre les environnements numériques plus agréables, intuitifs et provoquant du plaisir à utiliser en cherchant ainsi à mieux comprendre les émotions humaines (voir les travaux de Nazir, 2016).

Les caractéristiques affectives sont associables à la théorie des émotions, elles s'observent physiologiquement et comportementalement avec une classification (voir Figure 1.9) selon une approche catégorielle qui permet notamment de distinguer des « émotions de base » et des « émotions secondaires » (Plutchik, 1980 ; MacLean, 1993 ; *e.g.*, les six émotions de bases actuellement retenues : désir, colère, peur, tristesse, joie et affection)

**Figure 1.9** - Modèle circomplexe (roue des émotions) **2D** et **3D**.




Morin (1982) devine très tôt que l'« *ingénierie génétique* » et l'« *élucidation des processus biochimiques du cerveau* » permettraient aujourd'hui des interventions plus ou moins contrôlées

sur « *notre affectivité, notre intelligence, notre esprit* » (p. 17), comme en témoigne les progrès en neurosciences et en instruments de mesure des émotions plus ou moins intrusifs et précis (*e.g.*, reconnaissance faciale, électrocardiogramme [ECG], électroencéphalogramme [EEG], biométrie).

Dans une approche plus interventionniste et de terrain, Alloing et Pierre (2021) combine les approches théoriques des « *affects de Spinoza, des affordances de Gibson et de la cognition distribuée de Hutchins* » pour proposer une analyse de situations où les émotions circulent comme une « *affection distribuée* » (p. 3). Ancré sur un terrain *in situ* (*i.e.,* un parc d'attraction), les auteurs cherchent ainsi à mettre au jour les « *architectures de choix* » et les parcours ou expériences de visite en fonction de l'environnement ainsi que la compréhension des états psychologiques statiques et furtifs (*i.e.*, d'une durée inférieure à 1 seconde) qui conditionne le mouvement. Leur approche ethnométhodologique basée sur une observation et la captation vidéo, questionnant l'usage du « nudge » ou des « affordances » pour orienter l'action, révèle alors que, bien qu'un parcours ou programme soit tracé et défini, l'environnement au sens environnant, comprenant des indicateurs ou « modalisateurs de l'action », semble davantage appréhendé par celui qui agit au sens singulier (perception) en conjonction avec la distribution des interactions dans le groupe par des logiques affectives notamment.

Bien que difficile à mettre en œuvre d'un point de vue technique et déontologique, cette approche de l'humain par les émotions, les micro-comportements, l'affectivité et un ensemble de phénomènes d'une granularité plus complexe et de temporalités extrêmement courtes ; nous voyons aujourd'hui qu'il s'agit de techniques et d'approches qui sont utilisées universellement dans tous les domaines, afin de mieux orienter l'action humaine vers des finalités précises, identifiées et soutenues par des stratégies de renfort émotionnel. En ce sens, nous pouvons dire qu'elles relèvent bien de stratégies de régulation émotionnelle à prendre en compte dans l'observation des comportements humains, plus que de mécanismes spécifiques d'apprentissage.

### 1.3.3. Les stratégie de gestion de ressources : aide et entraide

Le lien avec les stratégies de gestion de ressources externes ou internes, notamment humaines, nous amène à considérer la recherche d'aide comme une stratégie dont dispose l'apprenant pour se réguler, de l'enfance (Nelson-Le Gall, 1981) à l'âge adulte (Newman, 2002), en mobilisant des ressources à la fois cognitives voire métacognitives (*i.e.*, savoir quand demander de l'aide), sociales (*i.e.*, savoir quand les autres ont besoin d'aide ou qui peut apporter la meilleure aide), de motivation personnelle (*i.e.*, buts, sentiments et croyances personnelles) ou motivation contextuelle à la situation (*i.e.*, buts communs, collaboration, système d'évaluation). Une méta-analyse de Martín-Arbós, Castarlenas et Dueñas (2021) contribue à préciser plus finement le lien entre les variables sociodémographiques, éducationnelles et psychologiques afin d'évaluer les instruments de mesure de la recherche d'aide et pointe alors le manque de consensus sur la structure initiale du construit de la « *recherche d'aide* ». La recherche d'aide

semble associable à beaucoup des cadres théoriques que avons déjà passé en revue ; en particulier le modèle d'autodétermination de Zimmerman (Karabenick et Berger, 2013, Cheng *et al.*, 2013), mais aussi autodétermination, auto-efficacité, et stratégies d'apprentissages qui apparaissent dans la plupart de ces modèles. Un paradoxe émergent qui ressort alors des recherches portant sur l'aide est celui du fait que ce sont souvent les apprenants les plus en difficultés ou les plus dans le besoin qui demandent le moins d'aide (Karabenick et Knapp, 1988). L'idée sous-tendue est que, s'il y a par exemple un manque initial éventuel d'autonomie dans la réalisation d'une tâche, alors il y a un besoin d'aide et donc une nécessité plus forte de régulation dans la demande d'aide. La littérature anglophone traite de ces nuances des comportements d'aide et d'entraide sous différentes formes et appellations : **aide** *(i.e.*, « *help/aid, self-help* ») ; **recherche** (*i.e.*, « *informal, instrumental, executive seeking* ») ou **entraide** (*i.e.*, « *mutual aids* »).

Ces stratégies de recherche d'aide ou d'entraide impliquent également un coût, personnel et collectif, que Makara et Karabenick (2013) explorent dans le contexte académique. En fonction des objectifs visés, l'on peut alors distinguer deux types de recherche d'aide (Nelson-Le Gall, 1981) : la recherche d'aide exécutive (« *executive help seeking* » : demander de l'aide directement à quelqu'un pour qu'il résolve le problème) et la recherche d'aide instrumentale (« *instrumental help seeking* » : demander de l'aide sur la manière de résoudre le problème) permettant de relativiser la recherche d'aide vue comme un processus de dépendance empêchant l'autonomie. Autrement dit, la recherche d'aide instrumentale est davantage associée à des conduites adaptatives, stratégiques, appropriées et autonomes (Karabenick et Berger, 2013) et permet des apprentissages plus en profondeur qu'en surface. Il s'agit aussi de prendre en compte le contexte déterminant du numérique et de la recherche d'information au travers de réseaux informatiques en tant que stratégie de recherche d'aide corrélée positivement à l'auto-efficacité académique (Shen, 2018), et ce, même si les étudiants peuvent préférer encore rechercher de l'aide auprès de personnes humaines comme leurs pairs, davantage qu'auprès de leurs instructeurs (Qayyum, 2018).

L'entraide peut ainsi être analysée de manière sociale, au travers d'outils numériques, notamment de forums, outils de messagerie instantanée ou autres réseaux sociaux qui laissent des traces de ces interactions sous formes d'historiques, de *logs*, ou d'enregistrements en bases de données.

De manière plus pratique et en lien avec l'ingénierie pédagogique pour soutenir ces stratégies au cours d'apprentissages, Thobois-Jacob et Pélissier (2020) identifient plusieurs moments que l'enseignant peut intégrer dans son scénario et durant lesquels l'entraide peut s'exprimer :

- **avant** l'activité de l'apprenant (*e.g.*, anticipation de l'enseignant en lien avec une difficulté prévisible)

- **après** une recherche d'information de l'apprenant (*e.g.*, réalisée seul ou en groupe à partir de consignes formulées par l'enseignant pour réaliser l'activité)
- **après** une demande d'aide explicite (*e.g.*, formulée au cours du lancement d'une activité ou lors de son déroulement)
- **après** une activité réalisée (*e.g.*, accompagnement de l'apprenant dans sa démarche réflexive visant à relier les nouveaux apprentissages à ceux déjà construits)

Nous entrevoyons ici des types de stratégies ayant un haut potentiel de génération de traces liées à l'analyse de processus dans un contexte numérique, capable d'inscrire dans des bases de données l'indexation d'ensembles d'interactions en lien avec une activité (*e.g.*, comme des historiques de conversation documentant des sessions de travail collaboratif ou d'entraide entre pairs, ou des sessions de temps et d'accomplissement de tâches spécifiques issues d'environnements d'apprentissage).

## Conclusion

Nous avons passé en revue dans ce chapitre, les principales théories sur lesquelles s'appuie la formation des individus pour être autonomes, c'est-à-dire capables d'agir seuls, dans un environnement qui appelle de plus en plus à l'interdépendance.

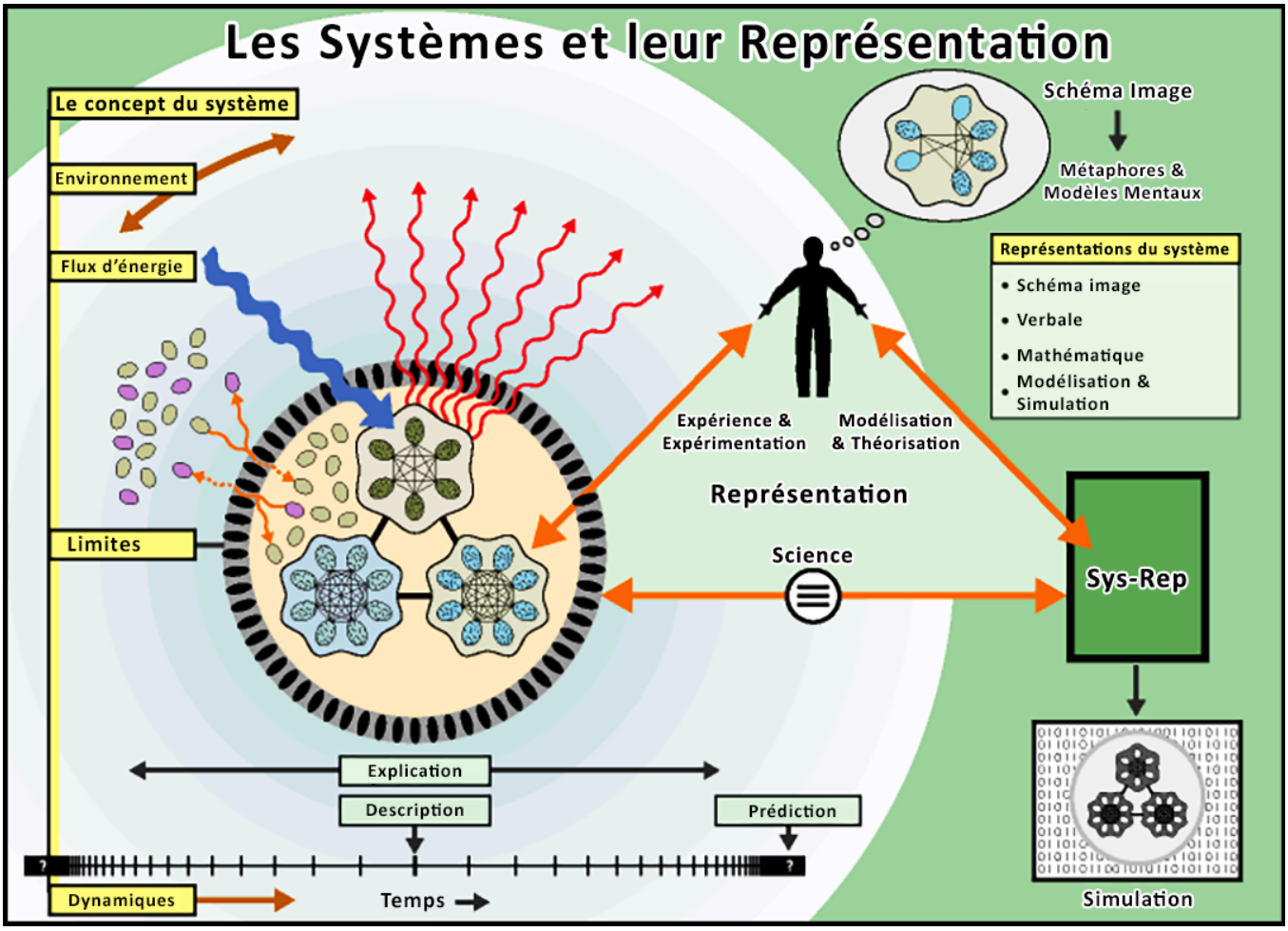
À l'énumération du nombre important de processus en auto- (*e.g.*, autodétermination, auto-efficacité, autorégulation, autoformation, autodirection, autoévaluation, autotélisme), centré sur le soi, nous avons cherché à analyser les facteurs internes et externes de chacun de ces processus, nous amenant à identifier des **facteurs endogènes** (*i.e.*, provenant de l'intérieur, avec une cause interne) et des **facteurs exogènes** (*i.e.*, provenant de l'extérieur, avec une cause externe) selon qu'il s'agisse de l'individu ou du groupe. Par la suite de ce texte, il est probable que nous parlions des **variables dépendantes** (*i.e.*, les résultats) d'un phénomène en tant que **paramètres endogènes** qui varient en fonction d'autres variables codépendantes ou de **variables indépendantes** (*i.e.*, les prédicteurs ou causes) correspondant plus souvent aux **paramètres exogènes**. En ressort à ce stade, qu'il ne semble exister aucun processus, dimension, facteur ou théorie qui ne soit pas à un moment ou un autre dépendante de l'interaction avec d'autres (*e.g.*, l'approche sociale, qui mêle internalisation et externalisation dans des boucles récursives).

Ainsi, pour reprendre l'expression de Carré (2005) sur l'*apprenance* (*i.e.*, le désir d'apprendre, et non uniquement les apprentissages) qui distingue également l'autoformation de la « *solo-formation* » : « *On apprend toujours seul, mais jamais sans les autres* » (p. 10).

Pour intégrer maintenant l'individu dans des dimensions qui embrassent des éléments divers et entremêlés à une échelle plus méso et macro, avec une approche systémique complexe prenant en compte les caractéristiques et représentations en interaction, une illustration visuelle (voir

Figure 1.10) du *New England Complex Systems Institute* (NECSI) permet de préciser les éléments d'une approche holistique et heuristique des différents niveaux d'observation systémique.

**Figure 1.10** - Les systèmes et leurs représentations.




Note. D'après Clemens, M., s.d. (NECSI) ©, trad. libre

Le NECSI présente, en tant qu'institut indépendant d'éducation et de recherche et *think tank*, son approche de l'un de ses axes de recherche qu'est la **complexité** : « *les systèmes complexes sont un nouveau domaine scientifique qui permet de découvrir comment les parties d'un système donnent naissance à ses comportements collectifs et comment le système interagit avec son environnement. Les systèmes sociaux, le cerveau et la météo sont tous des exemples de systèmes complexes. La science de la complexité nous aide à comprendre les effets indirects et les conséquences involontaires. Pousser "ici" a souvent des effets "là" en raison de l'interdépendance. Nous le constatons dans les problèmes sociaux et les catastrophes écologiques causés par nos propres actions.* » (trad. libre d'après la page « *About complex systems* »[15]).

Cette approche est aussi développée dans Bar-Yam (1997) sur la notion de « *profile complexe* » et de comportements ainsi que dans Bar-Yam (2002) pour la description générale des systèmes

[15] https://necsi.edu/about

complexes, reprenant dans ce dernier les concepts d'adaptation, de compétition, de coopération, d'émergence, d'environnement, d'évolution, d'information, d'interdépendance, de réseau, d'observation et d'échelle, de modèle, de relation et d'auto-organisation intégrés des systèmes.

## EN RÉSUMÉ 1 / 9

- La compréhension du **fonctionnement humain** avec comme points d'étude le **cerveau**, la **cognition**, l'**intelligence**, les **comportements**, les **croyances** semblent guider la recherche depuis la moitié du **XX**e siècle.
- Un grand nombre de **phénomènes complexes** préfixés d'« *auto-* » expliquent la **variabilité** des différences *intra-* et *inter-***individuelles** (*e.g., autodétermination, auto-efficacité, autorégulation, autoformation, autodirection, autoévaluation, autotélisme*) sur des objectifs tels que la **motivation**, l'**engagement**, la **réussite**, le **bien-être**.
- Un nombre encore plus grand de **sous-processus** et **variables** renseignent sur les caractéristiques des facteurs **endogènes** et/ou **exogènes** de ces phénomènes à l'œuvre dans l'**activité humaine**.
- Des **stratégies** pour **réguler les apprentissages** sont identifiées (*i.e., métacognitive, cognitive, affective, gestion, régulation*) et donnent des pistes d'**orchestration** pour soutenir l'**apprentissage efficace**.
- Nous avons tenté de circonscrire l'**individu** par une approche complexe du fonctionnement humain, principalement centré sur le soi, au travers de **théories** dont les similitudes et liens semblent faire émerger une **méta-conceptualisation** possible pour intégrer et combiner leur applications.
- Par la suite, nous allons chercher à intégrer cette vision complexe et non-réductionniste du **sujet** en l'intégrant systémiquement dans un **environnement** tout aussi complexe permettant l'émergence d'**interactions** encore plus complexes avec d'**autres** (*alter*).

# CHAPITRE 2

# 🔧 De l'ingénierie des apprentissages aux environnements numériques

## ▶️ Introduction

Dans le premier chapitre, notre focale s'est principalement concentrée sur la personne et l'individu dans le cadre notamment de la TSC (en réponse principalement à l'identification de la « *personne* » apprenante et de ses « *comportements* » en interactions avec l'« *environnement* »).

Nous nous intéressons maintenant à l'« *objet* », dans des « *environnements* » plus précis. Il s'agit donc, à l'intérieur du champ de l'éducation et d'environnements d'apprentissage, d'un contexte que nous avons spécifié (*i.e.*, technique et numérique) et qui mobilise une certaine mise en œuvre faisant appel notamment à l'ingénierie de formation et l'ingénierie pédagogique. Nous préciserons ainsi ce que l'on peut entendre derrière l'invocation de l'ingénierie dite « *technopédagogique*[16] », avec une approche ergonomique et instrumentale des outils à disposition et à l'usage dans le panorama actuel des pratiques.

## 2.1. Les théories de l'éducation et de la formation

Le domaine de l'éducation n'est pas exempt d'une multitude de théories qui ont su nourrir les diverses évolutions et transformations dans nos manières d'enseigner. Le sujet de l'Éducation (de nos enfants, de notre futur) est certes une préoccupation d'ordre premier. Il est donc normal de trouver un foisonnement d'activités fortement inspiré et motivé par des individus qui y contribuent en continuité avec l'évolution de nos sociétés. Certaines de ses théories fondatrices et centrales ne sont pas toujours directement inspirées de méthodes scientifiques expérimentales, mais l'expérimentation, considérant l'école comme un laboratoire vivant où tout peut se créer, se produire, s'apprendre, et potentiellement être observé, pour améliorer notre connaissance et notre manière de transmettre de la connaissance. Bertrand (1990) fait l'étude des différentes approches systémiques, humanistes et sociales autour d'un triangle « *école* ↔ *personne* ↔ *société* ». Synthétisé par Houssaye (1991), on peut rapporter un certain nombre de courants pouvant s'ordonner selon les théories suivantes :

- Les **théories spiritualistes** sont à la fin du **XX**e siècle inspirées par les théories de *Maslow*, *Ferguson* ou *Krishnamurti*, elles visent une philosophie éternelle et universelle, faisant l'expérience de la conscience cosmique et du développement transcendantal. L'individu

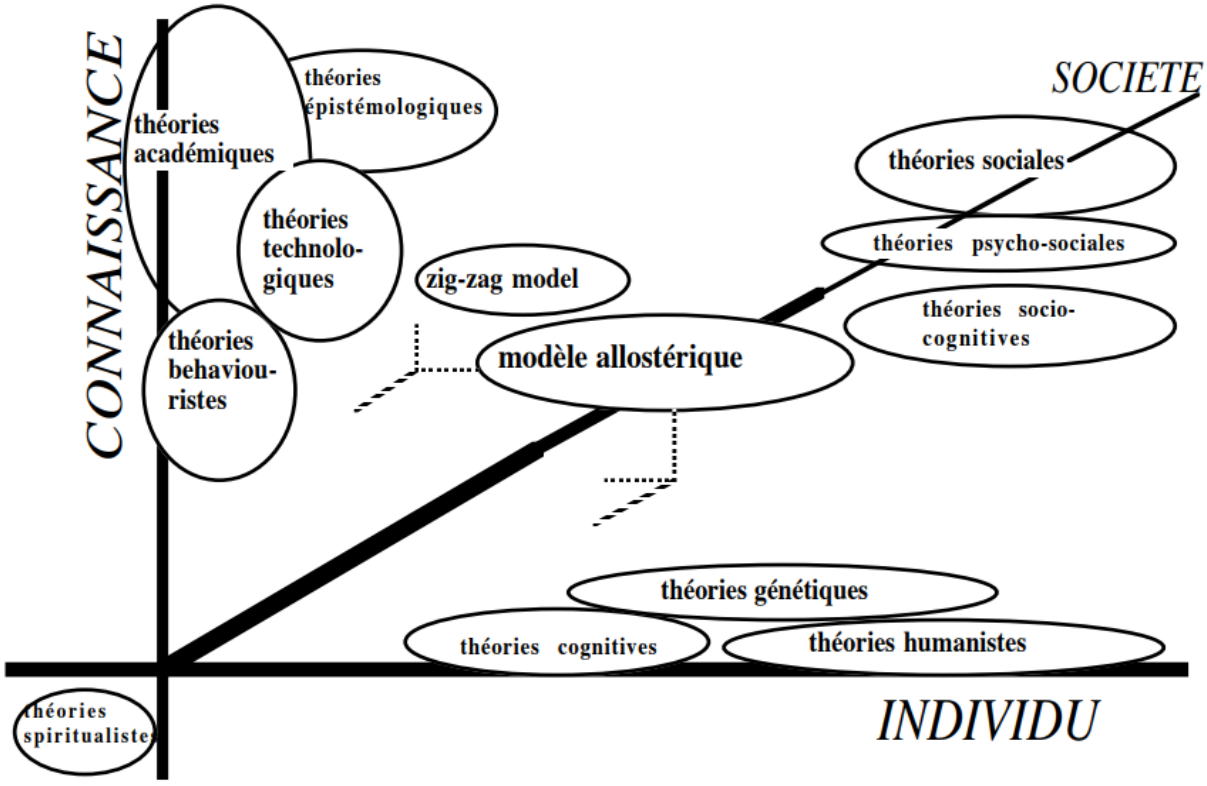
[16] avec une évocation faisant davantage de sens du côté outre-atlantique et québécois ou dans le domaine des EIAH, avec ces autres nuances de la pédagogie telles que l'*andragogie* (pédagogie universitaire) et la *technopédagogie* (IP)

n'est pas au centre de cette approche, mais considéré comme une partie de l'univers. Les **théories personnalistes** sont davantage concentrées sur le développement de la personne, le fonctionnement en interaction relationnelle avec le groupe et les mécanismes d'*auto-organisation* (Neill, Rogers, Paré cité par Bertrand, 1990 et dont relatent aussi Morin et Le Moigne, 1999).

- Les **théories psycho-cognitives** sont marquées notamment par la théorie piagétienne, avec le développement du sujet qui apprend et construit la connaissance dans des processus d'autorégulation et d'adaptation à son environnement.
- Les **théories technologiques** s'intéressent à l'opérationnalisation des processus éducatifs pour les rendre plus efficaces dans des environnements interactifs, systémiques multimédiatiques ou hypermédiatiques. Elles opèrent simultanément à un transfert de pouvoir, du contrôle des enseignants sur l'acte éducatif au profit d'experts et de spécialistes des technologies.
- Les **théories socio-cognitives**, reprenant bien sûr tous les apports de Bandura et démontrant l'efficacité des apprentissages coopératifs (*Vygotski, Freinet*) notamment aux États-Unis (*Kagan, McLean*), cités par Bertrand, 1990.
- Les **théories sociales** qui poursuivent l'ancrage de la dimension sociale dans la réalité pédagogique et les transformations à apporter à l'éducation pour préparer les étudiants à résoudre les problèmes de la société.
- Enfin, les **théories académiques** qui, en contraste, perpétuent les théories traditionalistes et généralistes, basées sur l'excellence et la qualité des formations, analysent le contenu des enseignements pour un retour à l'essentiel et au dépassement individuel, parfois au détriment de l'égalité et la démocratisation supposées s'adapter aux réalités de terrain.

Sur ces mêmes théories, Giordan (1994) replace celles-ci sous la forme d'un diagramme des modèles d'apprentissage sur les trois axes : individu, société, connaissance (voir Figure 2.1) et propose un nouveau modèle didactique appelé le modèle allostérique. Ce modèle aborde l'apprentissage avec une approche polyfactorielle estimant que « *l'apprentissage n'est pas l'affaire d'un seul facteur, c'est un réseau de conditions nommé "environnement didactique" qui est prépondérant pour l'enseignement et la médiation* » (p. 12).

**Figure 2.1** - Diagramme des modèles d'apprentissage.




Note. Giordan, 1994, p. 12

Chevalier (2012) reprend ces différenciations pédagogiques en distinguant trois approches possibles ; la première basée sur l'enseignement traditionnel qui contribue à savoir expliquer « *ce monde* » (enseignant et son savoir), la seconde sur les pédagogies nouvelles qui contribuent à pouvoir agir « *en ce monde* » (apprenant et compétences) et la dernière concernant les pédagogies de l'engagement contribuant à vouloir créer « *un autre monde* » (rapport à la société). C'est sur cette dernière approche que Chevalier fait le lien avec la notion d'autonomie, sous-entendant l'hypothèse qu'être autonome dans ses apprentissages soutient les interactions entre les savoirs, les apprenants et un nouveau rapport à la société (Mailles Viard Metz, 2015).

Sur ces théories, nous nous intéressons particulièrement aux théories technologiques et à leurs apports dans les « *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* » (**EIAH**). Pour comprendre l'approche de la communauté scientifiques des EIAH, citons l'exemple du métaprojet sur les TEL (*Technology Enhanced Learning*), une plateforme qui propose un thésaurus[17] et un dictionnaire (au format *MediaWiki*) supportant les intégrations conceptuelles et théoriques dans ce domaine en se voulant à la fois interdisciplinaire, multilingue et prenant en compte les bases épistémologiques et la multiculturalité des recherches en éducation. Le thésaurus se base sur plus de **1500** documents et propose **471** termes avec la vocation d'offrir ultimement une « *navigation correspondant à une organisation des hiérarchies et réseaux de*

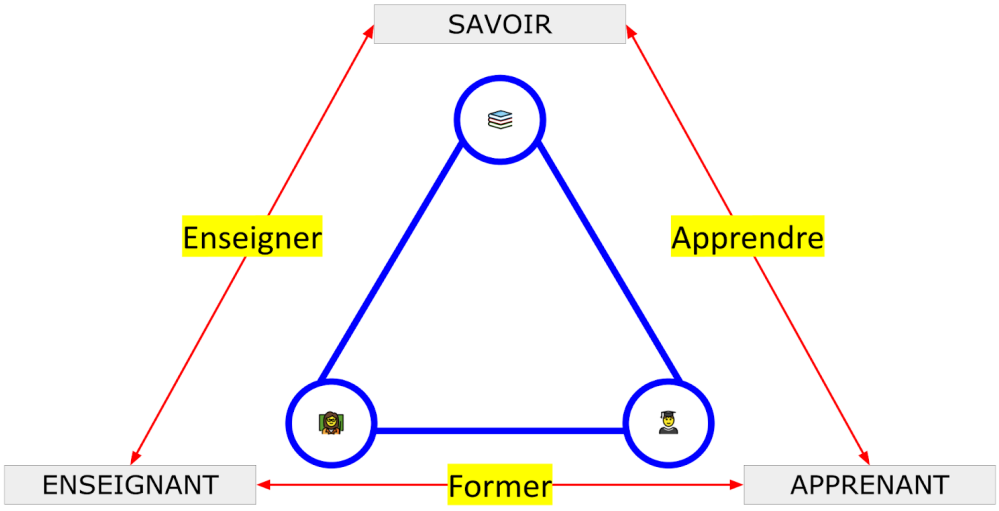
[17] https://www.tel-thesaurus.net/

*concepts de la recherche* »[18] en EIAH. Il est ainsi référencé par la plateforme francophone de l'ATIEF[19], via la rubrique « *Dictionnaire des EIAH* » et permet d'identifier un certain nombre d'expressions et de vocabulaire (que nous avons déjà mentionné ou que nous nous apprêtons à faire) dont il est question dans les domaines croisées du numérique et de la formation : « *affordance*, *objet d'apprentissage*, *environnements d'apprentissage*, *apprentissage auto-régulé*, *en réseau*, *ingénieries cognitive et didactique*, *laboratoire distant*, *scénario d'apprentissage*, *script de collaboration*, *trace d'apprentissage* ».

### 2.1.1. Les interactions entre de multiples ingénieries des apprentissages

Au delà de cette introduction aux différentes approches des théories de l'éducation, nous pouvons partir du « *triangle pédagogique* » (voir Figure 2.2) de Houssaye (2000), qui modélise les relations entre « *savoir* », « *enseignant* » et « *apprenant* » avec les processus qui les lient tels qu'apprendre (*savoir-apprenant*), former (*enseignant-apprenant*) et enseigner (*enseignant-savoir*). Cette base triadique que l'on saura reconnaître et associer à d'autres modèles, constitue un socle pour concevoir et mettre en œuvre ce qu'impliquent les apprentissages et l'enseignement, c'est-à-dire les processus de transmission et d'acquisition de savoirs, savoir-faire ou connaissances.

**Figure 2.2** - Le triangle pédagogique.




Note. D'après Houssaye, 2000, p. 35

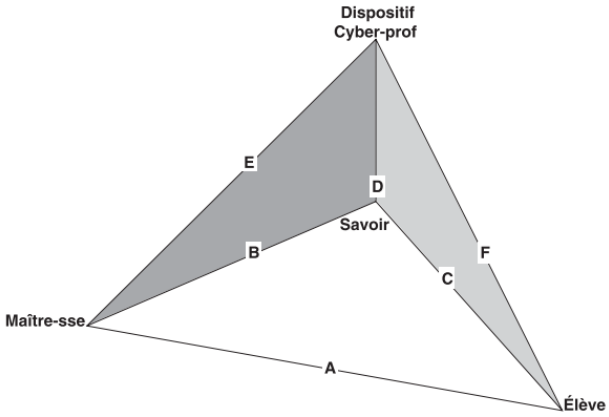
En intégrant à ce modèle classique de référence, la notion d'usage des technologies pour les apprentissages, il est intéressant de mentionner le tétraèdre des TIC de Lombard (2007), qui

[18] notons que le prototype de visualisation semble plus ou moins fonctionnel

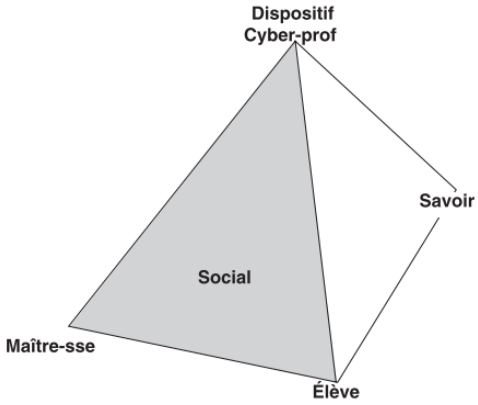
[19] Association des Technologies de l'Information pour l'Education et la Formation : http://www.atief.fr/ressources/dico-eiah

nous permet de faire du lien avec la notion d'« *artefact technologique* », ou de « *dispositif technologique* », transformant ainsi les relations d'analyses avec une nouvelle dimension quadripolaire (voir Figure 2.3). Dans ce tétraèdre où la dimension technologique est représentée par le « *Dispositif Cyber-prof* » (les éléments de langage étant adaptés au contexte pédagogique et éducatif : « *élève* », « *maître-sse* »), on voit ainsi apparaître 4 faces triangulaires donnant lieu à des aires qui augmente et complexifie les interprétations potentielles de nouveaux phénomènes identifiés (tel que l'aire de face sociale des relations entre « *dispositif* », « *élève* », et « *maître-sse* »)

**Figure 2.3** - Le modèle du tétraèdre d'intégration des TIC et de cyber-dispositifs.




Note. D'après Lombard, 2007, p. 141




Note. D'après Lombard, 2007, p. 144

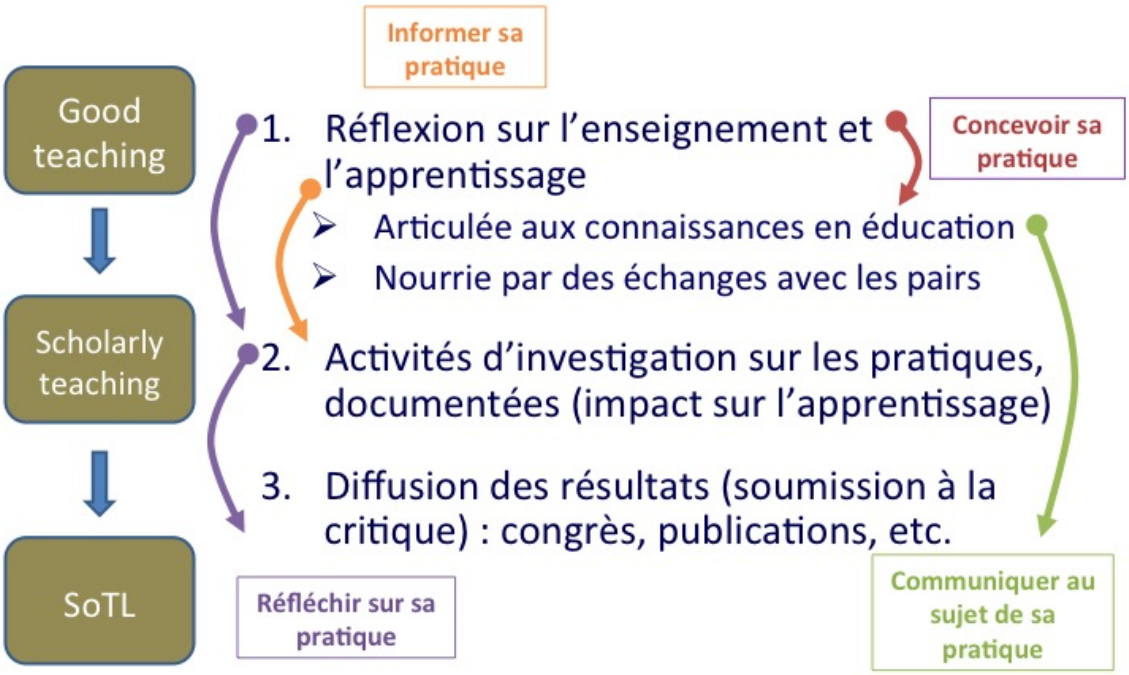
Avec l'émergence des formations à distance et de l'usage des technologies numériques comme médiation des enseignements de tous types, de nouveaux domaines d'expertises sont alors apparus progressivement pour soutenir et accompagner les enseignants. Accompagner est le terme qui revient le plus souvent dans les contextes institutionnels avec la présence de services dédiés à l'innovation pédagogique, souvent rattachés aux directions de services informatiques, ou pour le moins en liens très étroits. Peut-on parler alors d'une profession à part entière ou d'un domaine de compétences plus large dont les enjeux (parfois politiques), concernent la numérisation et la technologisation des sociétés apprenantes (au niveau national, européen, international) ?

Adangnikou (2008), s'interrogeait sur la recherche en pédagogie universitaire (1999-2005, en France) en croisant définition opérationnelle et recherche documentaire pour dégager les principaux axes de recherche : il en ressortait que ce champ de recherche manquait de visibilité et de lisibilité ; et ce aux prémices de l'apparition des réseaux et structures universitaires de pédagogie (SUP), qui seront probablement les bases des structures d'accompagnement à la pédagogie[20] incluant l'usage des TICE d'aujourd'hui. Au niveau de certaines communautés scientifiques et de leur rapport avec l'enseignement supérieur et la réflexivité sur l'expertise

[20] Précisons également l'usage du terme « andragogie » en référence à une distinction qui se pratique plus clairement outre-atlantique, désignant la pédagogie du supérieur et donc d'individus adultes, dont nous parlons ici et là.

pédagogique, c'est avec le terme « *SoTL* »[21] (*Scholarship of Teaching and Learning*), apparu à la fin du **XX**e siècle (vers 1990), que se développe progressivement une approche des pratiques pédagogiques avec un cadre d'analyse systématique de l'enseignement-apprentissage (voir Figure 2.4) et un effort particulièrement porté sur la compréhension de la manière dont les étudiants apprennent effectivement (Biémar *et al.*, 2015 ; Hubball et Clarke, 2010).

**Figure 2.4** - Phase et processus du « Scholarship of Teaching and Learning » (SoTL).




Note. Biémar *et al.*, 2015, p. 4

Quant aux publications et travaux de recherche qui s'intéressent plus ou moins directement à l'ingénierie technopédagogique en mobilisant les outils et méthodes du numérique, ils sont pléthores[22] et existent depuis que le numérique s'est combiné au monde scientifique et technique. Leclercq (2003), distingue alors trois registres d'activités en lien avec ces champs d'ingénierie : l'« *ingénierie sociale* », qui s'exerce au niveau macro-social, traduisant les visées politiques et économiques par des prescriptions, des lois et des orientations[23] ; l'« *ingénierie pédagogique* », qui s'exerce au niveau micro-social (pédagogique, andragogique, didactique) et l'*ingénierie de formation* qui constituerait l'ingénierie intermédiaire entre le macro et le micro. En se basant sur le triangle pédagogique de Houssaye (2000), Leclercq conceptualise des lignes reprenant les trois pôles du triangle dans chaque contexte d'ingénierie afin de proposer une lecture de construction logique non sans lien avec l'*agir organisationnel* (c'est à dire, pour l'auteur, la rencontre entre *agir pédagogique*, *agir des usagers* et *agir prescriptif*). Il s'agit ainsi des lignes des enjeux, des usagers et des institutions correspondant respectivement aux savoirs, apprenants et enseignants

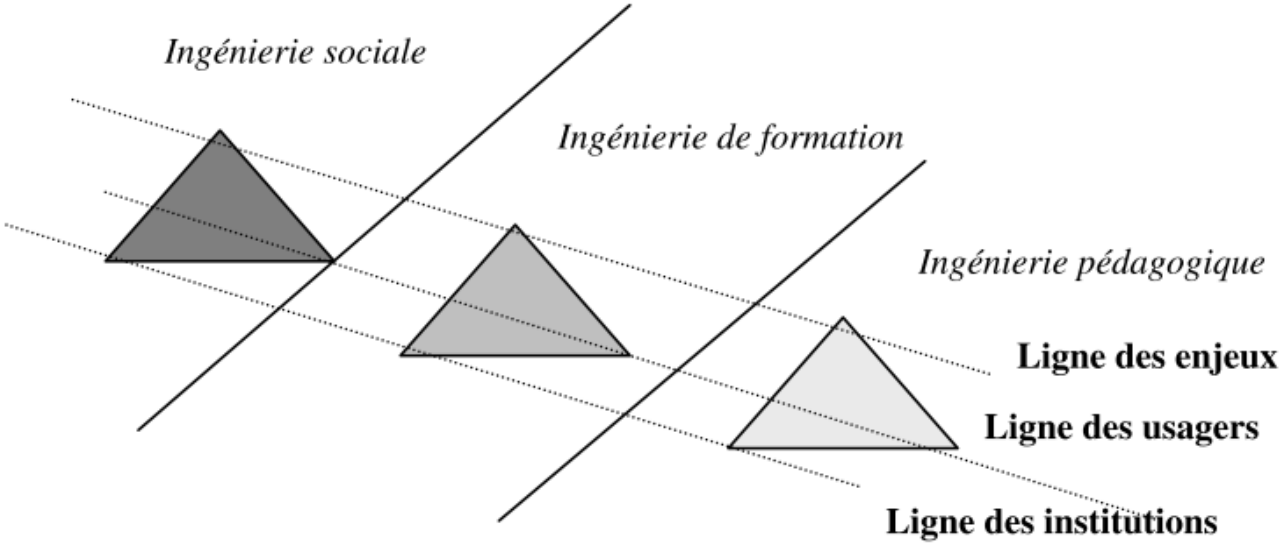
[21] Information et ressources sur le SOTL via l'Université de Laval.

[22] Prenons pour exemple le fait que le journal *Computers in Human Behavior* (*h5-index* = 152) soit classé 88ème au « 2022 Scholar Metrics » de Google sur la base des citations et publications phares de tous les journaux scientifiques ; et l'un des premiers parmis les sciences « *non dures* » (*i.e.*, autre que Médecine, Physique, Chimie, ou Biologie) avec des thématiques principales telles que « "*gamification*", *badge*, "*digital skills*", ou "*social media*" ».

[23] Voire, des« *incitations douces* », que l'on renvoie ici à son usage dans la théorie du *nudge* (Thaler et Sunstein, 2021).

(voir Figure 2.5). Sur ces ingénieries, Leclercq relève ainsi la latitude possible qui s'exerce au niveau le plus micro de l'activité pédagogique des acteurs de la formation, en étant « *plus ou moins associée, disponible, résistante, motivée, abusée, éclairée, asservie, rebelle* ».

**Figure 2.5** - Activité ingénieriale et lignes (du micro au macro).




Note. Leclercq, 2003, p. 80

Si l'ingénierie de formation est reconnue et surtout fondamentalement pratiquée dans les *Sciences de l'éducation et de la formation*, cette modélisation permet une prise de recul plus conceptuelle sur les différents niveaux, macro, méso, et micro de ce qui peut caractériser la construction d'apprentissage en contexte institutionnel. Et c'est alors bien malencontreusement, que la crise pandémique de **2019** aura recentré l'importance de l'ingénierie pédagogique (*cf.* ENCART 2.), au niveau le plus opérationnel et quasi technique dans la mise en œuvre de formation obligatoirement à distance, et donc médiée par des instrumentations numériques. Il s'agit là du travail de l'ingénierie pédagogique (**IP**) qui aborde la formation de manière ontologique et systémique (au sens de Simon, 1996 puis Morin et Le Moigne, 1999) ; et que nous pouvons définir en reprenant la proposition de Paquette (2002), chercheur en informatique cognitive. Ce dernier la situe à l'intersection de l'ingénierie de la connaissance, du génie logiciel et du design pédagogique (Paquette, 2002, p. 107) et désigne plus précisément « *l'ensemble des principes, des procédures et des tâches qui permettent de définir le contenu d'une formation au moyen d'une identification structurelle des connaissances et des compétences visées, de réaliser une scénarisation pédagogique des activités d'un cours définissant le contexte d'utilisation et la structure des matériels d'apprentissage et, enfin, de définir les infrastructures, les ressources et les services nécessaires à la diffusion des cours et au maintien de leur qualité.* » (Paquette, 2002, p. 7). Paquette *et al.* (1997) travaillent notamment autour de la Méthode d'Ingénierie de Système d'Apprentissage (MISA), soit la formalisation opérante d'un métaprocessus de cycle autour de ce

qui porte désormais le nom de Méthode d'Ingénierie des Environnements Numériques d'Apprentissage (MIENA, Paquette *et al.*, 2022, à paraître).

Sur nos contextes plus récents, Peraya et Peltier (2020) retracent dans la revue *Distance et Médiations des Savoirs*, l'évolution de l'IP à l'aune de la situation sanitaire qui a bousculé récemment les pratiques sur le terrain. De même, Messaoui *et al.* (2021), font l'état des changements de pratiques pédagogiques dans l'enseignement universitaire (et en particulier celui des IUT), identifiant l'IP comme un « *fer de lance* » de l'accompagnement aux changements et à l'usage des technologies telles que sondées dans ce contexte, c'est à dire majoritairement le courriel (86%), puis *Moodle* (71%), *Zoom* (63%), *Discord* (39%) ou *BigBlueButton* (16%). Brangé qualifie par ailleurs dans la préface de Pélissier et Lédé (2022), les « *ingénieurs pédagogiques* » tels des « *urgentistes* » de la pédagogie, avec une (re)découverte du métier « par beaucoup d'enseignants ». Dans l'introduction, Pélissier (2022), souligne une implication du métier dans les problématiques à la fois pédagogiques, techniques mais aussi organisationnelles, administratives et juridiques. Si l'IP s'intéresse notamment aux questions de temporalités (synchrone, asynchrone) et de spatialités, c'est bien de leur transclusion dans l'environnement numérique et virtuel pour accompagner les apprentissages dont il est question. Pour Henri (2019), qui s'interroge sur les changements à l'ère du numérique et au type d'ingénierie pédagogique pour y répondre, il existe un besoin pour des méthodes garantes de rigueur et de scientificité, non uniquement centrée sur des contenus de connaissances et de compétences rapportées, mais aussi sur l'analyse et des besoins en matière d'autonomie et de l'usage efficace des technologies. Il s'agirait donc d'une IP qui réponde à un besoin de développement de l'autonomie, mais aussi un besoin sociétal, rendant les individus capables de s'adapter à un contexte économique, social et technologique en permanente évolution.

Au niveau opérationnel de l'ingénierie pédagogique, il existe plusieurs modèles permettant d'articuler les différentes activités d'étude, de conception, de réalisation et d'adaptation de dispositifs d'enseignement. Le plus générique et connu, bien que son origine soit incertaine (Molenda, 2003), se traduit sous l'acronyme **ADDIE**, pour « **A**nalyse, **D**esign, **D**éveloppement, **I**mplantation et **É**valuation ». Dans les deux premières phases, il s'agit notamment, à partir d'un diagnostic issu de l'ingénierie de formation, de traduire les besoins de la formation en compétences visées, en y associant des modalités d'évaluation puis, dans la conception (Design[24]), de transformer ces compétences en objectifs pédagogiques afin d'aboutir au choix d'un dispositif pour répondre à ces objectifs d'apprentissage.

[24] https://fr.wikipedia.org/wiki/Portail:Design

### 2.1.2. Les différentes stratégies d'évaluation des apprentissages

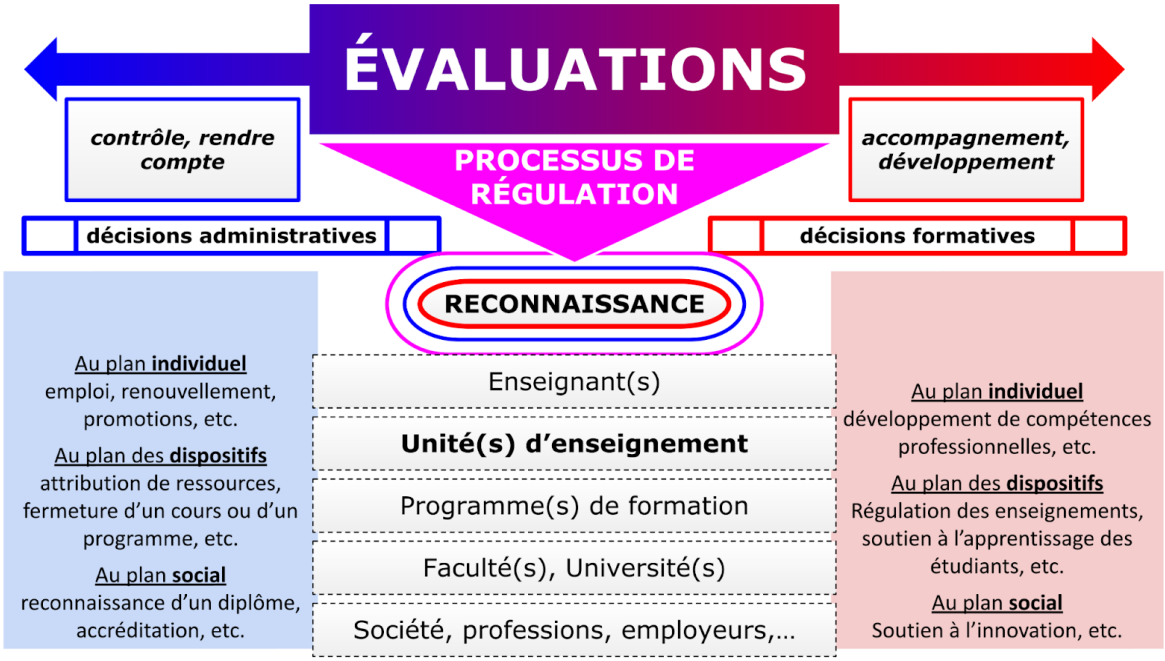
Nous avons déjà rencontré un certain nombre de fois les concepts de « stratégie » et d'« évaluation ». Dans cette section, nous faisons un focus particulier sur les stratégies d'évaluation des apprentissages.

Mottier Lopez (2015), rappelle les différentes approches et finalités évaluatives qui peuvent être :

- **diagnostiques** : prise d'information et évaluation des connaissances antérieures, situer un niveau et comprendre les difficultés
- **formatives** : appropriation et entraînement, améliorer l'apprentissage (pas de notes)
- **sommatives** : validation des apprentissages, contrôle de fin de séquence (notes ou %)
- **certificatives** : certification ou attestation des acquis, hiérarchisation et classement

Par la suite, Mottier Lopez *et al.* (2018), s'intéressent spécifiquement au contexte des formations universitaires et aux différentes tensions en jeux entre les différentes parties prenantes (*i.e.*, d'acteurs identifiés dans le cadre d'une recherche participative). La Figure 2.6 représente les grandes fonctions de l'évaluation en éducation et formation selon deux processus majeurs liés entre eux (*i.e.*, « régulation » et « reconnaissance »), modélisées à l'image de « *deux pôles d'un même continuum* » , mis en perspective avec des « *enjeux de reconnaissance dans un contexte d'évaluation des enseignements à l'Université* » (Berthiaume, Lanarès, Jacqmot, Winer et Rochat, 2011 ; Mottier Lopez, 2009 ; Romainville et Coggi, 2009 ; Younès, 2009 cités par Mottier Lopez *et al.*, 2018, p. 61).

**Figure 2.6** - Fonctions en tension de l'évaluation des enseignements par les étudiants.




Note. D'après Mottier Lopez *et al.*, 2018, p. 62

Dans un « *échange de bonnes pratiques entre enseignants de niveau universitaire* », Brassard (2012) associe l'évaluation efficace au concept de « retroaction » (*i.e.*, aussi appelé « *feedback* » en anglais, soit un complément de l'évaluation permettant de préciser ce qui a été bien fait et ce qu'il reste à améliorer). Six critères d'élaboration de stratégie d'évaluation efficace permettant de formuler des « *éléments positifs* » et de proposer des « *défis* » sont ainsi mis en avant afin de préserver l'estime de soi et favoriser la persévérance (*i.e.*, volition) des étudiants, ils sont repris parmis les ressources pédagogiques de l'Université de Laval (CA) :

1. Lier les évaluations aux objectifs d'apprentissage du cours et aux activités d'enseignement afin qu'elles soient signifiantes pour les étudiantes et étudiants.
2. Mettre les conditions en place pour permettre aux étudiantes et aux étudiants de bien se préparer et de bien réaliser leurs travaux (ex.: annoncer le type de questions, présenter les grilles d'évaluation, expliquer le mode de correction).
3. Évaluer les apprentissages des étudiantes et des étudiants à différents moments dans la session pour leur permettre de corriger leurs erreurs et de se réajuster en vue de l'évaluation finale.
4. Varier les méthodes d'évaluation pour évaluer différents types d'apprentissages (connaissances, applications théoriques ou pratiques, attitudes ou comportements), mais aussi pour rejoindre le plus de personnes étudiantes possible. Chaque étudiante et étudiant apprend d'une manière différente.
5. Rédiger des questions et des consignes claires afin de bien formuler vos attentes.
6. Corriger le plus objectivement possible, notamment en développant des grilles de correction présentant des critères observables et mesurables.

Pirot et De Ketele (2000) mettent notamment en lien les dimensions de motivation et d'engagement comme facteurs de réussite à l'université, en utilisant des données recueillies par entretiens et questionnaires sur la base du postulat que le niveau de réussite académique est davantage influencé par des aspects qualitatifs plutôt que quantitatifs. Leur étude fait ressortir que l'apprentissage accompagné dans une perspective de « *compréhension globaliste* » (*i.e.*, « *créer des liens* », « *compréhension des détails* » de la discipline orientés vers une finalité d'évaluation relativement formative), ainsi que la mobilisation de stratégies de « *gestion du temps* » et de « *comportements d'organisations* » déterminent ainsi « *la bonne adaptation aux exigences universitaires* » et une meilleure réussite.

Par la suite et plus récemment, De Ketele (2019) s'interroge sur la question du « *à quoi bon évaluer ?* » pour explorer les possibles, en regard critique et évocateur d'une nouvelle conceptualisation du paradigme évaluatif au sein de l'institution. « À quoi bon évaluer…? »

- « *… si c'est pour donner des explications aussi souvent hâtives et stériles, en termes de "manque de" motivation, d'attention, de confiance, de vocabulaire, de repères, ou bien en*

*termes de "trop de" dissipation, d'agitation, ou encore "élèves pas à leur place, élèves trop nombreux…"* ».

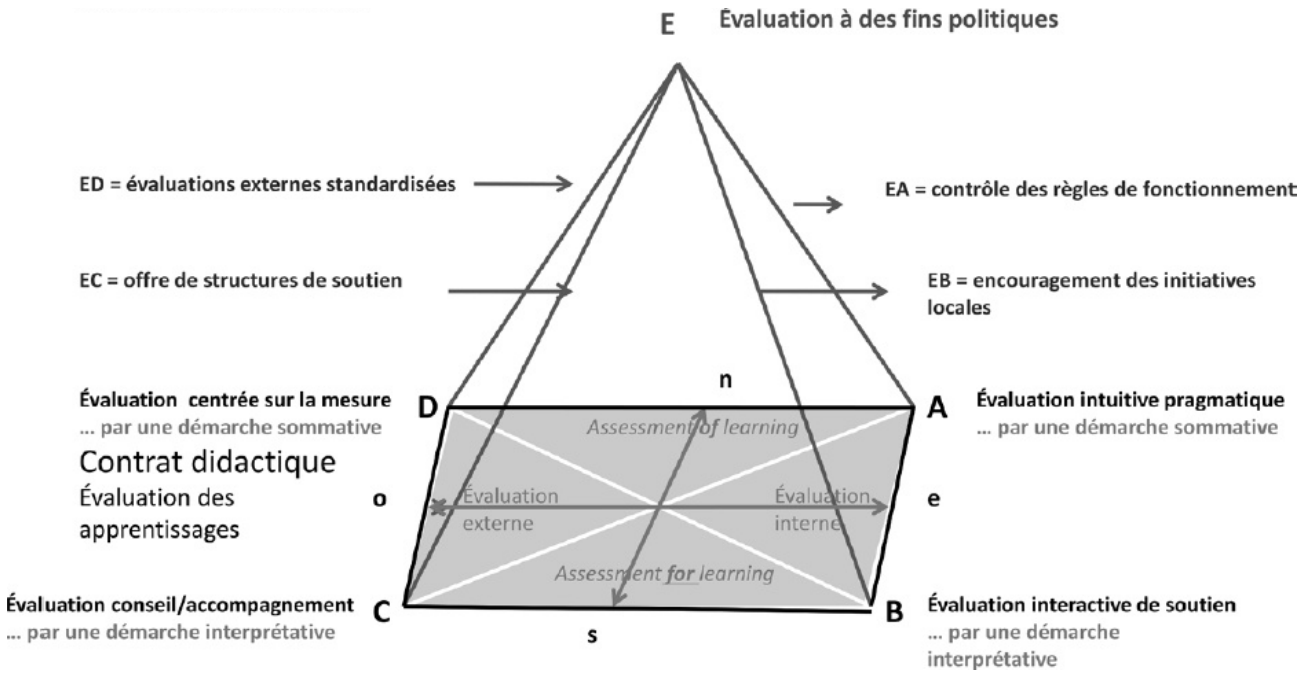
- « *… si, au lieu de prendre des décisions de soutien aux élèves, ce sont des décisions structurelles qui sont prises (trier, séparer, externaliser les problèmes) et dont on sait qu'elles ne sont pas efficaces et surtout accroissent les écarts entre les plus forts et les plus faibles (Galand, 2009 & 2017 ; Lafontaine, 2016)* ».
- « *… si c'est pour générer des tensions dans le choix des critères prioritaires (efficacité, efficience, équité), des tensions entre les niveaux de pouvoir (le politique avec ses prescrits et sa politique de pilotage ; les acteurs d'interface dans leur fonction de relais ou d'accompagnement ; les acteurs locaux avec leurs croyances et leurs pratiques) ; des tensions entre évaluation externe, interne et négociée ou entre évaluation et recherche* ».
- « *… si c'est pour faire naître autant de craintes, comme le soulignent des observateurs attentifs du champ de l'évaluation* ».

La Figure 2.7 propose le produit d'une nouvelle conceptualisation des paradigmes de l'évaluation faisant un pont entre « évaluation des apprentissages » et « évaluation des dispositifs institutionnels » ; sur la base d'une représentation pyramidale[25] proposant une approche complexe d'analyse : (1) des caractéristiques des modèles d'évaluation des apprentissages (*i.e.*, la base de la pyramide), (2) des démarches évaluatives (*i.e.*, les arêtes), (3) des finalités (*i.e.*, les sommets) et (4) des politiques éducatives et de pilotage de nature différente (*i.e.*, les triangles ou faces orientées dans un espace cardinal nord, est, sud ou ouest)[26].

**Figure 2.7** - Schéma articulant l'évaluation des apprentissages et l'évaluation des dispositifs institutionnels.

[25] Ce type de représentation en 4D n'est pas sans nous rappeler la Figure 2.3 sur l'intégration des TIC

[26] Voir aussi une transfiguration et représentation 3D interactive de la pyramide évaluative d'après De Ketele (2019)




Note. De Ketele 2017, cité dans De Ketele, 2019, p. 28

Légende : **n** = évaluation centrée sur les produits, le classement, des référentiels fermés ; **s** = évaluation centrée sur les processus, l'accompagnement, des référentiels ouverts ; **o** = évaluation centrée sur des normes globales ; **e** = évaluation centrée sur des normes locales ; **ADE** = face **n**ord = régulation « néolibérale par le marché » ; **BCE** (face **s**ud) = régulation ascendante « centrée sur les initiatives locales » ; **CDE** = face **o**uest = régulation descendante « centrée sur les évaluations externes » ; **ABE** (face **e**st) = régulation « autonomie et responsabilité locale ».

Enfin, pour réorienter l'évaluation vers des dimensions plus socialement distribuées qui ressortent assez peu des approches traditionnelles et institutionnelles, nous mentionnons les pratiques telles que l'« autoévaluation », l'« hétéroévaluation » et la « coévaluation » au niveau enseignant (Gómez López et Valdés, 2019) et apprenant (Núñez-Barriopedro *et al.*, 2018), notamment par l'intermédiation de technologies d'apprentissage innovantes et de modèles d'évaluation constructiviste. En synthèse, dans les processus évaluatifs de recueil d'informations pertinentes, valides et fiables en adéquation avec un ensemble de critères (*i.e.*, aidant à la décision fondée de l'évaluation), il s'agit :

- (1) pour l'**autoévaluation** : d'identifier les logiques d'inclusions des activités ou des connaissances, l'adéquation des contenus, la consistance du système d'évaluation avec les objectifs pédagogiques et autres éléments qui soutiennent les apprentissages ;
- (2) pour l'**hétéroévaluation** : de prendre en compte de manière régulière les considérations des autres (enseignants ou étudiants) à propos de leur apprentissage, de l'atteinte des objectifs et des activités et ressources qui aide dans la progression de cours ;
- (3) pour la **coévaluation** : de déterminer si les objectifs pédagogiques sont atteignables en conjonction avec les acteurs de l'enseignement (*e.g.*, étudiants, enseignants, coordinateurs, IP, institutions) afin d'examiner si les ressources et la méthode

d'apprentissage prévue est appropriée, en terminant en fin de séquence par une auto- et hétéro- évaluation dans une perspective critique et réflexive pour l'amélioration de l'enseignement.

La coévaluation constitue ainsi la modalité la plus « hybride » de l'évaluation, croisant efficacement les différents acteurs de l'enseignement avec les différentes modalités autoévaluative et hétéroévaluative (voire « *interévaluative* » au sein de communautés d'apprentissage, *c.f.* les méthodes d'évaluation « *par les pairs* », « *collaborative* » ou « *participative* » en pairagogie de l'apprendre ensemble, Cristol, 2017).

### 2.1.3. L'approche par compétence pour opérationnaliser l'évaluation

La compétence peut être définie, selon l'acception la plus courante de Tardif (2006) comme « *un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations* » (p. 22). Les compétences renvoient ainsi aux capacités, qui peuvent être générales ou spécifiques et qui sont fondées sur un savoir ou une expérience. Appliquées, les compétences sont des instruments de compréhension et de production de nouvelles connaissances ou de nouveaux objets de savoir. Il s'agit ici de distinguer les différentes notions de « *savoirs* » au sens de compétences théoriques, de « *savoir-faire* » au sens de compétences métiers et de « *savoir-être* » au sens de « compétences humaines » (aussi appelées « *soft skills* » en anglais). Les « *savoir-agir* » au sens de Tardif correspondent alors à des « *situations complexes* », à l'inverse des savoir-faire qui ont une nature plus algorithmique, procédurale, exécutive et pouvant s'exercer dans des situations de faible complexité. Ainsi, la mise en œuvre d'une compétence s'opère par la « *mise à disposition de ressources (une mobilisation) que l'acteur doit placer en synergie et en interdépendance (une combinaison) dans l'atteinte du but ou de la finalité* » (Tardif, 2017, p. 19).

L'approche par compétence (**APC**), appelée « *Compentecy-based learning* » (CBL) en anglais, parfois « *Skills-Based Learning* » ou encore « *Competency-based education* » (CBE)[27], est un type de stratégie pédagogique proposant un modèle basé sur la notion de compétence. Elle est introduite dans le domaine de la formation professionnelle dans les années **1980**, puis s'est étendue au milieu scolaire dans les années **1990**, jusqu'au milieu universitaire qui de nos jours s'appuie[28] également sur l'APC pour reconcevoir les formations en conjonction avec les attentes du monde socio-économique fondées sur des référentiels de compétences issus de la définition de Tardif (2006, 2017). Cette approche nous semble particulièrement intéressante car elle tente de s'appuyer sur une évaluation non uniquement performative et permet d'autres méthodes

[27] Que l'on retrouvera sous cette appellation dans les plateformes pédagogiques (LMS) telle que Moodle

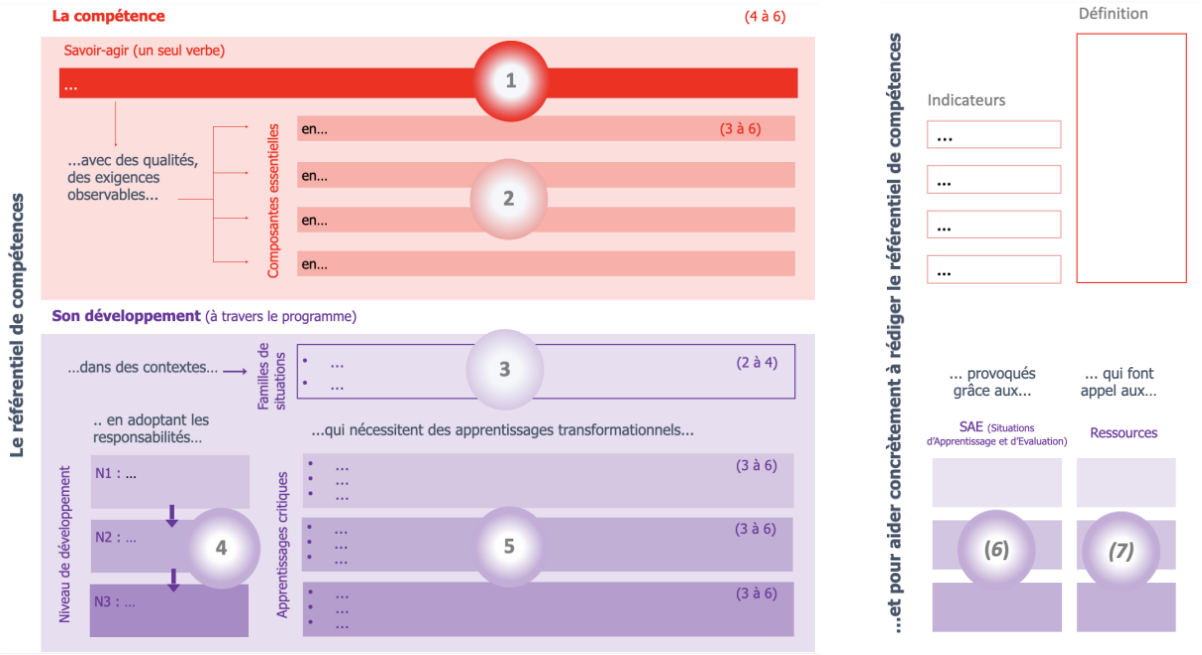
[28] *e.g.*, la refonte des programmes de **DUT** en **BUT** ; la formation du Master MEEF Pratiques et Ingénierie de Formation de l'Université d'Aix-Marseille sur le parcours Ingénierie Pédagogique Numérique (**NEO**) ; ou le croisement des formations doctorales avec les compétences de R&D et les blocs de compétences de la fiche RNCP31437 correspondant à « **DOCTORAT** - Education formation »

d'autoévaluation (*e.g.*, avec les dispositifs d'e-portfolio, Mailles-Viard Metz et Albernhe-Giordan, 2008 ; Mailles-Viard Metz, 2015) ou de coévaluation à mettre en œuvre et étudier pour rendre compte de processus de valorisation et d'acquisition de connaissances au travers d'une activité.

Dans le domaine académique universitaire et technologique, la démarche collaborative de reconception des « *Programmes Pédagogiques Nationaux* » (PPN, **2013**) de l'ensemble des diplômes de **DUT** (« *Diplôme Universitaire de Technologie* ») des **108 IUT** (« *Institut Universitaire de Technologie* ») vers les nouveaux « *Programmes Nationaux* » (PN, **2019**) des **24** spécialités de **BUT** (« *Bachelor universitaire de technologie* »), fait partie des exemples significatifs de formations qui s'appuient sur l'APC. Si la notion de compétence existait déjà dans les programmes de **2013**, articulée notamment au travers de familles d'activités considérant des activités de base permettant de développer des compétences de base (au sens « *d'être capable de* »), les nouveaux programmes de **2019** revoient et précisent intégralement cette articulation des compétences pour opérationaliser son évaluation. En effet, tout en alignant les cursus au format européen de type « License-Master-Doctorat » (LMD), transformant ainsi les **DUT** (Bac+2) en **BUT** (Bac+3, License), c'est bien la notion de compétence, au sens de Tardif, qui est remise au centre des programmes par commande de l'Assemblée des Directeurs d'IUT (ADIUT), suite aux travaux du *LabSET* (Laboratoire de soutien aux Synergies Éducation-Technologie).

Dans la continuité d'une première publication de Poumay et Georges (2017), établissant les bases des référentiels de compétences et grilles de programmes permettant une meilleure prise en compte du profil professionnel, de la mise en œuvre de situations authentiques pour rendre l'apprenant plus actif, d'une flexibilisation de la formation et d'un apprentissage augmenté par les réseaux de personnes et la collaboration entre celles-ci ; un guide d'accompagnement à la rédaction du référentiel de compétences du BUT est ainsi fourni, pour ce faire, par Georges et Poumay (2020). Partant de ce guide, les *compétences* sont alors formalisées au sein d'un référentiel, articulant donc un « savoir-agir » (*i.e.*, la *compétence* avec sa *définition*), comprenant des qualités et des exigences observables (*i.e.*, les *composantes essentielles* correspondant à des *indicateurs* significatifs de leur rencontre avec chaque *composante*), se développant dans des contextes (*i.e.*, les *familles de situations*), en adoptant des postures ou responsabilités professionnelles de plus en plus complexes (*i.e.*, les *niveaux*), nécessitant des apprentissages transformationnels (*i.e.*, les *apprentissages critiques*), et provoqués par des mises en situation (*i.e.*, les **SAÉ**, *Situations d'Apprentissage et d'Évaluation*) faisant appel à la mobilisation de nombreux savoirs, savoir-faire et attitudes (*i.e.*, les *ressources*). De manière plus concrète, ces référentiels sont ensuite présentés et opérationnalisés au travers des maquettes de programmes comme illustré dans la Figure 2.8.

**Figure 2.8** - Opérationnalisation d'un référentiel dans la maquette d'un programme.




Note.Georges et Poumay, 2020

Si le cadre est commun dans ce contexte, c'est au niveau des SAÉ et des ressources qu'une plus large latitude permet d'adapter et de localiser les programmes par les enseignants et ingénieurs pédagogiques lorsque ces derniers sont sollicités pour un accompagnement. La SAÉ est un concept privilégié au Québec par le *MELS* (*Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport*, 2006) dans les programmes de formation en tant que situation didactique dont l'intention est d'enseigner un savoir donné, avec des critères de qualités tels que la contextualisation, l'ouverture, l'intégration et la diversification.

Une autre formation universitaire basée sur la mise en œuvre de l'APC est la formation du Master MEEF « *Pratiques et Ingénierie de Formation* » de l'Université d'Aix-Marseille sur le parcours « *Ingénierie Pédagogique Numérique* » (NEO). Dans cet autre contexte, c'est sur la même lignée conceptuelle et avec la même démarche basée sur les travaux du *LabSET* que le référentiel est développé, avec une itérativité progressive semestre par semestre autoévaluée au travers de SAÉ ; et en les intégrant dans une démarche de valorisation par l'e-portfolio (Attwell, 2007 ; Gauthier et Jézégou, 2009 ; Loisy, Mailles-Viard Metz et Benech, 2010 ; Mailles-Viard Metz, Albernhe-Giordan, 2008 ; Mailles-Viard Metz, Albernhe-Giordan, 2010 ; Mailles-Viard Metz 2012 ; Milligan, 2006 ; cités par Mailles-Viard Metz, 2015 qui en fait la synthèse avec l'utilisation instrumentale de cartes mentales ou d'outils de visualisation comme modules de dispositif d'analyse de situations).

Un dernier exemple, tout à propos, serait l'APC mise en œuvre dans le cadre d'un Diplôme Universitaire d'Intelligence Collective pour développer les compétences des « praticiens de l'IC » à la lumière des principaux modèles. Ce référentiel qui propose quatre compétences (*co-créer une*

*relation de codesign, créer les conditions de l'émergence, mettre en œuvres des pratiques coopératives, cultiver et partager un regard réflexif sur sa pratique*), semble montrer via les résultats d'enquête, que les compétences identifiées sont pertinentes relativement aux métiers visés et que la formation est adaptée à leur développement (Collignon *et al.*, 2022).

Ces exemples, bien que localisés, sont loin d'être isolés et font notamment partie des *EDUCAUSE Horizon Report™, Teaching and Learning Edition* de 2019, 2020 et 2022[29] en tant que thématique centrale parmi les tendances et pratiques clés pour faire avancer l'enseignement supérieur par le biais des technologies de l'information. Il en va ainsi d'une adaptation à un monde changeant et un environnement professionnel de plus en plus exigeant et spécifique sur les attentes relatives aux étudiants arrivant sur le marché du travail, et donc des programmes qui les y forment. Cette approche pose aussi la question fondamentale de l'évaluation de ces compétences, au travers d'activités, par niveau, de manière progressive et validant des acquis à partir et pour des situations complexes qui se rencontrent par la suite et donnent du sens aux apprentissages.

D'un point de vue pratique, il est à noter que la plateforme pédagogique *Moodle*[30], aujourd'hui référence majeure dans l'enseignement supérieur (au niveau national et international), recommande et suggère (*i.e.*, de par la conception de son interface), la mise en œuvre de l'approche par compétences (APC) depuis la version 3.1 de 2016[31] (voir Figure 2.9) ; et propose différentes manières de les partager globalement (via des fichiers *.csv* importables dans *Moodle* ou avec l'ensemble des communautés pédagogiques via le *Competency Frameworks* du site moodle.net[32]).

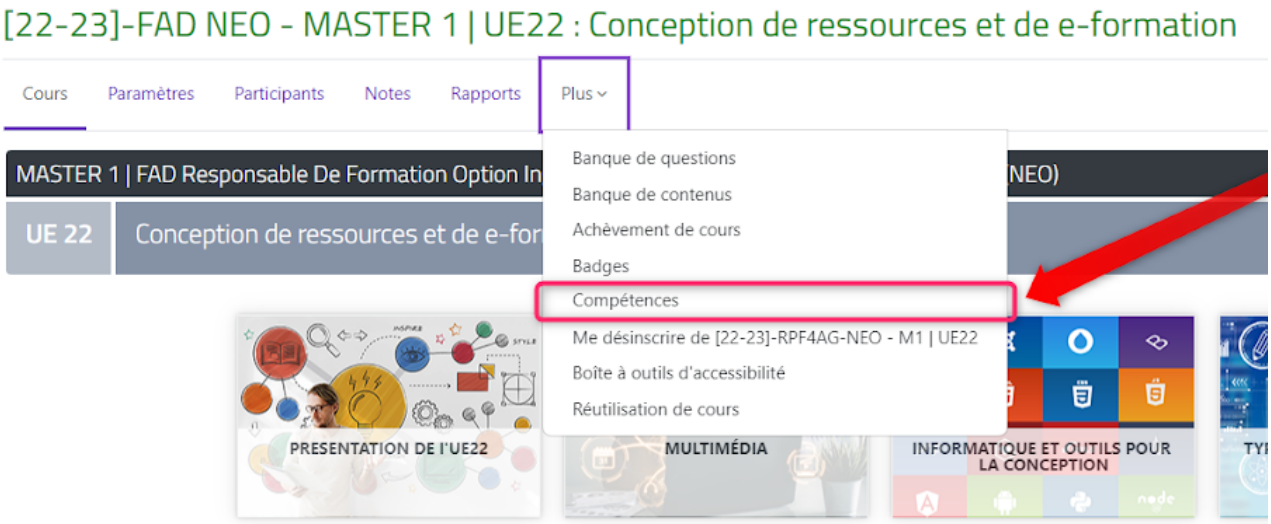
[29] 2019 Horizon Report | EDUCAUSE ; 2020 EDUCAUSE Horizon Report™ | Teaching and Learning Edition ; 2022 EDUCAUSE Horizon Report | Teaching and Learning Edition

[30] **MOODLE.** : **M**odular **O**bject-**O**riented **D**ynamic **L**earning **E**nvironments

[31] https://docs.moodle.org/4x/fr/Nouveautés_de_Moodle_3.1

[32] moodle.net archive: Competency frameworks

**Figure 2.9** - Intégration de l'APC et des référentiels de compétences dans Moodle.




### 2.1.4. Les différents scénarios et dispositifs pédagogiques à l'œuvre

La conception du scénario pédagogique constitue une part importante de l'activité d'ingénierie pédagogique (ou de ce que les anglophones appellent aussi l'*instructional design*), elle se base sur des théories appliquées issues des sciences de l'éducation, sur des formes d'apprentissages spécifiques favorisant le travail de groupe (*apprentissage par problèmes, par projet*), des modalités particulières aujourd'hui encore fortement éprouvées (*FAD, EAD, SPOC, MOOC, MOOC-C, CLOM, distanciel, numérisation des enseignements, etc. ;* voir par exemple la thèse de Ayari, 2021), mais aussi et surtout des technologies et outils numériques qui forment le socle instrumental de pratiques nouvelles et/ou renouvelées. Et pour cela, de nombreuses innovations (pas toujours constatées sur les divers terrains de formation faute de temps et de moyens pour les accompagner) sont produites et déployées, allant de plateformes numériques de type « ***L**earning **M**anagement **S**ystem* » (**LMS**, comme par exemple *Moodle*) ou de modèles de référenciation ou standardisation de métadonnées liées à l'apprentissage : SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), xAPI (*Experience Application Programming Interface*), LOM (*Learning Object Metadata*, utilisé dans les chaînes éditoriales et outils de scénarisation tel que Scenari.org).

Au-delà de la complexité technique qu'implique cette gestion informatique des données et métadonnées que nous ne développerons pas plus ici, nous retenons cette idée de Paquette (2004) qui propose une « *ingénierie pédagogique à base d'objets* ». Ces objets d'apprentissage (*OA* ou *LO* en anglais) permettent non seulement leur partage et réutilisation mais aussi leur intégration, référencement et agrégation dans des environnements numériques d'apprentissage. Notons ainsi que cette approche est tout à fait compatible et interopérable avec une APC. Il y a notamment dans ces approches, des éléments de vocables communs, comme l'idée de « *granularité* » et de « *grains* », permettant de rentrer dans des niveaux plus infimes, précis et complexes, qui correspondent à l'application de la précision et la rigueur des règles de l'art de

l'ingénierie. Dans notre démarche d'IP croisée avec la recherche sur l'IC, c'est notamment sur les activités pédagogiques et particulièrement l'instrumentation numérique à distance de ces activités, que nous axons nos choix sur des outils permettant une collaboration en ligne avec un support d'organisation et de structure visuel permettant l'analyse d'interactions synchrones.

Plusieurs démarches d'aide à la scénarisation permettent de favoriser le travail en groupe dans le cadre de formation. Par exemple, l'*Apprentissage par problèmes* (**APP** ou en anglais : PBL, *Problem-Based Learning*, *Student-centered learning*, *Inquiry-based learning*, *integrated learning*, *collaborative learning*, *reiterative learning* ; Newman, 2005), apparu au milieu du **XX**e siècle au Canada et initié dans le contexte de formation en médecine, peut se définir selon Des Marchais (1996) comme un « *apprentissage axé sur la maîtrise d'une démarche d'analyse et de solution de problèmes, rendant l'étudiant habile à formuler des questions, à produire des hypothèses, à trouver et à analyser les informations nécessaires à la compréhension de problème en intégrant les sciences fondamentales et cliniques pour permettre, le cas échéant, une prise de décision adéquate.* » (cité par De Vaujany *et al.*, 2019). Sur la base du constat que les nouveaux diplômés étaient en difficulté face à la résolution efficace de problèmes nouveaux et complexes, une méta-analyse de Gijbels *et al.* (2005) sur une quarantaine d'études incluant des approches qualitatives et quantitatives autour de différentes manières d'évaluer l'efficacité de l'APP (*e.g.*, questions cours, essais, QCM, oraux, *etc.*), met en évidence trois niveaux principaux pouvant être ciblé pour l'évaluation de la résolution de problèmes : la compréhension des concepts, la compréhension des principes qui relient les concepts, et la manière de relier les concepts et principes aux conditions et procédures appliquées. Les résultats montrent ainsi que les effets positifs de l'APP sont les plus probants lorsque les apprentissages évalués se situent au niveau de la compréhension des principes qui relient les concepts entre eux. L'APP est ainsi une méthode s'inscrivant dans la continuité du cognitivisme et du socioconstructivisme, elle s'articule principalement autour de trois phases principales que sont l'exploration du problème en groupe, le travail personnel et la validation des connaissances en groupes (Hmelo-Silver, 2004). Cette méthode rejoint ainsi le courant de l'apprentissage autodirigé, au sens de Carré (2010), elle place l'apprenant au centre de ses apprentissages et conduit l'enseignant à passer d'une posture traditionnelle de type enseignement magistral à un rôle de facilitateur dans la résolution des problèmes. Dans le cadre de formation en ligne et instrumentée, elle permet aussi de mettre davantage l'accent sur la scénarisation de l'apprentissage et la vérification ou l'évaluation des acquis. En comparant avec les méthodes d'enseignement traditionnel, Strobel et Van Barneveld (2009) montrent ainsi dans une méta-synthèse qualitative de méta-analyses que l'APP permet une meilleure rétention des connaissances sur le long terme et une meilleure performance sur les différentes manières d'évaluer (questions de rappel libre, questions à court et long développement, évaluations orales, habiletés professionnelles).

Une autre approche, sensiblement similaire, mais davantage ancrée dans les pédagogies dites actives, est celle de l'*Approche par projet* (ou apprentissage, enseignement, pédagogie par projet). Ses origines remonteraient au **XVI**e siècle à Rome (Leduc, 2014) et sa particularité est de placer les apprenants dans une situation de développement d'un projet réel ayant pour avantage d'offrir une grande liberté d'action, une forte propension à l'adaptation ainsi qu'une motivation plus prégnante pour les apprenants activement engagés dans l'activité. On peut aussi l'associer à Dewey[33], pour qui, d'après Westbrook (1993) : « *Dewey réussit assez bien à faire de l'école-laboratoire une communauté démocratique. Les enfants participent à la préparation des projets, qu'ils vont exécuter selon une division du travail de type coopératif caractérisée par une rotation fréquente dans l'attribution des rôles de direction* » (p. 8). Selon Lafortune (2009), il s'agit notamment de mettre en place les conditions favorables pour donner du sens aux apprentissages, engager cognitivement les apprenants dans un questionnement sur les ressources à mobiliser et susciter ainsi la recherche de solutions qui amène également à un changement de posture pédagogique pour les enseignants dans une dynamique de développement des compétences transversales.

Enfin, dans certains contextes et sous l'impulsion de politiques européennes et nationales inscrites dans le cadre de compétences clés, « *tout au long de la vie* » (Becchetti-Bizot, Houzel et Taddei, 2017, Fourgous, 2012), croisant combinatoirement l'approche par compétences, la valorisation des compétences par l'e-portfolio et ce qui sera finalement nommé la compétence « *Apprendre à apprendre* » au sens rapprochable de celui développé par Bordeleau (1994, cité par Henri et Lundgren-Cayrol, 2001) pour décrire les environnements d'apprentissage informatisés :

> « **Organisation spatio-temporelle réelle ou virtuelle** constituée d'un **ensemble d'éléments** en **interaction**, mondains ou imaginaires, aussi bien des **personnes**, des **machines**, des **logiciels**, des **techniques** que des **conditions** susceptibles d'**agir** sur les **activités humaines** […] En qualifiant l'**environnement d'apprentissage**, on signifie que, parmi les **activités humaines**, celles qui consistent à **apprendre** et à **apprendre à apprendre** doivent être prédominantes. En ajoutant **technologique**, on signifie que, parmi les **éléments en interaction**, il y a présence obligatoire de **machines**, de **logiciels**, de **techniques** et de **ressources humaines** qui se les sont **appropriés**. Rappelons qu'il faut entendre par **technologie** à la fois les **objets techniques** (*matériaux, machines, outils, programmes, logiciels*) et les **procédés de conception**, de **production** ou d'**utilisation** desdits **objets**. » (p. 26)

[33] Psychologue, philosophe des connaissances et pédagogue des apprentissages reliant ainsi société et individu dans un positionnement scientifique de « pragmatisme » (Peirce, 1878) et plus particulièrement d'« instrumentalisme » (Duhem, 1906), c'est-à-dire, une position qui considère que les modèles scientifiques sont des instruments utiles pour expliquer et prédire des phénomènes sans pour autant nous renseigner davantage sur les aspects cachés, invisibles et incertains de leur nature explicable. En proposant la méthode d'enquête, il suggère ainsi d'abandonner la quête de vérité et de s'intéresser à la notion d'« *assertabilité garantie* » (*i.e.*, une solution trouvée dans le cadre d'une situation problématique).

Nous le voyons sur ces exemples, les frontières sont floues et loin d'être incompatibles entre les différentes stratégies pédagogiques permettant de mettre en œuvre des scénarios pour des formes d'apprentissage engageant plus ou moins activement et collectivement les apprenants. Pour n'en citer que quelques autres qui rompent avec les enseignements traditionnels et semblent ainsi plus adaptés à des scénarios et formations en ligne, nous pourrions continuer la liste en étendant aux apprentissages collaboratif, coopératifs (Connac, 2014), aux apprentissages par les pairs (« *peer learning* », ou « pairagogie » avec Cristol, 2017), *etc.*

Si ces typologies de stratégies et dispositifs pédagogiques touchent principalement aux dimensions d'organisation du temps et de l'information liée à l'objet de savoir de l'enseignement, d'autres dispositifs et méthodes concernent également de nouvelles adoptions d'organisation de l'espace. Par exemple, l'idée de « *classe inversée* » ou « *renversée* » (Carré, 2020 ; Pélissier et Lédé, 2022 ; Stiegler, Audi et Bedel, 2015) dont le principe est de considérer que la meilleure manière d'apprendre est d'enseigner en mettant les apprenants en situation de coélaboration de leur enseignement. D'autres touchent à l'espace physique même et à son organisation matérielle dans les espaces de développement de l'IC type « *learning lab* »[34] (Bellet et Mailles Viard Metz, 2021) et autres activités ou dispositif (*e.g.*, « *jigsaw* » ou « *classe en puzzle* » favorisant la diversité des échanges et la coopération ; Aronson, 2002 ; Aronson et Bridgeman, 1979) qui découlent de ces configurations nouvelles et/ou renouvelées, parfois en situations présentielle, hybride, co-modale, ou entièrement à distance.

Il existe aussi de nombreux outils en ligne permettant de distinguer les différentes formes possibles d'application d'approches pédagogiques, fournissant également des scénarios sous forme de banque de ressources communes. Ainsi l'OAS[35] (Outils d'aide à la scénarisation) au Canada reprend les différents modèles cités précédemment et met à disposition des scénarios partagés ; ou bien Édubase[36] en France pour les enseignements du premier et second degré, ainsi que du supérieur (bien que les volumes de résultats soient bien moindres que pour les premiers degrés, ce qui pourrait ouvrir certains questionnements sur le partage des ressources andragogiques dans le supérieur).

Sur ces exemples et pratiques, la question de l'efficacité des formations à distance (FAD) dans le supérieur est pour autant toujours aussi polémique. Dans une **méga**-analyse basée sur **16 méta**-analyses (**862** études et plus de **200 000** participants), Simard, Gauthier et Richard (2019) s'intéressent particulièrement à la question de l'efficacité selon l'état des avancées technologiques. Ils classent ainsi les résultats des méta-analyses en trois catégories d'avancées technologiques basées sur les interactions (des plus anciennes comprenant les voies directes,

[34] voir notamment le Learning Lab Network de ces « nouveaux » espaces qui favorisent l'innovation pédagogique, le développement de synergies et l'intelligence collective.
[35] https://oas.ccdmd.qc.ca/
[36] https://edubase.eduscol.education.fr/

postales et téléphonique, en passant par les technologies de l'apprentissage en ligne jusqu'à la combinaison plus avancée, hybride ou complexe de l'ancien et du nouveau) en fonction de leur effet d'ampleur respectif. Leurs résultats montrent ainsi une efficacité avérée progressive, mais surtout, de plus en plus élevée en fonction de l'utilisation de technologies de plus en plus récentes. Autrement dit, il y aurait un lien entre l'innovation et le fait d'utiliser des technologies sans cesse renouvelées et actualisées, qui aurait un effet positif sur l'efficacité des formations, d'où l'enjeu d'un accompagnement à l'innovation qui soit dans l'air du temps des pratiques technologiques les plus actuelles.

## 2.2. De l'utilité du concept d'artefact dans la perspective instrumentale

Le terme d'**artefact** est un terme polysémique qui revêt différentes significations selon le domaine dans lequel il est employé. En *archéologie* et *anthropologie*, il désigne tout objet issu d'une transformation humaine, c'est à dire non naturel. Dans le domaine de l'*ergonomie*, c'est à partir de cette définition que Rabardel (1995) choisit ce terme pour sa valeur neutre dépassant le simple cadre du monde matériel et pouvant s'appliquer aux systèmes plus symboliques. Il précise de surcroît que l'intérêt de cette notion ne porte pas tant sur la « *chose ayant subi une transformation d'origine humaine* » que sur la « *chose susceptible d'un usage, élaborée pour s'inscrire dans des activités finalisées* » (Rabardel, 1995, p. 49). Partant de ces précisions, nous allons voir dans les sections suivantes, en quoi l'approche ergonomique et instrumentale permettent de conceptualiser les rapports entre sujets et objets dans une logique utilitaire et sociale explicative de l'activité humaine.

### 2.2.1. L'approche ergonomique dans l'appropriation des dispositifs

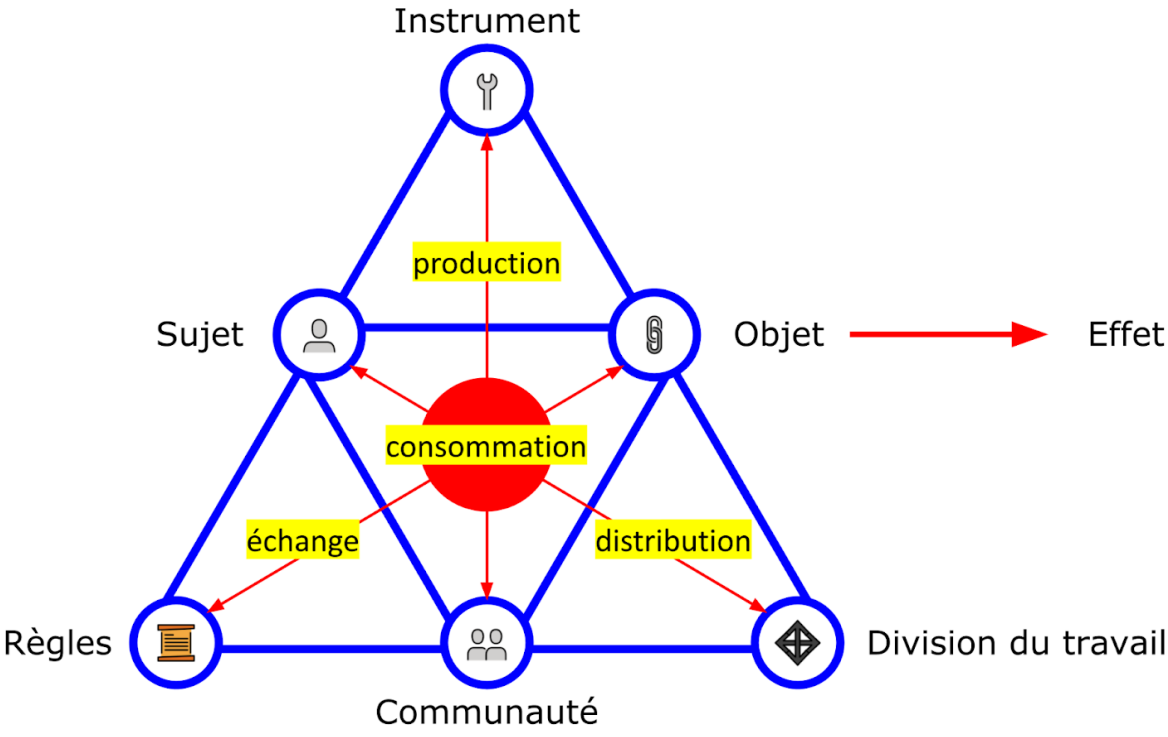
De son étymologie grecque qui associe les lois (*nómos*) qui régissent le travail (*érgon*), l'ergonomie s'intéresse aux relations entre « *l'humain et ses moyens, méthodes et milieux de travail* » d'après la définition qui est proposée lors du IV[e] congrès international d'ergonomie (**1969**). Une définition plus récente (**2000**) proposée par l'*IEA* (*International Ergonomics Association*) précise ainsi :

> « *L'ergonomie (ou Human Factors) est la* ***discipline scientifique*** *qui vise la* ***compréhension fondamentale*** *des* ***interactions*** *entre les* ***humains*** *et les* ***autres composantes d'un système****, et la* ***profession qui applique principes théoriques****,* ***données*** *et* ***méthodes*** *en vue d'optimiser le* ***bien-être*** *des personnes et la* ***performance globale des systèmes****.* »

Il existe différentes branches de l'ergonomie, de l'ergonomie physique à l'ergonomie organisationnelle jusqu'à l'ergonomie cognitive. Pour parler d'ergonomie en rapport avec des questions liées à la cognition et aux apprentissages, il convient alors de revenir sur la principale

théorie qui permet de mieux la comprendre : la théorie de l'activité (**TA**). Kaptelinin, Kuutti et Bannon (1995) relèvent de prime abord qu'il ne s'agit pas d'une théorie au sens strict du terme mais plutôt d'un ensemble de principes de base qui constituent un système conceptuel général pouvant servir à l'élaboration de théories plus spécifiques. Il s'agit donc d'un ensemble de travaux abordant de manière systémique l'activité humaine. On distingue alors plusieurs évolutions de cette théorie. Dans un premier temps, il s'agit de l'origine soviétique découlant des travaux de Vygotski (1978) avec une dimension historico-culturelle qui met en valeur le concept de **médiation** rattachant la pensée de l'individu, au sens d'une conscience subjective, avec la société dans laquelle il vit. La suite se base sur les travaux de Leontiev (1981) qui ajoute à l'individu la nature **collective** de l'activité, considérant cette dernière comme ayant sa propre structure et ses propres transformations. Enfin, c'est avec les travaux d'Engeström (1ère édition, 1987 ; 2nd édition, 2015) que sera relayé en occident la **TA**, intégrant l'activité comme un système qui associe l'individu et la communauté à laquelle il appartient pour permettre d'analyser la manière dont peuvent être atteints des objectifs collectifs. Ainsi, le modèle global de la **TA** peut se représenter par la Figure 2.10 qui reprend les différents concepts successifs, de la relation entre le sujet et l'objet, les différents éléments médiateurs entre instruments (*production*), règles (*échange*) et division du travail (*distribution*) ainsi que la communauté animée par des objets, des objectifs et des résultats.

**Figure 2.10** - La structure de l'activité humaine.




Note. D'après Engeström, 2015, p. 63

Si cette approche de l'ergonomie au travers de l'activité fait référence, il existe d'autres manières de l'aborder. L'on pourrait même parler de plusieurs ergonomies, l'une étant centrée

sur l'activité et l'autre sur la tâche. Hubault et Bourgeois (2004) font état d'un conflit qui peut exister entre les scientifiques sur ces deux approches, ils parlent de « *disputes* » et questionnent la finalité de l'ergonomie avec des réflexions qui nous renvoient à l'épistémologie, la scientificité, la réfutabilité et la multidisciplinarité en tant que dispositif d'intervention.

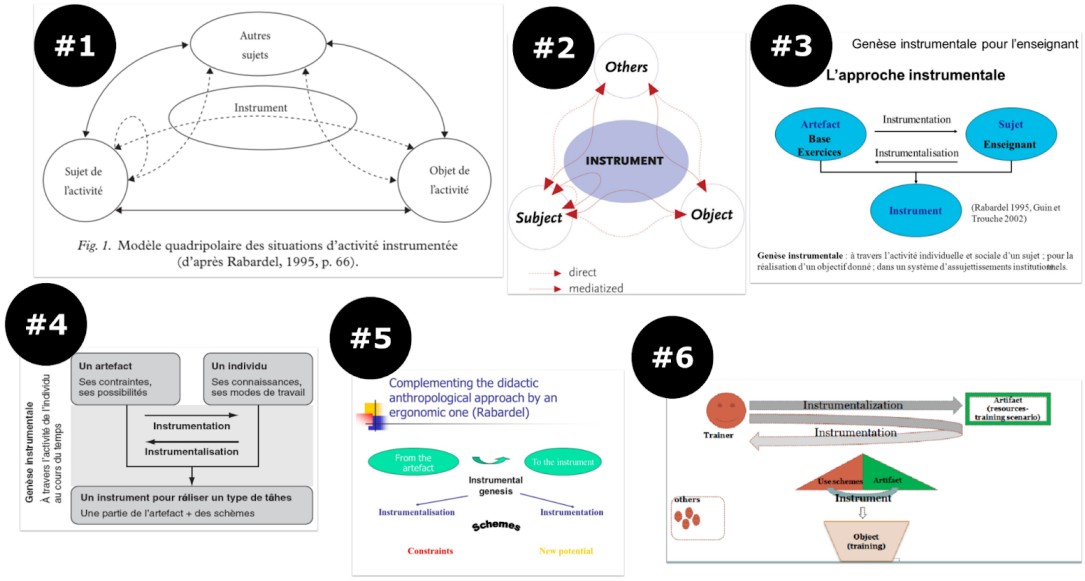
Faulx et Petit (2012) renvoient à deux courants dominants du point de vue scientifique et du point de vue des pratiques, que sont le courant « *psychosociologique* » et le courant « *ergonomique* ». En faisant une revue critique de la littérature, les auteurs relèvent ainsi dans un dialogue, les points de convergences (sur le développement de nouveaux modes d'apprentissages, le lien entre théorie et action menant à des interventions, la réflexivité sur l'action et l'apprentissage) et des points de divergences amenés à être des terrains d'échanges pour les développements futurs. Sur ces derniers points, il s'agira notamment de l'apport de la *psychosociologie* pour étudier l'ancrage groupal des apprentissages mais aussi de l'ancrage dans le travail avec les apports de l'*ergonomie* pour mieux observer, comprendre et utiliser le travail en lien avec l'ingénierie de formation. Il y aurait donc une double analyse sur le travail et les dynamiques de groupes impliquant à la fois les dimensions fonctionnelles et opératoires en lien avec les aspects relationnels et psychosociaux des situations de formation.

### 2.2.2. L'approche instrumentale

Folcher et Rabardel (2004) distinguent et examinent trois familles d'approches dichotomiques des relations entre les individus et les machines ou dispositifs techniques, matériels et symboliques que sont les artefacts : l'approche **IHM** (Interactions Humain-Machine) ; l'approche **SHM** (Système Homme-Machine) impliquant la **tâche** ; et les approches centrées sur la **médiation de l'activité** par l'usage de l'artefact (issue des théories de l'activité et des théories Piagétienne). Ces trois approches sont présentées par les auteurs comme complémentaires et plus ou moins développées conjointement selon les problématiques de recherche ou d'intervention. La perspective instrumentale de Rabardel (1995), aussi inspirée des travaux de Vygotski (1986) et de la « *zone proximale de développement* » (ZPD), propose un cadre d'analyse des activités médiées par des instruments relativement à des individus.

Nous avons cherché, au travers des figures de la littérature spécialisée sur le sujet, les différentes représentations et interprétations possibles (voir Figure 2.11) d'après les modélisations et schéma initiaux de Rabardel (1995).

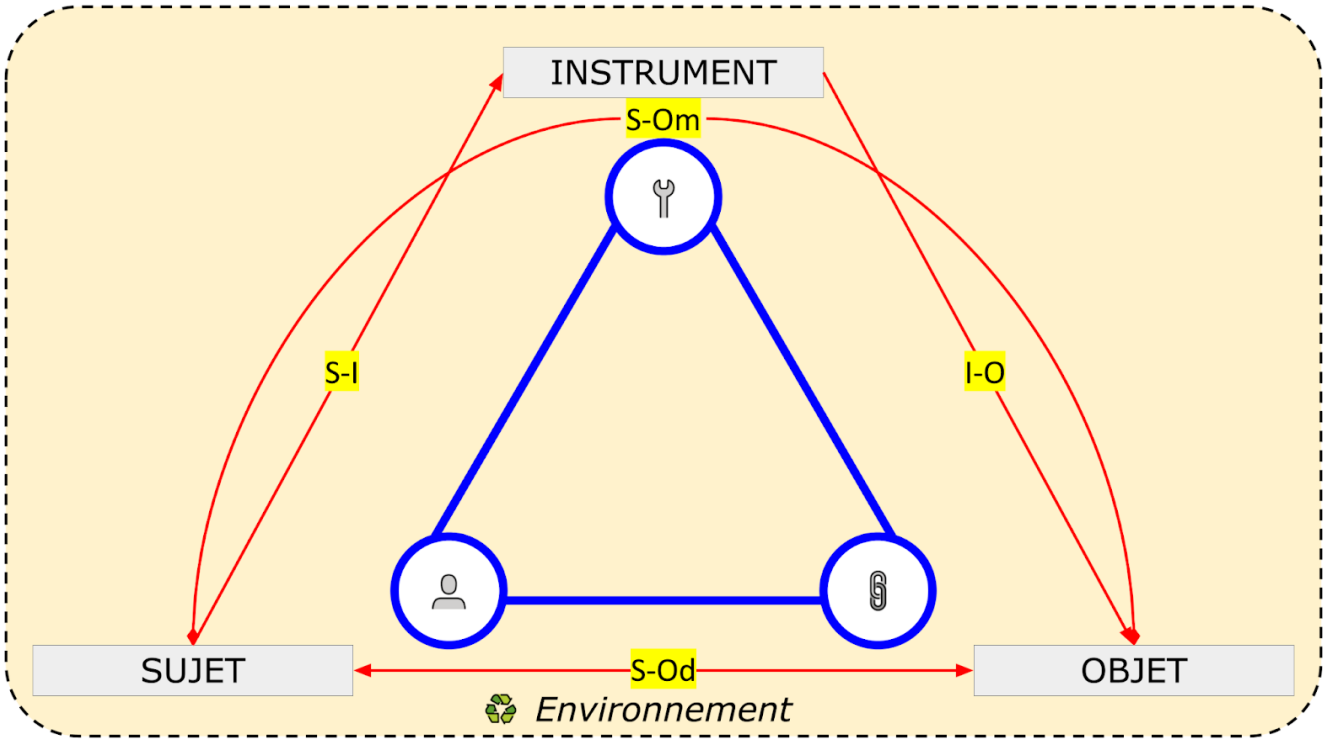
**Figure 2.11** - Diverses représentations de l'approche instrumentale.




Note. **#1** = Bationo-Tillon, Poret et Folcher (2020) ; **#2** Gourlet et Decortis (2016) ; **#3** Bueno-Ravel (2007) ; **#4** Trouche (2007) ; **#5** Artigue (2019) ; **#6** Duthoit et Mailles Viard Metz, (2011) : d'après Rabardel (1995)

Le modèle initial proposé s'appuie sur une représentation triadique des **S**ituations d'**A**ctivités **I**nstrumentées (**SAI**) avec la caractérisation pour un environnement donné des interactions entre les concepts de sujet, d'instrument et d'objet ; dont nous proposons la réinterprétation, dans la lignée des figures précédentes (voir Figure 2.12).

**Figure 2.12** - Modèle S.A.I. : la triade caractéristique des Situations d'Activités Instrumentées.



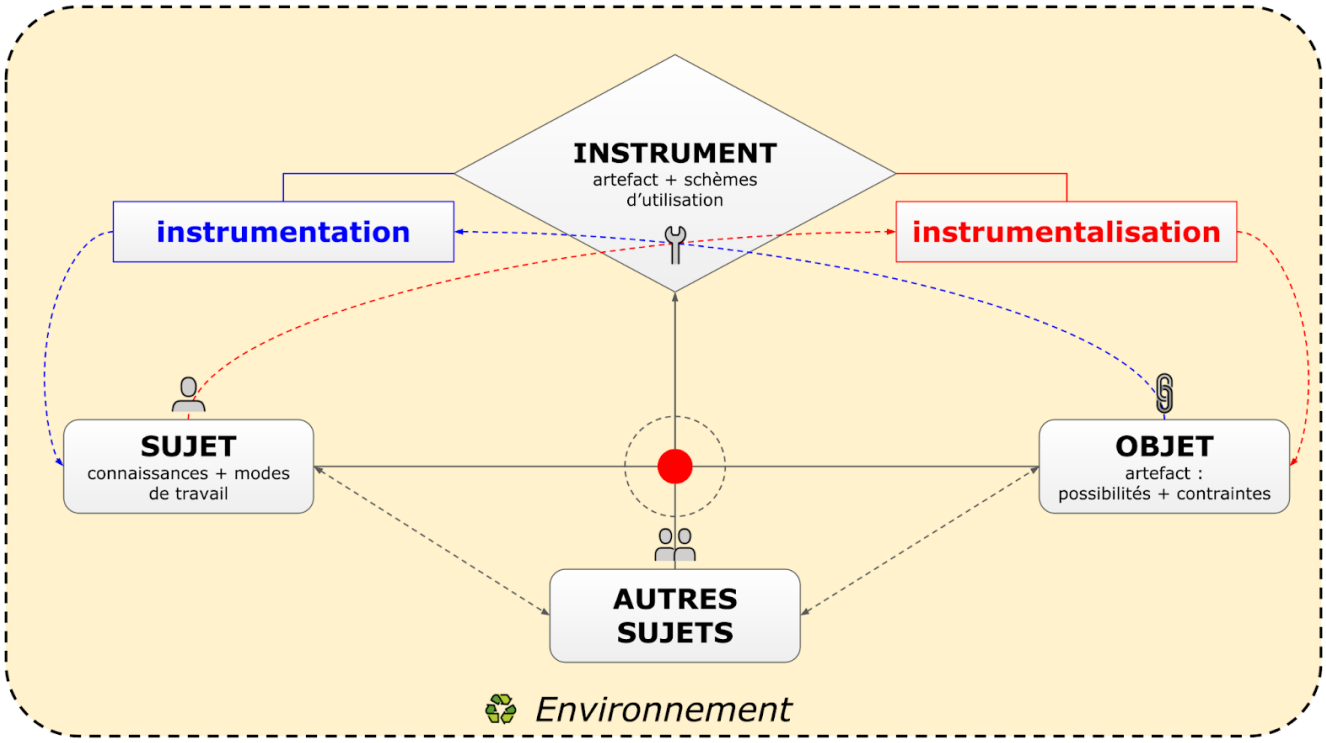

Note. D'après Rabardel et Vérillon, (1985) et d'après Rabardel (1995), p. 53

Selon ce cadre, les instruments sont définis à la fois comme des outils techniques (*artefact*) et leurs schèmes (au sens *piagétien*) d'utilisation associés. La genèse instrumentale permet de décrire au niveau le plus micro, l'appropriation d'un artefact par un sujet pour l'atteinte de but dans un contexte particulier, c'est-à-dire les instruments et leur organisation en système. Il s'agit autrement dit d'un processus doublement orienté vers l'**instrumentation** (des possibilités et contraintes techniques de l'objet au sujet) et vers l'**instrumentalisation** (des connaissances personnelles et mode de travail du sujet à l'objet) comme l'indique la Figure 2.13.

L'instrumentation revient à utiliser les outils existants pour répondre à des besoins spécifiques grâce à l'utilisation d'artefacts et de méthodologie appliqués à l'action de celui ou ceux qui les instrumentent. Elle est relative au sujet et s'oriente vers l'objet par l'émergence et l'évolution des schèmes d'utilisation, conditionnés par l'artefact.

L'instrumentalisation, proche du concept de *catachrèse*, dépasse l'usage des instruments, elle détourne, transforme et permet une appropriation des outils pour parvenir à des fins qui n'avaient pas forcément été anticipées dans l'utilisation pré-conçue. Elle est dirigée vers l'artefact et attribue des fonctions par le sujet dans une logique de détournement et de transformation qui dépasse la simple appropriation. Ce qui la distingue est l'orientation, choisie par le sujet telle que pourrait l'être une conscientisation de sa propre cognition orientée par une forme de métacognition.

**Figure 2.13** - Modèle S.A.C.I. des situations d'activités collectives instrumentées.



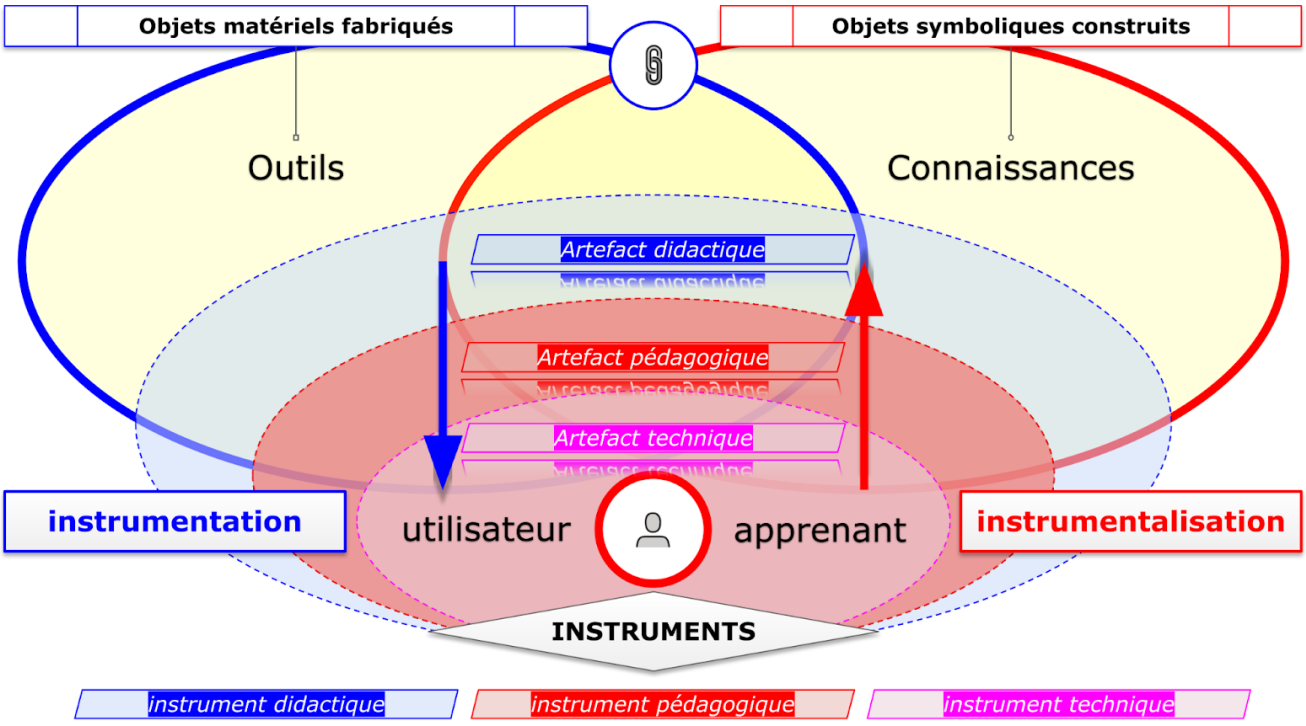

Note. D'après Rabardel (1995), p. 62

Il existe de nombreux exemples pour illustrer ce qu'implique ces cadres d'analyse, on cite parfois le tabouret (ou la chaise que l'on retrouvera aussi avec le concept d'*affordance*), Marquet (2011) développe ainsi une métaphore entre le théâtre et le cinéma, comparant ainsi la transposition d'un enseignement traditionnel à un enseignement en environnement numérique pour faire émerger le concept de « *conflit instrumental* ». Cette notion permet de dépasser la simple étude des usages en s'intéressant aux dysfonctionnements qui peuvent survenir lors de l'inadéquation possible des trois artefacts que sont les instruments didactiques, pédagogiques et informatiques portés par la situation d'apprentissage médiée (Marquet, 2015). Ces conflits peuvent concerner fréquemment la compréhension de problèmes de reproduction par des moyens numériques d'une situation classique, le choix du contenu et des ressources en lien avec le scénario et la plateforme pédagogique, ou encore lorsque le scénario correspondant à des connaissances transposables dans l'environnement informatique n'a pas encore été inventé.

Rapporté aux outils actuels, comprenant une infiniment plus fine granularité d'interopérabilité entres les services informatiques et numériques (*i.e.*, les *Drive* qui nous suivent dans les *applications*, les *plugins*, les *addons*, les *extensions*, les *intégrations*), il semble qu'il faille changer également de granularité d'observation par rapport à ce que l'on entend par « *outil* » ou « *artefact* ». L'outil informatique serait bien un artefact, simple outil du point de vue de l'humain, mais complexe du point de vue de l'artefact, comprenant une multitude d'outils instrumentables pour diverses situations. Ainsi et contrairement à la plupart des dynamiques d'ingénierie logicielle qui font évoluer les outils que nous utilisons quotidiennement à des fréquences extrêmement régulières ; il s'agirait de prendre pour métaphore, non pas un objet « simple » et « fini » comme la chaise ou le tabouret, mais de complexifier, par exemple, des objets plus polyformes, indéfinis, à forte instrumentabilité et qui rendent les cadres très variables : un *jeu de légo*, un *couteau suisse*, une *carte graphique*, un *moteur de recherche,* une *application de communication, une page blanche*... Ce faisant, l'artefact fonctionnel et ses possibilités d'utilisation multiplie les potentialités d'*instrumentalisations* que l'utilisateur pourrait y attribuer, et dont les besoins ou usages n'auraient pas forcément été anticipés par les concepteurs en termes d'*instrumentations*. La figuration sous forme de diagramme logique ou de « *Venn* »[37], permet ainsi de mieux conceptualiser dans une perspective transdisciplinaire (voir Figure 2.14), les gains d'une approche instrumentale se concentrant sur les *conflits instrumentaux* éventuels qui pourraient apparaître à l'intersection des différents objets et artefacts de situations d'apprentissage instrumentées.

[37] https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_Venn

**Figure 2.14** - Emboîtement d'artefacts dans les situations d'enseignement avec les TIC.

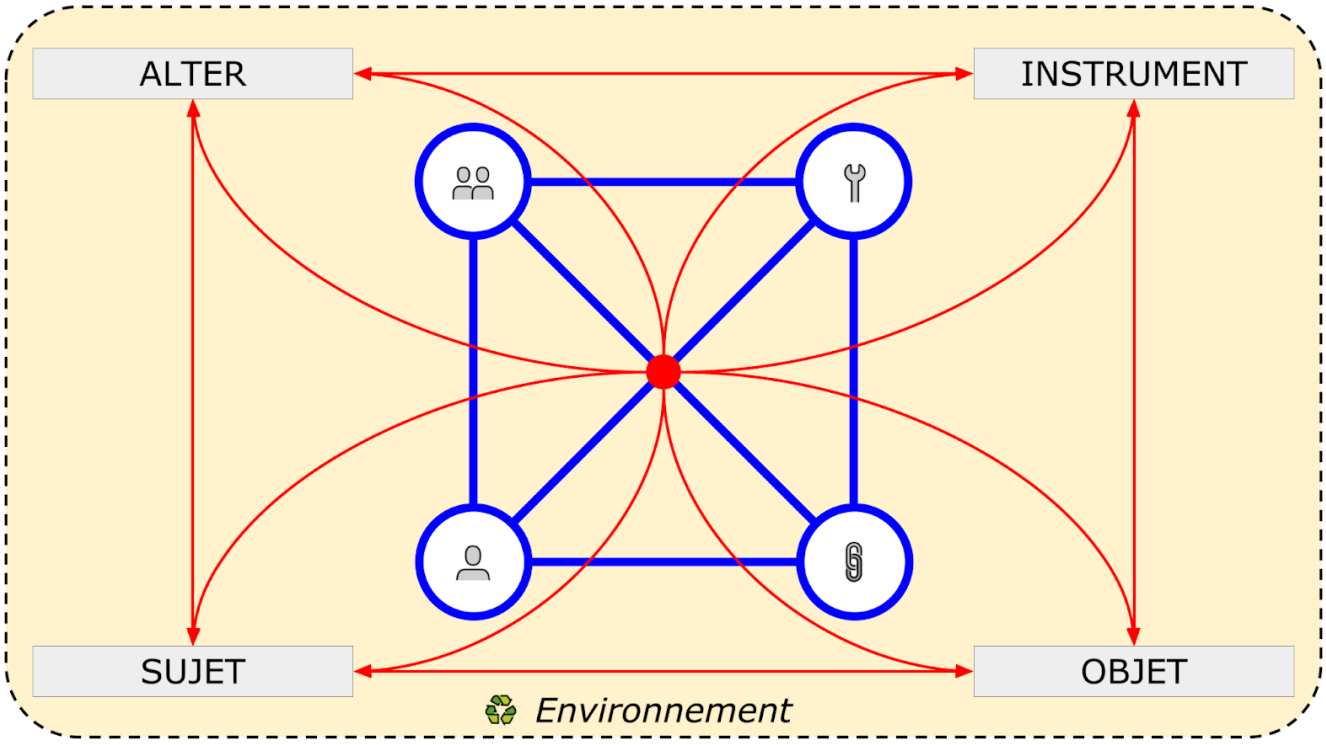



Note.D'après Marquet, 2015, en ligne

Si le modèle tripolaire SAI semble être le plus connu, nous nous intéressons particulièrement au modèle quadripolaire des **S**ituations d'**A**ctivités **C**ollectives **I**nstrumentées (**SACI**) permettant de développer les concepts de collaboration et de coopération découlant des interactions entre plusieurs sujets (« *ALTER* ») travaillant ensemble. Notons ici que dans une logique de fidélité de représentation *gestaltique* (liée à la forme), nous avons préféré figurer ce modèle sous la forme d'un carré, puisqu'il s'agit d'un modèle quadripolaire, et non d'un triangle avec une entitée « *ALTER* » flottante — et ce, afin de ne pas minimiser la complexité croissante des relations à observer dans un tel modèle impliquant le sujet et les autres, autour de l'utilisation d'artefacts en lien avec une activité ou un objet finalisé (Figure 2.15). Cette figure à l'apparence d'un « dé » ainsi réinterprétée, dénote peut-être la variabilité du hasard dans ce type de situations, laissant place à une forme de chaos déterministe[38] dans lequel il serait impossible d'établir des prédictions à long terme, tout en obtenant des résultats sans cesse différents. Un des objectifs serait alors de tenter d'identifier des invariants, afin de contrôler davantage les conditions initiales au travers d'interventions humaines et instrumentales dans le cadre d'activités d'apprentissage.

**Figure 2.15** - Modèle quadripolaire des situations d'activité instrumentée.

[38] Nous faisons ici référence à la *Théorie du chaos* en Sciences mathématiques, voir l'illustration par l'exemple du double pendule dont les comportements bien déterministes (lois *newtoniennes*) restent néanmoins imprédictibles. Supposer que les « lois humaines » seraient ainsi plus prédictibles (au sens de variables indépendantes), bien que cela soit relativement admis, semble pouvoir être discutable.




Note.D'après Rabardel, 1995, p. 66 ; Folcher et Rabardel, 2004, p. 256

Inspiré de l'approche instrumentale et appliqué à la formation, les travaux de Bourriquen *et al.* (2006), David *et al.* (2007), Mailles Viard Metz (2009) visent à l'identification et l'exploration de situations d'apprentissage collectives et instrumentées dans une période d'émergence des plateformes éducatives, et notamment leur utilisation par les acteurs concernés (concepteurs, tuteurs, apprenants). La SACI y est définie « *comme une situation pédagogique avec un objectif d'apprentissage (de connaissances et/ou de compétences), des acteurs identifiés, une durée et un mode d'évaluation des apprenants* » (Bourriquen et al. 2006). Dans les perspectives futures issues de ces travaux exploratoires, il est question d'un accompagnement à la scénarisation pédagogique pour la mise en œuvre d'activités collectives pouvant faire l'objet d'expérimentations en situations semi-contrôlées afin d'extraire des scénarios pédagogiques de type SACI qui soient réutilisables.

### 2.2.3. Le concept d'affordance et les environnements d'apprentissage

L'origine du concept d'affordance est associé aux écrits de Gibson (2015) et notamment la définition la plus reprise issue de la première édition de « *The Ecological Approach to Visual Perception* » en 1979 dont nous fournissons un extrait : « *Les affordances de l'environnement sont ce qu'il offre à l'animal, ce qu'il lui procure ou lui fournit, en bien ou en mal. Le verbe "offrir" se trouve dans le dictionnaire, mais pas le nom affordance. Je l'ai inventé. J'entends par là quelque chose qui fait référence à la fois à l'environnement et à l'animal d'une manière qu'aucun autre terme existant ne le fait. Il implique la complémentarité de l'animal et de l'environnement.* » (Gibson, 2015, p. 119, trad.

libre). Pour Gibson, fondateur de la *psychologie écologique* (science située entre l'éthologie, la géographie humaine et la psychologie), il s'agit ainsi d'étudier un phénomène cognitif considérant l'environnement dans lequel il se produit en proposant une approche empirique radicale de la perception et de l'action centrée sur la « *perception directe* » des environnements naturels (Chong et Proctor, 2020). Ces derniers auteurs retracent alors l'évolution du concept au travers des différents chercheurs en psychologie expérimentale qui ont depuis fait sensiblement varier l'interprétation de ce concept dans une approche parfois plus simpliste et adaptée aux besoins pratiques des disciplines qui l'utilisent. Gibson (2000a, 2000b) s'intéressera alors par la suite aux affordances dans le cadre des apprentissages et du développement des enfants, faisant ressortir les liens entre processus de perception (*qu'est-ce qui est perçu*) et l'information (*quelle information permet de percevoir*) et distinguant les dynamiques de différenciation et de sélection dans ce contexte, plutôt que d'addition ou de construction à partir de plus petites unités cumulées. En ce sens, il y aurait ainsi un lien possible entre exploration, apprentissage et affordance. Dans le design et l'ergonomie des interfaces, par exemple, on peut alors citer les travaux de Norman, psychologue cognitif avec un bagage d'ingénieur, connu pour ses livres « *The Psychology of Everyday Things* » (1988) renommé par la suite « *The Design of Everyday Things* » (1990-2002-2013) ou encore « *The Design of Future Things* » (2007-2009).

Norman (1988) précise, relativement aux principes d'ergonomie des interfaces, qu'un « objet » (*i.e.*, ici au sens de produit issu d'une conception) doit pouvoir suggérer sa propre utilisation de la manière la plus intuitive possible, faisant de l'affordance un concept se référant aux propriétés perçues et réelles des objets. L'un des points clés de Norman concernant les affordances, est d'avancer l'idée que si les affordances — c'est-à-dire les actions possibles ou les interactions potentielles — sont incontournables dans la perception directe, elles ne sont pas suffisantes et doivent se compléter par ce qu'il appelle des « *signifiers* », soit le moyen de communiquer la potentialité pour indiquer où l'action doit prendre place (Norman, 2013). Prenant l'exemple de « *designers* » exprimant l'idée de mettre en place une affordance sur un écran en plaçant un cercle pour indiquer qu'il faut toucher ou cliquer à cet endroit, Norman distingue ainsi ; en disant qu'il ne s'agit pas simplement d'une affordance, car l'interaction est possible sur l'entièreté de l'écran (si l'on considère l'affordance du périphérique informatique) et le cercle indique précisément où l'action doit se produire (si l'on considère l'affordance de l'interface, qui comporte probablement d'autres actions en puissance), il s'agit là du concept qu'il nomme « *signifier* ». On pourrait ainsi transposer cet exemple qui insiste sur la simultanéité dans le cadre d'un enseignement : un cours magistral composé d'un contenu et de savoirs ne signifie pas automatiquement et directement à l'apprenant ce qui doit être appris. Pour percevoir l'objet de l'apprentissage, il s'agirait aussi d'indiquer où et comment ce savoir peut être appris et le scénario serait ainsi une manière de dessiner ce chemin dans l'espace et le temps de l'*apprenance*. Notons également que les affordances ne se limitent pas aux objets physiques ou psychologique et que l'on peut aussi faire le parallèle avec la **cognition distribuée** entre

humains/objets et humains/humains pour réaliser des tâches complexes dans un système cognitif distribué en réseaux sociaux, de telle manière que les processus et communications internes puissent être directement observables au sens de Hutchins (1995). Niveleau (2006) conforte également ce sens étendu de l'affordance au-delà de l'approche objectiviste de Gibson, en le rapportant notamment aux origines allemandes pré-gibsonnienne d'un concept plus subjectiviste dans la psychologie de la *Gestalt*. Par exemple, Werner (1926, cité par Niveleau, 2006) remarque que les analyses psychologiques ont tendance à séparer les processus cognitifs, affectifs et conatifs de la notion des « *objets d'action* » ou « *objets-signaux* » ; ou Lewin (1936, cité par Niveleau, 2006) qui élabore le concept de valence des objets et propose une formule permettant de passer des principes topologiques de psychologie à un cadre conceptuel de représentation et de mesure des forces psychologiques (*i.e.*, *valence, région, force, champs de forces et tensions*).

Si l'on rapporte maintenant ces apports dans le cadre de la formation en ligne, avec des instruments et des technologies, Simonian *et al.* (2019) réalisent une étude comparative permettant de montrer notamment l'importance des facteurs écologiques de situations pédagogiques définies par un scénario. En effet, en comparant des étudiants de deux groupes en sciences de l'éducation, suivant une formation dans un même « *environnement numérique d'apprentissage* » (p. 8, ENA), avec les mêmes outils (*mail, tchat, forum, réseaux sociaux, visioconférence*) et en administrant le questionnaire **ERICA** ainsi qu'un questionnaire destiné à identifier l'affordance des instruments utilisés, les résultats semblent montrer le déploiement de stratégies de corégulation plus importantes liées aux outils ; et ce, lorsque le scénario offre plus de liberté ou lorsque le tuteur exerce moins de directivité dans l'autogestion de l'activité. Autrement dit, de la scénarisation pédagogique peut participer la perception des ENA pour leur utilité perçue par les étudiants, ainsi que leurs stratégies de régulation qui les incitent à se coréguler plus naturellement via les outils lorsque les conditions les y invitent.

## 2.3. Les typologies d'outils pour les usages pédagogiques

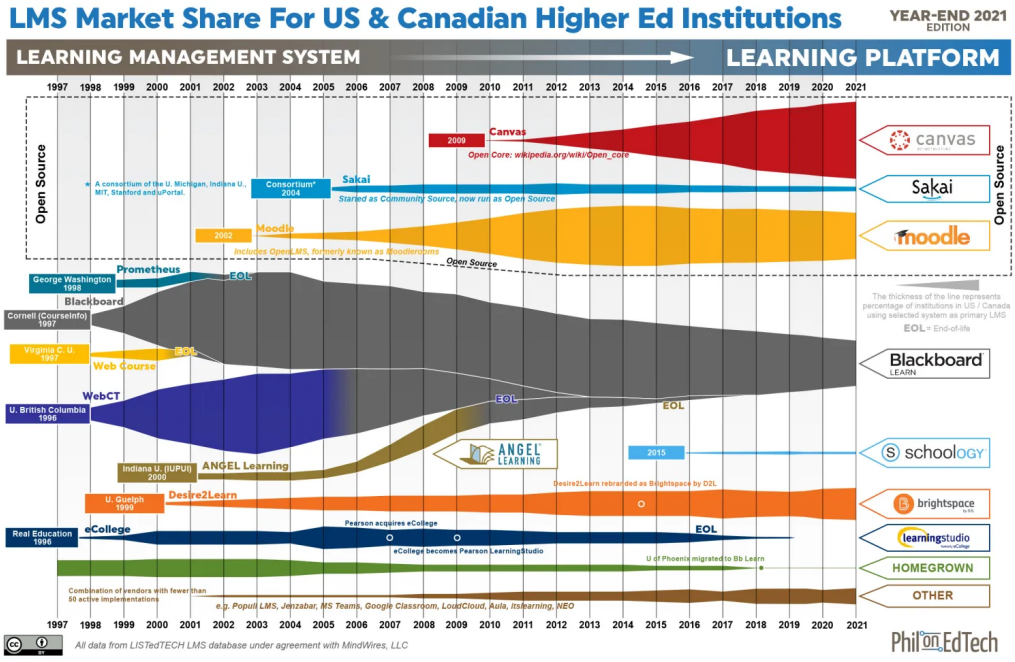
### 2.3.1. Les plateformes et outils pédagogiques activables

Il va sans dire qu'il existe actuellement des centaines voire des milliers d'outils pouvant être utilisés pour des usages pédagogiques. Certains de ces outils sont spécifiquement dédiés à cette fonction, comme les LMS (*Blackboard*[39], 1997 ; *Moodle,* 2002 ; *Sakai*[40], 2005 ; *Canvas*[41], 2008). Actuellement, on estime que *Canvas* représente **34**% du marché des LMS open source sur le continent nord américain (États-Unis + Canada), suivi de *Moodle* à **21**% et *Blackboard* en chute à

[39] https://www.blackboard.com
[40] https://www.sakailms.org
[41] https://www.instructure.com

**20**% (voir Figure 2.16). Notons que sur le marché européen, latino-américain et océanien, *Moodle* représente plus de **50**% des LMS utilisé dans l'enseignement supérieur.

**Figure 2.16** - Tendances des usages de LMS aux États-Unis et au Canada.



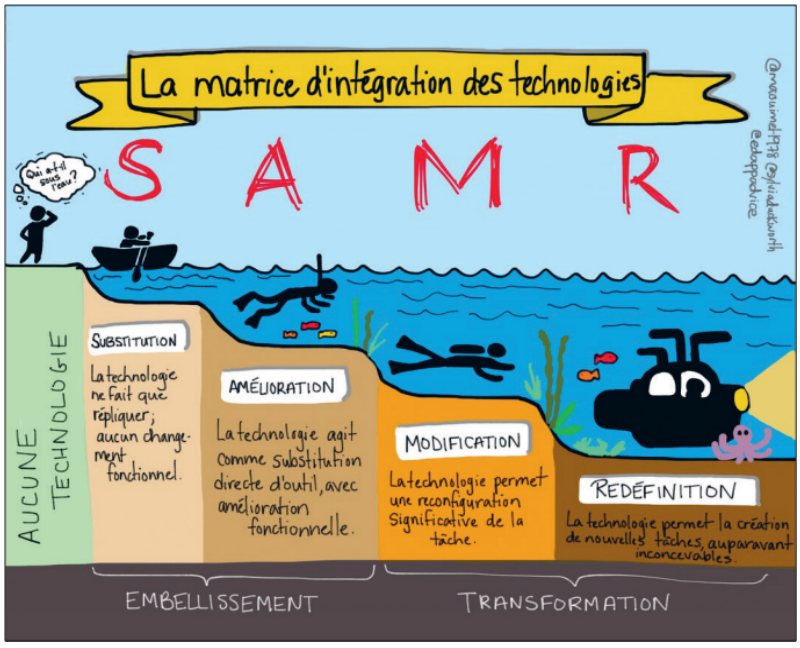

D'autres types d'outils complémentaires, intégrables, intégrés, sont plus ou moins prévus ou détournés pour des activités plus spécifiques (*Padlet*, *Pearltrees*, ...), comme l'usage de *Discord* en tant qu'instrumentalisation de la communication pendant le premier confinement lié à la crise sanitaire de 2019 (Messaoui, 2020) par exemple. Ces *pratiques*, pas toujours officiellement documentées, relèvent pourtant de ce qui se fait sur le terrain, parfois à titre « *expérimental* », ou parce que cela semble plus approprié à des usages contemporains et actuels. L'objectif de cette section est de tenter de dresser un bref panorama des *outils activables* en vue de leur décomposition fonctionnelle pour justifier des besoins. Il faudrait pour ce faire, établir une typologie d'*outils* capables d'intégrer *les pratiques et usages numériques*, au sens large.

Mailles Viard Metz (2015), propose une classification en quatre catégories pour identifier des outils au service des différents processus contribuant à l'autonomie dans les apprentissages universitaires. On y distingue ainsi des outils de **communication** (*e.g.*, synchrone, asynchrone), des outils de **partage** (*e.g.*, blog, e-portofolio, tableaux blanc), des outils de **production** (*e.g.*, de texte, de dessins, de schémas) et des outils de **gestion de la tâche**. Ces derniers amènent la notion d'**E**nvironnement **P**ersonnels d'**A**pprentissage (**EPA**, parfois **EAP** ou **PLE** pour ***P**ersonal **L**earning **E**nvironment)* insistant sur la dimension de personnalisation d'environnements composés de plusieurs outils plus ou moins interopérables. Ceci nous amène également à considérer les **PLN** (***P**ersonnal **L**earning **N**etwork*), une notion qui semble plus développée outre Atlantique, peut-être dûe à leur avance en matière des réseaux sociaux (Goria *et al.*, 2019).

Après avoir passé en revue les évolutions technologiques et fonctionnelles de la fin du **XX**e siècle à nos jours, Seralidou et Douligeris (2015) reportent une typologie similaire dans le cadre des **CSCL** (*Computer-Supported Collaborative Learning*[42]) en distinguant des outils dans des environnements liés à l'organisation de la classe, des environnements virtuels en 3D (*Secondlife*, *Opensimulator*), des environnements de communication, ceux qui sont en lien avec le cloud computing (impliquant une utilisation synchrone comme *Google Drive*).

Un autre modèle, plus généraliste et sur une approche d'évaluation de processus (voir Figure 2.17) classifie l'intégration du numérique dans l'éducation, il s'agit du modèle **SAMR**, pour **S**ubstitution, **A**ugmentation, **M**odification, **R**edéfinition (Levy, 2017).

**Figure 2.17** - Matrice d'intégration des technologies selon le modèle SAMR.




Ces classifications montrent éventuellement que ces outils se retrouvent souvent dans plusieurs catégories en même temps, la plupart des outils de LMS ou d'applications en ligne ayant par exemple leurs propres mécaniques internes de communication qui transitent secondairement par email ou autre types de notifications (*push*) plus ou moins directes (application de bureau ou mobile).

Heutte *et al.* (2014) étudient dans ce contexte de technologies numériques, les déterminants psychologiques potentiellement explicatifs de la motivation, de la persistance et du *flow* dans l'usage de jeu sérieux (ou *serious game*), montrant la pertinence des concepts clés de la motivation pour contribuer à la conception d'un environnement optimal d'apprentissage.

Une autre étude d'une approche plus qualitative, sur les apprentissages collaboratifs, croise les PLE et le concept de *Personal Learning Network* (Harding et Engelbrecht, 2015) permettant de

[42] https://www.springer.com/journal/11412

faire émerger plusieurs bénéfices et variables collectives liés à l'utilisation appropriée des LMS et de *blended learning* dans le cadre de *TEL* (*Technology Enhanced Learning*) : la « *motivation liée au but commun* », le « *sentiment d'appartenance* », les « *opportunités de communication* », la « *liberté d'expression* », l'« *exposition à différentes perspectives* ». L'étude mentionne également l'utilisation de plusieurs outils, faisant partie intégrantes des usages des véritables environnements *personnels* ou *personnalisés* des apprenants cyber-existants au monde actuel. Nous voyons ici comme des pistes d'appréciations d'éléments de mesure liés intrinsèquement à des aspects collectifs (qui n'auraient pas ou peu de sens en dehors d'un groupe et d'une pratique spécifique) et la perspective d'y sonder une perception de corégulation commune dans des apprentissages en groupe. Cependant, sur la donnée qu'il est impossible de recueillir en dehors du cadre et de la protection éthique et institutionnelle, il peut s'agir pour la recherche, d'angles morts ou de boîtes noires obscurcissant littéralement la compréhension possible des phénomènes profonds à l'œuvre dans les EPA**,** au sens étendu et non prescriptible de l'appropriation complexe, intime et personnelle des individus. Ces outils, quant à eux, se satisfont allègrement de l'exploitation des données sous couvert d'une formalité de case cochée, il s'agit d'applications de communication et de collaboration mobiles ou de bureau de nos jours plus que communes dans les usages du quotidien : *WhatsApp, Facebook, Google Drive, Dropbox, Google Doc, Skype, etc*.

Notons aussi que l'objectif de ce qui est développé sous l'appellation d'**ENT** (**E**nvironnement **N**umérique de **T**ravail) au niveau institutionnel dans les structures de l'enseignement en France, a justement pour but d'harmoniser les différents outils numériques au sein d'un environnement commun qui puisse répondre aux exigences maintenant élémentaires, de travail à distance et d'outils collaboratifs synchrones, asynchrones (Billouard-Fuentes, 2009).

En synthèse, nous nous appuyons sur la matrice espace-temps (voir Tableau 2.1) dans le domaine des groupware (collecticiel) et des CSCW (Johansen, 1988 ; Ellis *et al.*, 1991 cité par Chen, 2015, p. 20) qui nous invite à remettre en perspective les outils dans les dimensions les plus primaires de temporalité, de spatialité et d'informations liées à l'appréhension humaine de l'usage.

**Tableau 2.1** - Matrice temps-espace de classification des collecticiels.

| « temps » / « espace » | **synchrone**<br>(même temporalité) | **asynchrone**<br>(différentes temporalités) |
|---|---|---|
| **co-localisation**<br>(même espace) | Interactions face à face<br>Écrans d'ordinateurs publics ; Salles de réunion électroniques ; Systèmes d'aide à la décision du groupe | Interactions à distance<br>Systèmes de conférence de bureau à vue partagée ; Conférences de bureau avec des éditeurs collaboratifs ; Vidéoconférence ; Espaces médias |

| | | |
|---|---|---|
| **distanciel**<br>(espaces différents) | **Tâche en continu**<br>Salles d'équipe ; Affichages de groupe ; Logiciel de groupe de travail en équipe ; Gestion de projet | **Communication + coordination**<br>Emails ordinaires ; Tableaux d'affichage des conférences asynchrones ; Systèmes de messagerie structurés ; Gestion du flux de travail ; Contrôle de version ; Planificateurs de réunions ; Hypertexte coopératif et mémoire organisationnelle ; Wiki |

Note. D'après Johansen (1991), p. 221

### 2.3.2. Vers une granularité plus fine d'éco-systèmes de fonctionnalités

En réponse à ces problématiques émergentes de classification d'outils, de plateformes, d'interopérabilité de services et de données, d'environnements et de fonctionnalités associées, correspondant à des besoins et catégories identifiés dans la littérature, il nous semble apparaître une complexité et une granularité d'analyse technico-fonctionnelle nécessaire, pouvant s'apparenter à une démarche de *designer* au sens large (*i.e.*, avec des compétences en IA, *information architecture* + UI, *user interface* + IxD, *interaction design* + UX, *user experience*). Notamment, cette dimension d'expérience utilisateur (UX) qui modélise des parcours et amènent les concepteurs d'outils et de produits à concevoir des services répondant à des besoins de plus en plus identifiables.

Si nous prenons ainsi une douzaine de plateformes numériques actuelles plus ou moins représentatives des usages que nous avons vu jusqu'ici dans le domaine des possibles (*e.g.*, *Discord, Facebook, Google Drive, Miro, Moodle, Padlet, Pearltrees, Skype, Slack, Trello, WhatsApp, Zoom*) et que nous les croisons avec quelques-unes des typologies que nous avons rencontrées (*i.e.*, *liées à la communication, au partage, à la production, à la tâche, en asynchrone, en synchrone, avec une dimension sociale, ou permettant des logiques de substitution, augmentation, modification ou redéfinition*), il est difficile de trouver un véritable critère différenciant, si ce n'est dans la dimension open source ou non des outils choisis et leur accessibilité, ergonomie et expérience utilisateur (UX).

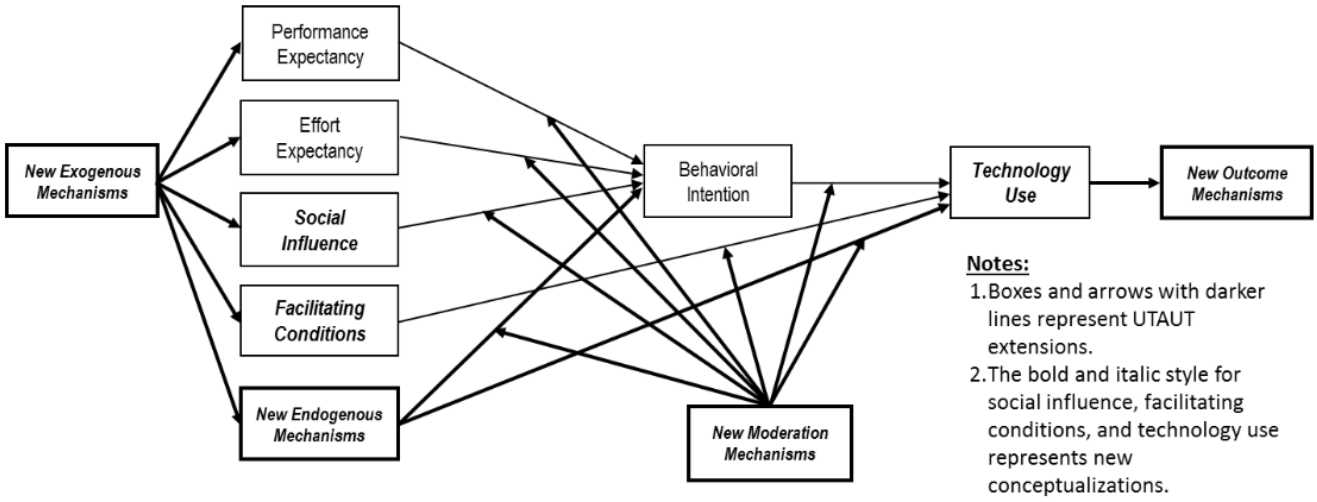
L'autre critère différenciant que l'on pourrait distinguer malgré son homogénéité apparente, c'est l'interopérabilité : ces outils ou plateformes qui sont interopérables avec un autre outil ou une fonctionnalité, externe et en réseau (la quasi totalité des outils précités en exemples étant interopérables entre eux : on se connecte avec un compte commun, on importe des données, on intègre certaines dans d'autres ou on les renvoient par des liens les unes entre les autres).

Ce sont les éco-systèmes numériques, ces architectures plus ou moins visibles, parfois représentées et intégrées par des systèmes de *plugins*, d'*addons*, d'*extensions* ou dans le domaine plus commercial, de *marketplace*, d'*apps center* et autres noms personnalisés (*i.e.*, les *Power-ups*

de *Trello*, le *Marketplace* de *Miro*, les *apps* de *Google Drive*, les *plugins* de *Moodle*[43]). Il apparaît ainsi qu'il est à l'heure actuelle, des éco-systèmes numériques, interopérables entre entre-eux et formant de nouveaux méta-outils, méta-espaces d'apprentissage personnalisés, interconnectés, hybridés, tout le temps synchronisés ou synchronisables. Tout outil en ligne pouvant rentrer dans le cadre instrumentable de technologies pour les apprentissages semble disposer dans ses fonctionnalités communes, *by design* (*i.e.*, « de par l'ingénierie de sa conception ») : de possibilités, d'affordances fonctionnelles de communication, de partage, de production, de gestion de tâches, d'organisation visuelle et d'interaccessibilité des matériaux informationnels produits ; une distribution synchrone et asynchrone des données et des interactions possibles ; et des dimensions de substitution, augmentation, modification, redéfinition, dans l'usage des technologies que nous faisons évoluer régulièrement par des mises à jour ou *redesign*.

D'autres approches pourraient également consister à réaliser des études et enquêtes sur l'appropriation des dispositifs numériques dans le cadre d'activités, en invoquant des méthodes issues de la recherche sur l'expérience utilisateur et des modèles d'acceptabilité tels que le **TAM** (*Technology Acceptance Model*) ou l'**UTAUT** (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) qui font encore référence dans le domaine des systèmes d'information (SI ; Venkatesh, Thong et Xu, 2016). Dans ce dernier article de Venkatesh *et al.* (2016), les auteurs réactualisent leur modèle multidimensionnel, en intégrant sous la forme de nouveaux mécanismes variateurs (voir Figure 2.18), les critiques formulées par Bagozzi (2007) sur le manque de finesse d'une approche trop simpliste qui excluait des déterminants tels que l'influence des groupes sociaux, des émotions ou des mécanismes de régulation humains.

**Figure 2.18** - Extensions du modèle UTAUT.

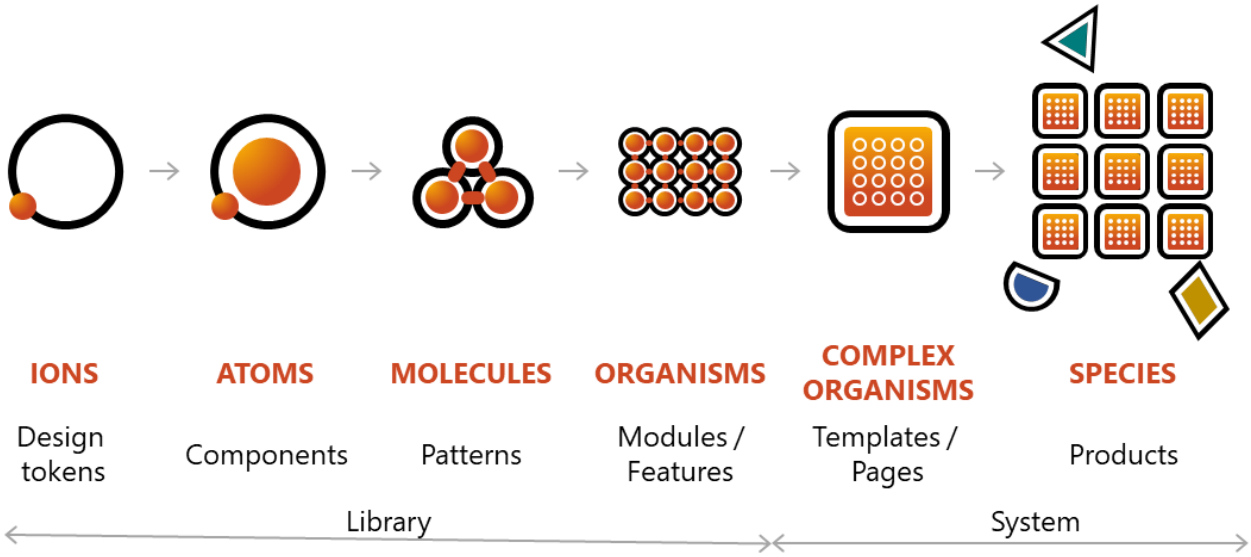



Note. Venkatesh *et al.*, 2016, p. 335

[43] https://trello.com/power-ups ; https://miro.com/marketplace ; https://chrome.google.com/webstore/category/collection/drive_apps ; https://moodle.org/plugins

À ce stade, nous pourrions être tenté de réaliser l'exercice d'une classification fonctionnelle et interactionnelle d'un point de vue artefactuel, instrumental et comportemental. Cet exercice nous conduirait peut-être ainsi à croiser d'autres domaines de l'ingénierie des systèmes, notamment dans le *design* et la conception d'interfaces humain-machine (IHM). Un exemple d'approche systémique en décomposition fonctionnelle de granularité fine pourrait être celui du livre consultable en ligne sur l'*Atomic Design* (Frost, 2010 ; Figure 2.19) ou avec des applications plus concrètes comme le *Material Design* (*language*) de *Google*.

**Figure 2.19** - Décomposition fonctionnelle d'outils en niveaux atomiques.




Note. D'après Frost, 2010, *Chapter 2. Atomic Design Methodology*, en ligne

Nous proposons une synthèse dans une représentation visuelle (Figure 2.20) d'une typologie d'outils non linéaire permettant de s'écarter de l'approche d'une classification fonctionnelle et technique des outils informatiques pour intégrer la nature des plateformes complexes que nous utilisons aujourd'hui et qui répondent à de multiples besoins et activités en simultanée ou en interopérabilité ; et ce, sans toujours être directement en lien avec la tâche ou l'activité en question (d'apprentissage ou de travail).

**Figure 2.20** - Typologie d'outils basée sur les activités et l'interopérabilité des plateformes.




En revenant sur cette notion d'activité et d'analyse de l'activité, telle que Albero (2013) la décrit en la rapportant à une double exigence : « *A) axiologique en termes des conditions éthiques de cette élaboration et de recevabilité des connaissances par les acteurs ; B) praxéologique en termes d'efficacité opératoire de ces connaissance sur le terrain de l'action* » (p. 110). Cette notion, *a priori* simple de l'activité, est en fait très polysémique, et revêt différents sens dans diverses disciplines (l'activité au sens *psychologique*, *ergonomique*, l'activité au sens de *Moodle,* l'activité au sens de l'*apprentissage* ou de la *situation instrumentale…).* Nous proposons ainsi d'objectiver cette activité au sens des SACI de Rabardel (1995), avec plusieurs caractéristiques et typologies de données qui leurs sont propres et transverses à la fois :

- la production de traces de l'activité informatique (*e.g.,* logs)
- la production de traces de l'apprentissage (*e.g.,* learning analytics, LA)
- la production d'objet de représentation de l'activité mentale (*e.g.,* cartes mentales, CM)
- la production d'un produit ou résultat analysable (*e.g,* un projet, un prototype, un rendu)
- la valorisation des productions (*e.g.,* e-portfolios)

Si l'analyse de cette activité s'avère possible, dans des conditions éthiques, légales et techniques favorables (Romero, 2019), il serait ainsi possible de les exploiter et de les combiner avec d'autres types d'analyses (quantitatives, qualitatives, autorapportées, autotracées, mixtes). Ces potentialités d'analyse pourraient ainsi offrir un vecteur de réflexivité sur l'objet numérique

et les usages et pratiques qui en découlent dans l'observation d'individus concentrés sur une tâche dans des activités en situations naturelles et contextes écologique et pédagogique.

## Conclusion

Ce chapitre, point de pivot entre l'*individu* motivé et le *collectif* instrumenté, s'est principalement attelé à la question de cet objet de connaissance, l'apprentissage, l'objet de médiation ou remédiation, l'artefact, l'instrument ; pour finalement glisser vers les multiples spatialités et multiples modalités dans de multiples temporalités combinées. À partir de théories nombreuses et diverses sur l'éducation dont la tendance porte vers l'inclusion et l'ouverture sociale et collective, nous avons fait l'état de l'art des pratiques actuelles fortement influencées par l'usage des technologies et dont l'accompagnement au changement se fait par une professionnalisation et une hyperspécialisation de domaines tels que l'ingénierie de formation, l'ingénierie pédagogique, l'informatique, l'ergonomie et le *design*. Nous retenons ainsi principalement ce cadre de genèse instrumentale, ces modèles d'observation de situations d'activités collectives et instrumentées (SACI), ainsi que de ce que confère la trace à la donnée dans des environnements numériques capables de rendre compte de l'activité instrumentale, comportementale, et presque mentale des individus. À la lumière de cette « *artefactualisation* », symbole de questions théoriques intégrées dans des objets concrets (Monnin, 2009) ou de « *re-artefactualisation* » (Monnin, Halpin, 2012) actualisée de l'omniprésent et du « tout numérique », nous avons également émis l'hypothèse d'un manque de granularité et de transparence dans la définition des outils ou affordances techniques instrumentant les apprentissages dans toutes ses dimensions ; ainsi que des difficultés, limites, failles et défis qui subsistent à cette éventualité de pouvoir analyser toutes les données de n'importe quel cadre étendu d'apprentissage (incluant ceux qui échappent au contexte institutionnel, à l'éthique ou à l'ouverture et à la transparence du traitement des données pour la recherche en éducation).

Dans le chapitre qui suit, nous allons maintenant porter notre attention sur la finalité visée de ces activités, partant des individus en situations d'apprentissage ; tissant des liens et laissant des traces au travers d'environnements numériques ; vers la combinaison, l'entremêlement éventuel des conditions de l'émergence d'IC.

### EN RÉSUMÉ 2 / 9

➔ Après avoir passé en revue les grands courants des **théories de l'éducation** et les diverses **approches** possibles (*e.g., psychosociales, cognitives,*

*comportementales, humanistes, académiques, sociales, technologiques*), nous nous situons plus précisément dans le contexte des **EIAH**.

- ➔ Dans ce contexte pédagogique, les approches, concepts et modèles intégrant les **technologies** et les **ingénieries** qui les **accompagnent** pour l'évaluation et la qualité des apprentissages sont développées.
- ➔ L'**évaluation** relève d'un processus complexe aux multiples **interdépendances** (*e.g., formatives, sommative, académiques, administratives, politiques*) qui peut prendre différentes **formes** (*e.g., auto-, co-, hétéro-, co-évaluation*) au travers de différentes **approches** (*i.e., APC et compétences*) et **scénarisations pédagogiques**.
- ➔ L'approche et la genèse instrumentale de **Rabardel** (*i.e.,* **TA** + instrument) sont mobilisées comme cadre d'analyse des situations, faisant appel à la notion d'artefact, à l'ergonomie et l'ergonomie cognitive, ainsi que le concept des affordances dans une perspective distribuée (*i.e.,* en réseau).
- ➔ Le modèle des **SACI** semble suffisamment à même de capturer la complexité systémique de ce que nous cherchons à observer au travers d'**EIAH** pour soutenir l'**efficacité collaborative** et l'**émergence** d'**IC**.
- ➔ Les **instruments** ou **outils numériques** sont passés en revue au travers de différentes **typologies** qui les classifient selon diverses **approches**, soulevant que les phénomènes de **plate-formes** et d'**interopérabilité** des **services** nous amènent à une catégorisation plus granulaire, appréciable et appropriable de **fonctionnalités** répondant à des **besoins** spécifiques des sujets qui apprennent et travaillent ensemble.

# CHAPITRE 3

# 🔗 Du *cyberespace pro social* à l'IC

## ▶️ Introduction

Dès lors que l'*individu-apprenant* acquiert un certain sens de l'*autonomie* qui le prépare à faire face à tout type de situations et qu'il dispose d'outils mentaux et artefactuels pour conduire ses activités, nous nous intéressons maintenant aux situations requérant des formes de contrôle de l'action davantage tournées vers l'***hétéronomie***. Nous définissons ici l'hétéronomie par antonymie avec le concept d'*autonomie*, dans le sens où l'individu serait influencé par des lois, des règles ou des facteurs *extérieurs* ou *exogènes*. En fait, pour être plus exact et faire du lien, un autre antonyme est possible à l'*autonomie*, il s'agit de la ***coopération***. À partir du moment où l'on s'intéresse au collectif, il s'agit donc de prendre en considération l'individu, non pas en tant qu'unité, mais en tant que partie d'un ensemble formant l'émergence d'une nouvelle entité. Étant donné l'indéfinition relative et la non-stabilité du phénomène de l'IC (qui n'a probablement pas plus de vocation à l'être que l'intelligence ne l'est non plus, *c.f.*, Section 1.1.3), le découpage de ce chapitre aborde alors le phénomène de manière beaucoup plus pragmatique, en cherchant à faire l'état de ce qui se sait et de ce qui se fait autour du concept, de sa définition à sa mesure jusqu'à ses applications concrètes pour en poursuivre et affiner les recherches.

Ainsi, parce qu'il est cité par de nombreux auteurs, nous invoquons la dimension du « *cyberespace* », cet interstice spatial entre « **espace** » et « **information** » ; le *pro social*, parce que le *web*, depuis sa version au moins 2.0, est devenu un « **espace** » *« social by design »*, dans lequel les individus se sont mis à passer de plus en plus régulièrement de « **temps** », jusqu'à ce que cela devienne tout le « **temps** », synchrone, disponible, dans la poche, ubiquitairement et universellement. L'objectif de cette dimension d'intégration du « *cyberespace* » dans la focale d'analyse sert toujours l'IC et la conclusion vise à une approche réflexive par la complexité, sans perdre de vue les objectifs pour lesquels elle vise une finalité (*i.e.*, les SACI).

## 3.1. Par delà les définitions transdisciplinaires de l'IC

### 3.1.1. La pensée et le collectif, une question de perspective et d'organisation ?

D'une manière générale, ce qui nous amène à penser la pensée collectivement, relève du champ de la philosophie, de la métaphysique, parfois de la cosmologie et des *grands penseurs* de nos époques usant finement de créativité, de métaphores, d'analogismes et de néologismes pour conceptualiser des phénomènes nouveaux ; des phénomènes qui pourraient aujourd'hui nous

sembler évidents dans leur plus simple définition. Ainsi, afin de circonscrire notre objet, nous partons du concept de « *noosphère* » (terme composé du suffixe *« noo- »,* dérivé du grec *« Noûs » : la raison, l'esprit, l'intellect)*, développé par Teilhard de Chardin (1956) comme désignant la « *sphère de la pensée humaine* ». Ce néologisme propose une troisième sphère comparable à la geosphère et la biosphère, comme une couche qui matérialiserait à la fois, la somme de toutes les *consciences de l'humanité* ainsi que sa *capacité totale à penser* dans une dimension d'émergence de la cognition humaine. Teilhard de Chardin l'associe aussi au phénomène de *noogenèse*, c'est-à-dire l'émergence et l'évolution de l'intelligence dirigée vers ce qu'il nomme le point *Oméga*, le point ultime du développement de la complexité et de la *conscience* vers lequel se dirige l'*Univers*. Aux origines de l'inspiration de ce nouveau concept, il y a d'abord la réflexion de Renan (1925), qui conçoit l'union structurée de plusieurs individus à l'image de strates de consciences imbriquées à différents degrés :

> « *La vie du vertébré est la résultante centralisée de l'individualité de chaque vertèbre ; un arbre est la consonance de milliers de bourgeons.*
>
> *La* ***conscience*** *est de même une* ***résultante*** *de millions d'****autres consciences*** *concordant à un* ***même but****. La* ***cellule*** *est déjà une petite concentration* ***personnelle*** *;* ***plusieurs cellules*** *consonant ensemble forment une* ***conscience au second degré*** *(homme ou animal).*
>
> *Les* ***consciences au second degré****, en se groupant, forment les* ***consciences au troisième degré****, consciences de ville, consciences d'Église, consciences de nation, produites par des millions d'****individus vivant d'une même idée****, ayant des* ***sentiments communs****.*
>
> *Pour le* ***matérialiste****, il n'y a que l'****atome*** *qui existe pleinement ; mais pour le vrai philosophe, pour l'****idéaliste****, la* ***cellule*** *existe plus que l'****atome****, l'****individu*** *existe plus que la* ***cellule*** *; la nation, l'Église, la cité existent plus que l'****individu****, puisque l'****individu*** *se sacrifie pour ces* ***entités****, qu'un* ***réalisme*** *grossier regarde comme de pures* ***abstractions****.* »
>
> Renan, 1925, p. 110-111

Ce détour épistémologique nous permet d'aborder le phénomène de l'IC en considérant deux points qui nous semblent fondamentaux. Le premier point est cette différence entre « *conscience collective* » et « *intelligence collective* » : étudiée généralement par la psychologie et la sociologie, la *conscience collective* se rapporte aux croyances, comportements et objets mentaux partagés au sein d'un collectif ; l'*intelligence collective* vise plus opérationnellement un ensemble en interactions d'agents coopérants et collaborants afin d'accomplir un objectif commun. Le second point est cette distinction de différents niveaux d'échelles (micro/macro) ou de degrés (focales) de manifestation de l'IC ; avec cette métaphore des niveaux atomiques, cellulaires ou organismiques qui n'est pas sans nous rappeler d'autres théories autour de la motivation

(Sarrazin, Pelletier, Deci, et Ryan 2011) ou de pratiques en design et conception d'interface (Frost, 2010).

Ainsi, nous croisons sur nos chemins de recherche, des chercheurs qui s'intéressent au phénomène de l'IC d'un point de vue global, macroscopique, au niveau des phénomènes de foules, d'*internets* et de collectifs indissociés plus ou moins anonymes que l'on pourrait associer à des formes de « *consciences collectives* » (à l'instar de la « *fouloscopie* » de Moussaïd, 2010 ; Moussaïd 2019) ; ou d'autres encore qui s'intéressent à un niveau plus *méso* ou *micro* des interactions et dynamiques de groupe, d'équipe, de communautés, voire, de somme d'individus identifiés.

Comme nous avons pu le voir précédemment, la notion d'intelligence (individuelle) relève majoritairement du domaine de la psychologie pour en cerner plus ou moins significativement les contours. La transposition au niveau groupal, quelque soit son échelle, de l'intelligence à l'intelligence collective, semble opérer le même mouvement que pour la dynamique d'efficacité personnelle et d'efficacité collective de Bandura (1997, 2000), c'est-à-dire, qu'il ne s'agit pas simplement d'additionner, multiplier ou moyenner la somme des caractéristiques individuelles pour en déduire une équation générale plus ou moins porteuse de significativité qui formerait l'intelligence globale d'un groupe.

> « *Les **réussites** des **groupes** ne sont pas seulement générées par le **partage** des **intentions**, du **savoir** et des **compétences** de ses **membres**, mais également par la **synergie** des **dynamiques interactives** et **coordonnées** qui caractérisent leurs transactions.*
>
> *Étant donné que la **performance collective** d'un **système social** implique des **dynamiques transactionnelles**, l'**efficacité collective** perçue est une **propriété émergente** au niveau du groupe ; elle n'est pas simplement la somme des croyances des individus en leur efficacité* »
>
> Bandura, 2009, p. 42

### 3.1.2. Un champ qui intéresse les sciences de gestion et du fait social

Pour autant, l'intelligence collective sous cette appellation apparaît moins comme un phénomène auquel les **Sciences de l'éducation** (70) ou la **Psychologie** (16) s'intéressent, que d'autres sciences telles que l'**Éthologie** (étude du comportement des êtres vivants en biologie) avec une approche très rationnelle et observationnelle, l'**Ethnologie** *(*et notamment en SHS avec l'ethnométhodologie, Coulon, 2014*)*, la **Sociologie** (19) ainsi que son pendant psychosocial ou encore les **Sciences de gestion** (06 ; *i.e.*, étude de « *l'action conduite de façon collective par des groupes humains organisés : entreprises, associations, administrations, etc.*[44] »).

[44] objet précisé par Pierre-Louis Dubois dans l'édito de la lettre de la FNEGE (Fondation Nationale pour l'Enseignement de la Gestion des Entreprises), n°378, Janvier - Février, 2012.

C'est en sciences de gestion, sur la synthèse de définitions pluridisciplinaires[45] empruntant à d'autres disciplines telles que les « *sciences de la communication et de l'information* » ou la « *psychologie* », que Gréselle-Zaïbet (2007) propose une définition de l'IC à vocation consensuelle :

« ***Ensemble** des **capacités** de **compréhension**, de **réflexion**, de **décision** et d'**action** d'un **collectif** de **travail restreint** issu de l'**interaction** entre ses **membres** et **mis en œuvre** pour faire face à une **situation** donnée présente ou à venir **complexe**.* » (p. 47)

Nous pourrions ici nous demander pourquoi l'IC semble être un phénomène qui intéresse davantage le monde de l'entreprise et des organisations plutôt que le monde de l'enseignement et des apprentissages ? Serait-ce en lien avec une logique de compétitivité, de sélection et de poursuite d'étude des apprenants du supérieur, proches de l'issue du début de leurs futures carrières socioprofessionnelles ; et qui sont, éventuellement, à un moment donné, départagés, classés et profilés pour être au mieux intégrés. Ou bien encore en lien avec les objectifs des institutions de former des individus autonomes prêts à s'insérer dans la société, tandis que l'entreprise dispose finalement d'un réel besoin immédiat de faire fonctionner des ensembles collectifs pour parvenir à des résultats, mesurables, valorisables et croissants ? Les résultats corrélatoires qui ressortent des mesures dans ce domaine s'expriment en variables dépendantes, associées à des variables indépendantes telles que l'efficience, la performance, la valorisation de produit ou tout autre construit observé par des indicateurs identifiables. Cela semble expliquer pourquoi la littérature nous semble en nombres plus foisonnante et intéressée dans des sciences telles que les Sciences de gestion (06), contribuant ainsi avec le plus de résultats notables à déterminer les contours d'une intelligence collective efficiente dans les organisations (quelque soit leur nature).

Nous pouvons aussi nous demander pourquoi il pourrait s'agir d'un « ensemble » de capacités et non d'une capacité unique et univoque ? Une piste que nous avançons serait de les considérer de la même manière que les « *compétences humaines* » (*compétences douces* ou *soft skills),* comme un ensemble de capacités comprenant des concepts comme l'empathie, la bienveillance, le soin à l'autre (théorie du « *care* », Laugier *et al.*, 2021), le sentiment d'humanité, la responsabilité relationnelle (Young, 2006). Ou bien encore les comportements dits *pro sociaux* (ou *pro social behaviour*, Mertens *et al.*, 2022), les « *compétences sociales* » avec ses processus associés tels que l'écoute active, le dialogue, la coopération, la médiation, l'apaisement ou la négociation.

### 3.1.3. Vers la non finitude d'un phénomène et son au-delà définitionnel

Dans un autre domaine en lien, Lévy propose une définition de l'intelligence collective, très largement reprise dans la littérature, comme étant une :

[45] nous proposons une version « augmentée » de cette revue des définitions via la plateforme TiddlyWiki.

« *intelligence* ***partout distribuée***, ***sans cesse valorisée***, ***coordonnée en temps réel***, *qui aboutit à une* ***mobilisation effective*** *des* ***compétences*** » (Lévy, 1994, p. 28).

Bien qu'issu d'une approche relativement théorique et philosophique, nous pouvons convenir qu'un certain nombre de termes (*e.g.*, *distribution, valorisation, coordination, mobilisation et compétences*) corroborent avec ce que nous avons pu déjà élaborer conceptuellement autour de l'individu et de l'apprentissage dans les chapitres précédents. Par ailleurs, Lévy met en avant au travers de cette définition de l'IC, qu'elle n'est pas spécialement quelque chose d'inhérent ou de naturel, mais qu'elle doit être envisagée comme un objectif : « *nous plaidons ici pour que l'intelligence collective s'impose comme le produit fini par excellence. L'intelligence collective : source et but des autres richesses* […] » (Lévy, 1994, p.47). Nous pourrions aussi plaider pour que celle-ci soit vue comme un point de départ, contribuant à l'émergence de nouvelles richesses collectives, dans une boucle récursive plus complexe qui serait itérative et améliorative, par delà l'expérience et la pratique. Parce que la plupart des recherches faisant référence à la définition de Lévy (1994), ont tendance à s'arrêter à celle-ci, d'une époque antérieure au *world wide web*, pointons que ses plus récents travaux se sont progressivement orientés vers une approche de l'IC dite « *réflexive* », en lien avec les « *humanités numériques*, les *sciences du langage* et de la *cognition* » ; et proposant notamment la création d'un « *métalangage* » de l'IC « *calculable*, *computationable* », nommé **IEML** pour « *Information Economy MetaLanguage* » (Lévy, 2019 ; Lollini, Farley et Lévy, 2019). Les livre blanc, grammaire, dictionnaire et prototype d'édition et d'exploration de cette approche d'encodage et de calcul sémantique autour de la métadonnée et des éléments du langage pour l'IC sont disponibles via la plateforme intelkt.io et dev.intlekt.io

Ces applications pratiques de recherches expérimentale et développementale, peuvent donner lieu à d'autres idéations plus ou moins abstractives, comme ce langage nommé YABS (Barron et Cahill, 2006) dans le domaine de l'*informatique pervasive*[46] ; et qui a pour inspiration la nature et les processus de coordination indirecte (*stigmergiques*) des insectes eusociaux.

Cette intuition « quasi-cosmique » semble universellement collective, elle traverse les frontières des espèces, des individus, des cultures, comme le montre divers proverbes ça-et-là que l'on y attribue par delà l'Afrique ou l'Asie. Comme ce proverbe d'origine africaine et inconnue [47], régulièrement cité lorsqu'il s'agit de parler d'IC : « *If you want to go fast, go alone, if you want to go far, go together* ». Ou ce proverbe japonais que Taddei (2013) apprécie citer dans le cadre de la définition de l'*interdisciplinarité* du *CRI* : « *Aucun d'entre nous n'est plus intelligent que l'ensemble d'entre nous* ».

[46] ou informatique omniprésente, ubiquitaire, ubicomp, soit la troisième ère de l'histoire de l'informatique : décentralisée, diversifiée, hyper-connectée et facile d'accès

[47] source inconnue mais probablement sud-africaine que nous préférons alors citer en anglais pour son apparente esthétique formelle

Elle semble aussi traverser les espèces, tirant du monde de la biologie des concepts comme la **synergie** (du grec signifiant « *je travaille avec* »[48]) et qui correspond à la définition même du résultat d'une action commune créatrice d'un meilleur produit que la somme individuelle de ses parties, soit l'équivalent également autrement connu sous l'aphorisme, particulièrement utilisé dans le domaine de l'IC, de la formule « **1 + 1 = 3** ». Les effets synergiques sont ainsi associables à la coopération créative et l'adjuction positive ; en *Design*, ils désignent même l'émergence d'une nouvelle fonction unique distincte ; en *S.H.S*, ils se réfèrent à des critères de mutualisation, de scalabilité, de maintenabilité et de résilience ; en *économie*, ils se rapprochent davantage des notions d'efficience et de cercles vertueux et productifs.

Sur la base de cette définition, les travaux de Reia, Amado et Fontanari (2019), proposent de mesurer quantitativement et temporellement si le travail coopératif sur une tâche de résolution de « *puzzle crypto-arithmétique* » ; permet d'aller plus vite pour trouver la solution en utilisant deux modèles : l'un basé sur l'imitation en réflexion de groupe et l'autre sur l'utilisation d'un tableau partagé. L'intérêt de leur démonstration est de proposer une manière purement quantitative d'évaluer la performance et l'efficience optimale des différentes méthodes de résolution collective de problèmes, sur les scénarios très simplifiés (*i.e.*, si la tâche est compliquée dans sa difficulté de résolution, elle reste opérationnellement simple : *résoudre le cryptogramme*).

En contre-balançant avec l'approche (de psychologie) « *développementale* », Barbier (2005), s'intéresse à la genèse d'une intelligence collective en abordant la cognition à partir des expériences (ici au sens d'un « *ensemble d'événements* ») issus de « *groupes restreints* ». L'hypothèse proposée est d'établir un lien entre le développement du sujet et le développement de groupes de sujets (voir Tableau 3.1) en mobilisant les apports de la psychologie génétique et notamment les travaux de Piaget (1974) sur les concepts de processus circulaire « *réussir & comprendre* », de développement opératoire et social (opérations identique, négative, réciproque et corrélatives) ainsi que du principe d'adaptation.

**Tableau 3.1** - Diachronie des développements réciproques de la pensée opératoire et sociale.

| DÉVELOPPEMENT OPÉRATOIRE | DÉVELOPPEMENT SOCIAL |
|---|---|
| **Période préverbale**<br>Intelligence sensori-motrice<br>Imitation, mouvement. | **Pas de socialisation**<br>Coordination de perceptions et de mouvements<br>La mère n'est pas distinguée du moi. |

[48] alors, oui… il s'agirait de l'équivalent du processus de la *collaboration* chez les latins vu par les grecs sous forme d'effet, la *synergie* ; cette distinction a des conséquences disciplinaires selon les domaines qui s'intéressent à tel ou tel concept ou tel ou tel point de vue

| DÉVELOPPEMENT OPÉRATOIRE | DÉVELOPPEMENT SOCIAL |
|---|---|
| **Pensée intuitive**<br>Période intermédiaire entre stade sensori-moteur et intelligence formelle | **Période intermédiaire**<br>La pensée est prise entre centration totale sur soi et coopération. |
| **Apparition des représentations**<br>Jeu symbolique, imitation intériorisée<br>Égocentrisme encore très prégnant<br>Modification superficielle des schèmes égocentriques. | **Les signes verbaux ne sont pas tous compris**<br>Mauvaise distinction entre son propre point de vue et celui d'autrui |
| **Opérations concrètes**<br>Coordination des représentations<br>Conservation des représentations antérieures et confrontation avec de nouvelles représentations.<br>Réversibilité des opérations | **Progrès de socialisation**<br>Échanges, discussions<br>Collaboration<br>Identification des contradictions<br>Prise en compte du point de vue d'autrui. |

Note. Barbier, 2005, p. 2

Ainsi, toujours selon Barbier (2005), le passage par le principe d'adaptation de l'échelle « *individuelle* » à « *groupale* » peut faire appel à différents niveaux d'analyse logique entre :

- l'**expérience physique** de *personnes* construisant,
  une **intelligence pratique** par la **coordination d'actions réussies** ;
- l'**expérience formelle** aboutissant,
  à une **compréhension réciproque** des *sujets* par la **coordination réussie de pensées** ;
- le **groupement logique opératoire d'opérations** articulant,
  des **dynamiques contradictoires** et **transformatives**,
  de la structure des **systèmes** *sujet/groupe* ;
- la **métaphore** venant solliciter,
  l'**imaginaire** et l'**expression** des **modalités affectives** du *groupe*.

Il serait donc également possible d'approcher l'IC avec la même logique de développement que pour l'enfant ou l'être humain en général, c'est-à-dire, en observant différentes phases, périodes ou stades de développement menant à une certaine émergence d'un phénomène logiquement et interdépendamment relié.

## 3.2. Des conditions d'émergence ou des émergences de possibles ?

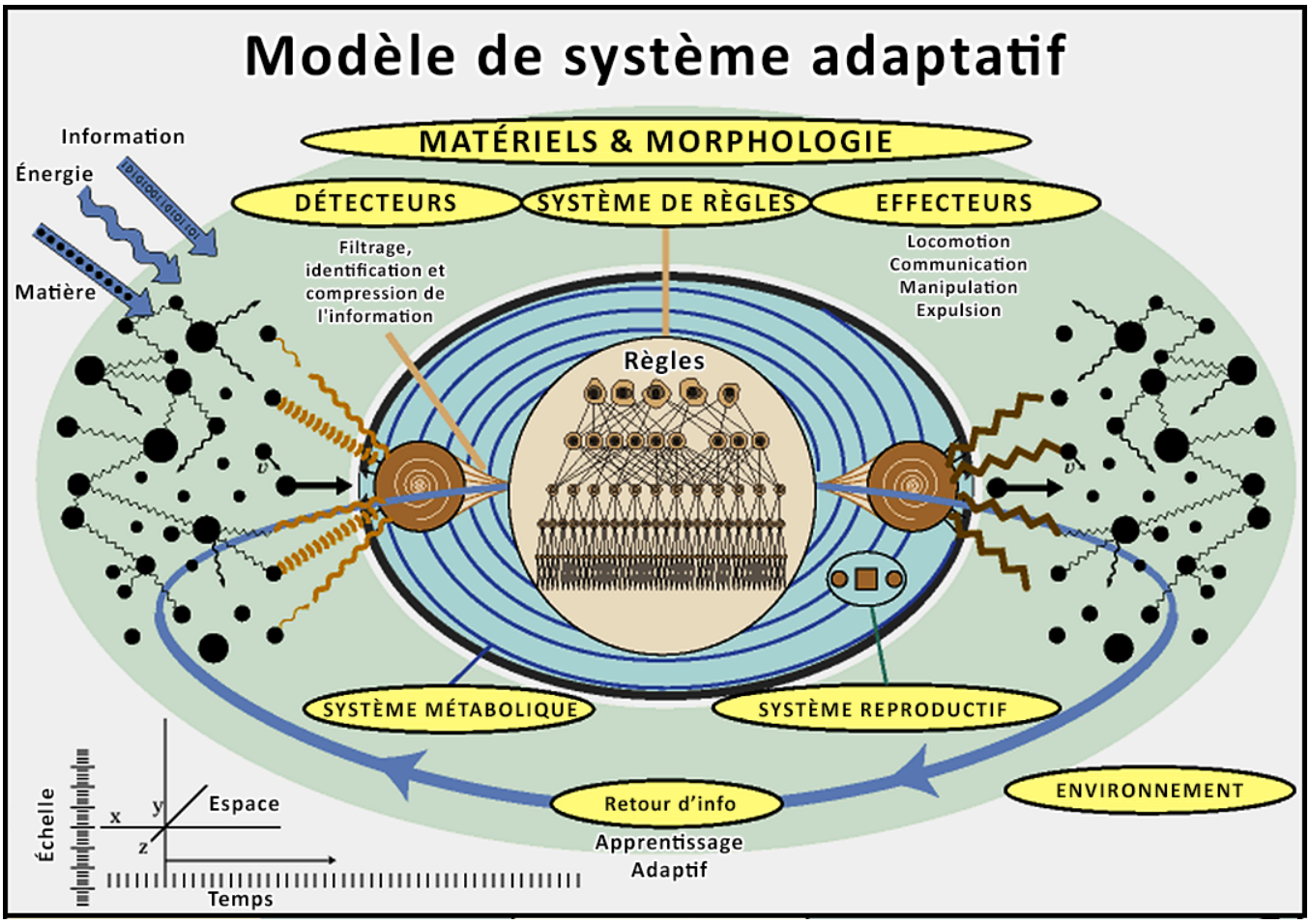
Une question qui revient souvent dans les études de terrain (comme dans bien d'autres domaines), est de savoir si l'IC préexiste ou bien si elle se co-construit au fil de l'expérience, en

dynamique de coadaptation avec l'ensemble des variables de l'environnement. Les travaux sur le monde animal, les animaux et insectes « *eusociaux* », les « *superorganismes* » (*i.e.*, organismes composés de plusieurs individus) tels que les fourmis ou les abeilles, servent de référence en termes d'efficience pour décrire des modèles d'IC optimaux. Ils permettent notamment de considérer les comportements humains davantage au niveau de *groupes* qu'au niveau *individuel*. En effet, l'« *eusocialité* » et le concept de « *stigmergie* » (Bernstein et Turban, 2018 ; Pinter-Wollman *et al.*, 2018 ; Toyokawa, Kim et Kameda, 2014) qualifie un mode d'organisation sociale identifiable par des caractéristiques groupales telles que la division et la spécialisation des rôles et des tâches de l'activité de la communauté, la cohabitation intergénérationnelle, la cohésion interne du groupe, et le soin (l'attention, le *care*) aux autres. C'est à partir des études en biologie et éthologie sur l'eusocialité qu'émergent des effets de **stigmergie**[49] (signifiant en grec « *la marque, ou le signe du travail ou de l'action* »), soit un mécanisme de **coordination** *indirecte* basé sur les traces laissées dans l'environnement par les agents de l'action dans l'activité. Il conviendra cependant de ne pas oublier ce qui distingue l'humain du reste des autres espèces animales, notamment sur les variables émotionnelles et socio-construites, qui jouent un rôle primordial dans les modèles et la manière d'observer ou de mesurer comparativement des phénomènes. Ni même, dans des dynamiques de « *multi-médias* » au « *médium* » ou de l'« *opinion* » à l'IC (Lévy, 2011) — considérant que les traces laissées en environnements informatiques soient des indicateurs d'une activité systématique apparente et probante ; corrélable par exemple, à des comportements ou états de l'individu plus complexes que la trace laissée par leur remédiation numérique pour l'accomplissement d'une tâche plus ou moins spécifique.

Les travaux issus de l'observation microscopique du monde animal à la simulation informatique aux travers d'approches de visualisation, de recherche sur l'adaptation et de sciences des systèmes complexes, permettent de tester la robustesse de modèles en croisant deux mondes du « *vivant* » et de l'« *invivant* », offrant ainsi des modélisations et corrélations fortement triangulables, probables et imitables, sur des fonctionnements similaires de structures sociales plus humaines (Tzafestas, 2018).

[49] notons ici que l'exemple de *Wikipédia*, en tant que réalisations collectives issues de la production de ses membres organisés en réseau social ouvert, transparent, et distribué de la connaissance universelle, est un réseau stigmergique. L'encyclopédie **Wikipédia** crée le 15 janvier 2001, la Fondation **Wikimedia** et le logiciel **MediaWiki** représentent en eux-même, l'exemple quasi-idéal de l'application de l'IC dans les règles de l'**A**rt, de l'**O**uvrage, et de l'**Œ**uvre, tout en étant libre, autogéré et auto-organisé par des principes, des règles et un travail collaboratif.

**Figure 3.1** - Modèle de système complexe auto-adaptatif (CAS).




Note. D'après Clemens, M., s.d. (NECSI) ©, trad. libre

Nous pensons ainsi, que l'étude approfondie de l'émergence d'IC suppose un tel cadre d'analyse (voir Figure 3.1), à la fois complexe et systémique, sans pour autant prétendre que l'IC ne peut émerger naturellement ou par d'autres phénomènes non-chaotiques ou à circonstances très variables et imprédictibles. Par ailleurs, certains écrits renvoyant à la « *performance humaine* » ou « *human performance* » comme une manière de confirmer ou d'infirmer l'émergence d'un phénomène en mesurant quelque chose, nous font penser qu'il s'agit peut-être d'une « *performance* » entendue au sens littéral et bilingue du terme, c'est-à-dire une performance renvoyant au sens *francophone* du terme : *résultat, évaluation, réalisation, production* ; ou au sens *anglophone* qui l'associe à un *comportement* dans une situation donnée, comme une performance *théâtrale* ou *artistique*, par exemple. De même qu'au travers des disciplines, la « *performance* » cognitive, la « *performance* » en éducation et formation, en informatique ou en sciences de gestion, ne relève pas des mêmes significations ; et peuvent tendre ainsi à se troubler lorsque l'on transpose l'observation de phénomènes d'une discipline à une autre.

Dans son approche d'une définition à visée opérationnelle et consensuelle de l'IC, Gréselle-Zaïbet (2007) pointe plusieurs hypothèses émergentes qui semblent compatibles avec la synthèse de multiples cadres transdisciplinaires :

- L'IC est un **système**, on peut dire que c'est la **somme** des **intelligences individuelles** des membres d'une équipe **plus** leurs **relations**.
- L'IC est propre à un **collectif de travail restreint**.
- L'IC est un **processus**. Elle va donc se transformer et évoluer en différents **stades**.
- La **création** de l'IC est liée à la **situation**, au **contexte de travail**.
- L'IC est un **indicateur d'efficacité** d'une **équipe de travail**.

Cette réflexion conduit à identifier les dimensions de l'IC sous la forme d'un construit multidimensionnel, afin de répondre fonctionnellement aux questions de savoir s'il s'agit « *bien ici d'une intelligence* » , ou d'identifier ce qu'il y a d' **« I »** dans *« C »* (voir Figure 3.2).

**Figure 3.2** - Dimensions opérationnelles du construit multidimensionnel de l'IC.

<table>
<tr><th></th><th>dimension</th><th>sous-dimension</th><th colspan="2">Composante</th></tr>
<tr><td></td><td rowspan="5">Cognitive</td><td rowspan="4">compréhension collective</td><td colspan="2">Intercompréhension</td></tr>
<tr><td rowspan="4">systématique</td><td colspan="2">représentation partagée</td></tr>
<tr><td colspan="2">langage en commun</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elaboration en commun</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Réflexion collective</td><td rowspan="3">Mémoire collective</td><td>savoirs théoriques (pensée)</td></tr>
<tr><td>savoirs actionnés (action</td></tr>
<tr><td>savoirs actionnables (pensée-action)</td></tr>
<tr><td></td><td rowspan="4">relationnelle</td><td>Décision collective</td><td colspan="2">Objectif commun</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Action collective</td><td rowspan="3">collaboration</td><td>Interdépendance</td></tr>
<tr><td>co-activité</td></tr>
<tr><td>Interaction</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Cohésion d'équipe<br>Comportement</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Conflits</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Autonomie</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Confiance</td></tr>
</table>

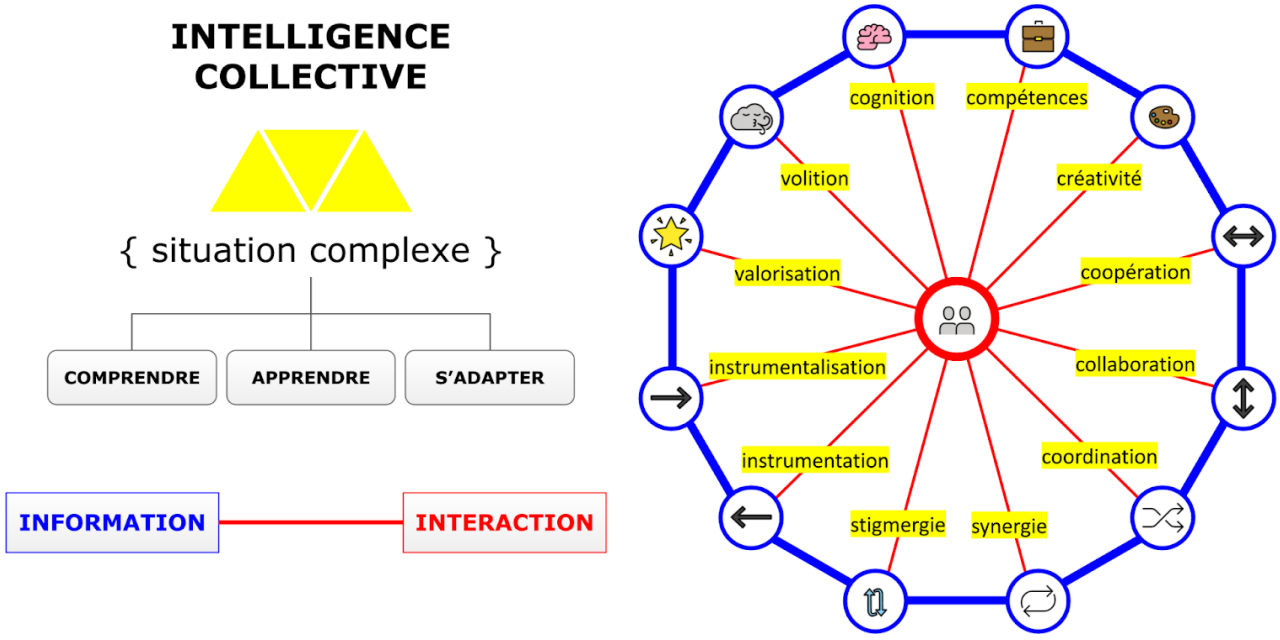
Note. Gréselle-Zaïbet (2007), p. 51

Dans une approche plus pratique de dispositif hyper-contextuel relative aux ENT et outils de travail collaboratif (*i.e.*, *Wiki*) pour tâcher de déterminer un cadre numérique favorable à l'émergence d'IC, Billouard-Fuentes (2009) réfère notamment aux concepts de « *communautés de*

*pratique* » et de « *communautés d'apprentissage* ». Le concept de **communautés de pratique** renvoie aux travaux de Wenger, McDermott et Snyder (2002) qui les définissent comme « *un groupe d'individus qui interagissent, apprennent ensemble, établissent des relations et, ce faisant, développent un sentiment d'appartenance et d'engagement mutuel* » (p. 34, trad. libre). Les **communautés d'apprentissage** sont quant à elles, un concept développé par Henri et Lundgren-Cayrol (2001), les auteures y voient un lien avec la « *réalisation de soi* » et la « *motivation intrinsèque* » dans des « *communautés virtuelles d'apprenants* » qui au travers du « *cyberespace* » se mettent en dynamique de « *coformation, [...], de collaboration, d'interaction de groupe, de renforcement du caractère social de l'apprentissage, de valorisation du partage et, encore plus qu'avant, de développement de l'autonomie* » (p. 5).

En synthèse et écho à notre représentation de l'intelligence générale (c.f., Figure 1.3, Section 1.1.2), nous proposons au travers d'une nouvelle figure (Figure 3.3), une définition intégrée d'un ensemble de capacités qui pourraient être susceptibles d'expliquer ou de favoriser l'émergence d'IC dans des situations données.

**Figure 3.3** - Représentation synthétique des processus et mobilisations de l'IC.




Légende. Cognition, Compétences, Créativité, ↕ Coopération, ↔ Collaboration, Coordination, Synergie, Stigmergie, Instrumentation, Instrumentalisation, Valorisation et Volition

## 3.3. La mesure et l'appréciation de l'IC

### 3.3.1. Le calque délicat de l'approche psychologique transposé

Afin de transiter sur l'observation de l'intelligence individuelle à l'intelligence collective, plusieurs approches sont possibles. Certains chercheurs se concentrent sur les transpositions de

modèles dominants en recherches sur l'intelligence (reposant sur le QI, le facteur « ***G*** », ou le modèle CHC) afin d'en tester la validité au niveau collectif et ce dans des conditions expérimentales de laboratoire (avec des instruments de mesures tels que les tests de QI ou la résolution de problèmes sur une variété de tâches, tels que les puzzles pour n'en citer qu'une).

Nombre d'auteurs travaillant autour de ce phénomène s'accordent ainsi pour dire que l'IC serait une intelligence supérieure à la somme des intelligences des individus qui composent le groupe, c'est-à-dire une somme des liens et des interactions menant à une efficacité plus importante en groupe que seul (Pratt, 2010 ; Woolley *et al.,* 2010 ; Green, 2015).

À l'instar des études psychométriques, de la quête du QI et de l'existence du facteur « ***G*** » (*c.f.*, Section 1..1.3), Woolley *et al.* (2010) ont examiné de manière systématique le fonctionnement de groupes de travail pour déterminer s'il existait un facteur similaire, nommé facteur « ***C*** », qui pourrait être représentatif d'une forme d'intelligence collective mesurée. Leurs deux études basées sur **699** personnes travaillant en groupe de deux à cinq membres montrent un certain nombre de résultats intéressants. Premièrement, ce facteur « ***C*** » ne serait donc pas fortement corrélé à l'intelligence moyenne ou maximale (mesurée parallèlement sur une variété de tâches) des individus qui composent un groupe, ce qui confirme qu'il se ne s'agit pas d'avoir une ou plusieurs personnes dîtes intelligentes dans un groupe pour voir apparaître une forme d'intelligence collective. Les résultats montrent cependant une corrélation plus significative avec la sensibilité sociale moyenne, ou l'intelligence émotionnelle des membres d'un groupe, mais aussi l'égalité de distribution de la parole dans les communications intra groupales ainsi que, fait notable, la proportion féminine au sein des groupes. Ces travaux suggèrent ainsi qu'il serait possible, en principe, d'influencer l'intelligence de groupe en sélectionnant de manière appropriée la composition de ceux-ci et les mécanismes d'organisation interne qui les régissent (incluant ceux liés à la communication ou à l'inclusivité pour favoriser l'ouverture et la complémentarité multidimensionnelle et humaine). Suite à cet article très cité qui fait référence en psychologie appliquée et dont les données sont ouvertes, Credé et Howardson (2017) relativisent et nuancent ces résultats avec leurs propres analyses ; montrant que le construit de l'IC au travers d'un facteur général « *expliquant les performances d'un groupe sur une variété de tâches* » comportent un certain nombre de faiblesses empiriques et d'artefacts statistiques. Woolley, Kim et Malone (2018) réfutent les réfutations de Credé et Howardson (2017) en réaffirmant qu'il existerait bien un facteur « ***C*** », mais aussi que les recherches sur l'IC sont encore à un stade précoce, que d'autres définitions et approches existent (y compris « *non-psychométriques* » citant Malone, 2018 ; Malone et Bernstein, 2015) et partageant complètement l'avis que de nombreux travaux restent encore à engager pour mieux définir le phénomène. Si ces apparentes querelles pouvaient nous faire penser à celles autour de travaux de l'*intelligence générale*, il n'en est rien, il s'agit simplement d'une discussion scientifique entre *Harvard*, le *MIT* et l'*U.S. Army*, cherchant à trouver un consensus d'ordre méthodologique et statistique (voire, mathématique, Stefanelli *et*

*al.*, 2019) quant à l'interprétation de données empiriques. Elles nous rappellent surtout la récence de ces travaux ainsi que le choix d'utilisation de modèles d'analyses statistiques (*i.e.*, AFE) créés pour mesurer initialement des dimensions individuelles du facteur « ***G*** », à une époque où les « *technologies de l'esprit* » ou « *technologies intellectuelles* » (*i.e.*, sortes d'augmentations cognitives externalisées au sens de Stiegler, 2006 ; Stiegler, Audi et Bedel, 2015) n'existaient pas encore.

Plus récemment, une méta-analyse de Graf-Drasch *et al.* (2021), reprenant les données de **21** études dont celle de Wooley *et al.* (2017) ou Riedl *et al.* (2021), démontre l'importance particulière de la structure de la tâche pour l'observation de l'émergence d'IC ; et notamment, que plus la structure de la tâche est bien construite, plus l'IC s'observe et les groupes font preuve de performances constantes, tandis que plus la tâche est chaotique, plus les facteurs de l'IC se dispersent et se perdent dans l'interprétation des différentes facettes de l'IC. Ces travaux amènent ainsi à bien considérer l'IC comme un phénomène complexe, multidimensionnel avec des conditions et modalités limitantes qui nous intéressent particulièrement dans le cadre de problèmes « *mal définis* » (notamment des tâches d'innovation, créatives ou d'approche par projet). En effet, ces tâches « *non structurées* » qui rendent difficile l'observation de l'émergence d'IC avec cette approche, nous renvoient vers au moins trois possibilités pour y remédier : (1) mieux structurer la tâche avec, par exemple, l'amélioration du dispositif pédagogique ; (2) utiliser des technologies plus adaptées ou personnalisables pour permettre une meilleure « *auto-* » & « *co-* » structuration de la tâche et/ou (3) renforcer le processus de coordination au niveau groupal (Barlow et Dennis, 2016).

O'Bryan, Beier et Salas (2020) distinguent ainsi différentes formes d'intelligences de groupe à partir de l'étude des comportements animaux, en sous-tendant qu'une meilleure compréhension de comportements tels que l'*intelligence d'essaim* (que l'on appelle aussi *intelligence distribuée*) et le *travail collectif efficace* pourrait permettre de meilleures interventions ciblées relativement aux études qui, dans le domaine humain, s'intéressent généralement à des composants et corrélations entre les traits de personnalités, les processus d'équipes et ceux en résultant comme la performance. Les auteurs nous renseignent alors par des mesures précises et variant dans le temps, comment certaines analogies sur l'analyse des mécanismes mènent à l'émergence et l'efficience de formes d'IC. Ces formes distinguées d'intelligence au niveau groupal sont synthétisées dans le Tableau 3.2.

**Tableau 3.2** - Différenciation des formes d'intelligence de groupe.

| | Intelligence en essaim (distribuée) | La sagesse des foules | Intelligence Collective |
|---|---|---|---|
| **Groupes représentatifs** | Les animaux simples (*e.g.*, insectes sociaux) | Humains (individus non interagissant) | Petits groupes et équipes humaines |

| | Intelligence en essaim (distribuée) | La sagesse des foules | Intelligence Collective |
|---|---|---|---|
| **Données d'entrée** | Informations individuelles, comportements | Estimations individuelles | Caractéristiques individuelles (*e.g.*, intelligence, les connaissances) |
| **Combinaison des données** | Interactions entre les individus | Combinaison par entité centralisée | Processus d'équipe |

Note. trad. libre d'après O'Bryan *et al.*, 2020, p. 3

Dans une autre approche de quantification de l'IC, Green (2015) ; rappelant la définition *éthologico-centrée* de Pratt (2010) vue comme « *un groupe d'agents agissant ensemble tel une unité cognitive singulière* », propose un test qui pourrait avoir la valeur, au sens cognitiviste, d'un test de Turing adapté à l'IC. Pour opérationnaliser ce que Green nomme le *Collective Intelligence Index* (CII) comme une mesure d'étalonnage semblable aux tests de QI, il distingue d'abord le niveau d'échelle de l'IC, selon qu'elle soit à un niveau d'essaim (*i.e.*, *swarm*, groupe coordonné) ou de foule (*i.e.*, *crowd*, somme d'individus). Il s'agit ici d'une approche comparative entre la performance supérieure à la solution optimale d'un problème résolu par un groupe en essaim (*i.e.*, petits groupes coordonnées de 1 à 25), et la performance située en dessous de la performance d'une foule (*i.e.*, larges groupes, pas forcément coordonnés, dont les résolutions individuelles sont agrégées afin d'obtenir une solution commune). Afin de tester ce modèle, Green se base alors expérimentalement et computationnellement sur des simulations itératives faisant appel à un algorithme de colonies de fourmis (*i.e.*, « *ant colony optimization* », ACO) pour résoudre un problème connu en informatique sous le nom de « *problème du commis voyageur* » (l'idée du problème étant de trouver le chemin le plus court, et donc le plus optimal, pour passer par toutes les villes d'une liste donnée). Ses résultats comparant ainsi les dynamiques d'essaim (*i.e.*, « *swarm* ») *versus* de foule (*i.e.*, « *crowd* ») semblent montrer que l'intelligence de groupe dépend notamment de la **complexité de la tâche**. Autrement dit, plus la tâche serait complexe en termes de perspectives de résolution, plus l'IC en puissance serait élevée. Ces simulations empiriques à l'intersection entre l'inspiration des modèles organisationnels efficients du monde animal et de problèmes complexes en informatique, nous renseignent ainsi sur des comportements théoriques qui pourraient être transposés à des phénomènes comportementaux humains, prenant en compte la dimension d'*auto-organisation* des groupes et la complexité de la tâche.

Riedl *et al.* (2021) dans la suite des travaux de Wooley *et al.* (2010) montrent à nouveau dans une méta-analyse basée sur **22** études et **5279** individus répartis en **1356** groupes, l'importance de la proportion féminine dans les groupes, médiée par la perception sociale moyenne des membres d'un groupe relativement à la performance mesurée quantitativement sur des critères de diverses tâches très spécifiques (*e.g.*, *sudoku*, jeu de mémoire, *test des matrices*, *etc.*).

Additionnellement, leurs analyses leur permettent d'apporter des éléments de réponses à la question de ce qui contribue à l'IC : au niveau des *capacités individuelles*, des *processus de collaboration de groupe* ou de la *composition des groupes* ? Les résultats montrent ainsi qu'une part importante de la variance de l'IC est liée aux *processus de collaboration de groupe*, soit ( 1 ) la **congruence des compétences** (*i.e.,* la capacité d'un groupe à trouver des accords sur les compétences du membres du groupe et leur contribution au travail sur une tâche donnée — que l'on pourrait nommer autrement comme une forme de « *synergie* ») ; ( 2 ) les **stratégies** (*i.e.,* la capacité d'un groupe à se coordonner dans leur contribution au travail pour l'accomplissement de tous les éléments de la tâche — que l'on pourrait nommer autrement une forme de *stigmergie*), et ( 3 ) les **efforts** (*i.e.,* la somme de l'activité des membres pour parvenir à l'accomplissement de la tâche).

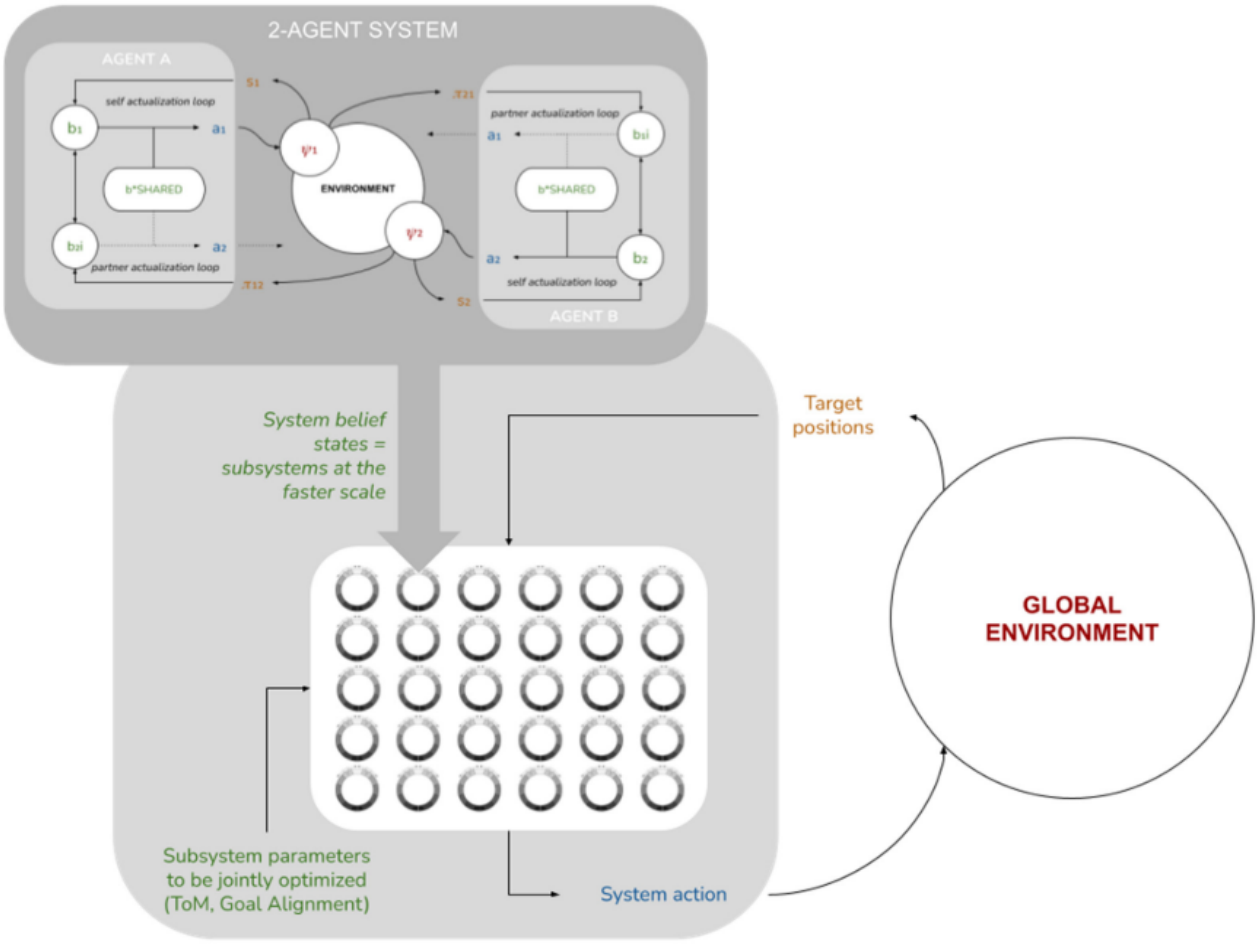
D'autres chercheurs en mathématiques appliquées et sciences computationnelles formalisent une définition de l'IC en s'appuyant sur des simulations informatiques complexes permettant d'étudier les structures sociales des colonies de bactéries, comme des insectes sociaux ou des humains (Szuba, 1999). Ces travaux en informatique ont pour double application très directe les domaines de l'IC et de l'*intelligence artificielle*, utilisant les techniques de simulations pour tester de grands nombres de modèles avec des résultats précis et intelligibles, permettant d'aborder avec la confiance d'une étude de cas, des concepts d'évaluation de la performance et de l'efficience purement et parfaitement optimales (Szuba, Polański, Schab et Wielicki, 2011).

Sur la synthèse de ces travaux, Kaufmann, Gupta et Taylor (2021), proposent un modèle formel (AIF, *Active Inference Framework*) et computationnel d'étude de l'IC avec l'approche des CAS, permettant une description mathématique bayésienne[50] plausible des relations à différentes échelles (*i.e.*, *local*, les composantes autonomes : les « *individus* » ; et le comportement *global* à l'échelle du composite : le « *collectif* »). Ce modèle d'inférence traite de l'agentivité systémique d'« *auto-organisation* » des collectifs humains en abordant notamment des paramètres exogènes ou endogènes (voir Figure 3.4) par inférence avec des comportements (*e.g.*, « *perception sociale, alignement des buts, partage de normes* »). Les résultats de leur modèle permettent de considérer qu'une manière d'améliorer la performance d'un système correspondrait à l'alignement des buts entre les performances attendues par les agents au niveau local et ce qui est attendu au niveau global. Leur travail indique que les recherches futures devraient aspirer à étudier d'autres types d'inférences causales sur d'autres échelles et mesures du comportement, qu'il s'agisse de mécanismes de base au niveau ( 1 ) micro : « *physiologique, émotionnel* » ; ( 2 ) meso : « *linguistique, inter-médié, numérique* » ; ( 3 ) macro : « *socio-écologique* » (Kaufmann, Gupta et Taylor, 2021).

[50] l'approche de Bayes et les inférences bayésiennes sont une méthode d'inférence statistique qui peut être mentionnée dans les manuels de statistiques comme une alternative à certaines méthodes statistiques plus classiques (distributions, valeurs de *p*), voir notamment le chapitre 16 de Navarro et Foxcroft (2022) sur les statistiques bayésiennes

Il y a donc un enjeu de sélection des données pertinentes selon la focale ou le niveau d'observation souhaité par rapport à la recherche hypothétique d'efficience au sein d'un système d'agentivité humaine.

**Figure 3.4** - Modèle notionnel à deux échelles où les paramètres des agents sont endogénisés.

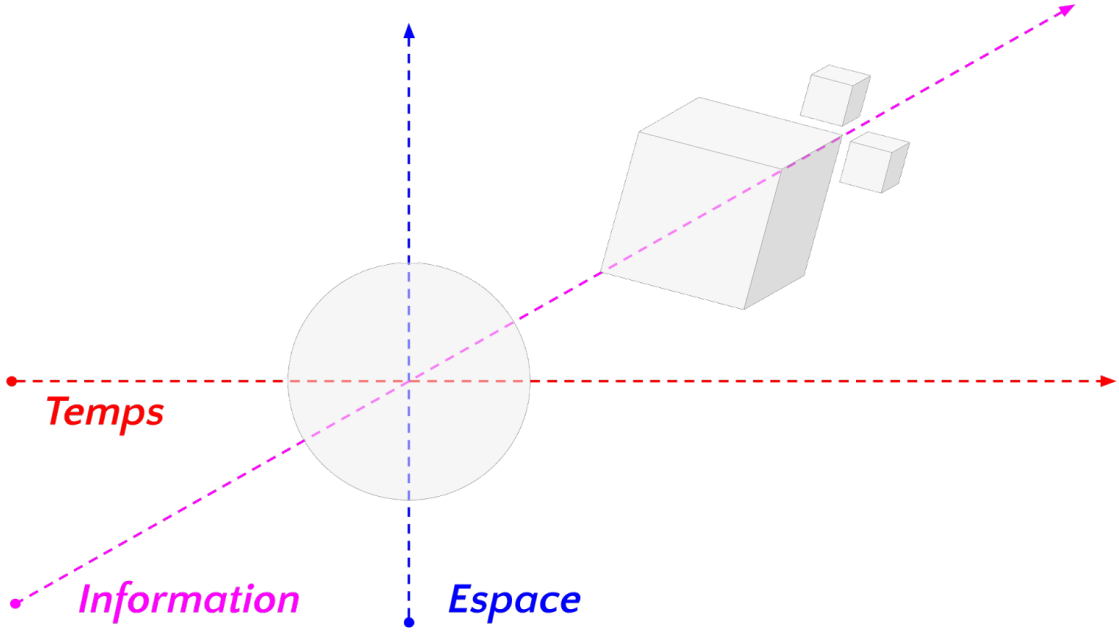



Note. Kaufmann, Gupta et Taylor, 2021, p.22

Nous développons parallèlement dans l'ENCART 3. les différentes approches et caractéristiques qui nous renvoient à un contexte plus macro et sociétal dans une observation et une explication potentielle de l'émergence d'IC.

Ainsi, sur la somme des modèles très hétéroclytes existants pour tenter d'apprécier l'émergence d'IC, nous proposons de projeter en trois dimensions normatives les variables que nous pouvons être amené à observer dans : le **temps** ($x$) *immatériel, incompressible* ; l'**espace** ($y$) *matériel, malléable* ; et l'**information** ($z$), *hybride, interactionnelle, dynamique*. Il s'agit d'une représentation simplifiée (voir Figure 3.5), comme mise en abysme d'une approche de « *système complexe adaptatif* » (**CAS**) orienté vers l'analyse de l'activité collective et humaine de l'apprentissage dans le cadre de « *média-tions* » numériques (Fauré *et al.*, 2015).

**Figure 3.5** - Dimensions **Temporelles**, **Spatiales** et **Informationnelles** pour l'appréciation des facteurs d'émergence de l'IC.




## 3.4. Le travail collectif comme auto-organisation de l'activité

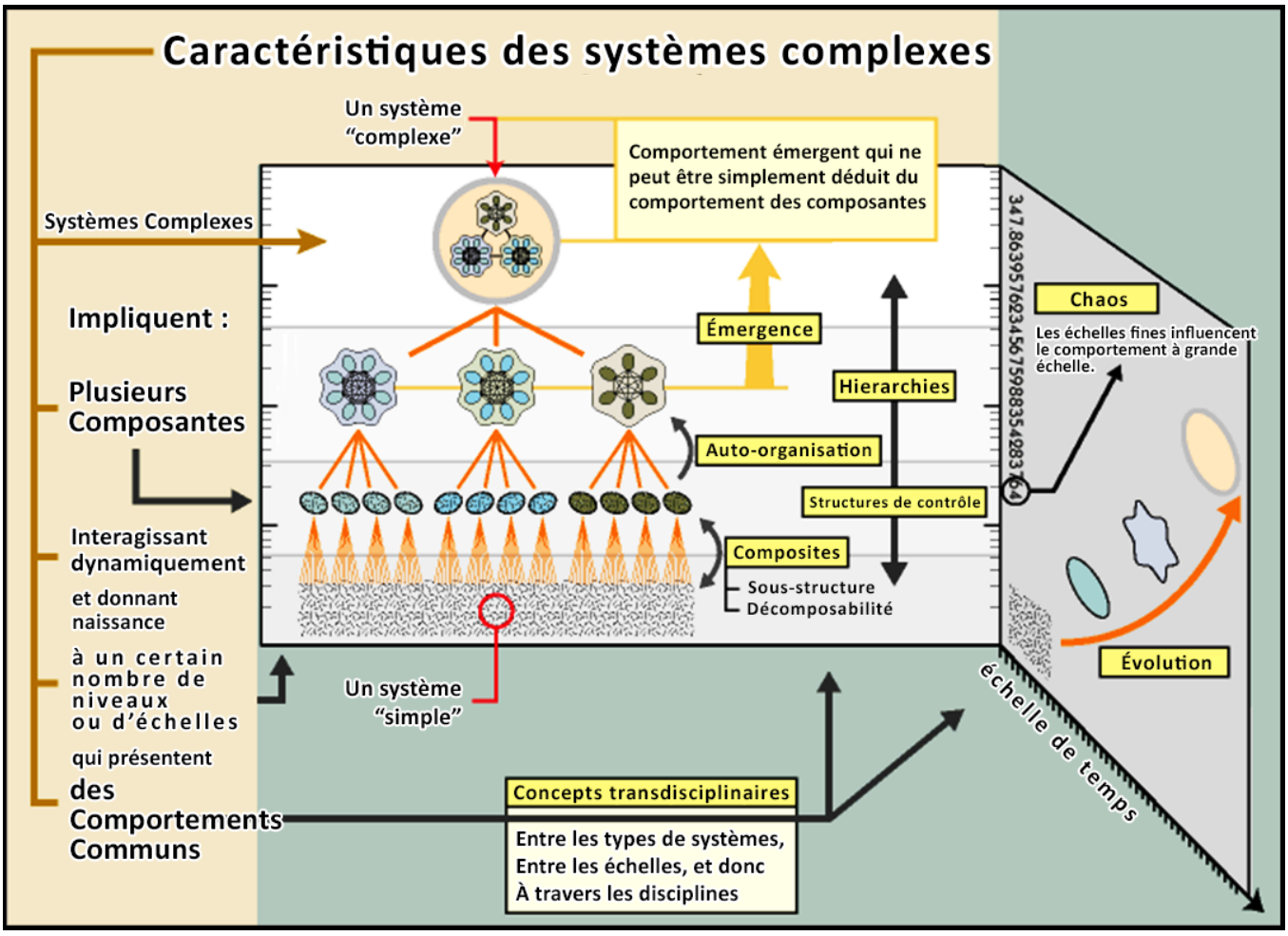
Afin d'explorer des pistes plus concrètes pour définir les applications et pratiques de l'IC dans des situations contextualisables à nos terrains de recherche, nous nous intéressons dans cette section au « comment » l'IC se déploie et peut se mettre en œuvre.

Par quels processus communs se déclenche-t-elle au niveau du travail et de l'action humaine ?

Nous l'avons vu, il y a d'abord ce phénomène d'auto-organisation par lequel les systèmes ont tendance à s'organiser d'eux-mêmes, c'est-à-dire, à partir d'une « *représentation du monde chaotique* » improbable, apprécier l'émergence d'une *néguentropie* (*i.e.*, l'inverse du concept de l'*entropie* en *thermodynamique*, c'est- à-dire la capacité d'un système à tendre vers l'*ordre* ou le *désordre*). Cette conception est développée avec plus de philosophie et de repères théoriques dans la revue de l'association *Multitudes,* notamment sur ses enjeux macrosociétaux, la société automatique, l'anthropocène et la néguanthropologie de Stiegler (2015).

Sur des enjeux plus locaux l'auto-organisation complexe d'un système implique de nombreux composants, comportements, structures, interactions, émergences (voir Figure 3.6) dont il s'agit de trouver des relations d'ordre ou d'évolution pour mieux comprendre les phénomènes transdisciplinaires qui s'y opèrent à l'intérieur.

**Figure 3.6** - Caractéristiques des systèmes complexes.




Note. D'après Clemens, M., s.d. (NECSI) ©, trad. libre

Le terme d'*auto-organisation*[51], peut dans sa composition renvoyer erratiquement à la notion de « *soi* » ou de « *self* » au sens individuel. Morin (1997) l'associe à la notion parallèle d'*auto-production*, dans un cadre où il définit la société comme le « produit des interactions entre individus » avec une boucle récursive de réorganisation ou de « régénération rétroagissante » qui leurs permettent de s'accomplir (renforçant ainsi d'autant plus le phénomène de l'autonomie). De même, Albero (2013) évoque le « *paradigme de l'autonomie* » en accordant un statut mixte à l'*auto-organisation* interne des informations en provenance de l'extérieur ; et en articulant « *input* » (*i.e.,* résultat observable) et « *output* » (*i.e.,* stimulation) dans le cadre de l'analyse de l'activité interactionnelle. Dans le métalangage IEML de l'IC de Lévy (2019), cette notion nous renvoie à l'une des lettres minuscrites, **(k)**, à signification maîtresse de l'alphabet sémantique :

> « **(k)** — Société
> Une **communauté** s'**auto-organise** au moyen de **systèmes symboliques**. *Les membres d'un clan peuvent avoir un animal totémique. Nous combattons sous le même drapeau. Nous échangeons des biens économiques en nous mettant d'accord sur leur valeur. Nous obéissons à*

[51] soulignant par ailleurs la nature ambigüe qu'implique ce suffixe en **auto-**, qui plus est, séparé par son tiret dans des environnements systémiques ou l'**auto-** peut concerner des types d'agentivité en **co-**, comme l'agentivité humaine

*la loi. En bons citoyens, nous nous engageons à respecter nos promesses et nos contrats. Nous sommes liés par des conventions*. La **sociologie** a mis en évidence ces **fonctions symboliques essentielles** qui construisent la **société**. » (p. 80)

Comme pour ce qui semble animer la motivation humaine avec ses ensembles de processus psychologiques en suffixes d'*auto-*, beaucoup de termes liés au travail collectif semblent emprunter la racine de ***co-*** (« avec »), pour désigner des processus liés au social. On parle ainsi de communication, de coopération, de coopétition[52], de collaboration, de coordination, de corégulation. On parle de phénomènes qui émergent de l'entre-deux, de l'***inter-***, des processus psychosociaux, comme des effets de synergie ou de stigmergie, initialement étudiés en éthologie (Heylighen, 2016). Enfin, on observe les mécanismes d'*auto-organisation* collective, ou devrions-nous dire, de « *co*-organisation ». Et si nous insistons encore une fois sur des précisions de forme quasi-étymologique, c'est parce qu'il nous semble qu'à ce stade de croisement de la littérature entre des phénomènes individuels et des phénomènes collectifs, un certain nombre de confusions peuvent émerger autour de processus en « ***auto-*** » qui concernent parfois des dynamiques groupales ; et des dynamique de « ***co-*** »[53], qui perdent leur sens d'un point de vue purement individuel. De même que ces suffixes non latinistes, créés aussi des formes de confusions oxymoriques sur des termes anglophones (*e.g.*, « *self-help* », pour référer parfois à « *mutual aids* » ou « *entraide* », la « *groupwork self-efficacy* »). Ces processus, conjointement opérationnalisés au sein de groupes d'individus, visent à des objectifs que l'on souhaite plus ou moins directement corréler à des résultats de *performance*, d'*efficacité*, d'*efficience*, de *cohésion*, de *productivité* et de bénéfices communs.

Le rôle de l'**efficacité collective** (TSC, SEC) et de la cohésion autour de la tâche est ainsi exploré dans un article de Wang et Hwang (2012) au sein de la communauté des **EIAH** (*Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*[54] ; et plus spécifiquement de CSCL), rappelant les liens entre la cohésion de groupe, les qualités cognitives et la *performance* de groupe. Leurs résultats croisant données autorapportées et analyse d'interactions confirment la pertinence de la perspective sociocognitive (TSC) de Bandura (1997) pour promouvoir des interactions de collaboration sur les aspects personnels, comportementaux et environnementaux étudiés au travers de CSCL afin de mieux comprendre les stratégies de corégulation et de régulation sociale. Une autre étude de Du *et al.* (2019) sur l'**efficacité collective** montrent des liens positifs entre individus et collectifs de travail d'étudiants en ligne et pointe l'importance du *leadership* ainsi que de la qualité des scénarios pédagogiques à mettre en œuvre dans des dynamiques porteuses d'objectifs, de sens, de défi et d'engagement sur la tâche.

Dans une dissertation philosophique doctorale en psychologie, relative à la recherche en créativité et innovation, Šimleša (2018) développe le concept de *Collective Flow*, sur la base

[52] la coopétition est une combinaison de coopération et de compétition (Renault, 2014 ; Taddei et Davidenkoff, 2021)

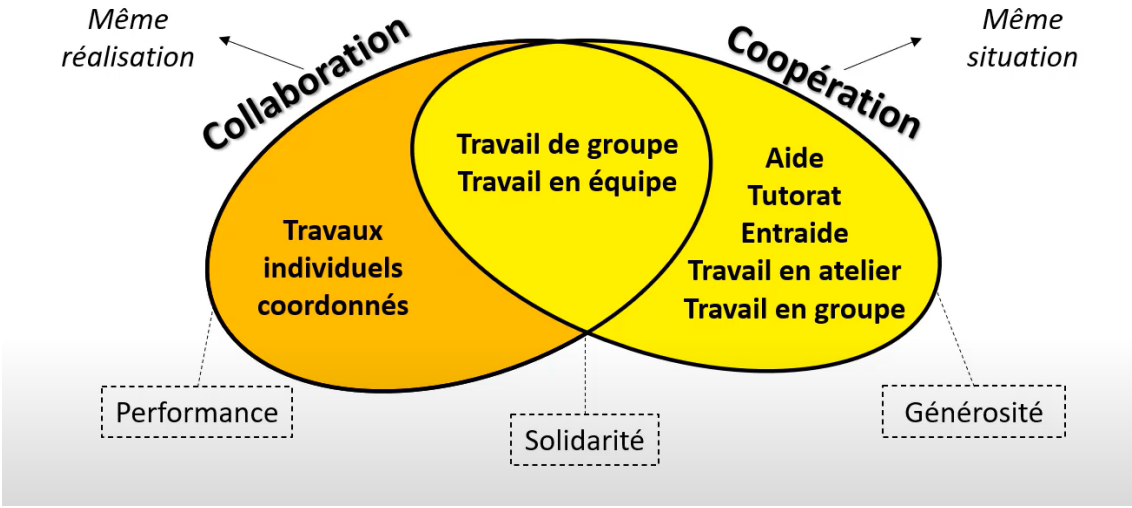
[53] précisions d'ailleurs, dans les précisions étymologiques et grammatiques de formes, que le préfixe « **co-** » est en fait une altération phonologique se déclinant sous **6 formes** : **con-** (*cum*, du latin « avec, tous ensemble, tout »), **co-** ; **col-** ; **com-** ; **cor-** ; et avec pour synonyme : « **syn-** » … ainsi ; ***co**régulation, **co**opération, **co**opétition, **co**ordination, **co**organisation, **col**laboration, **col**lectif, **com**munication, **cor**rélation, **syn**ergie* … et les boucles se bouclent. ∞

[54] http://www.atief.fr/conferences-eiah

positiviste du *Flow* de Csikszentmihalyi (1975), afin de proposer un modèle optimal de **collaboration** pour obtenir un état de groupe agissant comme un tout (soit une autre manière de parler d'une cause possible résultante d'effets de **synergie**). Six études expérimentales en laboratoire lui permettent alors de démontrer des effets positifs du *Collective Flow* sur des facteurs tels que la **motivation** intrinsèque (*i.e.*, celle qui permet le plus de maintenir l'engagement dans l'action) ; et l'identification sociale des membres du groupe, prenant en compte des préconditions spécifiques telles que l'empathie, l'ambition partagée et une identité commune.

Un dernier ensemble de termes qui mérite d'être mieux explicité au travers de la littérature est celui de la *triade* (le modèle de collaboration *3C* des *groupware*, Fuks *et al.*, 2008 ; Gerosa *et al.*, 2006) ; voire de la *tétrade* de processus de régulation des interactions du travail collectif : coopération, collaboration, coordination, communication. En particulier, les processus de **coopération** et **collaboration** ont souvent tendance à être soit synonymes, interchangeables, soit avoir des sens différents, voire des sens opposés (Benali *et al.*, 2002) alors qu'elles devraient faire partie d'un ensemble « *solidaire* » dans le cadre de situations complexes. On relèvera par exemple les « *pédagogies coopératives* » de Connac (2014) qui réussit dans son livre à utiliser zéro fois le terme collaboration. Connac (2021), semblant privilégier la notion de « *coopération* », explique d'ailleurs la distinction très précise qu'il entend entre les deux termes, identifiant ainsi des caractéristiques de « *générosité* » associées au *don mutuel de soi* et à la **coopération** ; et des caractéristiques plus « *égoïstes* » associées à la *performance* et à la **collaboration** (les deux étant supposés se rejoindre dans un diagramme logique au niveau d'une zone de « *solidarité* », *a priori* plus propre à la coopération qu'à la collaboration, voir Figure 3.7).

**Figure 3.7** - Coopération versus collaboration.

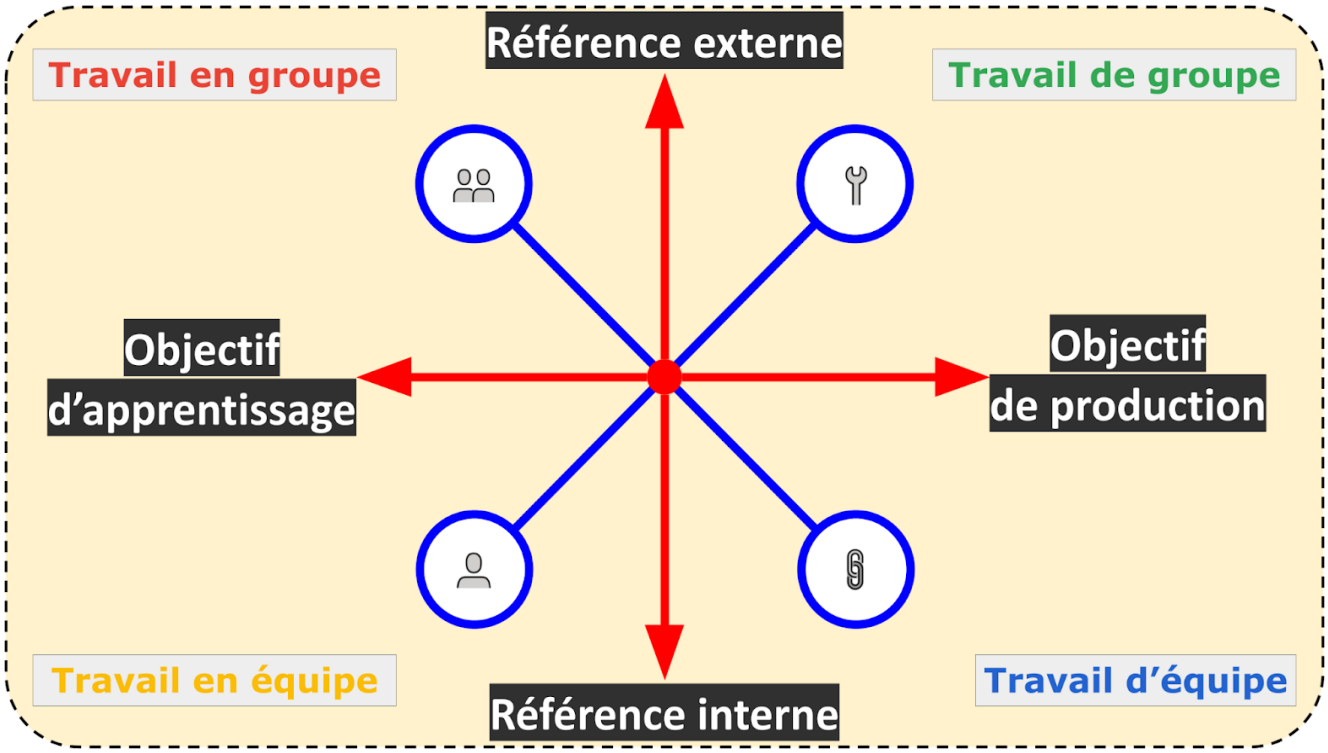



Note. Connac, 2021, en ligne

Sur ces tentatives de redéfinitions contextualisées, nous ne pouvons qu'exprimer quelques doutes, voire suggérer par l'interrogative, la possibilité de distinguer des *pédagogies* pour les *enfants* pas tout à fait autonomes qui apprennent encore progressivement à travailler ensemble

en commençant par coopérer ; vers des *andragogies* pour les *adultes* en autonomie relative qui collaborent ensemble pour l'accomplissement de buts communs (et notamment par le biais de technologies et « *outils collaboratifs* »). Connac (2021) distingue également plus précisément d'autres typologies de travail collectif, notamment sur ce qui relève du travail « *de/en* » groupe et du travail « *en/d'* » équipe dans le cadre des « *pédagogies coopératives* » (voir Figure 3.8), où nous ne manquons pas de voir aussi quelques liens logiques avec les modèles de SACI.

**Figure 3.8** - Les pédagogies coopératives : le travail, le et l'équipe.

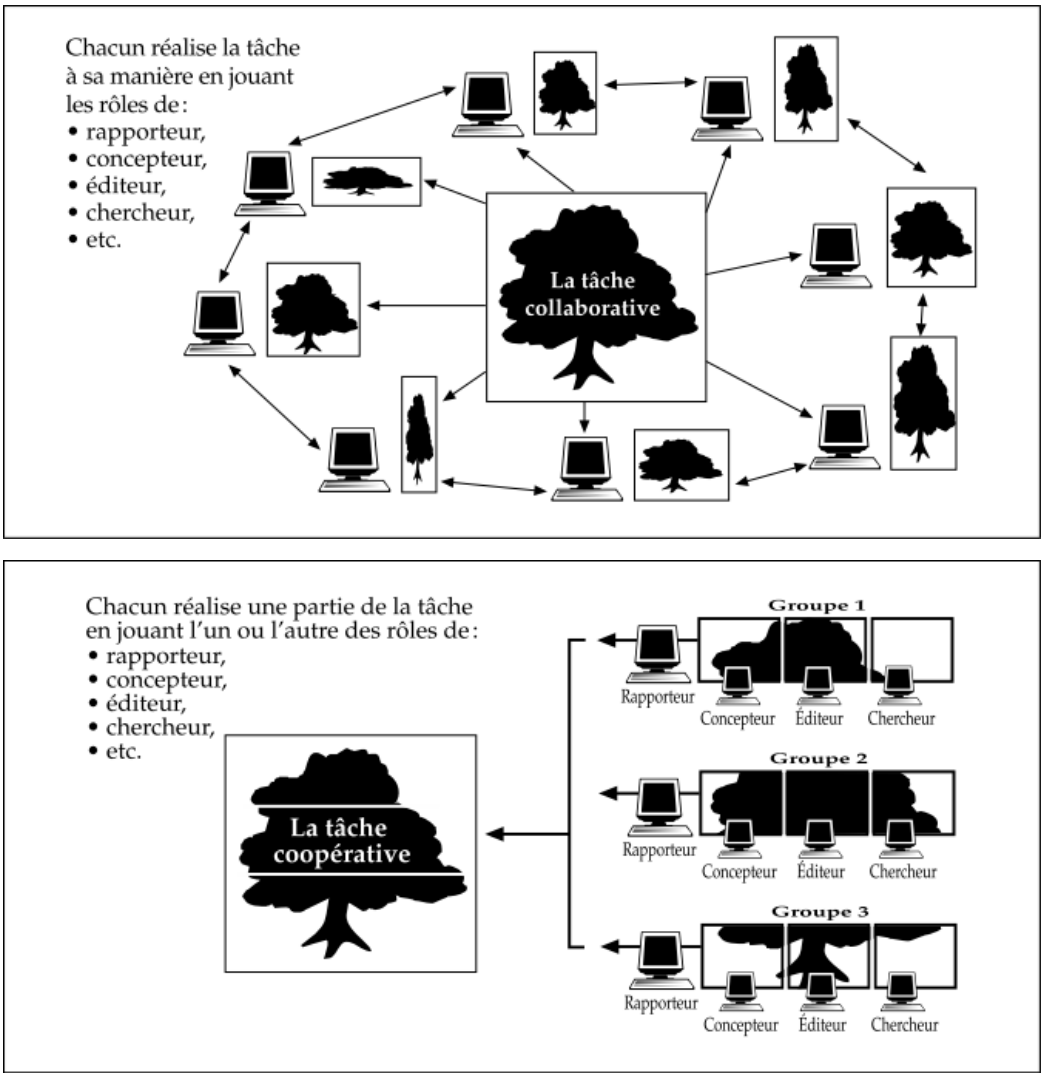



Note. D'après Connac, 2021

Les travaux de Delonca *et al.* (2019), Giudicelli *et al.* (2022) et Mailles Viard Metz (2019) pointent aussi l'importance de la compétence du « *travail en équipe* » en les croisant avec les dimensions affectives et émotionnelles, le SEC, la constitution, les affinités et la cohésion des « *groupes de travail* », les profils de personnalité, le « *leadership* » et le travail collaboratif dans le cadre d'environnement de type CSCL.

D'autres privilégient l'approche collaborative et la collaboration comme une composante du travail collectif plus large et englobante, incluant la coopération, tout en la dépassant, à l'image même des processus d'*instrumentation* et d'*instrumentalisation* (Rabardel, 1995) qui ne sont pas dissociables. Ainsi, en se plaçant du point de vue de la tâche et en les intégrant au travers des processus d'autonomie, de contrôle, de communication et de coordination ainsi que les stratégies cognitives et métacognitives efficaces, Henri et Lundgren-Cayrol (2001) proposent cette distinction au format figuré (voir Figure 3.9).

**Figure 3.9** - Tâches coopérative et collaborative.




Note. Henri et Lundgren-Cayrol, 2001, p. 34

Autrement dit, plus le contrôle sur les apprentissages est grand, plus la coopération est forte (*i.e.*, « *dépendance réciproque* ») ; et plus l'évolution de la démarche d'apprentissage se dirige vers la collaboration, plus l'autonomie de l'apprenant est augmentée (*i.e.*, « *interdépendance associative* »), l'amenant progressivement à prendre plus de décisions et plus de responsabilités (Henri et Lundgren-Cayrol, 2001).

Dillenbourg (1999) s'intéresse aussi rigoureusement à la définition de la collaboration et des apprentissages collaboratifs impliquant l'usage des technologies au sens des CSCL :

> « *Le sens psychologique est descriptif : on observe que deux ou plusieurs personnes ont appris et la collaboration est considérée comme le mécanisme qui a provoqué l'apprentissage. La confusion entre les points de vue descriptif et prescriptif conduit à de fréquentes surestimations de l'efficacité de*

*l'apprentissage collaboratif. Je soutiendrai que l'apprentissage collaboratif n'est ni un mécanisme, ni une méthode.* » (Dillenbourg, 1999, p. 4)

Selon lui, l'adjectif collaboratif des situations d'apprentissage collaboratives concerne **4** aspects :

1. la collaboration est plus susceptible de se produire entre des **personnes ayant un statut similaire** qu'entre un dirigeant et son employé, ou entre un enseignant et un apprenant,
2. les **interactions** qui ont lieu entre les membres du groupe peuvent être **plus ou moins collaboratives** (par exemple, la négociation a une influence collaborative plus forte que le fait de donner des instructions),
3. certains mécanismes d'apprentissage sont plus intrinsèquement collaboratifs (par exemple, le *grounding* (compréhension mutuelle, Baker *et al.*, 1999) a une influence collaborative plus forte que l'induction),
4. les effets de l'apprentissage collaboratif (« *non pas parce que cet élément sert à définir la collaboration elle-même, mais parce que les points de vue divergents concernant la manière de mesurer les effets de l'apprentissage collaboratif participent à la sauvagerie terminologique de ce domaine* » (Dillenbourg, 1999, p. 7).

Quant à la distinction entre coopération et collaboration, Dillenbourg est plutôt catégorique :

« *La **collaboration** et la **coopération** sont parfois utilisées comme des termes synonymes, tandis que d'autres chercheurs académiques utilisent ces termes de manière distincte **en fonction du degré de division du travail**. Dans le cas de la **coopération**, les partenaires **divisent le travail**, résolvent les **sous-tâches** individuellement, puis **assemblent les résultats** partiels pour obtenir le **résultat final**. Dans la **collaboration**, les partenaires **font le travail "ensemble"**. Cependant, une certaine division spontanée peut se produire même si deux personnes travaillent réellement ensemble, par exemple un partenaire qui prend la responsabilité des aspects de bas niveau de la tâche tandis que l'autre se concentre sur les aspects stratégiques.* » (Dillenbourg, 1999, p. 8).

Cette approche est encore utilisée dans les recherches sur le numérique et l'enseignement, notamment sur la manière dont l'ingénierie pédagogique au travers de cours technologiquement augmentés permet d'améliorer la littératie numérique (Bourdeloie, 2012 ; Michelot, 2020), l'autorégulation et la perception des apprentissage par les étudiants (Blau *et al.*, 2020).

En revenant alors ultimement sur l'étymologie de ces mots à forte variation transdisciplinaire (*cf.*, ENCART 4.), nous retrouvons des définitions originellement authentiques et qui semblent plus à même de susciter des consensus terminologiques. Ainsi, la coopération[55] reviendrait « *la*

[55] **coopération**, du latin chrétien « *cooperatio* » (à la grâce / Dieu), signifie la part prise par chacun dans l'œuvre faite en commun. Son étymologie est intéressante dans la mesure où il s'agit d'un emprunt au latin par le « Moyen anglais », plus tard ré-adopté par le français qui le détache de ses origines religieuses. Owen (Rey et Owen, 1828), considéré comme le père fondateur du mouvement coopératif et du socialisme britannique, la désigne économiquement comme la

*part prise par chacun dans l'œuvre produite en commun* » ; la collaboration[56] serait « *le fait de travailler ensemble dans une situation en se sentant responsable collectivement de l'accomplissement commun* » ; et la coordination[57] permettrait d'« *ordonner, d'arranger collectivement toutes ces activités simultanées ou alternées* ».

Sur le plan plus dynamique et interactionnel de ce qu'impliquent ces processus, il s'agit donc de bien les considérer comme des « processus » (*i.e.*, une suite d'actions, dans le temps, en train de s'exécuter avec leurs formes terminologiques en suffixes de « *-ation* » signifiant bien « action de ») et non, d'essayer de les définir en fonction de leur finalité, mécanisme ou méthode, à l'image d'une prédiction prescriptive qui saurait exactement ce que le groupe peut créer.

Nous reprenons en synthèse (Tableau 3.3), les différentes caractéristiques qui permettent de distinguer et d'intégrer la coopération, la collaboration et la coordination comme des processus complémentaires d'un tout actionnel émergent au travers des dynamiques de l'IC.

**Tableau 3.3** - Comparaison entre les notions de coopération et collaboration dans une APP.

| | Coopération | Collaboration | Coordination |
|---|---|---|---|
| **Objectifs** | Objectifs organisationnels non pris en compte | Des objectifs communs sont créés | Les objectifs communs sont la finalité à atteindre |
| **Interactions** | Interactions entre individus si besoin est uniquement | Interactions permanentes entre les participants | Interactions planifiées sous forme de tâches pour l'atteinte du but |
| **Relations** | Relations informelles, chaque groupe/individu fonctionne de façon séparée | Nouvelles structures organisationnelles avec des rôles corrélés | Structure relationnelle orientée sur les tâches et les prescriptions de l'organisation |
| **Résultats** | Pas de définition commune du planning ou des objectifs à atteindre | Un ou plusieurs projets sont créés avec une perspective de résultats à long terme | L'agencement des tâches est organisée pour atteindre efficacement un certain résultat |
| **Organisation** | Leadership unilatéral | Chaque chef de projet est totalement engagé et convaincu de l'intérêt du projet. Le leadership est partagé et distribué entre les participants | Un seul responsable en supervision (*autocratic coordination*) ou plusieurs coéquipiers coordonnant localement leurs tâches avec leurs pairs (*diplomatic planning*) |
| **Information** | L'information est échangée si besoin est | Différents niveaux de communication sont établis. La communication est vue comme un élément clef du succès | L'accès à l'information et les connaissances nécessaires sont facilités pour atteindre le but |

répartition du profit en fonction des parts de participation de chacun. Chaque acteur est responsable d'une partie de l'œuvre commune, il s'agit là d'un processus d'action participative à une œuvre collective.

[56] **collaboration**, du latin médiéval « *collaboratio* » (collaborare, travailler ensemble) place l'actant comme responsable de l'ensemble de l'œuvre, s'agissant alors d'un processus de participation à l'élaboration collective de l'œuvre commune.

[57] **coordination**, du bas latin « *coordinatio* », dérivé de « *ordinare* » (ordonner / arranger) avec le préfixe *co-* (avec) pour indiquer la réunion. Elle permet de mettre en mouvement la mise en œuvre de l'activité, elle est un processus d'agencement harmonieux d'actions collectives, une réunion organisationnelle ordonnée.

| | Coopération | Collaboration | Coordination |
|---|---|---|---|
| **Ressources** | Les ressources restent séparées | Les ressources sont partagées dans une perspective d'effort à long terme tout en étant gérées par la structure collaborative | Les ressources sont allouées en fonction des besoins pour servir l'atteinte du but |

Note. D'après Pulleo (2003) cité par Rose (2004), adapté avec la notion de coordination

Appliqué à la robotique ou à l'intelligence artificielle, nous comprenons bien l'intérêt de savoir distinguer différentes manières de travailler ensemble, collectivement, collaborativement, coopérativement, comme c'est le cas par exemple avec ces travaux de Vianello *et al.* (2022) qui cherchent à déterminer le meilleur comportement d'un robot pour accompagner le travail d'un humain.

Dans le cadre de la psychologie sociale et de l'analyse des dynamiques de groupes, Moreno (1934), propose une théorisation et une visualisation des liens sociaux de sujets en fonction des relations interpersonnelles dans un groupe. Ces diagrammes, appelés sociogrammes, placent le lien au centre de cet outil sociométrique dont l'objectif initial est d'établir des équipes de travail sur la base de critères objectifs. L'un des buts de Moreno est notamment de pouvoir identifier les sujets isolés et de les aider à mieux s'intégrer dans des groupes sociaux. Les représentations visuelles sont ainsi le résultat d'outils construits par Moreno autour de l'enquête et du test sociométrique, permettant par des questionnaires de mesurer les liens affectifs et d'en rendre compte visuellement.

Par la suite et à une échelle plus macroscopique, Lewin (1948), continue de développer cette approche de sociométrie sur les dynamiques de groupes et de résolution de conflit social (voir Figure 3.10), inspirant en grande partie l'émergence des sciences sociales de l'époque, en s'attachant notamment à donner un développement scientifique plus mature, utilisant davantage de données empiriques pour assurer la signifiance des théoriques systémiques. La majeure partie de son travail s'affaire ainsi à déterminer les prérequis conceptuels et méthodologiques pour défendre des sciences du comportement plus crédibles.

**Figure 3.10** - Diverses conceptualisations systémiques de représentations sociales.

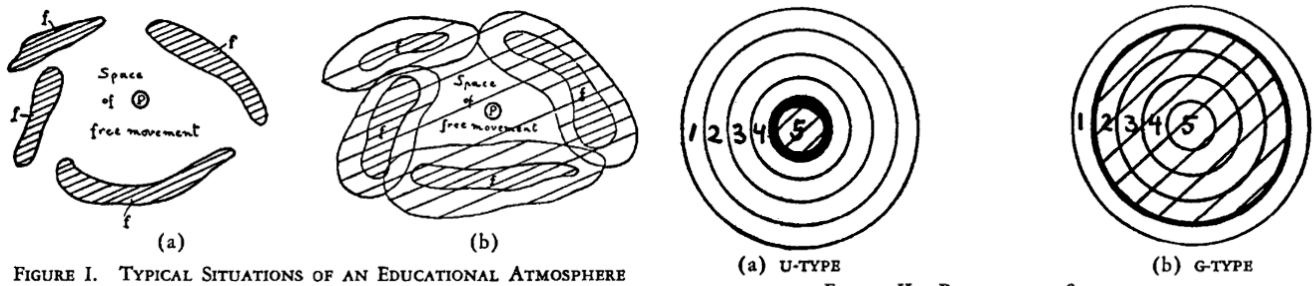
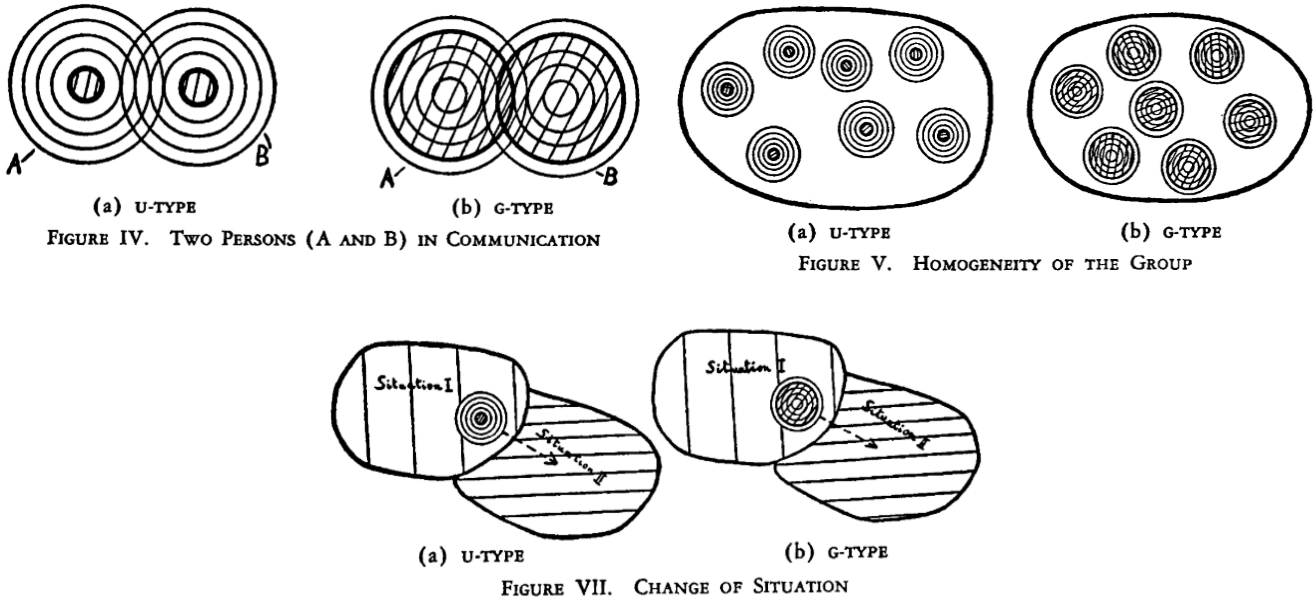



FIGURE I. TYPICAL SITUATIONS OF AN EDUCATIONAL ATMOSPHERE (a) THE UNITED STATES (b) GERMANY

FIGURE II. PERSONALITY STRUCTURE




(a) U-TYPE (b) G-TYPE

FIGURE IV. TWO PERSONS (A AND B) IN COMMUNICATION

(a) U-TYPE (b) G-TYPE

FIGURE V. HOMOGENEITY OF THE GROUP

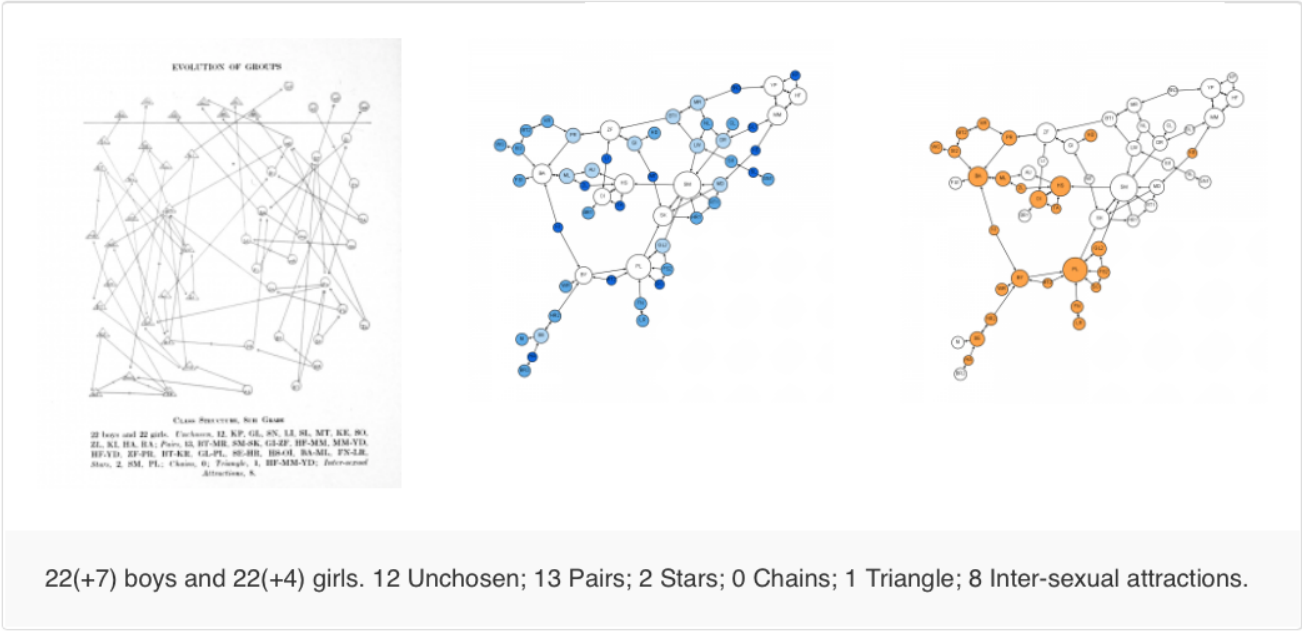
(a) U-TYPE (b) G-TYPE

FIGURE VII. CHANGE OF SITUATION

Note. Lewin, 1948

Adapté à un contexte plus actuel, ayant connu depuis l'émergence et l'effervescence de l'informatique et des sociétés numériques, nous pourrions voir dans les sociogrammes de Moreno, l'ancêtre des analyses de réseaux contemporaines, se basant notamment sur les traces d'interactions numériques entre des individus en situation instrumentée. Grandjean[58] établit ce parallèle en reprenant les dessins originaux (voir Figure 3.11) de Moreno (1934) via *Gephi* (Bastian, Heymann et Jacomy, 2009), un outil d'analyse de réseaux sociaux (ARS).

**Figure 3.11** - Revisite des sociogrammes originaux de Moreno par Grandjean avec Gephi.




[58] http://www.martingrandjean.ch/social-network-analysis-visualization-morenos-sociograms-revisited/

Grandjean (2015) propose une distinction entre la visualisation de démonstration à des fins de communication et la visualisation de recherche, permettant de nourrir celle-ci avec un potentiel heuristique explicatif plus complexe dans une introduction à la visualisation des données et l'analyse de réseau (ARS).

Dans ces dynamiques d'approches du travail collectif, le projet « **TEAM »** (voir Figure 3.12), pour « *Travailler et Apprendre En Équipe* » (Mailles Viard Metz, S., 2019) et l'article de Giudicelli *et al.*, (2022) nous a permis de tester d'autres dimensions psychosociométriques telles que la « composition », la « cohésion », et la « satisfaction du travail d'équipe », ainsi que les prémices d'items pour sonder l'IC en lien avec le SEC et la corégulation des principales dimensions identifiées dans la littérature.

**Figure 3.12** - Projet TEAM (2019)



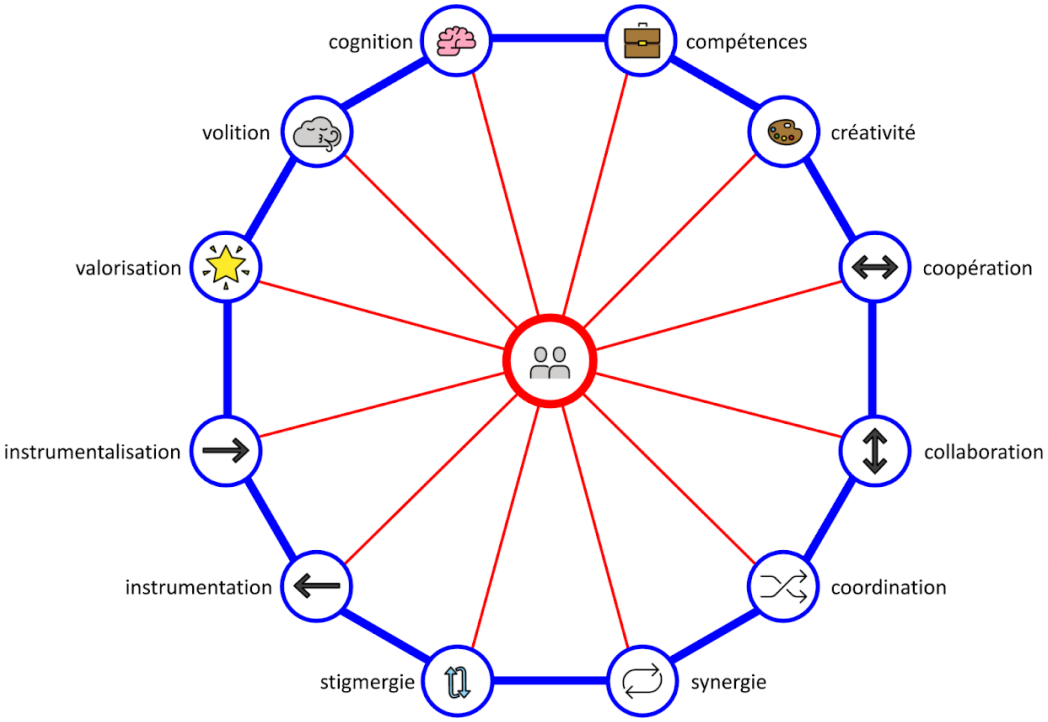

## Conclusion

Ce chapitre nous a permis de distinguer différentes formes et différents niveaux de l'IC. De l'intelligence des foules aux intelligences d'équipes, nous émettons l'hypothèse qu'un type d'ingénierie sociale pour l'émergence de formes d'IC en contexte pourrait permettre d'accompagner cette dynamique synergique et stigmergique, du particulier au général, en commençant par stimuler le niveau groupal.

À l'image du modèle CHC pour l'individu, des *alvéoles des abeilles* symboles *gestaltique* de l'auto-organisation collective, et de la somme des différents polynômes d'observation que nous avons vu antérieurement dans la littérature, nous proposons sous la forme schématique (voir

Figure 3.13), un modèle provisoire pour tendre vers l'observation d'IC en contexte de travail collectif.

**Figure 3.13** - Schéma de dimensions contribuant potentiellement à l'émergence d'IC.




Ce schéma nous permet ainsi de conceptualiser deux choses : d'une part, bien que non exhaustive et servant ici de postulat de recherche, nous voyons que la somme des variables peut être conséquente et génère une forme de complexité importante dans la représentation du construit que l'on cherche à observer ; d'autre part, les cadres d'observations sur la base *gestaltique* et statistique de formes simples (*bipolaires, tripolaires, quadripolaires, multipolaires*) peut être accumulé par facettes et augmenté en ouvrant davantage la focale, donnant lieu à la nécessité d'autres types d'outils de représentation et d'analyses des relations interactionnelles entre dimensions et sommes d'individus. Ce dernier point nous permet d'avancer que des *analyses de réseaux sociaux* (ARS) et la théorie des graphes issus des méthodes mixtes, par exemple, seraient plus à même d'approcher, de cerner et de rendre compte de la complexité du phénomène observé au travers des multiples définitions possibles de l'IC.

Pour synthétiser chacune des dimensions que nous avons croisé dans la littérature, nous formulons une liste résumant les définitions de chaque facteur à potentiel d'émergence d'IC sans prétendre, à l'instar des nombreuses théories sur lesquelles nous nous appuyons, à l'exhaustivité ou la stabilité de la définition plus générale du phénomène que nous cherchons à observer.

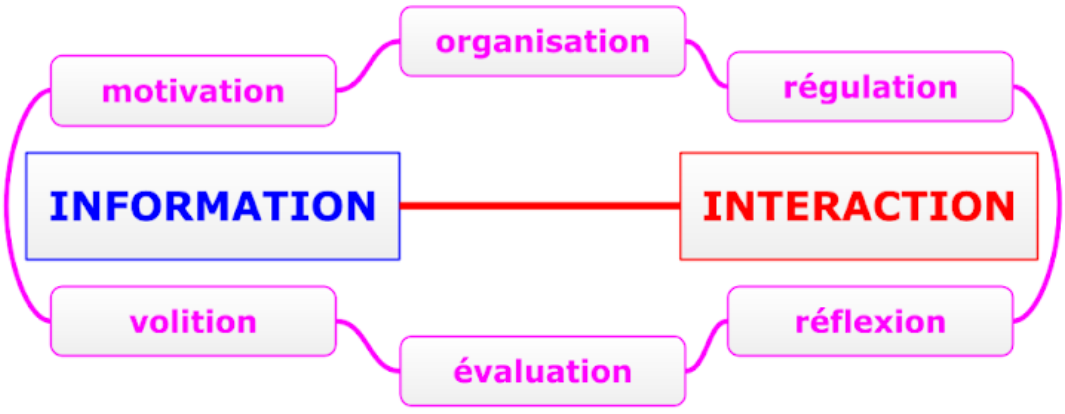
| | |
|---|---|
| 🧠 **Cognition** | D'une manière générale, la **cognition** désigne l'action d'apprendre à connaître. Elle fait écho au concept même de l'intelligence qui se manifeste par des capacités de |

| | |
|---|---|
| | compréhension, d'apprentissage et d'adaptation face à une situation nouvelle. De manière plus spécifique, la cognition se réfère aux différentes fonctions (mentales) qui mettent en jeu la perception, le langage, l'apprentissage, la mémoire, le raisonnement, la résolution de problèmes, la prise de décision, l'attention et, à nouveau, rétrospectivement, à l'intelligence. |
| 💼 **Compétences** | Les **compétences** renvoient aux capacités, qui peuvent être générales ou spécifiques et qui sont fondées sur un savoir ou une expérience. Appliquées, les compétences sont des instruments de compréhension et de production de nouvelles connaissances ou de nouveaux objets. |
| 🎨 **Créativité** | La **créativité** est une aptitude à produire, elle donne naissance à de nouvelles inventions, de nouvelles connaissances, qui, contrairement à ce qui peut être communément ou culturellement admis (notamment dans la religion, socle non négligeable de beaucoup de nos constructions sociales depuis plusieurs millénaires), ne tire pas toujours son essence du néant. Bien au contraire, la créativité se développe et s'entretient par d'autres processus tels que l'inspiration, la copie, la transformation, l'association, la combinaison, et parfois même, la destruction. Démolir, pour mieux reconstruire. |
| ↕ **Coopération,**<br>↔ **Collaboration,**<br>🔀 **Coordination** | Viennent ensuite des déterminants qui concernent davantage le groupe et son action collective, bien qu'ils prennent naissance chez l'individu et qu'ils puissent être tout aussi applicables individuellement. Il convient de bien distinguer les trois processus suivants, non pas comme des indépendances opérationnelles, mais comme des interdépendances nécessaires à l'harmonisation d'une action collective.<br>La **coopération** consiste à diviser le travail en plusieurs parties, comme cela est indispensable pour n'importe quel problème complexe, afin de se les répartir et distribuer en fonctions des forces et compétences des membres du groupe.<br>La **collaboration** passe par des phases de synchronicité, de partage et d'échange sur ce qui est produit, sur l'ensemble des contributions dont chacun pourra se sentir responsable *in fine* dans l'accomplissement collectif.<br>La **coordination** est ainsi une sorte de liant entre les activités coopératives et les activités collaboratives. Selon la finalité de l'action collective envisagée, il convient de l'anticiper en amont tout en gardant une certaine forme de flexibilité et d'adaptabilité face aux contingences imprévisibles de la réalité. Il s'agit alors de distribuer dans le temps et dans l'espace (physique ou informationnel) les différents éléments à se partager pour co-construire de manière synchrone et asynchrone. |
| 🔁 **Synergie,**<br>🔃 **Stigmergie** | Les principes de synergie et de stigmergie, mobilisés au travers d'énergies individuelles et collectives vont de pair et peuvent même apparaître comme des observables découlant d'une intelligence collective qui serait effective.<br>Les effets de **synergie** consistent à aboutir à un produit supérieur issu des résultats du collectif, comparativement aux résultats individuels. C'est notamment à partir de ce principe que l'on peut être amené, dans une logique compétitive et comparative, à mesurer l'IC en rapport avec des gains de performance ou de temps.<br>La **stigmergie** met en valeur la fluidité et la productivité dans l'association et la mise en commun des contributions collectives. Il s'agit de considérer les actions dans le temps, qui peut-être plus ou moins long, avec des analyse de réseaux et d'interactions sur le plan qualitatif, et non uniquement porté le quantitatif ou sur une recherche d'homogénéité ou d'hétérogénéité des échanges intra-groupaux. |

| | |
|---|---|
| ⬅️ **Instrumentation,**<br>➡️ **Instrumentalisation** | Ancrés dans la genèse instrumentale de Rabardel, les concepts d'instrumentation et d'instrumentalisation vont également de pair.<br>L'**instrumentation** revient à utiliser les outils existant pour répondre à des besoins spécifiques grâce à l'utilisation d'artefacts et de méthodologie appliquée à l'action de celui ou ceux qui les instrumentent. Elle est relative au sujet et s'oriente vers l'objet par l'émergence et l'évolution de schèmes d'utilisation, conditionnés par l'artefact.<br>L'**instrumentalisation**, proche du concept de catachrèse, dépasse l'usage des instruments, elle détourne, transforme et permet une appropriation des outils pour parvenir à des fins qui n'avaient pas forcément été anticipées dans l'utilisation pré-conçue. Elle est dirigée vers l'artefact et attribue des fonctions par le sujet dans une logique de détournement et de transformation qui dépasse la simple appropriation. Ce qui la distingue est l'orientation, choisie par le sujet telle que pourrait l'être une conscientisation de sa propre cognition orientée par une forme de méta-cognition. |
| 🌞 **Valorisation** | La **valorisation** s'entend ici comme la satisfaction du travail accompli, le fait de trouver de sens à une action, obtenir de la reconnaissance des autres et, ultimement, en tirer un profit sur le plan humain et/ou matériel. |
| 🎢 **Volition** | La **volition**, c'est la capacité à se mettre au travail et à persister dans les efforts. Il s'agit d'une combinaison de vigueur et de rigueur qui se perpétue dans le temps jusqu'à l'accomplissement. Elle mobilise la motivation pour se surpasser dans ses propres accomplissements. C'est pourquoi il est notamment bien important de se fixer un début et une fin, un objectif à atteindre et un découpage en sous-objectifs, car comme tous les autres déterminants, il ne s'agit pas d'une ressource infinie et inépuisable, que ce soit au niveau individuel ou collectif. |

Nous ajoutons également, à la focale de représentation développée précédemment sur les processus et mobilisations potentielles à l'œuvre dans l'émergence d'IC (voir Figure 3.3), un focus plus précis sur les processus interdépendants des relations entre action, interaction et information, rapportant ainsi des processus déjà vu précédemment dans les deux premiers chapitres de cet état de l'art (voir Figure 3.14).

**Figure 3.14** - Processus identifiés autour du produit de l'IC.



## ⏬ EN RÉSUMÉ 3 / 9

- ➔ Nous combinons dans ce chapitre les apports **théoriques** et **pratiques** relevés dans les deux premiers chapitres sur l'**individu** et l'**instrument** avec les dimensions d'**altérité**, d'**hétéronomie** et d'IC.
- ➔ Nous proposons des distinctions fondamentales relatives à la différence entre *conscience collective* et IC, visant particulièrement l'étude au niveau **micro** en SACI plutôt que l'étude au niveau macro.
- ➔ L'IC est un **phénomène** qui intéresse particulièrement les sciences de gestion et de l'organisation dans sa **définition**, tout en étant **transdisciplinaire**, du fait de la **complexité** des **paramètres** à l'œuvre dans son **émergence**, qui repose sur les **individus en interactions**.
- ➔ Nous nous intéressons particulièrement à ces **conditions d'émergence**, notamment à l'instar des modèles de l'intelligence générale (CHC) qui cherche à mesurer des **paramètres** pour définir un **phénomène**, tout en étendant à des modèles plus **conceptuels** et **qualitatifs** dans leur observation potentielle en **situation naturelle**.
- ➔ Le cadre des **modèles de systèmes complexes adaptatifs** (CAS) est invoqué pour observer **circulairement** et par **facette**, un phénomène complexe tel que l'IC et ce afin de proposer une approche non-réductionniste, non expérimentale et sans quête de vérité absolue.
- ➔ Différentes **dimensions** et **facteurs** sont extraits et retenus pour élaborer un modèle systémique englobant des différentes **facettes** potentielles de l'**émergence** d'IC au travers des dynamiques de groupe (*i.e.*, 🧠 Cognition, 💼 Compétences, 🎨 Créativité, ↕ Coopération, ↔ Collaboration, 🔀 Coordination, 🔁 Synergie, 🔃 Stigmergie, ⬅️ Instrumentation, ➡️ Instrumentalisation, 🌟 Valorisation et 🎏 Volition).

# CHAPITRE 4

# 🔍 Problématique de recherche

Nous avons passé en revue la littérature et identifié que l'apprentissage reposait sur un nombre conséquent de facteurs explicatifs à la fois internes et externes à l'humain, formant un modèle hypothétique complexe et dynamique de variables à observer. Après une exploration des principales références théoriques pour tenter de répondre à nos questions de départ, nous pouvons maintenant formuler des objectifs et questions de recherche plus précis, qui nous permettront de proposer des situations d'observations pour trouver des réponses dans notre cheminement exploratoire.

Sur la synthèse des différentes approches théoriques possibles, le modèle quadripolaire des SACI, nous semble être à même de saisir la complexité du phénomène recherché, dans des environnements complexes intégrant à la fois des variables individuelles, des variables collectives, des traces de l'activité générées par l'utilisation des outils numériques et un objet d'apprentissage visé au travers d'approches par projets, par problèmes et par compétences. Nous pensons aussi que ce modèle est compatible et propice à intégrer des méthodes mixtes et une observation multifocale, qui serait itérative et continue, permettant ainsi d'analyser des situations pédagogiques naturelles mais aussi des émergences d'intelligences collectives dans ces contextes d'activités.

Afin de situer plus précisément notre fenêtre d'observation sur cet objet de recherche qu'est l'IC, nous présentons dans les sections qui suivent, le cadre de la recherche, les contextes sociétal, académique et technique au sens de la Méthode THEDRE que nous décrivons dans le chapitre suivant.

## ♻️ Introduction contextuelle de l'approche écologique

Avant d'aborder la revue de la littérature pour circonscrire notre objet de recherche (l'IC) à des domaines observables, nous inscrivions notre démarche dans un paradigme de recherche épistémologique dit de « *constructivisme pragmatique* »[59] dont la recherche s'initie « *par l'étude des contextes académique, technique et sociétale* » (Mandran, 2017, p. 200). Ces descriptions et circonscriptions de contextes servent à positionner nos questions de recherche dans un cadre général qui fait office de référentiel commun chaque fois qu'il peut s'agir : (1) d'apporter des éléments de réponses, ou ; (2) de repositionner les questions de recherche au regard de ce référentiel. Ce paradigme permet notamment, après chaque itération d'un processus ou de l'observation d'un phénomène, de repositionner et faire évoluer la question de recherche. En

[59] au sens de THEDRE (Mandran, 2017), une méthode de conduite de recherche et amélioration continue sur laquelle nous reviendrons dans le CHAPITRE 5, Section 5.2., « Les méthodes de conduite de recherche ».

l'occurrence, nos situations d'observations étant dépendantes de terrains d'études en situation naturelle et écologique, nous tâchons de les décrire contextuellement et systémiquement dans les sections qui suivent.

### 👨‍👩‍👧 Contexte sociétal

D'un point de vue **sociétal**, nous nous situons dans des attentes où les individus sont appelés à travailler et faire ensemble pour accomplir des objectifs communs. Qu'il s'agisse du monde du travail, de l'organisation ou des institutions qui y préparent et forment les êtres pour être socialement intégrés, ces objectifs communs sont à définir au niveau macro social et peuvent se perdre de vue lorsque l'on raisonne à des niveaux plus individuels et/ou communautaires. Si la notion de compétitivité reste dominante dans des modèles économiques qui justifient que les uns soient meilleurs que les autres et trouvent leur place de manière différenciée ; d'une part, cette compétitivité s'organise à des niveaux collectifs intermédiaires (*une entreprise, des groupes de travail, des équipes*), et d'autre part, d'autres modèles existent (*e.g., la coopération, la collaboration, la coopétition, les organisations apprenantes, à but non lucratif, les associations* ; les sociétés coopératives de type *SCOP* ou *SCIC* : Boissin *et al.*, 2015). Ces modèles à gouvernance alternative pourraient tendre à se démocratiser dans un environnement dont l'humanité a atteint les limites écologiques et qui nécessite (*tous rapports d'états d'urgences confondus*) une nouvelle relation au monde et aux êtres qui l'entourent. Ces derniers modèles impliquent des transformations structurelles importantes que l'on peut, déjà, éventuellement, observer à des niveaux politiques ou organisationnels, d'une verticalité à une horizontalité où les responsabilités et les richesses (matérielles et immatérielles) tendent à se partager ou se négocier plus équitablement. En formulant quelques jalons hypothétiques sous forme de « *et si nous* », Taddei et Davidenkoff (2021) pointent les enjeux d'aujourd'hui et de demain ; sur la conscience de nos interdépendances, la promotion de la coopération « *biosphérique* » et « *noosphérique* »[60], ainsi que la création de communautés et de l'IC comme moyens de réussite.

### 🎓 Contexte académique

Au niveau **académique**, bien qu'ancrées dans des traditions continuées de mérite et d'excellence (voir Section 2.1), nous observons également des transformations au niveau *enseignant-chercheur* comme au niveau *étudiant-apprenant* ; d'évaluation formatives (*i.e., favoriser la progression des apprentissages*) à sommatives (*i.e., attester ou reconnaître la finalité des apprentissages*), d'autres modalités d'évaluation et d'apprentissage viennent compléter ces approches. L'*autoévaluation*, l'*évaluation par les pairs*, l'*apprentissage par groupe*, *par projet*, *par compétences*, en sont quelques exemples qui permettent de rendre plus *autonomes* les individus

[60] La biosphère (ensemble des organismes vivants et de leurs milieux de vie) et la noosphère (ensemble de la pensée humaine, néologisme de Vernadsky et Teilhard de Chardin) sont des termes fréquemment utilisés par des auteurs tels que Taddei, Morin et autres scientifiques reliant les SHS aux sciences naturelles.

et groupes d'individus dans la construction de leur propre parcours — et ce, en trouvant l'adéquation pour être davantage en phase avec les attentes de la société. Pour autant, la compétition y est aussi omniprésente aussi, à tous les niveaux : entre étudiants qui sont mis en concurrence pour leur poursuite d'étude et leur future professionnalisation, entre universités qui se comparent au niveau des territoires, du *micro* au *macro* (*e.g.*, classement de *Shanghai*[61]) avec en principes des critères différenciants et objectivés (tels que les ODD, les *Objectifs de Développement Durable* de l'*ONU*[62] et les politiques éducatives (*nationales, européennes, internationales*) qui structurent leurs axes sur des thématiques spécifiques estimées à hautes valeurs ajoutées (*e.g.*, le *numérique*, le *collectif*). L'université, instrument de « *soft-power* » au niveau transnational (Aubry, 2021 ; Canto-Sperber, 2017 ; Nye, 2021), semble ainsi prise en étau entre ses objectifs sociétaux et les attentes comparatives d'un environnement aux multiples injonctions de performance, de compétitivité et de résultats. L'exemple de la recherche universitaire ne serait-elle pas une illustration de ces possibles interrogations du point de vue du collectif et de la mesure de l'efficacité des technologies de l'information, de la communication pour l'enseignement (TICE), c'est-à-dire, en somme, sur ce à quoi l'on reconnaît aujourd'hui des recherches de qualité ? Est-ce encore quantitativement lié aux volumes d'écrits, de contributions scientifiques, la notoriété institutionnelle et académique, ou bien à la qualité et l'intentionnalité de l'élégance des démarches qui se consacrent à mieux cerner leur objet en croisant terrain et transdisciplinarité ? Ou bien dans une approche plus sociocritique, sur la reconnaissance de grande personne en recherche qui laissent des traces et « *n'hésite pas à franchir les frontières disciplinaires avec rigueur et prudence pour documenter ses interrogations, étayer ses intuitions, consolider ses analyses* » (Collin, 2019, p. 144 en référence aux travaux de *Monique Linard*) ? Ou bien peut-être encore par d'autres outils et critères de qualité qui en assurent son évaluation et son amélioration continue, telle que la Hcéres[63] les met en œuvre au niveau national et nous permettent de nous auto-corréler aux divers autres classements (*e.g.*, Shanghai) ?

Une fois encore, les écrits récents et conscients de nos « *réalités actuelles* » de Taddei et Davidenkoff (2018), nous semblent bien cerner les problématiques de la nécessité de développer des formes d'IC, pour « *apprendre différemment* », pour « *apprendre avec les machines* », mais aussi pour « *enseigner différemment* », rappelant que lorsque l'on enseigne à des adultes, il faut parfois aussi savoir apprendre à désapprendre ou à faire désapprendre avant de réapprendre. La démonstration se manifeste d'ailleurs par la création d'une plateforme numérique augmentée accompagnant le manuscrit pour créer des communautés réflexives, dynamiques et interactives, afin de traiter de ces sujets, comme d'autres, en lien avec les ODD de l'ONU, par exemple. Cet appel, à l'image d'un co-manifeste interactif, nous invite via QR Code et *url* dans leur dernier livre

[61] ShanghaiRanking's Academic Ranking of World Universities
[62] World University Rankings 2022 | Times Higher Education (THE)
[63] https://www.hceres.fr/fr/les-outils-de-la-qualite

(Taddei et Davidenkof, 2021).

« **ET SI NOUS ?** *Comment relever ensemble les défis du XXI^e siècle* »
https://etsinous.learningplanetinstitute.org
#EtSiNous

Duguet, Lambert-Le Mener et Morlaix (2016) s'intéressent aux déterminants de la réussite à l'université en reprenant les recherches menées depuis la fin du **XX**^e siècle (1990) afin de mieux comprendre la notion d'échec à l'université vécue au plan politique et institutionnel, notamment sur les primo-arrivants de premier cycle universitaire (Romainville, 2000). Les caractéristiques et déterminants sociaux ou de genre, la massification de l'enseignement supérieur et le parcours scolaire antérieur sont analysés, manifestant souvent une variance faiblement significative au travers des études pour expliquer les différences interindividuelles de la réussite académique. Les nouvelles pistes de recherches depuis le début du **XXI**^e siècle (2010) y sont exposées avec des travaux concernant des facteurs tels que les capacités cognitives des étudiants (essentiellement liées au parcours antérieur), la motivation ou encore les effets des facteurs pédagogiques pour expliquer la réussite. Ces contributions à la réflexion rejoignent les observations sur les problématiques d'échecs et d'abandon (voire de fuite) établies par Michaut (2012) sur les quarante années (1970-2010) de recherches précédentes . D'autre comme Morin (1997) aborde la question de manière plus philosophique (dans la quête du construit que l'on cherche à observer), transdisciplinaire, prospective et complexe, reprenant les notions de boucle et de triade autour de « *individu* ↔ *société* ↔ *espèce* » ; en proposant par construction, à l'identification des savoirs nécessaires à l'éducation du futur : l'erreur et l'illusion, les principes d'une connaissance pertinente, l'enseignement de la condition humaine et de l'identité terrienne, l'affrontement des incertitudes, l'enseignement de la compréhension et l'éthique du genre humain (Morin, 1999 ; Morin 2006).

## ⚙ Contexte technique

Sur le plan **technique**, nous voyons ici les plus fortes progressions, probablement parce que c'est là que les acteurs de l'économie s'affairent le plus à la tâche ; avec des mouvements parallèles et alternatifs qui s'ouvrent vers le partage et l'accès sans condition à des ressources et biens communs autrefois hors de portée (dont le temps et l'espace nous séparait).

Que serait notre monde sans diverses « révolutions technologiques » successives qui, grâce à des efforts parfois isolés, se mettent en commun, convergent et rassemblent pour offrir des outils

permettant *a priori* aux individus une meilleure émancipation. La culture libre[64] en est un des exemple les plus démonstratifs, avec des médiums détournés de leurs objectifs initiaux, tels que les « internets » ; ou des plateformes telles que *Wikipédia* ainsi que tout autre logiciel dont l'ouverture et la transparence du code et de l'écriture, permettent à tout un chacun d'en comprendre mieux le fonctionnement, d'en améliorer l'efficacité et d'en étendre les effets de manière constructive et socialement orientée. Le culture libre et le logiciel open source[65] font de nos jours partie inhérente d'un grand nombre de technologies que nous utilisons au quotidien (*e.g.*, *Alphabet*, *Meta*, *WhatsApp* ne serait rien sans l'open source et *Moodle*, *Wikipédia*, *Nextcloud* sont parmi les exemples du meilleur de ce qu'est capable de produire collectivement le mouvement open source). Cette partie technique, liée à l'objet et à l'instrument, nous avons pour intuition que c'est celle qui nous permettrait pour le mieux d'observer au plus proche d'une réalité objective, ce que nous entendons par « *intelligences collectives* » au travers d'une définition qualitative et effective. Laissant des traces et produisant des effets tant dans ses constructions que dans ses finalités, elle consisterait en un vecteur, capable d'être contrôlé et manipulé pour conforter ou infirmer des hypothèses, qui jusqu'ici se valident encore majoritairement au travers de données quantifiées, autorapportées et subjectivées, parfois indépendamment des propriétés émergentes de groupes, tel que les effets de « *synergie* », de « *stigmergie* » ou de « *flow* ».

Si ces visions vers un meilleur-être collectif se veulent pour autant que l'on puisse, résolument positivistes, au sens d'une *psychologie positive* (Lecomte, 2014) qui cherche à étudier l'être humain de manière non isolée et non individualiste — en se concentrant sur les processus qui mènent au *bien-être*, à une *meilleure qualité de vie* et une *coopération optimiste au sein des réseaux de relations* — c'est bien parce que nous avons *conscience*, de manière réaliste, que nous n'en sommes pas encore là ; et que de nombreux efforts sont encore à engager avant de pouvoir clamer les succès d'*intelligences collectives* qui se manifestent dans tous leurs effets. L'idéalisme ne suffit donc pas à se prémunir d'une réalité qui n'est pas tant en phase avec une vision *collectivisante* du monde et des sociétés actuelles, mais la quête d'un idéal collectif à l'épreuve du quotidien requiert nécessairement de se focaliser sur ce qui peut fonctionner, ce qui peut être efficace, en admettant une forme de résilience à toutes les forces qui y sont contraires et paradoxalement orientées.

Nous faisons ainsi appel — dans ces contextes inspirés d'épistémologies diverses — à une recherche qui soit à même de saisir la complexité d'un phénomène à un certain niveau d'observation plutôt micro qu'à l'échelle d'une société, sans présupposer qu'il ne soit particulièrement généralisable de manière uniforme, ni chercher à le réduire à un simple modèle ou ensemble de processus dont la finalité serait absolument prédictible. Car si nous cherchons la normalité et les invariants absolus là où des phénomènes complexes d'émergences sont à

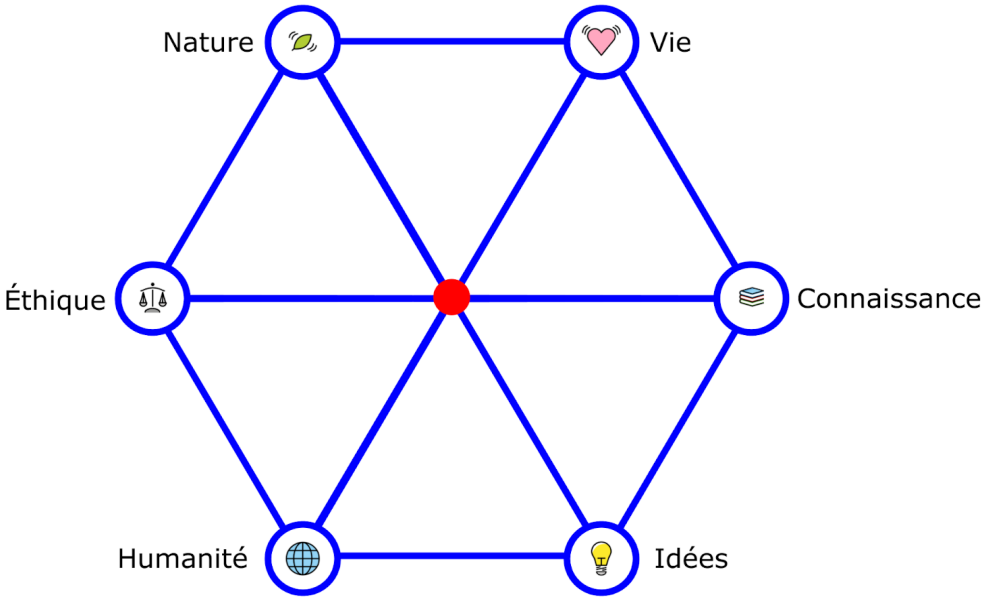
[64] https://fr.wikipedia.org/wiki/Culture_libre
[65] https://fr.wikipedia.org/wiki/Open_source

l'œuvre, alors nous prenons le risque d'aller à l'encontre du principe de l'innovation, c'est-à-dire, d'une forme de recherche constante de l'amélioration de l'existant et de la transformation de certaines normes en valeurs plus optimales. Nous nous appuyons sur le *Manuel d'Oslo* de l'OCDE (2019) pour mieux définir ce terme d'innovation, central dans le domaine des technologies et de l'ingénierie ; il est fondé sur un « *principe clé* » de « *mesurabilité* » et « *trois piliers* » que sont la « *créativité* », la « *valorisation* » et la « *socialisation* » menant à la définition générale suivante :

> « *Une innovation désigne un produit ou un processus (ou une combinaison des deux) nouveau ou amélioré qui diffère sensiblement des produits ou processus précédents d'une unité et a été mis à la disposition d'utilisateurs potentiels (produit) ou mis en œuvre par l'unité (processus).* »
> — *Manuel d'Oslo*, OCDE et Eurostat, 2019, p. 21

Nous cherchons ainsi, du point de vue technologique, à inscrire notre recherche dans un caractère innovant, s'intéressant particulièrement à ce qui relie les différentes facettes d'observation de la vie et de l'éducation dans notre société (Figure 0.3). Au niveau de ce qui est désigné comme l'innovation pédagogique, Marquet (2022) propose ainsi une définition de l'innovation « *modeste* » et « *relative à la personne* », « *à partir du moment où quelqu'un se remet en question* » et se met dans « *une posture qui consiste à faire quelque chose de nouveau* », nouveauté pouvant être pilotée par différents impératifs, « *pour retrouver plaisir à "faire classe"* » ; « *répondre à des besoins spécifiques* » ; « *répondre à une injonction ou commande institutionnelle* », tout en nous invitant à prendre le temps de se documenter.

**Figure 0.3** - Cadre général de la recherche au sens de concepts et valeurs essentiels.




Note. D'après « La Méthode », Morin, (1977)·Nature, (1980)·Vie, (1986)·Connaissance, (1991)·Idées, (2001)·Humanité, (2004)·Éthique.

## 4.1. Un questionnement méthodologique par objectifs

L'objectif principal de cette recherche est d'appréhender et d'apprécier le concept d'intelligence collective (IC) au travers de la pluridisciplinarité des sciences de l'éducation appliquée à des situations naturelles d'environnements d'apprentissage incluant les usages du numérique.

Notre problématique s'inscrit donc dans une démarche systématique visant des objectifs concrets en vue d'améliorer et/ou d'accroître le champ des connaissances dans le domaine de l'IC par la recherche **fondamentale** autour du phénomène, la recherche **appliquée** pour contribuer au développement des pratiques de l'IP et la R&D ou recherche **technique** visant à obtenir des résultats systémiques et opérationnalisables.

Dans le cadre d'une réflexivité sur les pratiques, ces questions s'insèrent au sein de situations instrumentées au travers desquelles des personnes apprennent ensemble en développant des interactions remédiées par environnement informatique. Le questionnement scientifique qui en découle est de mieux comprendre comment s'emparer de ces situations pour en faire des outils pour la recherche ?

Moins tant des hypothèses générales que des questions orientées vers des objectifs à atteindre dans le cadre d'interventions, nous formulons nos exigences d'attentes en empruntant dans un premier temps, l'acronyme **SMART**[66] (voir Tableau 4.1), afin de spécifier le lien entre les différents concepts mobilisés et l'adéquation au terrain par des critères d'activité et de productivité scientifiques.

**Tableau 4.1** - SMART, définition des critères d'objectifs de notre observation

| SPÉCIFIQUES | MESURABLES | ATTEIGNABLES | RÉALISTES | TEMPORELS |
|---|---|---|---|---|
| ⇒ **en intégrant** le *contexte académique*, universitaire avec des populations apprenantes majoritairement en début de cycle de l'*enseignement supérieur*. | ⇒ **en cherchant** à évaluer ou *apprécier* le phénomène de l'**IC**, sans prétendre à une exhaustivité métrologique *quantitative* relative à l'accumulation des nombreux cadres | ⇒ **en considérant** que les *participants* sont avant tout des *apprenants* et disposent de leurs propres objectifs.<br><br>⇒ **en scénarisant** des interventions qui n'interfèrent pas | ⇒ **en s'adaptant** aux *contraintes réglementaires, administratives et éthiques* ainsi qu'aux *ressources* et *moyens* mis à disposition.<br><br>⇒ **en prévoyant** sans contraindre que le *contexte naturel* peut | ⇒ **en s'inscrivant** dans un *temps long*, avec des pratiques sur le terrain qui semblent paradoxalement évoluer *rapidement* et parfois avec des *changements soudains* comme nous en avons pu |

[66] une définition de critères issue d'un des guides (« Identifier des indicateurs d'activités et d'objectifs ») de la méthode de conduite de la recherche THEDRE (Mandran, 2017) pour rédiger sa problématique et la mettre en lien avec l'état de l'art et les contextes, sur lesquelles nous reviendrons dans le chapitre méthodologique suivant

| SPÉCIFIQUES | MESURABLES | ATTEIGNABLES | RÉALISTES | TEMPORELS |
|---|---|---|---|---|
| ⇒ **en intégrant** le *contexte technique* et les disciplines des cursus observables qui impliquent *a fortiori* une forte utilisation du *numérique* et des *outils informatiques*. | psychométriques possible.<br><br>⇒ **en dégageant** des voix *qualitatives* et *mixtes complémentaires* et *combinatoires*. | de manière trop intrusive avec des *outils de mesures* décorrélés de l'*activité d'apprentissage*.<br><br>⇒ **en objectivant** le choix des *instruments* de *mesure* et de l'*agir*, doit avant tout servir les intérêts des *étudiants*. | impliquer des solutions *numériques* externes au contexte *pédagogique*, proposant des *affordances*, et imposant des contraintes qui peuvent être *détournées*. (par les *équipes pédagogiques* ou les *communautés apprenantes*). | en faire l'*expérience* ces dernières années avec une massification de l'usage du numérique et des plateformes pédagogiques pour assurer la *continuité* des enseignements en *période* de crise sanitaire et de confinement. |

Par ailleurs, sur nos critères temporels, les temps d'observations sont souvent dépendants du temps de travail prescrit par les programmes pédagogiques, la longitudinalité des études étant ainsi difficile à opérer avec les mêmes populations ou sur des temps longs permettant plusieurs itérations d'un apprentissage progressif lié au collectif. Il faudrait pour cela, pouvoir agir au niveau transversal et mésoscopique des formations dans leurs termes et continuités.

L'approche scientifique et la méthode expérimentale, principalement basée sur des prédictions, nous offre pléthore d'instruments régulièrement actualisés à nos contextes (pour le recueil de données autorapportées ou les analyses statistiques, notamment) afin de mesurer des variables et conclure sur des observations qui accroissent ou améliorent les champs de connaissances d'un domaine. Ancrées dans le terrain, ces méthodes peuvent présenter certaines limites et ne correspondent pas toujours à ce qui pourrait être attendu dans l'absolu de sciences plus empiriques ou exactes à propos d'autres phénomènes plus prédictibles. Cisel (2021), évoque la difficulté d'évaluer l'utilité des EIAH en cherchant à respecter une démarche d'investigation scrupuleusement *expérimentale* dans le cadre d'une *expérience randomisée*, contribuant à le positionner pour privilégier des approches plus qualitatives à une approche strictement expérimentale et uniquement quantitative.

D'un point de vue méthodologique, nous cherchons ici à aborder la question de l'IC dans un contexte écologique, une situation naturelle et ordinaire qui soit au plus proche des réalités des individus. Il ne s'agit donc pas de faire des institutions d'enseignement des laboratoires à grandes échelles dans lesquels on « *data-mine*rait » ou manipulerait un certain nombre de variables de l'environnement ; mais de chercher dans l'instrumentation technologique les moyens d'en faire des instruments de mesures relativement passifs, non intrusifs et capables de rendre compte de

réalités complexes, multiples et dynamiques. Ainsi nous passerions d'expérimentations plus ou moins contrôlées à des observations en situation ordinaire, capable de générer autant de traces qu'un protocole de laboratoire, susceptible à d'autres biais déjà évoqués. Nombre d'instruments de mesures font cependant déjà leurs preuves scientifiques (*e.g.*, telles que les échelles rendent compte de certaines réalités au travers de construits validés ou les théories appliquées en interventions sur le terrain). Il ne s'agit pas non plus de mettre sur un piédestal les technologies ou les instruments qui seraient prétendus plus objectifs de par leur nature utilitaire, seulement parce qu'ils sont utiles. Il s'agirait plutôt d'offrir ou d'*afforder* plus de latitude et de liberté dans l'auto-organisation des activités collectives, en orientant vers des objectifs et des compétences à mettre en œuvre collaborativement.

## 4.2. Le problème de recherche et les attentes

La problématisation qui découle et qui constitue le défi de cette thèse est de mettre en lumière ce qu'il est possible d'observer à partir des SACI et d'extraire des données quantitatives et qualitatives, grâce aux outils technologiques qui offrent d'autres moyens de réflexivité (relatifs à l'usage, l'instrumentation, le recueil ou l'analyse). Le problème est de réussir à le faire en situation naturelle et écologique sans faire prédominer la démarche scientifique à la démarche pédagogique sur le terrain. Nous pointons ici, que ce sont en réalités et pratiques ce que font et exploitent déjà depuis maintenant plusieurs décennies, les géants du web et des technologies que nous identifions parfois sous les acronymes de *GAFA* (Knauf et Falgas, 2020), *GAFAM*[67], *NATU*[68], *BATX*[69]. La valorisation de ce que produisent ces acteurs sur les marchés mondiaux n'étant pas à démontrer, elle ne s'appuie pas non plus sur la même échelle de valeur ; pour autant il s'agit de milliards d'utilisateurs, données et métadonnées sur lesquels peuvent se réaliser plus ou moins opaquement et en puissance, les études des plus larges envergures. Si des initiatives de recherche émergent de ces contextes et permettent ainsi l'étude et l'analyse de données mixtes à très large échelle (prenons l'exemple particulier de *Twitter* dont les données sont « *by design* » publiques), ce qui s'opèrent véritablement en coulisse ; le traitement des métadonnées, l'utilisation des algorithmes, l'hyper-personnalisation, le phénomène de « *Filter Bubble* » ou de « *bulles de personnalisations* » (Pariser, 2011), reste et continuera à rester une boîte noire peu transparente pour en comprendre son fonctionnement.

[67] Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft. GA**M**AM ? Si l'on prend en compte que Facebook est devenu **M**eta. Ou **A**AMAM si l'on considère que Google est **A**lphabet. Ou d'autres acteurs encore issues des industries du numérique qui ont une influence sociale, économique, psychologique, sur une grande partie de nos nouveaux comportements numériques quotidiens.

[68] Netflix (service de streaming), Airbnb (champion du séjour chez l'habitant), Tesla (voiture électrique quasi autonome), Uber (application de mise en relation d'utilisateurs et de conducteurs).

[69] Baidu (site de e-commerce), Alibaba (site de services ; messageries, réseau social…), Tencent (technologie et divertissement), Xiaomi (électronique, logiciels et systèmes)

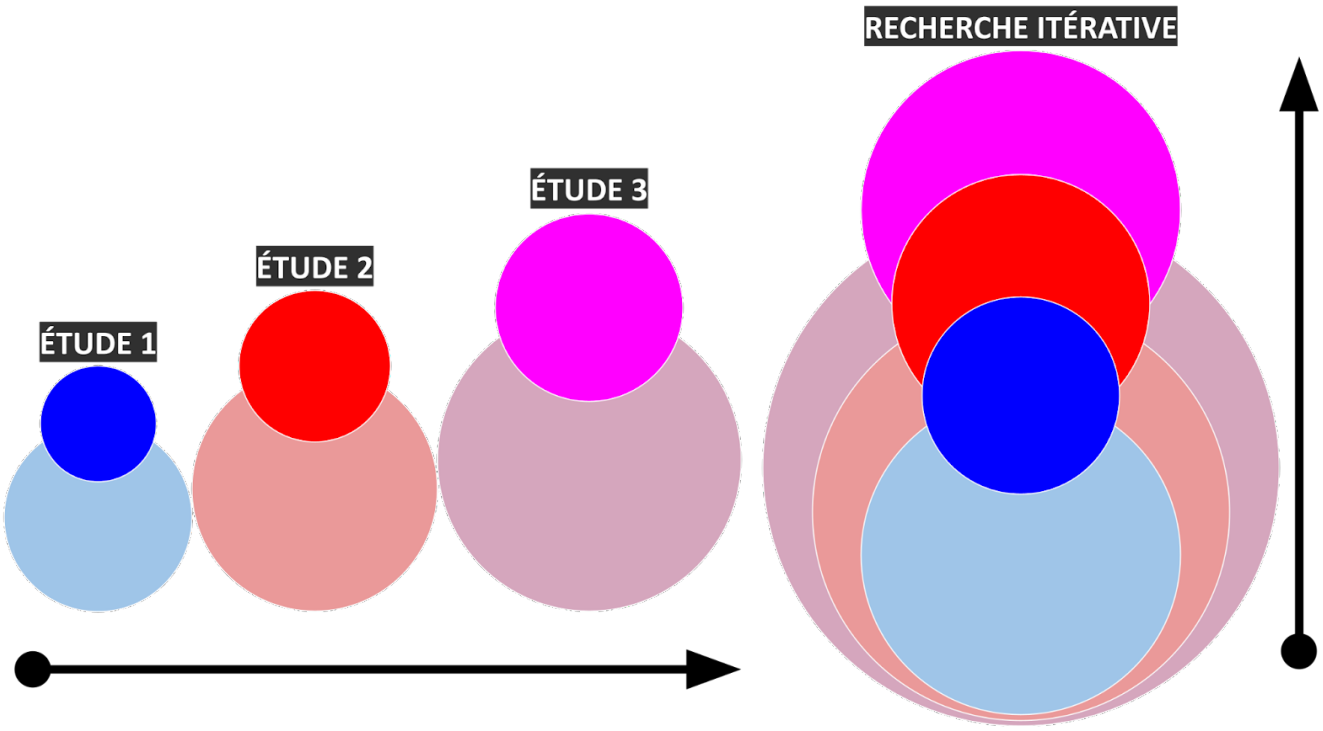
L'analogie avec les plateformes pédagogiques numériques serait alors la mise en commun des données et traces d'apprentissage issues de LMS tel que Moodle et autres plateformes permettant de rassembler et interpréter des traces de l'activité. Cette potentialité de l'analyse d'un phénomène au travers des traces, préconçues par des environnements qui soutiennent des objectifs, permettrait une meilleure compréhension et peut se réaliser à diverses échelles de population, cohorte, classe, promotion ou groupe de travail pour en extraire tout autant d'information susceptible de contrôler et d'adapter continuellement des solutions d'amélioration et d'ajustement.

Nous convoquons donc la plupart des éléments théoriques que nous avons mobilisés dans de multiples mais complémentaires cadres conceptuels. Nous reconnaissons que la « métasynthèse » visuelle ou conceptuelle de ces ensembles théoriques complexes, n'a rien d'évident à mettre en œuvre, ni à analyser de manière exploratoire et heuristique. Afin de les circonscrire, nous les étudierons de manière progressive et sélective en fonction des contextes et opportunités issues des pratiques sur les terrains d'enseignements en situation naturellement ordinaire. Nous proposerons également, au besoin instrumentaliste, des artefacts ou propositions d'« hypermédias » conceptuels ou pratiques pour mieux soutenir la mise en valeur de phénomènes complexes dans leur étude.

Notre attente générale est donc de pouvoir observer l'émergence d'un phénomène d'intelligence collective (IC) dans des situations d'activités collectives et instrumentées (SACI). Pour ce faire, nous projetons une méthodologie itérative d'études permettant d'analyser et des traiter des données à la fois quantitatives (*e.g.*, questionnaires, échelles, données rapportées, traces d'interactions) et qualitatives (*e.g.*, analyses de contenu, analyses de traces d'interactions, ARS), en utilisant la RMM et les principes de complémentarités, combinaison et triangulation de Anadón (2019) pour l'intégration et l'interprétation des données.

Si nos pistes de recherche par la mise en œuvre itérative d'études et de situations nous permettent d'apporter successivement des éléments de réponse dans la détermination du meilleur moyen pour vérifier la validité de notre attente (*i.e.,* l'émergence d'IC en SACI) ; alors nous pourrions éventuellement en déduire l'efficacité d'éléments technopédagogiques et en extraire des recommandations et mise en pratique pour continuer la recherche sur le développement de l'IC.

**Figure 4.1** - Succession des études et recherche itérative




## EN RÉSUMÉ 4 / 9

- En réponse à l'état de l'art et à notre **cadre théorique complexe** et **systémique** (*i.e.*, situé entre des **personnes**, des **instruments**, des **objets** et des **interactions** qui les relient), nous extrayons un problème qui fait appel à une approche **écologique**, en **situation naturelle**, mais aussi **technologique**, innovante et à visée interventionniste dans un cadre non expérimental, tout en utilisant les **méthodes** d'analyse et d'étude **qualitative** et **quantitative** (*i.e.*, méthodes mixtes).
- Le questionnement est orienté, à l'instar des apprentissages, par des **objectifs** et des **finalités à atteindre**, ils sont formulés au travers de **composantes essentielles** (*i.e.*, critères, qualités, exigences, objectifs observables) qui sont **s**pécifiques, **m**esurables, **a**tteignables, **r**éalistes et intégrés dans le **t**emps.
- Notre **attente générale** s'inscrit plutôt dans un courant **naturaliste** et **pragmatique** afin de parvenir à observer l'**émergence** d'IC en SACI au travers d'**itérations** d'études **circulaires** et par **facettes** pour mieux *appréhender*, *apprécier* et *intervenir* sur le phénomène global de l'IC.

→ La **méthodologie** étant centrale dans notre approche, elle constitue un chapitre à part entière avant le développement des **études** et **interventions** nous permettant de répondre à la problématique.

# 2 DEUXIÈME PARTIE

#  MÉTHODOLOGIE

« *Quand nous disons que la pensée et les croyances devraient être* ***expérimentales****, et non absolutistes, c'est une certaine logique de la méthode que nous avons à l'esprit, et non prioritairement l'exécution d'une expérimentation du type de celles qui sont menées en laboratoire.*

*Une telle logique implique les* ***facteurs*** *suivants :*

- *Premièrement, que les concepts, les principes généraux, les théories et les développements dialectiques qui sont indispensables à toute connaissance systématique soient formés et mis à l'épreuve en tant qu'outils d'enquête.*
- *Deuxièmement, que les mesures politiques et les mesures d'action sociale soient traitées comme des hypothèses de travail, non comme des programmes auxquels il faudrait adhérer et qu'il faudrait exécuter de façon rigide.*

*Elles seraient* ***expérimentales*** *au sens où l'on admet qu'elles soient sujettes à une observation constante et bien outillée des conséquences qu'elles produisent quand on agit sur elles, et qu'elles soient sujettes à une révision prompte et flexible à la lumière des conséquences observées.*

*Si ces deux conditions étaient remplies, les sciences sociales pourraient former un dispositif capable de conduire les investigations, d'enregistrer et interpréter (organiser) leurs résultats.*

*Dans ce cas, on ne considérerait plus ce dispositif comme la connaissance elle-même, mais comme l'ensemble des moyens intellectuels destinés à découvrir les phénomènes ayant une portée sociale et à* ***comprendre leur signification****.* »

Dewey, 2010, p. 304-305

# CHAPITRE 5

# 🛠 La méthodologie des méthodes

## ▶ Introduction

Partons de la recherche scientifique comme un processus systématique, permettant la collecte et l'analyse de données empiriques ayant pour but de résoudre un problème particulier (*cf.*, ENCART 5.). Différents types de recherches possibles en découlent alors, en fonction des *méthodes d'investigation utilisées*, de l'*objectif,* du *raisonnement* ou de l'*utilisation de la recherche.*

Avant de rentrer dans le détail des méthodes, il nous apparaît important de noter l'ambiguïté philosophique de certains termes dans l'établissement de tout projet de recherche, quelle que soit la discipline ; et cela même si les différences interdisciplinaires apportent leur lot de spécificités légitimes quant à certains emplois de termes. Il s'agit notamment de distinguer et d'articuler la recherche en fonction de positionnements ontologique et épistémologique (Barreau, 2001), de choix de paradigme, d'inscription et d'applications théoriques reposant sur des modèles et schémas opératoires (Willet, 1996 ; Vorms, 2013), au travers desquels le chercheur doit pouvoir se situer. En assumant un certain « *scepticisme scientifique* » sur des théories encore incomplètes qui nécessitent toujours plus de preuves empiriques, nous visons alors un positionnement plus « *pragmatique* ».

Distinguons également au sens de Navarro et Foxcroft (2020), les grands types de recherche que sont les recherches **expérimentales**, **quasi-expérimentales, non expérimentales** et les **études de cas** (description très détaillée d'un ou plusieurs cas) avec leurs différents niveaux de contrôle sur l'expérience ou l'observation menées dans les études ainsi que leur complémentarité dans l'approche globale d'un phénomène. Dans notre contexte d'étude, nous ne nous situons naturellement pas dans un type de recherche expérimentale du fait que nous ne cherchons pas à contrôler tous les aspects des études, ni manipuler de « variables prédictrices » (**VI**) sur des « variables de résultat » (**VD**). De son caractère de surcroît « exploratoire » à propos d'un « phénomène encore mal identifié », nous nous situons ainsi davantage dans des recherches « non expérimentales » voire « quasi-expérimentales ». Notre raisonnement logique permettant de construire de la connaissance sur notre sujet s'appuie donc sur des processus systématiques d'induction et de déduction, sans pour autant se priver de constructions non systématiques tels que le sens commun, l'intuition, l'imagination et les démarches d'essai-erreur, notamment dans les domaines de la pédagogie/andragogie/technopédagogie.

Dans cette perspective, l'objet de cette thèse à caractère ingénierique et appliqué cherche à concevoir un scénario pédagogique de manière expérimentale et itérative, instrumenté par des plateformes et outils collaboratifs pour apprendre et mettre en pratique une forme d'intelligence

collective (IC) appliquée à la résolution de problèmes complexes. Partant de l'individu, il s'agirait d'un parcours pour accompagner des apprenants en voie d'autonomie, vers des formes de travail collectives et distribuées. Les artefacts numériques utilisés dans cette exploration sur des temps plus ou moins longs, auraient pour but de donner les moyens tout en permettant de mesurer et d'autoévaluer les effets sur les individus et les groupes par rapport à l'accomplissement de tâches. Une dimension passive et non-intrusive pour les apprenants permettrait de recueillir des *analytiques d'apprentissage* à partir de l'ensemble des traces issus de la plateforme. Ces traces, constituées en corpus, comprennent des données d'utilisation entre les outils ainsi que les interactions entre les utilisateurs. D'autres données autorapportées et autotraitées permettraient de répondre empiriquement à nos questions de recherches tout en renvoyant un retour utile et qualitatif pour les apprenants, dans le cadre de leurs autoévaluations des compétences cognitives et métacognitives nécessaires à l'efficacité collective.

## 5.1. Les méthodes quantitatives, qualitatives et mixtes

En fonction des méthodes d'investigations convoquées et de l'approche générale, l'on distingue sur un autre niveau de granularité, la recherche quantitative (plus ou moins associée au côté « *dur* » des « *sciences exactes* » qui recherchent une « *vérité unique* ») et la recherche qualitative (plus ou moins associée aux *SHS* et cherchant des « *vérités multiples* »), souvent de manière indépendante. Depuis la fin du **XIX**e siècle avec les travaux du philosophe Charles Sanders Peirce sur le positionnement dit pragmatique, existe aussi ce que l'on appelle la recherche par méthodes mixtes (ou dans le monde anglophone, la « *multimethodology* » ou « *multimethod research* » ou « *Mixed Methods Research* », *c.f.* RMM). Il existe ainsi une quantité d'ouvrages réservant des chapitres introductifs entiers sur la définition et la circonscription de chaque méthode en fonction des disciplines et au travers des conflits épistémologiques éventuels d'une discipline à une autre, dont l'ouvrage de Creswell et Creswell (2018) sur les méthodes mixtes. Nous ne rentrerons donc pas dans les détails historiques, ni les divergences qui les séparent puisque nous visons une combinaison et un dépassement du clivage des méthodes dans une forme de transdisciplinarité.

Ainsi, pour résumer en substance, nous nous appuyons notamment sur les « *concepts maps* » de la recherche en sciences de l'information de Dufour (2009) :

- La **recherche quantitative** fait appel aux données recueillies pour décrire et vérifier des relations entre des variables dépendantes et des variables indépendantes. Elle se base sur le principe que parmi le chaos de l'ordre naturel, il existe des invariants, des événements non aléatoires qui permettent d'observer et d'expliquer les faits d'un monde selon une vision empirique d'une vérité plus ou moins unique[70].

[70] Précisons ici, que même et surtout dans les sciences les plus dures, telles que la physique et la *physique quantique* en particulier, le concept d'observation et de réalité ou vérité unique est rejeté depuis quelques temps déjà ; voir les

- **Courant philosophique** : positivisme logique
- **Raisonnement logique** : induction (*généralisation à partir d'observations*), déduction (*utilisation de principes généraux pour déduire des cas particuliers*), hypothético-déductif (*formulation d'hypothèses à infirmer ou confirmer au travers de cas d'études*)[71]

  *i.e.*, on pose des « hypothèses » ou « attentes », avec des « prédicteurs » (VI), des « résultats » (VD) et on infère notamment à l'aide de statistiques traditionnelles (non bayésienne) pour interpréter des résultats en fonction de divers degrés de « probabilité » et de « certitude éprouvés ».
- **Exemples** : enquête comprenant le recueil de données exprimées sous forme statistique, sondage, questionnaire, test, observations, expérimentation
- **Critiques** : manque de pertinence, multiplicité de variables inadéquates, biais de subjectivité

- La **recherche qualitative** fait appel à la perspective des sujets en contexte pour comprendre un phénomène considéré comme unique et non prévisible. Elle découvre des réalités multiples en interagissant dynamiquement avec l'environnement.
  - **Courant philosophique** : naturalisme
  - **Raisonnement logique** : appréhension, appréciation, intervention

    *i.e.*, on pose des « questions de recherche » ou on « fixe des objectifs à atteindre » puis on choisit des « méthodes » à même d'appréhender et d'apprécier des phénomènes humains et sociaux en situation naturelle.
  - **Exemples** : analyse de contenu, analyse du discours, entretiens, étude de cas, observations
  - **Critiques** : manque de fiabilité, biais sociaux, paradoxe de l'observateur, croyances

- La **recherche mixte** s'inspire de ces deux traditions en les mariant pour les faire s'enrichir mutuellement (soit, une forme de collaboration des recherches entre elles).
  - **Courant philosophique** : pragmatisme
  - **Raisonnement logique** : complémentarité, combinaison, triangulation

    *i.e.*, on pose des « questions mixtes » (avec des questions de recherche et objectifs mixtes) puis on croise des « données mixtes » (qualitatives et quantitatives) pour mieux cerner l'objet de recherche.
  - **Exemples** : un exemple spécifique de méthode mixte combinant « *by design* » les deux approches serait l'*analyse de réseaux sociaux* (ARS), d'autres se traduisent plutôt sous la forme d'études insistant sur la méthodologie au sens des RMM.
  - **Critiques** : difficultés méthodologiques d'intégration des méthodes dans des modèles (design) complexes de recherche

---

expériences des fentes de Young (1801), par exemple, qui relativise la notion d'observateur et d'instrument d'observation au sens de Karl Popper (*i.e.*, remise en question de l'observation « pure », rejet de l'induction, principe de réfutabilité, *etc.*).

[71] Nous retrouvons ici les capacités étroites (raisonnement inductif, déductif et quantitatif) de l'intelligence fluide, soit, comme nous l'avons vu dans la Section 1.1.2., celle qui définit le plus généralement la reconnaissance de l'intelligence.

John Creswell est un des auteur majeur dans la littérature sur les méthodes mixtes depuis plusieurs décennies. Près d'une trentaine d'ouvrages sur le sujet ont été consacrés avec de multiples éditions réactualisées pour s'adapter à l'évolution des définitions. Il est également le fondateur de la revue *Journal of Mixed Methods Research* (*JMMR*[72]) qui définit la RMM comme : « *une recherche dans laquelle le chercheur recueille et analyse des données, intègre les résultats et tire des conclusions en utilisant des approches ou des méthodes qualitatives et quantitatives dans une seule étude ou un seul programme d'enquête.* » (trad. libre)

Une autre définition, impliquant toujours la vision de Creswell présente plus largement ce type de recherche dans la 5ème édition du livre « *Research design : qualitative, quantitative [and mixed methods] approaches* » (1994 - 2018) : « *une approche de l'enquête qui consiste à recueillir des données quantitatives et qualitatives, à intégrer les deux formes de données et à utiliser des modèles distincts qui peuvent impliquer des hypothèses philosophiques et des cadres théoriques. L'hypothèse de base de cette forme d'enquête est que l'intégration des données qualitatives et quantitatives permet d'obtenir des informations supplémentaires par rapport aux informations fournies par les données quantitatives ou qualitatives seules.* » (trad. libre d'après Creswell et Creswell, 2018).

Ces recherches peuvent être combinées avec d'autres types de recherche, ancrées sur le terrain, comme les recherche-action. Pinard, Potvin et Rousseau (2004) en démontrent le bien-fondé dans une approche méthodologique mixte de recherche en éducation, à partir d'une thèse réalisée par Pinard (1997) sur la mise en œuvre de pratiques éducatives pertinentes reposant sur une « *préoccupation d'utilité sociale* » et une contextualisation des savoirs produits au sens de Hadji et Baillé (1998, cité par Pinard, Potvin et Rousseau, 2004).

Il existe également des MM que l'on pourrait qualifier de propres aux RMM, comme par exemple les **A**nalyses de **R**éseaux **S**ociaux (**ARS**) qui se concentrent sur la production et l'analyse de données relationnelles qui se révèlent particulièrement intéressantes pour la compréhension des interactions de réseaux humains (Edwards, 2010). L'ARS tend aussi à se développer dans des champs tels que les apprentissages et l'éducation (Froehlich, Rehm, Rienties, 2020).

### 5.1.1. Des approches par modèles pour conceptualiser les études

Un système de notation développé initialement par Morse (1991) permet de formaliser les différentes procédures et agencements de celles-ci pour présenter les différents modèles possibles autour des méthodes quantitatives (quan) et qualitatives (qual). Ce système a été complété par divers auteurs et diverses éditions d'ouvrages de références (notamment Creswell et Plano Clark, 2011 ; 2018) au cours du développement des méthodes jusqu'à ce jour et dénote ainsi la complexité des combinaisons possibles. Nous les reprenons en synthèse dans le

[72] https://journals.sagepub.com/home/mmr

Tableau 5.1 afin d'illustrer les déclinaisons en modèles et adaptations potentielles qui en découlent, ainsi que la variété des possibilités de combinaisons.

**Tableau 5.1** - Système de notation utilisable en Méthodes Mixtes (MM).

| Notation | Exemple | Signification |
|---|---|---|
| EN MAJUSCULE<br>en minuscule | QUAN<br>qual | Indique qu'une méthode est **dominante** (*e.g.*, QUAL) par rapport à une autre moins dominante (*e.g.*, quan) dans la conception du modèle et des objectifs de recherche |
| , | QUAL , QUAN | Une virgule indique une **dominance égale** des méthodes |
| + | QUAL + QUAN | Un signe plus (+) indique que les méthodes s'appliquent dans un **même temps** |
| → | QUAL → quan | Une flèche indique que les méthodes s'articulent de manière **séquentielle** |
| ( ) | QUAN ( qual ) | La mise en parenthèse indique l'**intégration** d'une méthode dans une autre plus dominante |
| →← | QUAL →← QUAN | Les méthodes sont appliquées de manière **récursive**<br>(*e.g.*, qual → quan → qual → quan) |
| [ ] | [ QUAN + qual ] | La mise entre crochets indique que les méthodes mixtes sont appliquées dans une seule étude à l'intérieur d'une **série d'études** |
| = | QUAN + QUAL = | Indique l'intention d'intégration (fusion) des méthodes |

Note. Système initialement introduit par Morse, 1991 puis adapté par Creswell et Plano Clark, 2011 ; 2018

Reprenons maintenant les trois principaux types de modèles à nombre variable de phases de Creswell et Creswell (2018), en partant du plus simple vers le plus complexe à mettre en œuvre ; et en les illustrant par des diagrammes logiques de flux (voir Figure 5.1, Figure 5.2, Figure 5.3).

**Figure 5.1** - Modèle séquentiel exploratoire (*3 phases*) — QUAL → quan

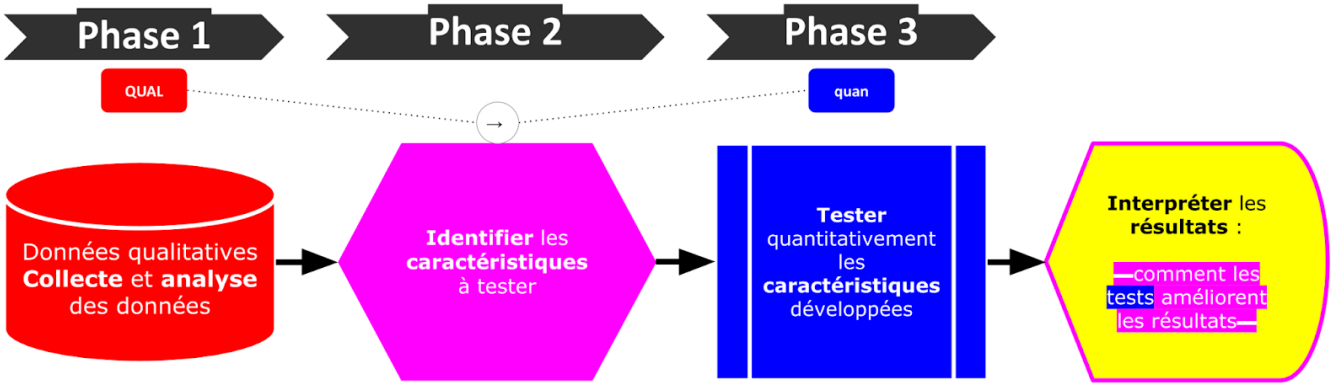


**Figure 5.2** - Modèle séquentiel explicatif (*2 phases*) — QUAN → qual

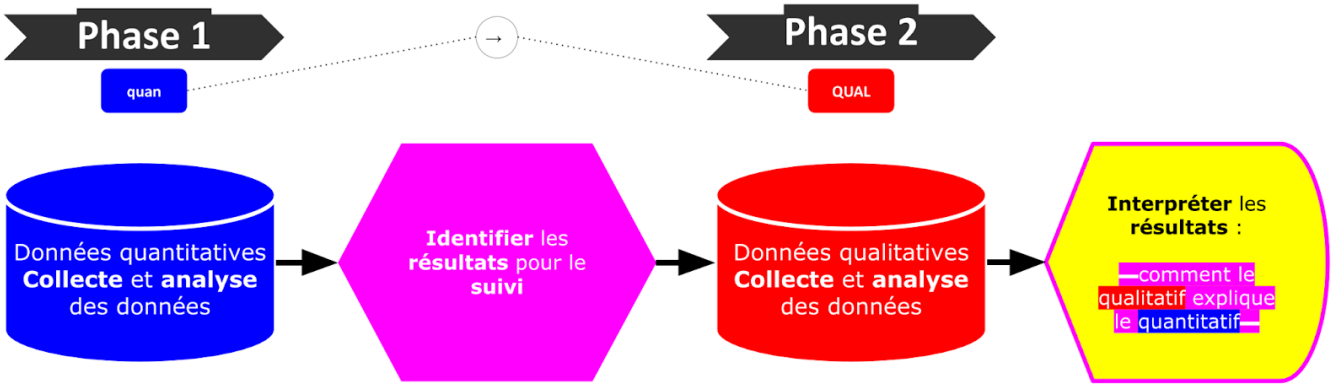
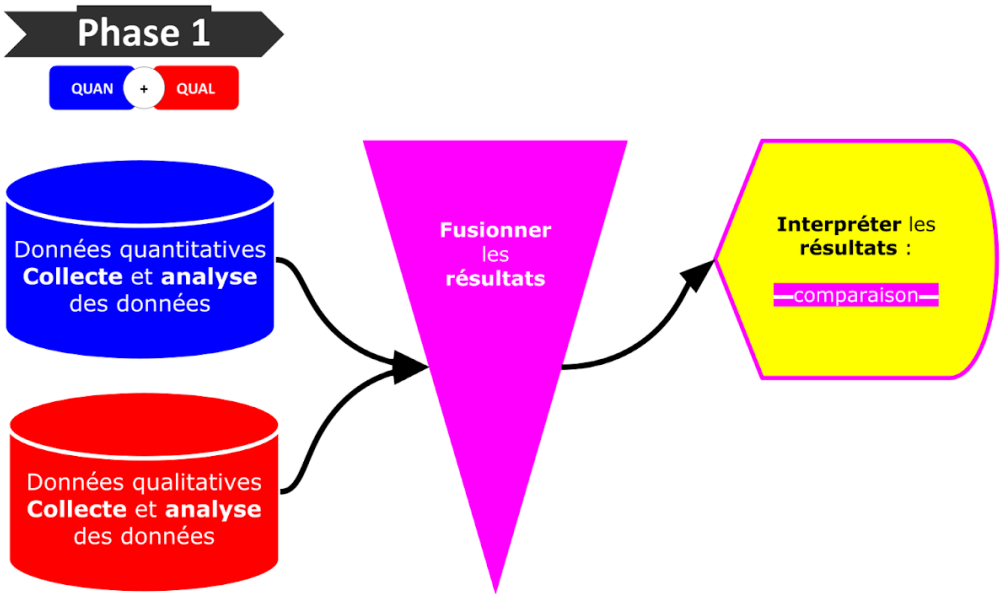



**Figure 5.3** - Modèle parallèle et convergent (*1 phase*) — QUAN + QUAL




À partir de ces trois principaux modèles, d'autres modèles plus avancés et complexes sont possibles, en déclinant les diagrammes en fonction du système de notation de MM (Morse, 1991).

### 5.1.2. Les stratégies d'intégration des données et d'interprétation des résultats

Lorsque l'on utilise des méthodes à la fois quantitatives et qualitatives, se pose la question de l'intégration sur le plan épistémologique et paradigmatique. Anadón (2019) résume ainsi trois stratégies possibles dans le cadre de la « *recherche par méthodes mixtes* » (**RMM**) :

- la **complémentarité** (utilisation indépendante et séparée des deux méthodes pour observer différentes facettes de l'objet d'étude),
- la **combinaison** (utilisation d'une méthode pour augmenter la validité de l'étude par une autre),
- et la **triangulation** (utilisation des deux méthodes pour étudier le même objet d'étude).

Fortin (1996) définit la triangulation « *comme l'emploi d'une combinaison de méthodes et de perspectives permettant de tirer des conclusions valables à propos d'un même phénomène* » (p. 318, cité par Pinard, Potvin et Rousseau, 2004).

## 5.2. Les méthodes de conduite de recherche

Comme nous l'avons vu précédemment, nos travaux ne sauraient se détacher des formes d'instrumentations numériques aujourd'hui incontournables dans les activités d'apprentissage et l'économie du savoir. Nous positionnons ainsi nos travaux dans des approches qui relèvent de plusieurs communautés travaillant autour de ces instrumentalités. Il peut s'agir notamment de la communauté francophone en EIAH, mais aussi des communautés anglophones autour des CSCL, CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*[73]).

Il existe un certain nombre d'approches permettant d'aborder méthodiquement ces objets d'études à haute variabilité technologique dans le contexte éducationnel, l'on parle aussi de modèles (*design*) de recherche. Poumay (2005), faisait déjà l'état d'un certain nombre de méthodes du point de vue du *LabSET*, en orientant sur le questionnement en pédagogie universitaire à une époque où l'enseignement à distance était encore considéré comme un domaine restreint. Mandran (2017), réalise un état de l'art des différentes méthodes mobilisables en se basant sur les sciences de l'artificiel (Simon, 1996) et la **RICH** (***R**echerche en **I**nformatique **C**entrée **H**umain*) pour passer en revue les critères qui permettent la traçabilité des recherches au travers du **DBR** (*Design Based Research* en sciences de l'éducation ; The DBR Collective, 2003), de l'**ADR** (*Action Design Research* en Génie Logiciel) et **DS** (*Design Science* en SI).

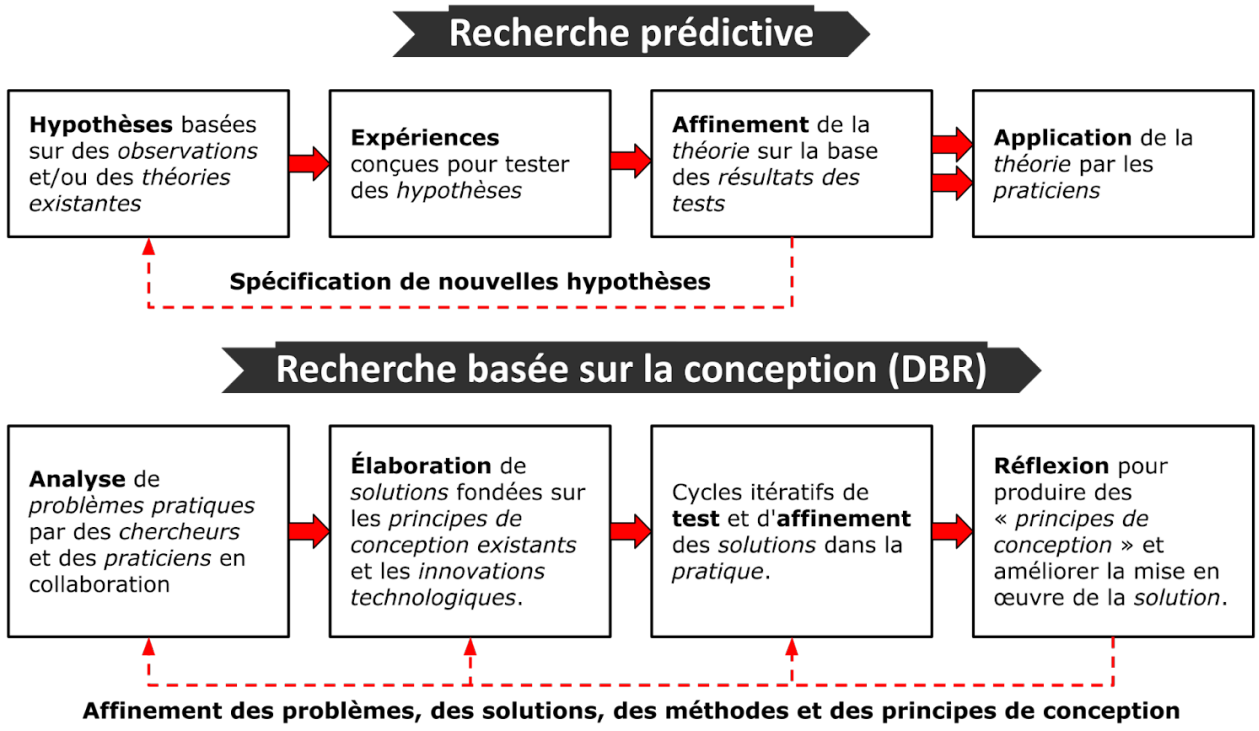
Le DBR nous intéresse ici particulièrement pour son affiliation aux applications des sciences de l'éducation dont les finalités sont moins orientées vers la conception d'un outil que de son utilisation. Wang et Hannafin (2005) le définisse comme : « *une méthodologie systématique mais flexible visant à améliorer les pratiques éducatives par le biais d'une analyse, d'une conception, d'un développement et d'une mise en œuvre itérative, basés sur la collaboration entre chercheurs et praticiens dans des situations naturelles, et aboutissant à des principes de modélisation et des théories sensibles au contexte.* » (p. 6, trad. libre)

Ses principales caractéristiques seraient ainsi d'adopter une démarche pragmatique, ancrée dans le terrain, interactive, itérative et flexible, intégrative et contextuelle. La recherche par méthodes mixtes est alors mobilisée dans le contexte de DBR pour sa valeur intégrative et l'augmentation de la crédibilité des résultats. Le choix des méthodes varie durant les différentes phases de l'étude en fonction des besoins et des problématiques émergentes des situations au fil de l'évolution de la recherche (Wang et Hannafin, 2005).

[73] https://www.springer.com/journal/10606

Amiel et Reeves (2008) interrogent l'usage des technologies faisant souvent l'objet de critiques sur leur rôle dans l'instrumentation des apprentissages, en comparant les méthodes issues de recherches empiriques plus traditionnelles et le modèle de DBR (voire Figure 5.4). Selon eux, si tel était le cas que la technologie apporte quelque chose de sensible à l'éducation, alors le DBR permettrait de promouvoir des recherches plus démocratiques reconnaissant la technologie comme un système au-delà de sa simple instrumentalité en tant qu'outil.

**Figure 5.4** - Recherche empirique (prédictive) versus **DBR**.



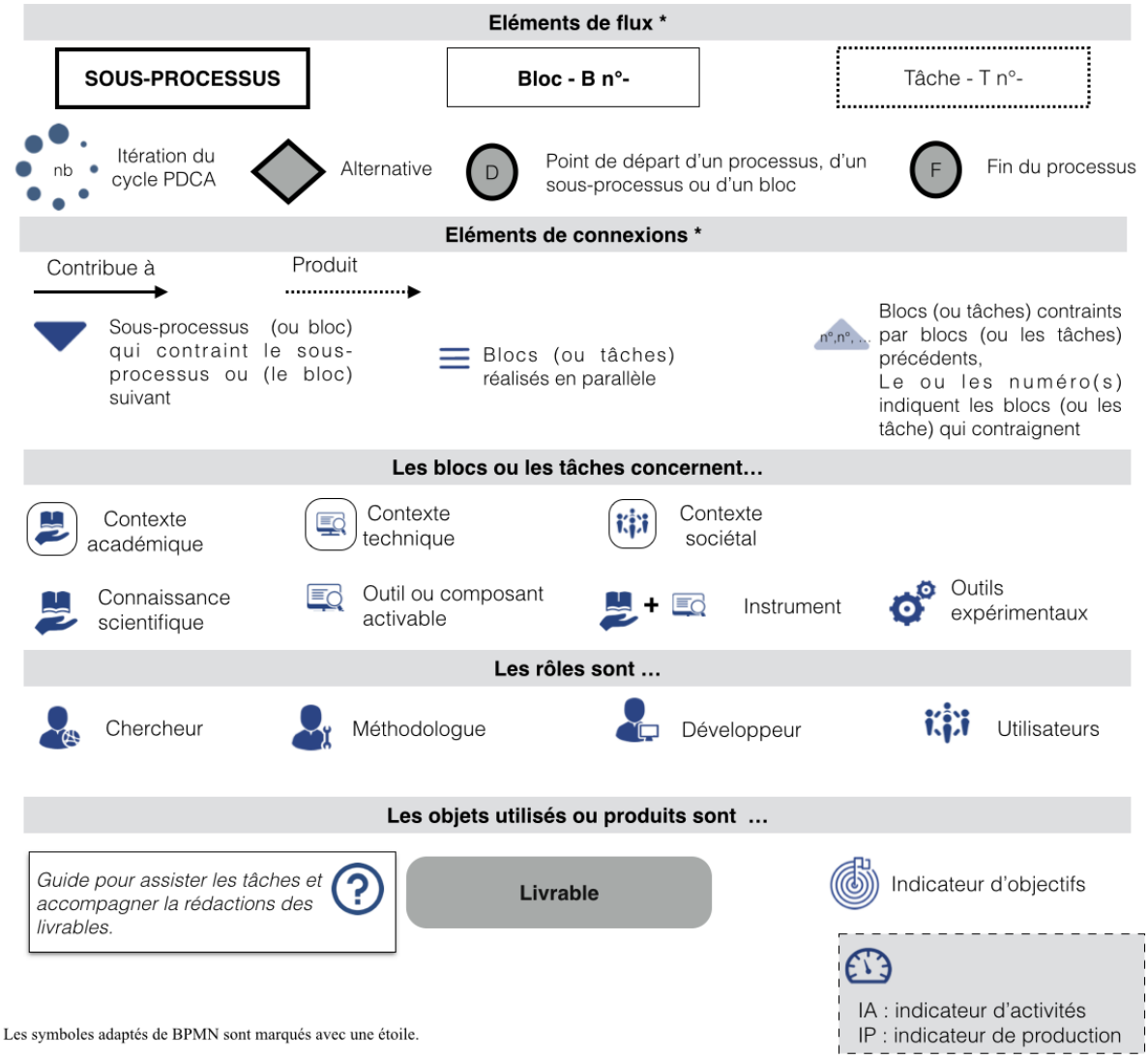

Note. D'après Amiel et Reeves, 2008 (trad. libre)

La méthode **THEDRE**[74] pour ***T**raceable **H**uman **E**xperiment **D**esign **RE**search* (Mandran, 2017), est donc une proposition de conduite de recherche synthétisant les approches précédentes en s'appuyant sur la démarche d'**amélioration continue** et l'**ingénierie de la qualité** pour l'observation de l'humain par le biais de technologies et d'outils. Cette méthode est tout à fait adaptée aux recherches en informatique, à la RICH, aux EIAH ; et adaptable aux sciences de la formation, moyennant quelques concessions terminologiques et adaptations aux contraintes plus spécifiques des terrains. Les « outils activables » peuvent être existants ou à concevoir, ils s'intègrent à l'expérimentation en répondant à des critères décrivant un processus opérationnel et la traçabilité du processus de recherche. Cette méthode est décrite sous forme de guides et accompagnée d'une formalisation d'un langage visuel (Figure 5.5) pour conduire sa propre

[74] http://thedre.imag.fr/ (via *WordPress.org*)

recherche en l'adaptant aux objectifs et en fonction des disciplines, notamment dans un contexte éducationnel, qui constitue un guide à part entière pour décliner la méthode.

**Figure 5.5** - Langage visuel de la méthode de conduite de recherche THEDRE.



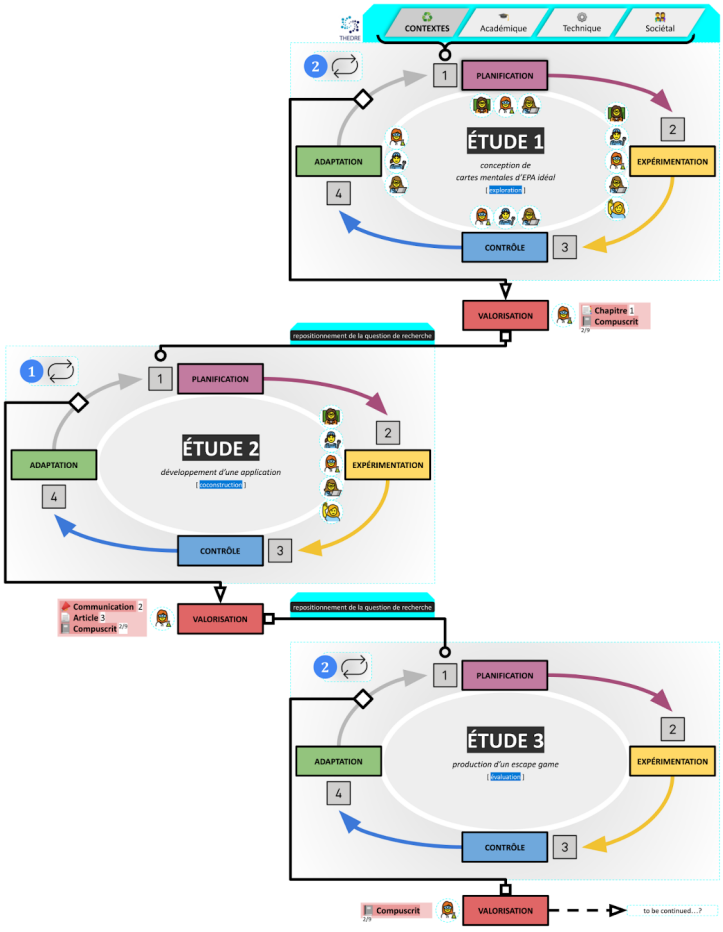

Par delà l'élaboration adaptative[75] (*i.e.*, choix des IO, des IA, des IP, choix des méthodes, développement des protocoles expérimentaux) à notre contexte et phénomène à observer (IC), notre méthode de conduite itérative de la recherche nous a mené à sélectionner trois études parmi l'ensemble des travaux réalisés autour de notre problématique de recherche sur ces dernières années.

Cette sélection de travaux nous permet de proposer une narration dans une approche itérative de la recherche où chaque étude conduit à une itération successive selon un cycle d'amélioration continue du dispositif (ce que l'on pourrait nommer la phase de réingénierie au sens de Vermeulen, 2018) et un repositionnement de la question de recherche en vue de mieux

[75] https://prb404.github.io/OPEEA/Methodologie OPEÉA.html

cerner l'objet de recherche (IC). Ce sont à partir de ces dispositifs guidés par une scénarisation pédagogique, qu'apparaissent des situations observables nous permettant de relever des indicateurs en lien avec nos questions de recherche. Ce cheminement est reconstitué sous la forme schématique (voir Figure 5.6) qui sera détaillée au fil des trois prochains chapitres portant sur le détail de chaque étude.

**Figure 5.6** - Schéma global de la conduite de recherche dans le cadre de ce compuscrit.




Note. Poster A0 (.pdf)

Note. Présentation UHD via *Google Slides*

Ce déroulement est rappelé en introduction des annexes de chaque étude en associant les différents rôles contribuant au dispositif et à la situation de formation observée par phase de la méthode THEDRE adaptée à notre contexte situationnel. Nous spécifions ces rôles ici afin de rendre explicite leur contribution, précisant que dans ne nombreux cas, plusieurs des ces rôles peuvent être endossés par le même acteur (*e.g.*, enseignant-chercheur, enseignant-ingénieur, ingénieur-méthodologue, enseignant-chercheur-ingénieur-méthodologue), ces acteurs sont nommés les « *acteurs internes* » dans le processus de la RICH (Mandran, 2017).

🧑‍🎓 Apprenant 🧑‍🏫 Enseignant 🧑‍🔬 Chercheur 👷 Ingénieur 👨‍💻 Méthodologue

- 🙋 **Apprenant** : il s'agit de notre « utilisateur principal », les méthodes sont centrées sur et pour l'apprenant en tant qu'acteur bénéficiant du dispositif et de la situation pédagogique. Au cours des différentes phases, il peut avoir un rôle **passif** (selon que ses usages, ses comportements, ses activités et représentations du monde soient observés) ou **actif** (selon que sa participation soit engagée activement dans une co-construction ou évaluation du dispositif). Sur le plan de l'instrumentation, il est le bénéficiaire de l'outil activé.
- 👩‍🏫 **Enseignant** : il s'agit de notre « utilisateur secondaire » , il contribue activement à la scénarisation du dispositif avec l'ingénieur pédagogique et formalise la situation d'enseignement au bénéfice des apprenants par la transmission des savoirs, compétences et connaissances didactiques. Sur le plan de l'instrumentation, il est aussi utilisateur de l'outil activé, avec un rôle plus ou moins investi dans la situation (formateur, tuteur, présentiel, distanciel, hybride, collaboratif, par projet, *etc.*). Il contribue activement aux phases d'exploration, de co-construction et d'évaluation des situations et dispositifs observés.
- 👩‍🔬 **Chercheur** : il s'agit du pilote de la recherche qui garantit sa scientificité, son rôle est de poser la problématique de recherche à partir des connaissances de domaine revue dans l'état de l'art et des contextes techniques, académiques et institutionnels. Il repositionne la question de recherche au besoin et décide de la valorisation des contributions scientifiques apportées après chaque itération de la conduite des recherches. Sa compétence se situe au niveau macro de l'ingénierie de formation, sa méta-connaissance des outils activables et l'impact sociétal de la recherche.
- 👷 **Ingénieur** : il s'agit de l'ingénieur pédagogique, techno-pédagogique ou informatique, il est le garant de la technicité du projet et contribue à sa mise en œuvre en choisissant les outils avec le chercheur et l'enseignant pour répondre à des objectifs pédagogiques au travers de situations et dispositifs développés ou activés, soit l'instrumentation ou l'ensemble des outils activés dans l'environnement numérique. Ses compétences sont techniques et multiples (de la conception et scénarisation d'une formation ou d'un enseignement au développement informatique et l'utilisation des technologies numériques à visée ou détournement éducatif).
- 🤷‍♂️ **Méthodologue** : il s'agit du rôle issu de la contribution de THEDRE, il supervise et aide à concevoir, mettre en œuvre et évaluer les expérimentations conduites avec les utilisateurs. Il accompagne le chercheur comme l'ingénieur accompagne l'enseignant (ces quatres rôles agissant en commun pour le bénéfice de l'utilisateur principal : l'apprenant), orchestrant les expérimentations de la maîtrise d'ouvrage à la maîtrise d'œuvre. Les compétences du méthodologue s'exercent dans le choix des méthodes et de l'analyse des données, selon que les méthodes existantes soient suffisantes ou non, pour la production et la valorisation des informations issues des données recueillies.

Ces rôles sont mentionnés dans les fiches THEDRE pour indiquer leur contribution active dans nos contextes spécifiques de chaque étude.

## 5.3. Instrumentalisation de la méthodologie

Si nous nous intéressons au numérique comme un ensemble d'artefacts capable de favoriser les apprentissages, il en va de même pour l'instrumentation du chercheur qui collecte et rassemble des informations, parfois sous forme d'artefacts qui s'apparentent à des carnets de recherches, constitués de synthèses de la littérature, de notes et de modélisations. On pourrait citer à ce titre l'usage d'un CMS (*Content Management System*), *SPIP*[76] par *Fabien Fenouillet* sur la thématique de la motivation[77], ou celui de *Jean Heutte*[78], ou bien d'autres plateformes plus collectives (propulsées, par *MediaWiki*[79]) tel que l'EduTechWiki de l'Université de Genève[80].

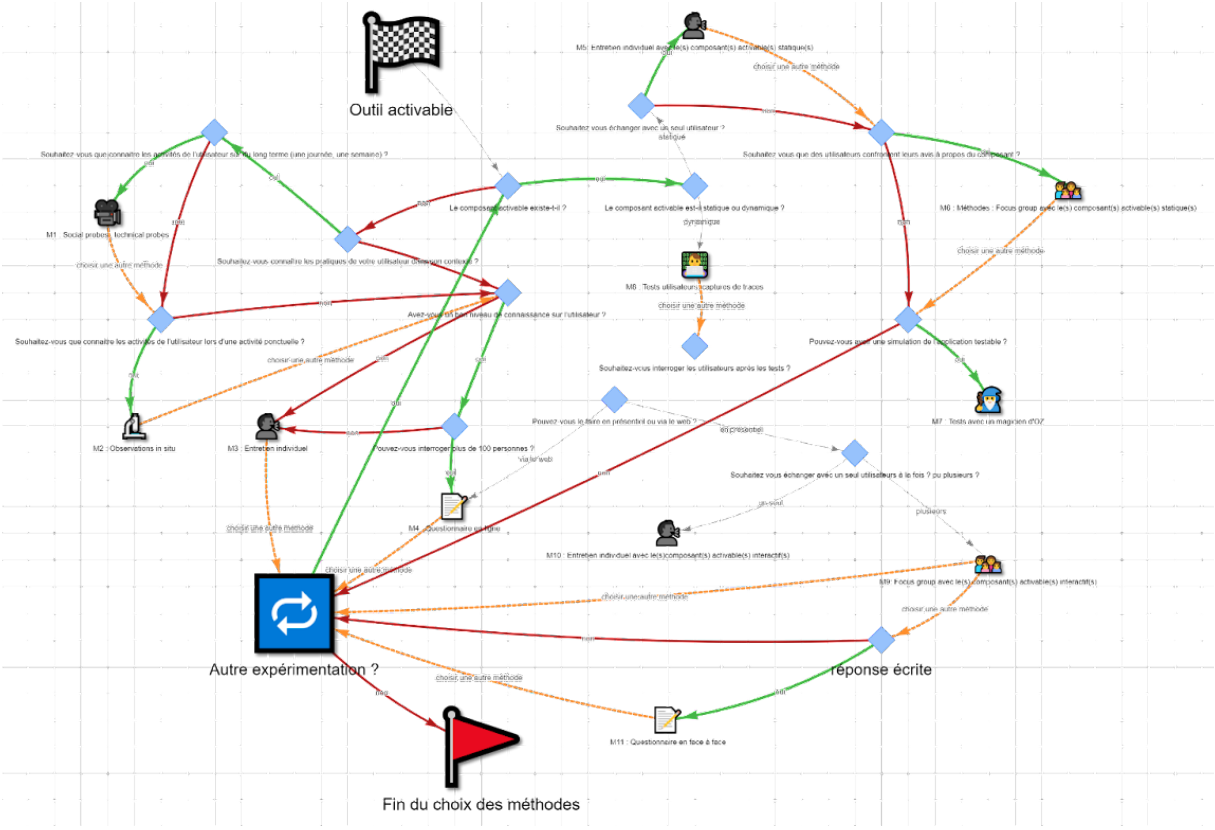
Pour l'opérationnalisation de la méthode de conduite de recherche adaptée de THEDRE, nous avons cherché et utilisé plusieurs artefacts techniques capables de répondre et rendre compte des attentes méthodologiques ; qu'ils s'agissent du suivi d'indicateurs d'activité (*IA*), d'objectifs (*IO*) ou d'appropriation des logigrammes, modèles et méthodes, notations et conventions pour expliciter les différentes démarches et phases de la recherche (voir Figure 5.7 pour un exemple d'instrumentalisation artefactuelle autour de la méthodologie via *TiddlyWiki*[81]).

Nous avons également utilisé des tableaux *Miro*, ainsi que des tableaux *Excel* ou *Sheets* et d'autres outils de visualisation heuristique et de génération des cartes mentales plus ou moins interactives, selon les différents niveaux de détails de chaque **:**

- **guide** ( 🕯️ ),
- **phase itérative** ( 0️⃣, 👀 ; 1️⃣, 🖍️ ; 2️⃣, ⚗️ ; 3️⃣, 👁️ ; 4️⃣, 📑 ),
- **contexte** ( ♻️ *:* ⚙️ *technique,* 🎓 *académique,* 🤗 *sociétal*),
- **acteur** ( 👤 *:* 👩‍🏫 *enseignant,* 👷 *chercheur,* 🙋 *apprenant,* 🤷 *méthodologue,* 👷 *ingénieur*),
  - **tâche** ( ✅ ),
  - **livrable** ( ☑️ ),
    - **indicateur d'objectif** (*IO,* **i** 🎯 ),
    - **indicateur d'activité** (*IA,* **i** 💎 ) ou
    - **indicateur de production** (*IP,* **i** 📒[82]).

[76] https://www.spip.net/
[77] https://lesmotivations.net/
[78] http://jean.heutte.online.fr
[79] https://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki
[80] http://edutechwiki.unige.ch
[81] https://prb404.github.io/OPEEA/Methodologie OPEÉA.html
[82] Voir ANNEXE sur le langage visuel compuscriptationnel de ce manuscrit et des ressources qui y sont associées.

**Figure 5.7** - Logigramme interactif pour le choix et la sélection des méthodes.




Note. D'après le logigramme (MATUI) du guide pour « Rédiger un protocol expérimental » de THEDRE (2020)
Le logigramme interactif rassemble les différents arbres de choix en fonction de si l'« outil activable » existe ou non ; en format numérique ou non ; en format dynamique ou non.

Afin de ne pas y revenir dans chaque étude, nous précisions que la plupart des analyses quantitatives et traitements statistiques sont réalisées avec *jamovi* (2022), accompagné de l'aide du manuel utilisateur de Navarro et Foxcroft (2020) traduit par Meunier[83], qui est un un précieux document à la fois pour ses explications techniques, mais aussi pour tous les fondements théoriques de l'usage des statistiques, notamment en psychologie. Par exemple, les questions de validation au sens statistique impliquant les différents types de validités et de fidélités dans l'analyse de données y sont rappelées, à l'instar d'ouvrages de MM (*e.g.*, Corbi et Larivière, 2014). Beaucoup de choix contribuant à notre matériel expérimental, à la validité des tests ou des méthodes en fonction d'hypothèses ou de construits théoriques sont appuyés sur le contenu de ce manuel et de sources complémentaires croisées pour en extraire la synthèse méthodologique [84]. D'autres s'appuient sur des articles plus spécifiques, comme par exemple, la pertinence de l'usage du test de Cronbach (1951) et de l'interprétation des « alpha » (α) acceptables dans le développement d'instruments de mesures en sciences de l'éducation (Taber, 2018) ; ou bien, en

[83] https://jmeunierp8.github.io/ManuelJamovi/ ; notons que la version originale est peut-être plus fiable et plus jolie
[84] Le site de Claude Goulet, très belle instrumentation technique, nous a aussi beaucoup inspiré pour l'approche *stricto-empirique* en psychologie : https://pagesped.cahuntsic.ca/sc_sociales/psy/methosite/accueil.htm

alternative à l'« α » de Cronbach souvent critiqué pour sa tendance à sous-estimer la consistance interne des mesures, l'« ω » de McDonald (1999) qui capture plus finement la précision avec laquelle un test homogène mesure les attributs communs de ses items.

Nous sommes auparavant passé par d'autres outils tels que des tableurs (type *Excel*) combinés à des modules de stats avancées, *Statistica™*[85] ou encore *R* (2021) selon les laboratoires d'affiliation ou contextes des études. Le choix final de *jamovi* (2022) est construit sur le choix d'un projet open source, avec une interface visuelle graphique affordante, développée par et pour des statisticiens néophytes et avancés en s'appuyant sur *R* (2021) avec une interopérabilité et des addons[86] pour réaliser la plupart des analyses statistiques classiques et avancées.

En vue d'augmenter la lecture des résultats et la transparence de leur analyse, les jeux de données rigoureusement anonymisés et pseudonymisés sont fournis en ANNEXES.

Les annexes concernant les analyses quantitatives sont structurées selon le plan général suivant : statistiques descriptives, analyses d'échelles (validité, fiabilité), niveau d'observation (global, groupal, individuel), évolutions et corrélations des variables prédictrices et mesurées ($X_n$, $Y_n$). Les analyses issues des sorties de *jamovi* y sont présentes quasi exhaustivement, y compris celles qui donnent lieu à des résultats non significatifs, mais permettent néanmoins d'inférer d'autres hypothèses et tests sur les données dans une démarche exploratoire.

Enfin, pour trianguler les analyses qualitatives et tirer des conclusions « *valable autour d'un même phénomène* », au sens de Anadón (2019) ou Fortin (1996), nous avons réalisé des analyses de réseaux sociaux (ARS) complémentaires, combinant les résultats et les traces de l'activité dans des visualisations rendant précisément compte des analyses statistiques et autres dynamiques liées à l'observation de groupes en interactions. Le logiciel open source utilisé est *Gephi* (Bastian, Heymann et Jacomy, 2009), dans sa version la plus récente[87]. *Gephi* est un outil d'analyses de données dédié à l'exploration et la compréhension de données construites en graphes, c'est-à-dire, utilisant les mêmes jeux de données que pour des analyses statistiques, mais en donnant plus d'importance aux liens (au connexions entre les variables) qui deviennent un jeu de données à part entière. Cet outil s'insère dans le paradigme de recherche que l'on appelle l'analyse visuelle (ou *Visual Analytics*) en facilitant la construction et l'analyse de graphes permettant ainsi de sonder des hypothèses et découvrir intuitivement des modèles. Ce genre d'analyses peut être utilisé en amont, en aval, ou en simultané avec d'autres types d'analyses (quantitatives, qualitatives). Les principales fonctionnalités de l'outil offrent des possibilités de statistiques propres aux ARS (centralité, proximité, diamètre, coefficient de *cluster*, modularité, détection de communauté…), ainsi que des analyses visuelles dont les données sont

[85] https://www.statistica.com/
[86] https://www.jamovi.org/library.html
[87] Sachant que l'outil reste encore « expérimental » et n'a pas encore atteint sa première version (1.0) de développement, depuis ses prémices en 2008 (actuellement en version 0.9.5 en 2022)

temporalisées en temps-réel, via l'application d'algorithmes de forces pour augmenter la lisibilité des graphes en se basant sur des statistiques de poids ou issues des jeux de données. Bien que des exports au format d'images statiques soit une possibilité, ce genre de visualisations suggère *a fortiori* des supports multimédia plus interactifs et dynamiques, notamment sous la forme de pages web pour faciliter leur accès et leur exploration visuelle une fois les analyses et la disposition (le *layout*) réalisées. C'est ainsi que nous en partagerons les résultats, en les associant aux sources des différents jeux de données fournis en accès ouverts.

## 5.4. Éthique

Cette section sur l'éthique nous semble primordiale et pour autant empreinte d'injonctions souvent paradoxales, de tensions et difficultés de mise en œuvre selon des principes déontologiques parfaitement appliqués dans nos institutions. Nous nous resituons dans une période où la donnée (et notamment la « *valorisation des données massives* », ce que l'on appelle la *Big Data* ou le *« nouvel or bleu »*[88], dépassant la valorisation boursière du pétrole ou de l'or noir) est devenue un enjeu économique majeur pour toutes les sociétés et ce au niveau global, mondial et international. Les principaux exploitants de ces données sont identifiés et se monétarisent en milliards sur les marchés financiers (voir ENCART 3.), qu'il s'agisse d'un feu *Facebook* (initialement un simple trombinoscope en ligne des plus prestigieuses universités des ÉUA), devenu *META* de la métadonnée et du metaverse ; ou d'un *Google* à un *Alphabet* qui compte et calcule, de A à Z, sans oublier l'hexadécimal. À l'initiative de la CNIL en France ainsi qu'au niveau européen avec le RGPD, c'est un véritable bouclier juridique et légal qui s'est levé contre le recueil, l'analyse et l'interprétation de données personnelles et sensibles ; à des échelles de traitement et d'interopérabilité des données qui sont de nos jours extrêmement puissantes et souvent très opaques dans la transparence des algorithmes qui les transforment en données d'intelligences. Le RGPD nous protège en principe et pour les aspects les plus essentiels, mais il ne garantit pas pour autant la manipulation et le détournement qui peut être effectué sur les données après un consentement plus ou moins éclairé correspondant à la lecture plus ou moins attentive d'une politique plus ou moins explicite et intelligible.

Appliquées au contexte éducationnel, les institutions d'enseignement n'échappent pas aux règles, tout en ayant d'autres impératifs et obligations légales du fait de leur responsabilité en tant qu'entité sociale propre. Prenons l'exemple d'une institution universitaire disposant de sa propre infrastructure technique pour gérer un ensemble des données très diverses, et notamment celles liées aux plateformes d'apprentissages telles que les LMS ou l'accès au wifi local. D'un point de vue technique et pour des raisons légales, toutes les interactions sont associables à une machine, une adresse IP et/ou un individu. Ainsi, en pratique, il est possible de savoir qui fait quoi à quel moment et cela fait partie de l'acceptation explicite des chartes

[88] Les données : le nouvel or bleu ? avec Jean-Marie Cavada et Marie-Laure Denis (CNIL) #iDFRightsLive

numériques et informatiques qui prédisposent de l'accès aux services par n'importe quel usager utilisant les moyens de l'infrastructure. Dans ce contexte, les données qui nous sont rendues accessibles via les plateformes numériques sont réputées sous la responsabilité de l'établissement et du respect de la charte informatique concernant les données personnelles des usagers, qu'il s'agisse des étudiants, enseignants ou personnels affiliés. C'est pourquoi nous ne faisons pas signer de formulaire chaque fois que des étudiants ont accès à un cours sur *Moodle* comprenant diverses activités identifiant précisément des données personnelles de toutes natures.

Maintenant — en dehors de ce cadre infrastructurel strictement contrôlé par l'entité institutionnelle et sur les usages ou détournements de plateformes en lignes, dans le *cloud*, correspondant à l'acceptation d'autres politiques de confidentialité, traitement et gestion des données personnelles à des fins parfois plus ou moins explicitement commerciales — la question de débordement de l'éthique face aux injonctions du numérique se complexifie.

Nous avons, par exemple, déjà cité l'usage de l'outil de communication *Discord* pendant le confinement de l'année 2019[89]. Quelle sorte de phénomène au-delà de l'institutionnel nous a permis de migrer soudainement sur ces plateformes hautement fonctionnelles de communication, pour pallier aux défaillances techniques ou déploiement trop lent d'une continuité technopédagogique qui devait s'articuler dans l'immédiateté et le lien déjà distendu avec les étudiants ? Principalement, il s'agit des étudiants eux-mêmes, qui s'y trouvaient déjà, qui avaient déjà accepté les conditions d'une entreprise commerciale externe au contexte éducationnel nous forçant (presque) à faire de même ; et qui ont invités la communauté enseignante, parfois initiés en s'accompagnant, en inversant les rôles dans un renversement de classe numérique soulevant des questions pratiques sur l'aisance des usagers à l'œuvre dans ces plateformes numériques bien actuelles. En tant que pédagogue, nous pouvons être enthousiaste, ouvert et optimiste sur ces détournements de pratiques, mais en tant qu'acteur mêlant la pratique de terrain et l'intervention pour contribuer aux sciences de l'éducation et de la formation, nous pouvons nous sentir bouté hors de terrains protégés de l'institution, par l'intermédiaire d'outils commerciaux dont les données nous sont ainsi privées. Sur cette réflexion qui nous juxtapose entre intérêts publics et privés, il serait possible d'imaginer un certain nombre de contournements techniques et de validations juridicolégales de dispositifs tâchant de recueillir des données en passant par des plateformes externes à l'institutionnel et hors de contrôle[90] ; mais le paradoxe éthique ici, reste entier.

Par ailleurs, ce débat, ces enjeux, ces incertitudes, cette éthique dans un environnement souvent hors de contrôle et simultanément plein de possibilités, sont des sujets naturellement

[89] L'entreprise *Discord* s'est d'ailleurs depuis emparé du phénomène en officialisant la création de pôles étudiants.

[90] Notamment pour les plateformes disposants d'API (Application Programming Interface), afin d'extraire des données moyennant des développements informatiques spécifiques et une plateforme pour le traitement de l'information recueillie

traités par de nombreux auteurs (Asloum et Guy, 2017 ; Denouël, 2014 ; Denouël, 2019 ; Laugier, 2015 ; Linard, 2003 ; Morin, 1999 ; Prior *et al.*, 2021 ; Romero, 2019) avec lesquels nous alignons nos questionnements.

Nous avons alors adopté des principes éthiques comme guides pour nos pratiques pédagogiques et nos pratiques de recherche, notamment dans les plus basiques :

- en étant transparent dans notre démarche sans tout révéler ni placer la recherche au centre d'aucune attention (et en privilégiant les situations d'apprentissages aux opportunités de recueil)
- en prévenant de l'usage des données à but pédagogique et de recherche,
- en respectant un principe d'anonymisation (voire de pseudonymisation) des données globalisé et systématisé ; mais aussi en projetant un retour constructif pour les étudiants avec ces informations analysées et synthétisées visuellement.

C'est également grâce à ces principes que nous pouvons ainsi mettre à disposition nos jeux de données, pour correspondre à l'éthique, mais aussi à l'effort de reproductibilité de la recherche à partir de la transparence des données (*i.e.*, open data, données ouvertes[91]).

## Conclusion

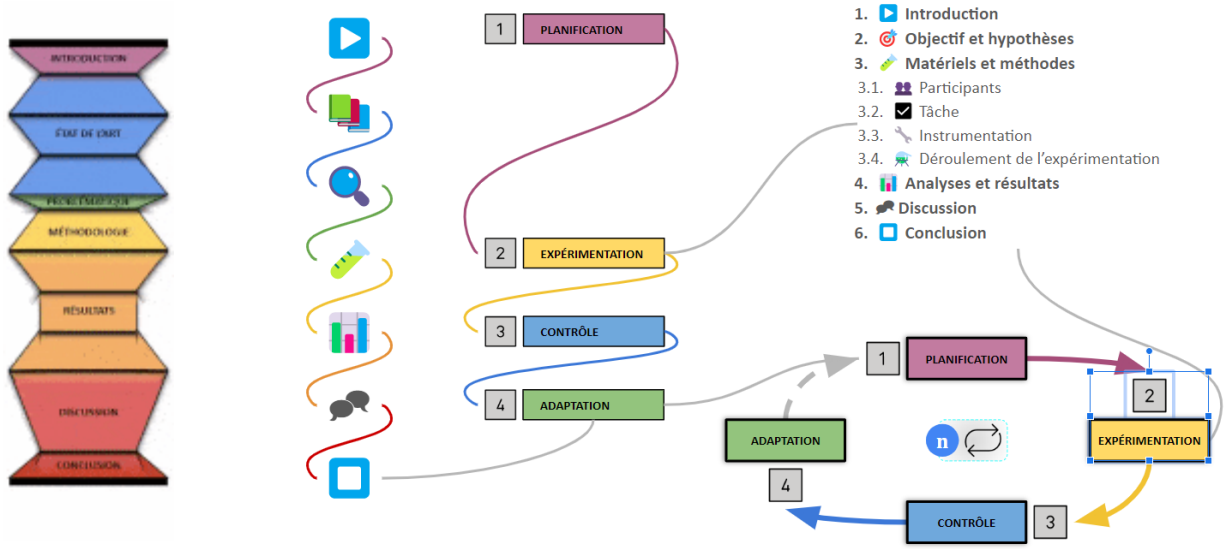
Dans ce chapitre d'élaboration introductive à notre opérationnalisation méthodologique, nous avons vu qu'une grande variété de modèles et d'approches étaient possibles pour produire de la connaissance scientifique dans les sciences de l'éducation et de la formation. Le nom même du métier d'« enseignant-chercheur » est ainsi un appel à croiser ces deux disciplines, non seulement pour améliorer la connaissance, mais aussi les pratiques d'enseignement et ce, dans une boucle récursive et rétroactive, au sens d'une interdisciplinarité dont discutent les auteurs tels que Morin (1997) ou Piaget (1972). Nous avons alors souhaité énumérer les méthodes permettant la combinaison et la mixité dans une approche transdisciplinaire complexe de l'ingénierie de la formation et de dimensions psychosociales liées au travail collectif en situation d'apprentissage.

Partant de diverses instrumentations de la méthode de conduite de recherche THEDRE, nous avons ainsi reconstruit dans un fil narratif, le cheminement non linéaire (tout en étant chronologique) de certains de nos travaux en utilisant le modèle le plus consensuel de lecture d'articles scientifiques dont les résumés reflètent souvent l'acronyme **IMReD**. La structure dite en forme de « *verre à vin* » (impliquant les visions « *top-down* » et « *bottom up* », du macro au micro, du particulier au général) nous a inspiré le développement et déploiement de la structure du présent *compuscrit* (voir Figure 5.8) ; intégrant ( 1 ) à la fois les composants classiques d'écrits

[91] https://fr.wikipedia.org/wiki/Données_ouvertes

scientifiques (introduction, ***état de l'art***, problématique, méthodes, résultats, discussion, ***conclusion*** que nous avons souhaité distinguer du modèle **IMReD** pour donner plus de poid à l'***état de l'art*** et aux ***conclusions*** dans une première et dernière partie chargée d'ouverture et de perspectives) ; ( 2 ) ainsi que ceux de THEDRE (pour la traçabilité de notre démarche) et les notions de cycles itératifs et de repositionnement de la question de recherche menant éventuellement à des valorisations intermédiaires de contributions sur l'objet de recherche.

**Figure 5.8** - THEDRE, IMReD et structure globale du présent compuscrit.




En termes de RMM, en reprenant le système de notations des MM, notre démarche se synthétise sous la forme suivante, en articulant trois études pour mieux cerner l'objet de l'IC :

1 [ QUAL + quan ] → 2 [ QUAN →← QUAL ] → 3 [ quan + QUAL ] = quan , qual

En d'autres termes, au travers de trois études, ( 1 ) nous commençons par une étude (**exploratoire**) à dominante qualitative qui nous mène vers des interprétations quantitatives, puis de manière **séquentielle** ; ( 2 ) nous élaborons une seconde étude (**explicative**) combinant de manière **récursive** et égale des analyses quantitatives et qualitatives ; et ( 3 ) nous terminons par une étude qui **fusionne** des données quantitatives et qualitatives pour tenter d'apprécier notre phénomène observé. Cet ensemble d'études nous permet de tirer des interprétations sur l'ensemble des résultats de manière **parallèle** et **convergente** en traitant les données quantitatives et qualitatives à dominance égale, tout en nuançant chacune d'elles dans une dimension d'interprétation triangulée.

Nous aurions aimé pouvoir simplexifier cette approche, en considérant le qualitatif ( qual : *e.g., analyse de contenu*) et le quantitatif ( quan : *e.g., analyses statistiques*) de manière complémentaire tout en aboutissant à des méthodes mixtes

( MIX : *e.g., analyses de réseaux sociaux*) ; mais ce serait la réduire à quelque chose de moins complexe que ce qu'il n'en est probablement.



*In fine*, dans la présentation linéaire des études qui suit, nous tâchons d'intégrer ces nuances et d'effacer les clivages en conciliant les modèles et natures de données pour mettre en valeur des éléments de réponses scientifiques à nos questions de recherche pragmatiques et instrumentales.

## EN RÉSUMÉ 5 / 9

- L'étude de la **méthodologie** ou de la méthode des méthodes scientifiques relève d'une question plus profonde de **positionnement** et de **démarche** qui s'inscrit dans des **contextes**, **approches** et **pratiques pluridisciplinaires**.
- Les **outils** et **technologies** actuels ne transforment pas uniquement les pratiques d'apprentissage, elles transforment tous les niveaux de la société, y compris la manière dont on peut **pratiquer** la **recherche** aujourd'hui.
- Les traditions scientifiques et approches classiques empiriques font face à de **nouvelles approches**, plus **complexes**, plus **combinables** et tirant ses **sources de données** d'*apparatus* et d'interprétations autrefois indisponibles pour **observer** contemporainement des **phénomènes émergents**. Le dépassement des clivages disciplinaires est appelé au travers de la **RMM**.
- Les **modèles** et opérationnalisations des **MM** sont passées en revue, notamment dans leurs **stratégies** d'**intégration des données** et d'**interprétation des résultats** passant par la **complémentarité**, la **combinaison** et la **triangulation**.
- Les méthodes de conduite de recherche, basées sur le **DBR** et **THEDRE** sont développées pour expliciter la **construction protocolaire** et **quasi-expérimentale** des études qui vont suivre, afin de répondre à notre problématique.
- Des **instrumentalisations technologiques** (*e.g.*, outils de visualisation, de représentation, de synthèse, d'analyse statistique et d'**ARS**) pour **accompagner la recherche**, sont présentées dans leur contexte **méthodologique**, **technique**, **éthique**, et **sociétal**.

# CHAPITRE 6 ÉTUDE 1

# Prérequis à l'IC :

## *les variables psycho-cognitives soutenant l'autonomie*

## ▶ Introduction

Dans cette étude, nous nous intéressons à des scénarios pédagogiques dont l'objectif est d'accompagner les étudiants à se sentir plus efficaces et plus autonomes dans leurs apprentissages universitaires. Relativement à l'IC, il s'agit là de partir du présupposé que pour mobiliser ses compétences au service du collectif, il est question avant tout de bien se connaître sur ses propres capacités d'apprentissage, de développer un certain sens de l'autonomie ; et de déployer les ressources et moyens (internes, externes, instrumentaux) pour pouvoir *communiquer*, *coopérer*, *collaborer* et se *coordonner* en travaux d'équipes. Notre point d'entrée méthodologique pour aborder l'IC, suit ainsi la même ouverture que notre état de l'art, partant de l'individu pour mieux cerner son inclusion potentielle dans le collectif au travers d'instrumentations numériques suggérant des traces de l'activité qui soient interprétables. En d'autres termes, il s'agit de partir d'une meilleure connaissance de l'individu autonome en tant que point de départ d'un processus d'émergence de l'IC au travers de dynamiques instrumentales de groupe.

Pour ce faire, nous analysons les productions de cartes mentales (**CM**) d'étudiants dont la tâche principale est de concevoir leur EPA idéal (*i.e.*, qui correspondrait le mieux à un environnement pour répondre à leurs propres besoins personnels d'apprentissage). Nous avons choisi un modèle séquentiel exploratoire [ QUAL + quan ] afin d'extraire de manière qualitative les indicateurs contribuant à l'autonomie et l'efficacité au travers d'une analyse de contenus.

### 6.1. 🎯 Objectifs

Les objectifs de cette étude sont doubles :

- vérifier qu'une tâche de conception de son propre EPA permet d'accompagner un travail réflexif d'analyses de conduites et de mises en place d'objectifs pour l'atteinte de buts
- vérifier que le produit fini sous forme de CM permet de relever des états de réflexion personnelle ou collective grâce à des indicateurs d'observation

Nous cherchons ainsi à structurer la formalisation de préconisations pour l'élaboration de scénarios pédagogiques soutenant la prise de conscience des variables psychologiques de l'apprentissage. Ces objectifs empiriques sont en lien avec les objectifs pédagogiques de transmission d'un savoir dont les apprenants devraient s'emparer pour produire une représentation qui leur soit propre : en se projetant instrumentalement dans une intégration des fonctionnements reconnus comme contribuant à une meilleure maîtrise et efficacité de son apprentissage.

## 6.2. 🧪 Matériels et méthodes

### 6.2.1. 👥 Participants

Nous avons recueilli le produit de la conception d'EPA sous forme de CM de trois promotions de *Master 2* en parcours *Ingénierie Pédagogique* et *Médiation Numérique* (de **2016** à **2018**) et une promotion de *DUT Informatique* (**2019**). Ces populations ne sont pas tout à fait comparables d'un point de vue statistique (âges différents, maturité professionnelle liée à une première ou énième activité, niveau académique…) et les tâches qui leur ont été données n'ont pas été formulées de la même manière. Outre ces différences qui rendent toute comparaison des échantillons peu pertinentes mais permettent de ne pas restreindre notre échantillon à une discipline ou un niveau universitaire en particulier, nous pouvons nous attendre à ce que les productions des étudiants en *Master* d'*Ingénierie Pédagogique* qui adoptent une double posture (d'apprenant et de pédagogue) soient d'une meilleure qualité, dûe à une métaréflexion orientée par le scénario pédagogique sur l'apprentissage de l'apprentissage. Il y a ainsi deux scénarios pédagogiques conçus pour deux populations différentes, partageant néanmoins certaines caractéristiques communes comme l'appétence aux outils numériques et l'objectif commun de dessiner les contours d'un EPA, une fois celui-ci défini et exploré dans ses dimensions constitutives. C'est donc sur les productions des individus, plus que les individus eux-mêmes ou leurs comportements, que nous sélectionnons les observables. Afin de faciliter la lecture, nous séparons en deux cohortes ces populations (qui sont en fait deux itérations d'une même méthode d'analyse) et déroulons de manière non comparative les observations qui en découlent.

**Cohorte 1** — DUT1 : *première année de cursus universitaire technologique*

Soixante-dix-sept étudiants inscrits en première année de *DUT informatique* ont participé à des travaux dirigés pour représenter leur EPA idéal à partir d'un enseignement en présentiel et de contenus et ressources fournis via la plateforme pédagogique Moodle.

**Cohorte 2** — M2 : *deuxième année de Master en ingénierie de la formation*

Vingt-trois étudiants en Master 2 mention *Humanités Numériques* parcours *Ingénierie Pédagogique* et *Médiation Numérique* ont contribué à la production de CM pour représenter leur

EPA idéal à partir d'un enseignement en distanciel. Le nombre réduit d'étudiants sur trois promotions s'explique par le fait que les étudiants inscrits au cours avaient le choix entre deux options d'approfondissements : l'une portant sur les EPA liés à un contexte universitaire ; et l'autre sur les *Environnements Personnels de Travail* (**EPT**), liés à un contexte professionnel.

### 6.2.2. ☑ Tâche

**Cohorte** 1 — DUT1 : *conception individuelle suite à un co-apprentissage* ( 🧍 ⬅ 👫 🧍 )

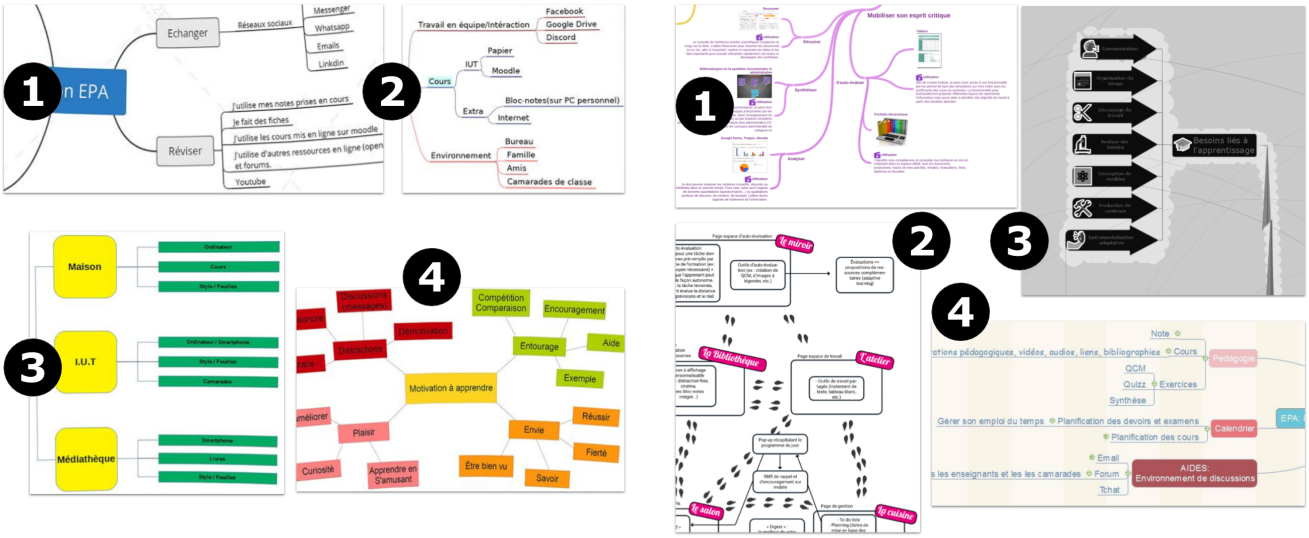
La tâche se situe dans le cadre de travaux dirigés (présentiel) en Expression-Communication intitulés « *Apprendre à Apprendre* ». Les notions traitées dans le cours sont liées notamment aux stratégies et processus de régulation qui favorisent l'autonomie. À partir d'articles scientifiques et de ressources fournies aux étudiants, leur activité se découpe en deux temps : (1) **par groupe**, les étudiants sont amenés à assimiler des notions spécifiques à l'apprentissage et en faire la présentation aux autres groupes ; (2) les étudiants doivent concevoir individuellement la représentation de leur propre EPA « idéal », soit un environnement numérique capable de les soutenir dans leurs apprentissages. Ce deuxième temps constitue ainsi la tâche principale donnant lieu à la production de cartes mentales faisant l'objet de l'analyse dans cette étude (voir exemple 1-4, Figure 6.1).

**Cohorte** 2 — M2 : *co-conception suite à un apprentissage individuel* ( 🧍 👫 ⬅ 🧍 )

Dans ce scénario, les productions sont issues d'un module de cours en ligne (distanciel) intitulé « *Pédagogie et instrumentation* ». À l'inverse du scénario précédent, il s'agit pour les étudiants de : (1) s'approprier individuellement les notions du cours relatives aux notions d'accompagnement instrumenté favorisant l'autonomie ; (2) co-concevoir par groupe la représentation de leur EPA « idéal », soit un environnement capable de soutenir les processus psychologiques liés à l'apprentissage et la personnalisation des environnements. C'est aussi sur ce deuxième temps que se situe la tâche principale à partir de laquelle sont sélectionnées les produits de conception sous forme de CM faisant l'objet de l'analyse dans cette étude (voir exemple 1-4, Figure 6.1). Notons que dans ce scénario, le format CM n'était pas prescrit par la consigne mais simplement suggéré au travers des contenus du cours et des outils proposés.

**Figure 6.1** - Exemples (1-4) de cartes mentales représentant la structure d'un EPA idéal.

| **Cohorte** 1 **(DUT1)** | **Cohorte** 2 **(M2)** |
|---|---|




Cette distinction de la formulation de la tâche se justifie d'un point de vue pédagogique par les modalités spécifiques des enseignements qui sont dans un cas en présentiel, dans l'autre cas, en distanciel. La tâche de la **Cohorte** 1 (DUT1) est réalisée d'abord collectivement dans une approche « *jigsaw* » ou « *classe en puzzle* » (Aronson, 2002 ; Aronson et Bridgeman, 1979) pour la mise en commun des connaissances sous la forme d'une présentation de groupe en classe, puis elle mène chacun à réaliser son propre EPA avec un temps de travail « à la maison » pour rendre sa production. Cela semblait plus propice à la modalité présentielle. La tâche de la **Cohorte** 2 (M2), réalisée d'abord individuellement dans une forme de recherche d'information, puis collectivisée dans une production commune au travers d'outils partagés, semblait plus propice à la modalité distancielle.

### 6.2.3. Indicateurs et variables psychologiques

Afin d'observer les états comportementaux en puissance dans le résultat de la production des apprenants, nous avons adapté une grille de lecture permettant d'identifier des indicateurs en lien avec des variables psychologiques issues de la littérature et de précédents travaux autour des EPA (Mailles-Viard Metz, Vayre, et Pélissier, 2015). Ces variables portent sur l'autodétermination et la motivation, l'autorégulation et l'auto-efficacité, ainsi que les stratégies d'apprentissage cognitives, métacognitives, affectives et de gestion des ressources. Nous fournissons en annexe la grille de lecture utilisée pour l'analyse de contenus avec pour chaque variable des exemples d'indicateurs d'objectif, de fonctionnalité, de typologie et d'outils relatifs. Le Tableau 6.1 suivant reporte de manière synthétiques les variables et indicateurs observés :

**Tableau 6.1** - Variables psychologiques et indicateurs observés dans les scénarios pédagogiques.

| Variables psychologiques | Indicateurs correspondant aux objectifs à soutenir |
|---|---|
| **Stratégies cognitives** | Plans d'action organisés |

| | |
|---|---|
| | Activités de sélection |
| | Activités d'organisation |
| | Activité d'élaboration |
| | Activités de révision |
| **Stratégies métacognitives** | Évaluation de son apprentissage |
| | Planification de son apprentissage |
| | Contrôle de son apprentissage |
| | Régulation de son apprentissage |
| **Stratégies affectives** | Création ou maintien d'un climat d'apprentissage positif |
| **Stratégies de gestion** | Ressources temporelles, humaines, matérielles mobilisées pour l'apprentissage |
| **SEP/SEC** | Maîtriser ses connaissances / compétences |
| | Soutenir la perception d'une acquisition progressive |
| | Identifier des objectifs intermédiaires pour atteindre l'objectif final |
| | Identifier l'objectif final |
| | Expériences actives de maîtrise (performances antérieures, succès, échecs) |
| | Expériences vicariantes (modelage, comparaison sociale) |
| | Persuasion verbale (feed-back évaluatifs, encouragements, avis de personnes signifiantes) |
| | États physiologiques et émotionnels |
| **Motivation** | Soutenir le développement de ressources propres |

### 6.2.4. ❓ Questions de recherche

Nos questions de recherche spécifiques à cette étude s'articulent autour des deux attentes ou objectifs (voir Section 6.1.) de vérification de la tâche et du résultat de l'activité.

Plus précisément, il s'agit d'utiliser une méthode qualitative (QUAL) d'analyse de contenu, dans un cadre non-expérimental (laissant ainsi peu de place à des prédictions ou inférences contrôlables), afin de déterminer s'il est possible d'observer (et d'évaluer) au travers du résultat de l'activité d'individus, un certain nombre de variables psychologiques correspondant à la fois à l'objet de l'apprentissage au sens pédagogique et à l'objet produit par les étudiants pour figurer leur intégration des concepts fondamentaux dans des environnements d'apprentissage qui leurs sont propres. Dit autrement, nous ne cherchons pas à observer des phénomènes dont le sens est seulement détenu par la science, mais bien à transmettre les clés de cette science pour voir ce qu'il en est retenu, représenté et intériorisé dans une forme particulière par les apprenants.

Dans cette étude exploratoire, nos questions de recherche sont portées sur des attentes de vérification entre l'objet et les productions des sujets pour en faire leur représentation :

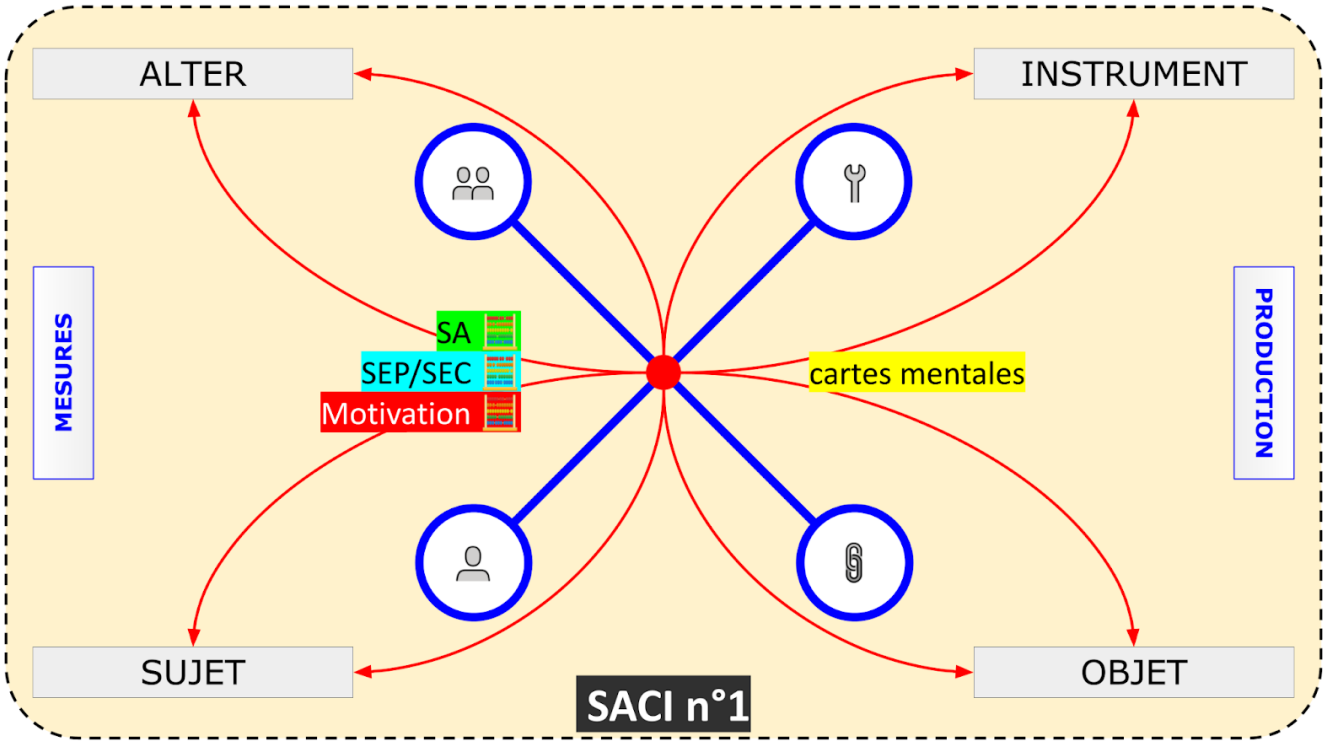
**QDR1.** Est-ce que la tâche permet de rendre compte de l'objet d'apprentissage ?

**QDR2.** Est-ce que le support de représentation (CM) permet de rendre compte de l'intégration des processus et variables psychologiques identifiés qui contribuent à une amélioration des apprentissages ?

Afin de vérifier que la tâche rende compte des différentes variables psychologiques soutenant les apprentissages d'après la lecture par les étudiants d'une littérature scientifique et généraliste, nous nous attendons à ce que les productions finales représentent de manière plus ou moins explicite l'intégration et la transformation d'indicateurs sous-jacents (*i.e.*, grille de lecture). Au niveau des supports, étant donné la complexité relative de l'objet d'apprentissage, nous nous attendons à observer une certaine quantité, granularité et organisation plus ou moins structurée, qui rende compte de cette nature complexe en nombres.

Nous présentons ainsi l'analyse suivante selon un modèle d'observation d'une SACI (voir Figure 6.2) dont nous n'aurions que le résultat final (*i.e.*, les productions relatives à l'objet représentatif de l'apprentissage).

**Figure 6.2** - SACI **n°1**.



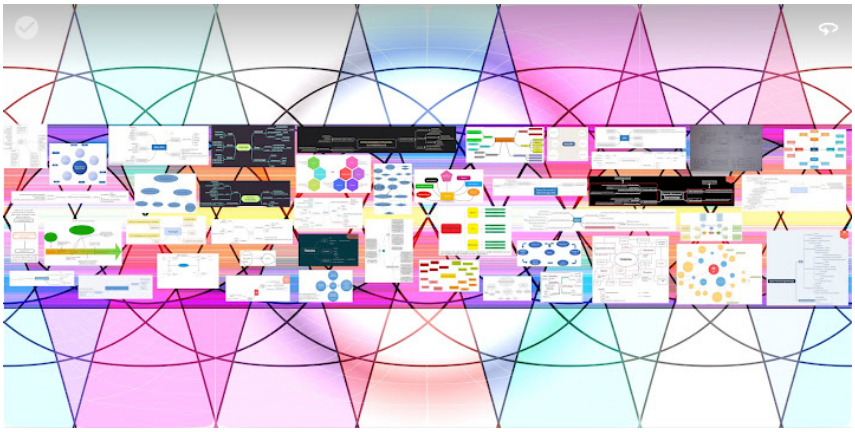

## 6.3. Analyses et résultats

Afin d'étudier de manière parallèle les données issues de nos deux cohortes, nous avons procédé en deux temps pour analyser en convergence le corpus des productions.

Nous avons utilisé pour ce faire, deux « *instrumentalisations-maisons* » techniques particulières pour faciliter l'analyse et la représentation globale de l'ensemble des CM.

La première est un type de projection visuelle spécifique (dite à 360° ou projection équirectangulaire) permettant de présenter et d'observer de manière panoptique l'ensemble des CM avec la possibilité de *zoomer/dézoomer* à l'intérieur d'une sphère de 12288 x 6144 pixels. Si la finalité de ce type de représentation (ou plutôt de métareprésentation) peut s'observer en 3D, il s'agit surtout de poser à plat de grands volumes d'images sur un seul support (Figure 6.3).

**Figure 6.3** - Exemple de projection équirectangulaire des CM.



Note. Photo 360° via *Google Photos*

La seconde est l'utilisation de la plateforme *Miro.com* (voir Figure 6.4) comme tableau blanc nous permettant de poser au même niveau toutes les cartes (issues de fichier *.pdf* ou au format image), en les triant par promotion et par année, permettant ainsi annotations et commentaires sur chaque élément, avec une fonctionnalité d'ajustement dynamique de perspective (*zoom/dézoom*) pour fluidifier l'observation du général au particulier et la prise de recul sur des vues plus ou moins ensemblistes.

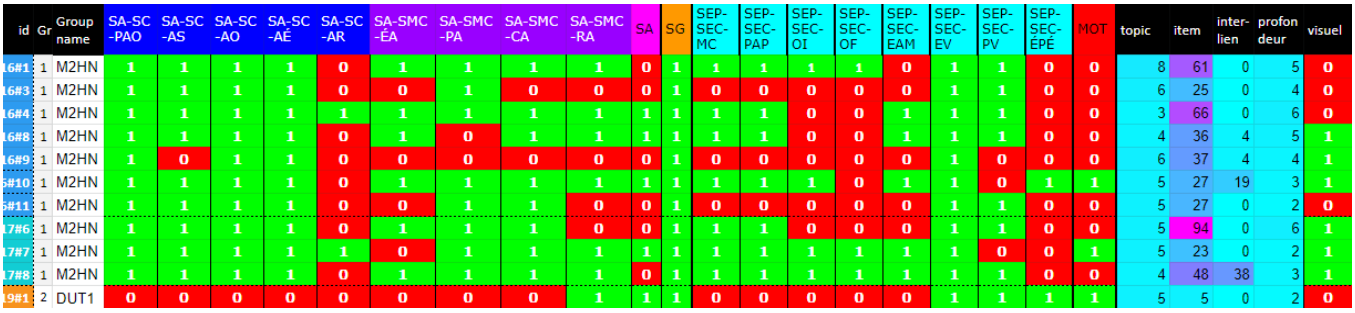
**Figure 6.4** - Aperçu du tableau blanc pour l'analyse avec un zoom à 4% de sa taille 1:1.



Ce sont des instrumentations qui servent en amont pour rassembler et définir ce qui va être compté ; et en aval pour nourrir les interprétations et en extraire aisément des exemples dans les analyses.

Une fois ces conditions favorables réunies pour l'analyse de contenu, nous avons ensuite pu constituer notre tableau de données (voir Figure 6.5) pour réaliser des traitements statistiques à partir d'indicateurs opérationnalisés et quantifiés.

**Figure 6.5** - Représentation tabulaire du traitement quantifié des CM.



| id | Gr | Group name | SA-SC-PAO | SA-SC-AS | SA-SC-AO | SA-SC-AÉ | SA-SC-AR | SA-SMC-ÉA | SA-SMC-PA | SA-SMC-CA | SA-SMC-RA | SA | SG | SEP-SEC-MC | SEP-SEC-PAP | SEP-SEC-OI | SEP-SEC-OF | SEP-SEC-EAM | SEP-SEC-EV | SEP-SEC-PV | SEP-SEC-ÉPÉ | MOT | topic | item | inter-lien | profondeur | visuel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16#1 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 | 61 | 0 | 5 | 0 |
| 16#3 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 | 25 | 0 | 4 | 0 |
| 16#4 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 66 | 0 | 6 | 0 |
| 16#8 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 36 | 4 | 5 | 1 |
| 16#9 | 1 | M2HN | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 37 | 4 | 4 | 1 |
| 5#10 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 27 | 19 | 3 | 1 |
| 5#11 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 27 | 0 | 2 | 0 |
| 17#6 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 94 | 0 | 6 | 1 |
| 17#7 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 23 | 0 | 2 | 1 |
| 17#8 | 1 | M2HN | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 48 | 38 | 3 | 1 |
| 19#1 | 2 | DUT1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 0 | 2 | 0 |

Dans un premier temps, nous relevons de manière descriptive et quantitative le nombre de rubriques, de sujets, le niveau de profondeur et les liens entre chaque élément des CM produites par les étudiants afin de proposer une description formelle (*i.e*, nos variables quantitatives discrètes) et de rendre compte, en nombre, d'une idée de la forme des produits analysés (*i.e*, la complexité, la structure, la granularité). Le Tableau 6.2 résume la description des données au niveau des deux cohortes pour la composition des CM.

**Tableau 6.2** - Composition formelle des CM par cohorte (comparatif).

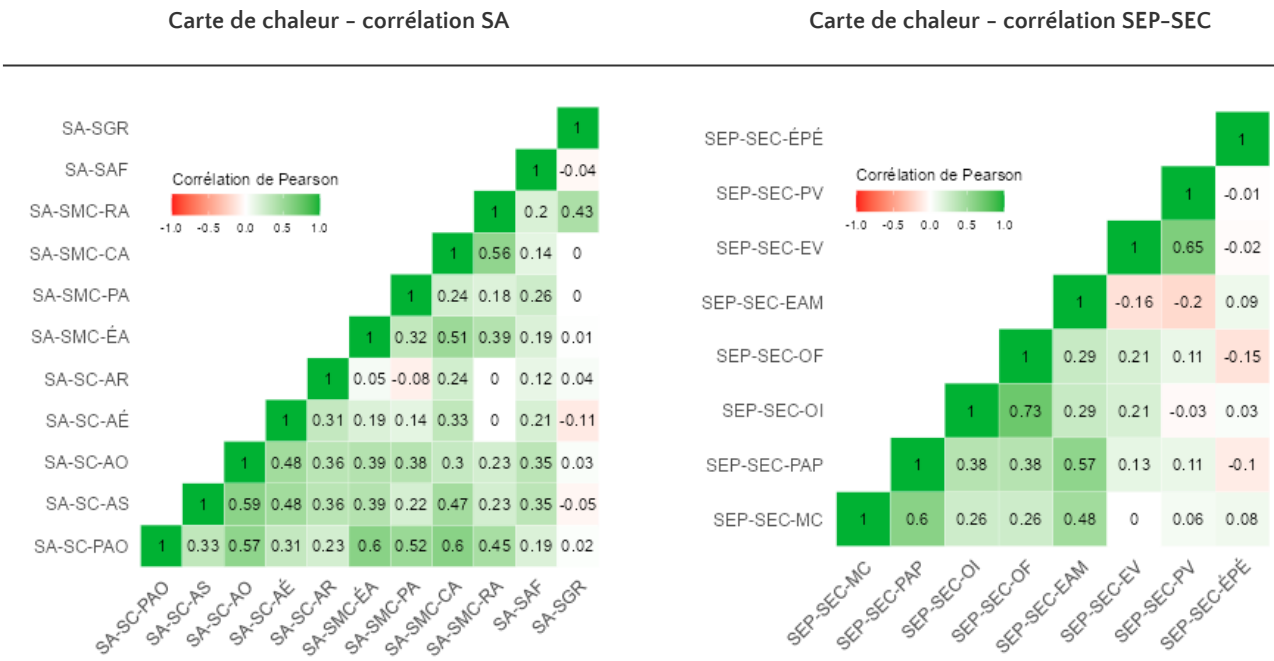
Statistiques descriptives

| | Group name | N | Moyenne | Médiane | Somme | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rubrique | DUT1 | 42 | 4.36 | 4.00 | 183 | 1.79 | 2 | 9 |
| | M2HN | 10 | 5.10 | 5.00 | 51 | 1.37 | 3 | 8 |
| élément | DUT1 | 42 | 16.95 | 15.50 | 712 | 10.25 | 2 | 45 |
| | M2HN | 10 | 44.40 | 36.50 | 444 | 23.05 | 23 | 94 |
| inter-lien | DUT1 | 42 | 1.02 | 0.00 | 43 | 3.56 | 0 | 22 |
| | M2HN | 10 | 6.50 | 0.00 | 65 | 12.54 | 0 | 38 |
| profondeur | DUT1 | 42 | 3.45 | 3.00 | 145 | 1.06 | 1 | 5 |
| | M2HN | 10 | 4.00 | 4.00 | 40 | 1.49 | 2 | 6 |

Dans un second temps, nous relevons à l'aide de notre grille de lecture, les indicateurs correspondant à la présence (ou non) des différentes variables psychologiques au sein des CM (*i.e*, nos variables catégorielles nominales ou binomiales).

Afin de vérifier la fiabilité de cette grille de lecture en tant qu'échelles de repérage des variables psychologiques, nous avons réalisé plusieurs statistiques de fidélité sur les dimensions des stratégies d'apprentissages (SA, 11 items, α=0.791 ; ω=0.806) et de d'auto-efficacité (SEP-SEC, 8 items, α=0.620 ; ω=0.685). Ces statistiques satisfaisantes (voir Figure 6.6) nous permettent ainsi d'assurer une certaine fiabilité à notre grille de lecture dans ce contexte d'observation.

**Figure 6.6** - Cartes de chaleur des corrélations SA et SEP-SEC.




## 6.3.1. Descriptions formelles des cartes mentales

**Cohorte** 1 — DUT1 : 🧍 ⬅ 👫 🧍

Sur les 77 étudiants participants à ces TD, **42** productions de CM ont pu être extraites et 35 productions ont été exclues soit parce qu'elles ne présentaient aucune CM, soit parce qu'elles étaient hors sujet.

Les CM analysées dans cette situation présentent un nombre moyen de **4,36** rubriques principales. Ces rubriques s'orientent selon différents axes qui s'articulent soit autour de verbes d'actions correspondant à des type d'activités (*e.g., s'informer, s'organiser, réviser, échanger*) ; soit au niveau de spatialités nommées (*e.g., IUT, bibliothèque, chambre*) ; et plus majoritairement par type de matériels physiques et d'outils numériques (*e.g., ordinateur, téléphone, papiers, sites*

*internet, ENT, réseaux sociaux*) ou par type de documents (*e.g., cours, exercices, traitement de texte, programmation*).

Les branches composées d'éléments au sein de chaque rubrique se déploient ensuite entre **2** et **4** niveaux de profondeur maximum, donnant ainsi des cartes dont la lecture globale est possible sans avoir nécessairement à changer de perspective pour obtenir une vision d'ensemble et pouvoir lire le détail. On peut ainsi dire que la forme des CM est relativement homogène d'une production à l'autre et suit un modèle avec un nœud central et des branches (tel que l'offre les possibilités d'outils de création CM utilisés) vers des thématiques détaillées selon la perception de l'environnement idéal. Ce qui diffère d'une CM à une autre s'observe alors davantage dans le nombre de sujets, c'est-à-dire la description linéaire découlant des rubriques principales, avec une moyenne de **16,95** items qui montre une relative complexité des représentations de l'EPA. De manière plus « aberrante » (toutes proportions gardées), le nombre d'items maximum relevé sur une production est de **45** items répartis sur deux branches (IUT et apprentissage personnel). Peu de productions font l'état d'inter-liens, c'est-à-dire de connexions ou rapprochements qui se feraient d'un item à un autre au travers d'une organisation multi-branche (voir Tableau 6.3). Enfin, aucune CM n'intègre d'éléments visuels (images, symboles, schémas) pour représenter des sujets, ce qui s'explique probablement par le choix des outils utilisés pour l'instrumentation des productions de CM, essentiellement textuelles et de nature de réseaux centralisés.

**Tableau 6.3** - Composition formelle des CM de la **Cohorte** 1️⃣ (DUT1).

Statistiques descriptives

| | N | Moyenne | Médiane | Somme | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rubrique | 42 | 4.36 | 4.00 | 183 | 1.79 | 2 | 9 |
| éléments | 42 | 16.95 | 15.50 | 712 | 10.25 | 2 | 45 |
| inter-lien | 42 | 1.02 | 0.00 | 43 | 3.56 | 0 | 22 |
| profondeur | 42 | 3.45 | 3.00 | 145 | 1.06 | 1 | 5 |

**Cohorte** 2️⃣ — M2 : 🧍 🧍‍♂️ ⬅️ 🧍

Sur les trois promotions successives d'étudiants ayant participé à ce cours, **7** productions sur 11 ont pu être retenues pour l'année 2016, **3** sur 8 pour l'année 2017 et **0** pour l'année 2018, soit un total de **10** CM répondant à nos critères pour analyser leur contenu (les autres productions n'étant pas des CM).

Nous observons ici un nombre moyen de **5,1** rubriques principales se déployant selon des axes de parcours et de scénario d'utilisation. Des similitudes d'organisation thématique se retrouvent autour du déploiement des branches selon les métaphores spatiales, les besoins liés à

l'apprentissage (*e.g.*, communication, planification, découpage des tâches) ainsi que des éléments d'ordre pédagogique, professionnel ou personnel (*e.g.*, apprentissage spécifique, collaboration, métiers).

Les branches s'étendent sur une moyenne de **4** en termes de niveau de profondeur, avec une moyenne de **44,4** items ce qui tend à proposer des cartes plus complexes, plus denses et nécessitent différents niveaux de perspectives pour en appréhender les détails (voir Tableau 6.4). Le nombre maximum d'items relevé pour une carte est de **94** avec des visuels pour illustrer de manière pictographique, schématique ou encore en utilisant des captures d'écran d'interfaces d'outils numériques. Plus de la moitié des productions intègrent ainsi des visuels pour guider la lecture ainsi que des inter-liens entre branches et items indiquant des connexions, des parcours ou des articulations multidimensionnelles. Le nombre maximum d'inter-liens relevés (**38**) pour une carte de **48** items répartis sur **4** branches principales (*i.e.*, besoins liés à l'apprentissage, fonctionnalités de l'environnement, processus cognitifs et scénarios d'utilisation), montre des réseaux de nature plus décentralisée ou distribuée, répondant ainsi davantage à la consigne de conception.

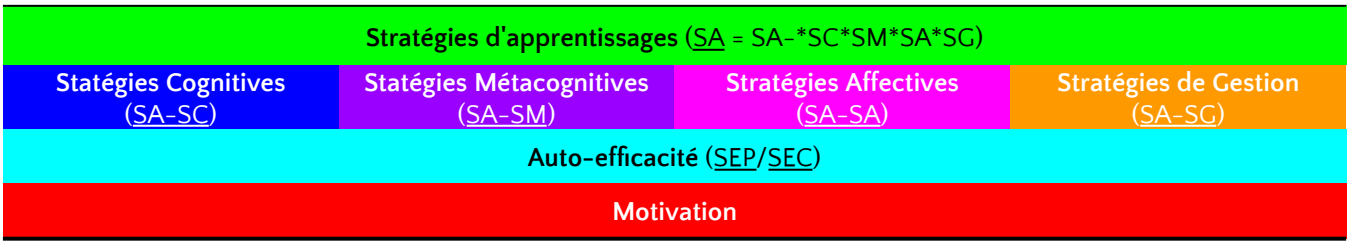
**Tableau 6.4** - Composition formelle des CM de la **Cohorte** 2 (M2).

Statistiques descriptives

| | N | Moyenne | Médiane | Somme | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rubrique | 10 | 5.10 | 5.00 | 51 | 1.37 | 3 | 8 |
| élément | 10 | 44.40 | 36.50 | 444 | 23.05 | 23 | 94 |
| inter-lien | 10 | 6.50 | 0.00 | 65 | 12.54 | 0 | 38 |
| profondeur | 10 | 4.00 | 4.00 | 40 | 1.49 | 2 | 6 |

## 6.3.2. Descriptions informelles des cartes mentales

Certaines cartes nomment explicitement les variables (*e.g.*, motivation), ou certains indicateurs liés aux ressources du cours (*e.g.*, organisation, révision), ce qui en facilite le classement thématique pour l'analyse de contenu. Voici notre légende en guise de grille de lecture :



**Cohorte 1** — DUT1 : 🧍⬅️👫🧍

Sur l'ensemble des productions de cette cohorte, nous observons des modèles de répartition plus ou moins équilibrés selon chaque dimension. En moyenne des pourcentages de représentation des indicateurs, **42**% pour les **stratégies d'apprentissage**, **31**% pour l'**auto-efficacité** et **10**% (soit **4**/42 CM[92]) représentent des indicateurs relatifs à la **motivation**.

**SA** ( **C**, **M**, **A**, **G** ) → Au niveau de la représentation des indicateurs de mobilisation de stratégies d'apprentissages, avec **42**% des cartes, nous observons une représentation moyenne des stratégies cognitives (**53**% des cartes) et une sous-représentation des stratégies métacognitives (**18**% des cartes). En effet, peu de cartes témoignent d'une conscience des stratégies métacognitives liées à la planification, l'évaluation, le contrôle ou la régulation de son apprentissage. En revanche, les stratégies affectives sont fortement représentées sur **86**% des cartes. Enfin les stratégies de gestion sont représentées sur **45**% des cartes avec des outils et fonctionnalités spécifiques correspondant à la mobilisation de ressources temporelles, humaines et matérielles (*e.g.*, calendrier, périphériques informatiques, logiciels, services, réseaux sociaux, travail personnel et collaboratif).

**SEP/SEC** → Pour l'auto-efficacité avec les dimensions et facteurs des sentiments d'efficacité personnelle et collective, on les relève sur **31**% des cartes en observant des disparités au niveau des différents facteurs : très peu de cartes notamment, représentent l'identification d'objectifs finaux et d'objectifs intermédiaires en lien avec la perception d'une acquisition progressive. Les expériences vicariantes impliquant le modelage et la comparaison sociale sont davantage présentes, interprétées avec les outils de réseaux sociaux et leur usage pour le partage au sein de leur EPA.

**Motivation** → L'on relève ainsi une faible représentation des indicateurs liés à la motivation avec **10**% des cartes, mais lorsqu'elle est exprimée pour quelques cas, il s'agit d'un élément central de la forme la plus autodéterminée (motivation intrinsèque) correspondant à des contenus tels que la « *curiosité* ; *plaisir* ; *soif de savoir* » ou la « *satisfaction de comprendre* ; *donne envie de savoir plus* ; *se concentrer davantage* ».

Le Tableau 6.5 reprend ces résultats à un niveau synthétique de représentativité en pourcentage des différentes variables psychologiques relevées au travers de l'analyse de contenu des CM grâce à des indicateurs représentatifs de chaque variable.

[92] Ce chiffre en terme de nombre de cartes est calculable uniquement pour la Motivation qui a été identifiée par un indicateur unique, rendant « binomiale » cette variable qualitative catégorielle. Pour un niveau de détails plus fin sur l'analyse des représentations d'indicateurs identifiant la représentativité exhaustive des CM repérées au travers de l'évaluation des variables et de leurs critères, voir ANNEXE.

**Tableau 6.5** - Pourcentage de représentation des fonctionnalités en support aux variables psychologiques pour la **Cohorte** 1 (DUT1).

| | Variables psychologiques | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stratégies d'apprentissage (Cognitives, Métacognitives, Affectives, Gestion) | | | | SEP SEC | Motivation |
| **Indicateurs correspondant aux objectifs observés** | C | M | A | G | | |
| Plans d'action organisés | 53 % | | | | | |
| Activités de sélection | | | | | | |
| Activités d'organisation | | | | | | |
| Activité d'élaboration | | | | | | |
| Activités de révision | | | | | | |
| Évaluation de son apprentissage | | 18 % | | | | |
| Planification de son apprentissage | | | | | | |
| Contrôle de son apprentissage | | | | | | |
| Régulation de son apprentissage | | | | | | |
| Création ou maintien climat d'apprentissage positif | | | 86 % | | | |
| Ressources temporelles, humaines, matérielles mobilisées pour l'apprentissage | | | | 45 % | | |
| Maîtriser ses connaissances / compétences | | | | | 31 % | |
| Soutenir la perception d'une acquisition progressive | | | | | | |
| Identifier des objectifs intermédiaires pour atteindre l'objectif final | | | | | | |
| Identifier l'objectif final | | | | | | |
| Expériences actives de maîtrise (performances antérieures, succès, échecs) | | | | | | |
| Expériences vicariantes (modelage, comparaison sociale) | | | | | | |
| Persuasion verbale (feed-back évaluatifs, encouragements, avis de personnes signifiantes) | | | | | | |
| États physiologiques et émotionnels | | | | | | |
| Soutenir le développement de ressources propres | | | | | | 10 % |

**Cohorte** 2 — M2 : 🧍 🧍 ⬅ 🧍

Rappelons que seules **10** CM ont pu être analysées dans ce second temps, les pourcentages de représentations des variables au travers des CM sont donc à relativiser encore plus que la cohorte précédente. Sur l'ensemble des cartes et en moyenne, **75**% d'entre elles présentent des indicateurs relatifs aux **stratégies d'apprentissage**, **55**% pour l'**auto-efficacité** et **20**% (soit **2**/10 CM) pour la **motivation**. On constate une répartition plus équilibrée des dimensions psychologiques représentées.

SA ( C, M, A, G ) → Au niveau des stratégies d'apprentissages, ce sont les plus représentées sur les cartes avec **75**% de présence d'indicateurs y faisant référence et de nombreux exemples soutenant des activités de sélection (*e.g.*, curation, écriture collaborative, stockage, partage), d'organisation (calendrier, planning, gestions de tâche, méthodes de gestion de projets) d'élaboration, de révision, d'évaluation, de planification de contrôle et de régulation des apprentissages. Les stratégies cognitives (**82**%), métacognitives (**70**%) et les stratégies affectives (**100**%) sont approfondies sur la plupart des cartes. Les stratégies de gestion sont quant à elles représentées sur **40**% des cartes.

SEP/SEC → Sur les indicateurs liés à l'auto-efficacité (**55**% des cartes), on observe plus clairement la moitié d'entre eux sur la majorité des productions. Le plus représenté concerne le soutien de la perception de l'acquisition progressive avec notamment l'utilisation d'une métaphore de « miroir » pour autoévaluer la différence entre des prévisions via des critères orientés par des objectifs de formation *versus* des critères fixés de manière autonome correspondant au réel et à l'effectif. En revanche, l'importance du découpage des objectifs finaux et intermédiaires ressortent également peu dans les cartes de cette cohorte.

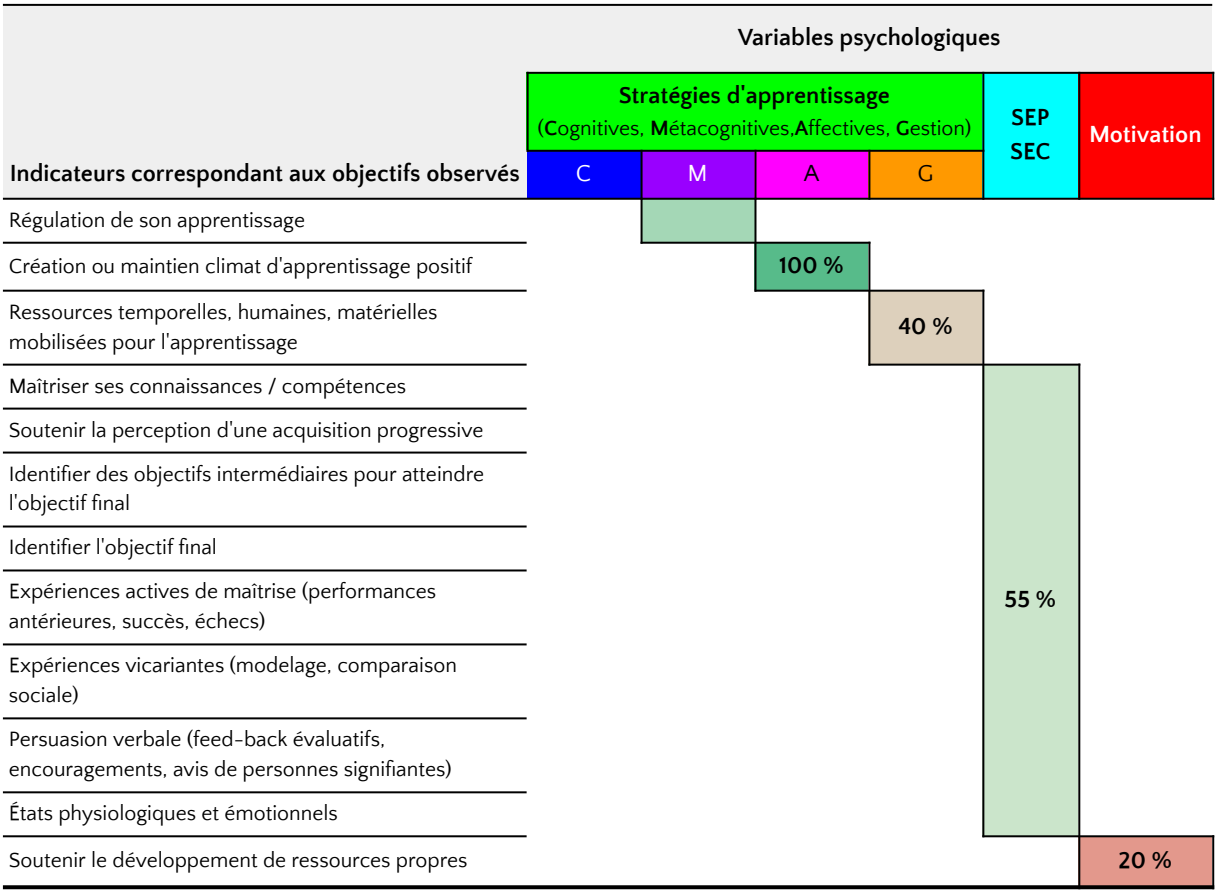
Motivation → Les indicateurs représentatifs de l'expression de la motivation sont plus discrets, seulement **2** productions y faisant explicitement référence au travers de leur EPA grâce à des mécanismes élaborés de suivi de progression via des « *kudos* »[93] ou d'aide au focus et à la concentration (*e.g.*, mode « *distraction-free* » , son d'ambiance « *white noise* », *etc.*).

Le Tableau 6.6 reprend ces résultats.

**Tableau 6.6** - Pourcentage de représentation des fonctionnalités en support aux variables psychologiques pour la Cohorte 2 (M2).

| | Variables psychologiques | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Stratégies d'apprentissage (Cognitives, Métacognitives, Affectives, Gestion) | | | | SEP SEC | Motivation |
| Indicateurs correspondant aux objectifs observés | C | M | A | G | | |
| Plans d'action organisés | 82 % | | | | | |
| Activités de sélection | | | | | | |
| Activités d'organisation | | | | | | |
| Activité d'élaboration | | | | | | |
| Activités de révision | | | | | | |
| Évaluation de son apprentissage | | 70 % | | | | |
| Planification de son apprentissage | | | | | | |
| Contrôle de son apprentissage | | | | | | |

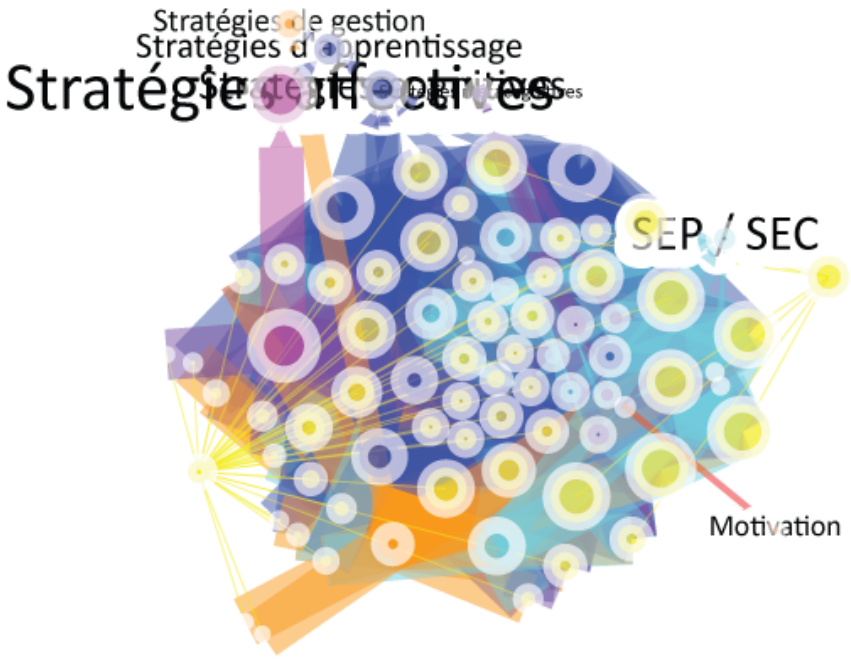
[93] *kudos* : il s'agit d'un terme grec pour désigner la « *gloire et la renom qui découlent d'une action réussie* », utilisées en tant qu'affordance ou bouton dans certaines applications pour nourrir positivement les interactions sociales — tels que les *+1*, *likes*, et autres ♡ ou ☆ en seront une métaphore étendue sur les réseaux sociaux numériques contemporains




### 6.3.3. Analyse de réseaux, une synthèse des résultats

Bien que le principe d'ARS puisse sembler ici quelque peu disproportionné pour ce faible volume d'échantillonage ($n$=52), la présence dominante de liens mesurés et pondérés (que nous pourrions analyser sous la forme de corrélations statistiques avec plus de données) nous a conduit à proposer une représentation visuelle (voir Figure 6.7). Cette forme de représentation des données de la recherche, sert ici pour objectif de présenter les stratégies dominantes observées autour de communautés émergentes à l'issue de l'activité. Il ne s'agit pas de sociogrammes au sens de Moreno (1934) dans la mesure où nous n'analysons pas des individus, mais le résultat issu du travail et de la production d'individus. Les observations, objets, ou nœuds sont ainsi entrecroisés avec les variables qui permettent leur catégorisation, montrant ainsi différents types de modèles organisés autour des indicateurs de mobilisation de SA, SEP/SEC et Motivation dans la représentation personnelle d'EPA par les étudiants.

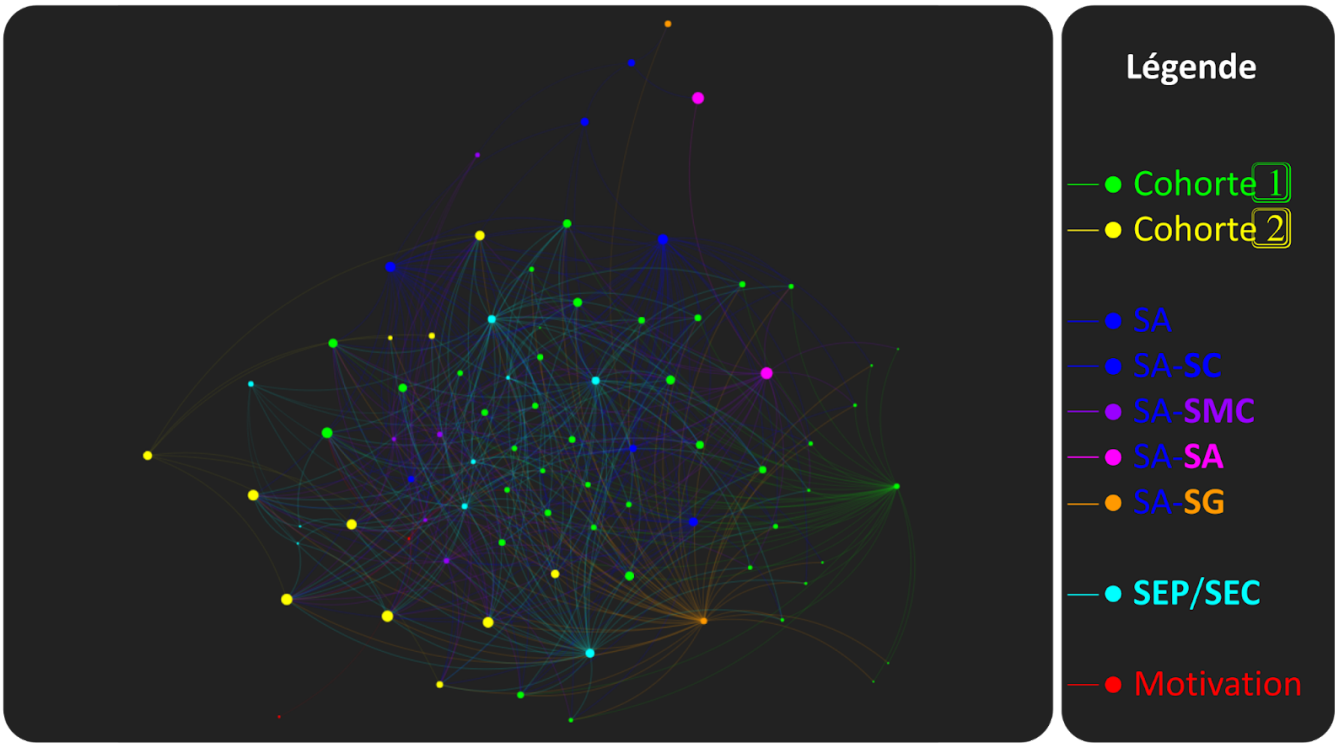
**Figure 6.7** - Profils de CM en fonction des variables psychologiques.




Afin de mettre en valeur la spatialisation sous forme de réseaux « *Small-world* » / « *Scale-free* », nous utilisons un algorithme « *ForceAtlas* » (dans sa première version « *homemade* », créée par Mathieu Jacomy, 2007[94], initiateur du projet *Gephi*) davantage concentré sur l'exploration des données qualitatives et permettant ainsi l'interprétation plus rigoureuse des graphes, en optimisant la lecture et en minimisant les biais d'interprétations possibles. La particularité intéressante de cet algorithme/*layout*/disposition de génération de graphe, est d'être orientée par la force (*i.e.*, « *force-directed* ») et pondérée sur le poids des liens qui les relient (*i.e.*, « *edge weight* »). Dans le graphe suivant (voir Figure 6.8), nous présentons ainsi des nœuds (de différentes couleurs et de différentes tailles correspondant aux CM, aux variables et aux indicateurs observés) et des liens dont le poids (en % de représentativité tels que nous l'avons présentés dans les analyses descriptives précédentes) détermine la force d'attraction des nœuds formant *in fine* l'émergence de « communautés » (*i.e.*, des groupes de CM ayant mobilisé les mêmes variables avec plus ou moins d'intensité).

**Figure 6.8** - *ForceAtlas layout* pondéré sur la présence des indicateurs relativement aux CM

[94] https://medialab.sciencespo.fr/equipe/mathieu-jacomy/




Note. Les points représentent en % de grandeur la taille des nœuds correspondant à la représentativité statistiques des variables, et les liens représentent la distance correspondant à la représentativité statistiques des variables l'émergence (par attraction ou répulsion) de « communautés » ou « profils » apparents

Notons que ce graphe nous permet de rassembler toutes les données des deux cohortes sur un même plan, sans forcément suggérer de comparaison, mais donnant lieu par exemple à l'identification possible de profils de CM de la **Cohorte 1** qui se rapprocherait davantage de production de la **Cohorte 2**, et ce avec une plus forte puissance (*i.e.*, des scores plus élevés, des *nodes* plus importantes). Cela suggère autrement dit des CM qui présentent le même niveau de représentativité des variables, effaçant les différences d'une cohorte à l'autre, ou se rapprochant de modèles qui seraient à même d'être plus efficaces dans leur intégration plus exhaustive des différents indicateurs.

Sans surprise puisqu'il s'agit des mêmes données, les interprétations issues de ces analyses de réseaux sont les mêmes que celles relevées précédemment, avec une exploration visuelle et interactive en supplément et quelques interprétations complémentaires possibles issues de la spatialisation des données selon des axes orientés par la force (*i.e.*, *force-directed*) et le poids des variables, de telle manière que des modèles (au sens de patrons à géométrie variable) ou *patterns* en émergent. Pour les décrire textuellement en s'inspirant de la manière dont Knauf et Falgas (2020) décrivent ces résultats issus des visualisations de *Gephi*, on observe par exemple :

- que les éléments les plus importants/représentatifs (plus gros points) ne sont pas forcément au « centre », c'est à dire là où l'ensemble converge et fédère le mieux ou le plus visiblement ;
- en l'occurrence, ici, il s'agit, au centre, majoritairement des CM des étudiants de DUT1 (**Cohorte 1** en vert) et les stratégies cognitives (bleu foncé) qui font plus de liens et de regroupements ;
- les stratégies affectives sont les plus représentées au travers des CM, mais elles fédèrent plus au niveau de la **Cohorte 1** que de la **Cohorte 2** (point magenta à droite) ;
- à gauche, les étudiants de Master 1 (**Cohorte 2** en jaune) qui sont plus proches des stratégies métacognitives (en violet) et de régulation par le SEP/SEC (bleu cyan) ;
- le tout petit point rouge en bas à gauche représente l'indicateur de la motivation, elle est ici excentrée, peu représentative et peu fédératrice dans le cas de cette méthode d'observation.

La version interactive[95] de ce graphe disponible via *Github* avec ses sources et datasets pour *Gephi*, permet, en plus de changer de perspective et de sélectionner des groupements de nœuds, d'accéder aux statistiques, y compris les statistiques issues de l'analyse de réseaux sociaux tels que les degrés de centralité, proximité, diamètre *etc*. Nous ne les présentons pas ici car ils auraient peu d'intérêt relativement à nos objectifs, nos observables et notre méthode d'analyse de contenus, ainsi que la faible complexité de ce graphe qui ne dépasse pas les **81** nœuds (*nodes*) pour **505** liens (*edges*).

## 6.4. Discussion

Dans cette étude, nous avons pu globalement répondre à nos questions de recherches (**QdR1.** et **QdR2.**), en limitant ces résultats spécifiquement à la portée de cette situation d'observation, c'est-à-dire un apprentissage de l'autonomie portant sur les besoins et stratégies d'apprentissages, représentés au travers d'une production finale de CM faisant état ou non, de divers artefacts et instrumentations numériques. De manière transversale, le type de tâche semble accompagner le travail réflexif attendu dans les deux modalités et cohortes. L'analyse de contenu a permis d'extraire par le repérage d'indicateurs, des conduites potentielles en lien avec les variables psychologiques d'anticipation (motivation, SEs) et d'action (SA). Il s'agit en soit, du développement d'une méthode d'évaluation possible de ce type de travail ayant pour objectif de faire prendre conscience aux apprenants des enjeux de l'apprentissage liés à certaines caractéristiques humaines qui inspire et motive l'action. Cette méthode d'évaluation pourrait être étendue à un contexte plus large — dès lors qu'il serait fait référence dans la documentation de projets communs ou de comptes-rendus de travaux de groupes — à l'instrumentation numérique

[95] https://prb404.github.io/EPA/sna.html ; ce prototype interactif utilise la langue d'interface originale en anglais de Gephi, d'où l'utilisation bilingue des termes anglophones tels que noeuds/*nodes* ou liens/*edges*.

utilisée pour accomplir des objectifs, qu'ils soient individuels ou collectifs. En effet, de par la mention et l'utilisation d'outils numériques spécifiques (gestion de calendrier, gestion de tâche, communications, *etc.*) dont les fonctionnalités correspondent souvent à une ingénierie inversée de concepts issus du cognitivisme (et probablement récursivement dans une boucle auto-inspirante), il serait possible d'interpréter par inférence qualitative, les processus et variables psychologiques sous-jacents qui sont mobilisées au travers de ces instrumentations, à la fois, complexes, en réseaux et interconnectés. De manière plus fine et granulaire au niveau des fonctionnalités, cette méthode pourrait permettre également de mieux spécifier et qualifier les grilles d'analyses qualitatives se basant sur l'exploitation des traces d'interactions des plateformes utilisées pour les travaux rendus. Enfin, les pistes de résultats qui en découlent pourraient être transposées sous formes de micro-recommandations ergonomiques et instrumentales, à des environnements et outils pour le travail collaboratif et numérique.

À la lumière de nos résultats d'ordre plutôt analytiques, nous pensons que notre approche et nos observations sont pertinentes et congruentes avec la littérature que nous avons identifié ; notamment sur la prépondérance de l'affectivité au travers des dispositifs, avec peut-être des faiblesses sur notre capacité à identifier des indicateurs de motivation étant donné la faible proportion représentée au travers de notre étude. Nous avons pu établir des liens avec les récents travaux de thèse en *Informatique* de Carrillo (2019) et son approche méthodologique, corroborant ainsi avec notre démarche tout en soulignant les faiblesses de notre dispositif d'observation partiel de l'activité. Son travail de recherche porte plus finement sur l'analyse des traces d'interactions de la construction de cartes mentales (sur de plus petits cohortes d'enseignants), explorant avec plus de profondeur les dimensions d'engagement, de cognition et de métacognition dans la production du produit final. L'une des caractéristique notable des contributions nous paraît être aussi la visualisation, sous forme de tableaux de bords, des traces et données de l'apprentissage, et le retour instantané et transparent (*feedback*) sur l'objet collectivement recherché, en incluant dans la DBR les utilisateurs-participants (Baumgartner *et al.*, 2003).

En somme, nous pouvons dire que notre contribution est essentiellement méthodologique selon un modèle mixte séquentiel exploratoire, elle présente un ensemble de matériels exploitables dans des analyses qualitatives et les quantifie pour leur donner une opérationnalisation possible avec les constructions théoriques. Dans notre cas, ces construits faisant référence à la littérature, sont pour le moment encore trop restrictifs par rapport à notre phénomène plus englobant de l'IC, il s'agit d'une des facettes parmi d'autres que nous allons continuer d'explorer.

Plusieurs limites et perspectives de remodélisation de la recherche apparaissent ainsi, relativement à notre objet de recherche plus général qu'est l'IC.

Premièrement, cette étude ne nous offre une vue que très partielle de la situation potentiellement observable dans une dynamique de travail qui conduit à une activité fortement interactionnelle. Nous manquons, en faits, d'informations sur la manière dont les étudiants ont travaillé ensemble ou individuellement dans les différentes conditions d'observations, ou sur les instruments précis qui ont pu être utilisés avec, éventuellement, les traces ou logs d'interactions correspondants. D'un point de vue de la genèse instrumentale, il s'agirait d'une zone d'ombre n'exposant que le reflet de la production finale de l'activité, sans pour autant nous renseigner sur sa conception, son développement, ses interactions, ni sur les variables plus dynamiques qui pourraient conduire à leur éventuelle prédiction. La tâche principale (la production de CM), n'a pas non plus été évaluée en lui donnant une note chiffrée et une normalité de référence qui puisse assurer la fiabilité sommative éventuelle de notre grille de lecture.

Deuxièmement, nous avons fait abstraction des caractéristiques plus intrinsèques des individus ayant réalisé le travail, en se concentrant sur le résultat ou le produit et non sur le ou les producteurs du résultat et leurs caractéristiques intra et interindividuelles. L'identification précise, tout en restant anonyme, permettrait de mieux qualifier les individus et groupes observés dans les interactions émergentes d'un processus de collaboration. L'usage de questionnaires intégrés au scénario pédagogique pourrait ainsi permettre d'approfondir certaines pistes de résultats pour mieux comprendre les dynamiques d'autonomie et d'hétéronomie dans les apprentissages. Nous sommes ici cependant dans un dilemme entre enseignement et recherche, nous invitant à réfléchir sur le fait de recueillir des données par des questionnaires standardisés, souvent volumineux en items lorsque l'on cherche à mesurer plusieurs dimensions d'un phénomène complexe ; et parfois difficilement conciliables avec les contenus pédagogiques qui doivent rester prioritaires dans les activités cognitives que nous soumettons aux apprenants pour atteindre leurs propres objectifs d'apprentissage.

Les points soulevés dans cette discussion, nous invitent ainsi à revoir la méthodologie, déplacer la focale d'observation du phénomène et repositionner nos questions de recherche en fonction de ces premiers résultats et itérations d'une méthode d'observation de SACI.

## Conclusion

Du point de vue de la méthodologie générale, cette première étude nous a permis d'aborder le phénomène de l'IC avec de premières itérations exploratoires basées sur une analyse qualitative de contenus, à la fois non intrusive et anonyme, pour nous renseigner de manière inter et intra instrumentale sur ce qui qualifie l'individu motivé et autonome. En combinant des méthodes mixtes, faites d'analyses qualitative, puis quantitative puis mixte au travers de l'ARS, nous avons pu déployer une première itération de la méthode de conduite de recherche au travers d'un

dispositif pédagogique centré sur l'individu et l'autonomie dans les apprentissages universitaires et instrumentés, entre autres, par le numérique.

Si nos questions de départ étaient principalement de déterminer s'il est possible d'observer des conduites au travers de traces issues des productions des apprenants suite à un enseignement portant sur les variables conduisant à l'autonomie et à l'efficacité, nous avons pu y répondre partiellement avec plus ou moins de démonstrativité empirique. En effet, par l'intermédiation des CM, nous avons pu relever la plupart des indicateurs dans certaines dimensions de représentativité, notamment interprétables par le biais des instrumentations mentionnées dans les conceptions d'EPA.

Ces premiers résultats ont été valorisés dans un chapitre d'ouvrage sur l'accompagnement de l'autonomie dans les apprentissages universitaires (Bellet et Mailles Viard Metz, 2020). Du point de vue de la méthode de conduite de recherche (THEDRE), nous avons ainsi des résultats intermédiaires qui nous permettent d'apporter une première contribution. Cette première phase exploratoire constitue ainsi la première étape d'observation en situation naturelle de variables qui seraient en lien avec l'émergence de formes d'IC, mais elle nécessite et entraîne une phase de repositionnement de la question de recherche et de réingénierie du scénario pédagogique pour mieux cerner notre phénomène à la lumière d'une première itération de méthode. L'itération suivante découle alors des limites et perspectives méthodologiques de cette première étude, il sera notamment question de (1) pallier l'absence de traces d'interactions pendant l'activité, correspondant à l'action, aux compétences et aux stratégies d'apprentissages mobilisées en situation ; (2) tracer les compositions groupales et composantes individuelles pour mieux analyser l'activité interactionnelle ; et (3) combiner les analyses qualitatives avec des mesures quantitatives autorapportées sur l'efficacité relative à la tâche.

## EN RÉSUMÉ 6 / 9

- ▶ Notre première étude nous permet d'**analyser qualitativement** le résultat d'un dispositif d'exploration des **variables psychocognitives** issues de productions de cartes mentales.
- [ QUAL + quan ] Nous avons combiné la méthode d'**analyse de contenu** avec des **critères** permettant d'identifier l'appropriation des **stratégies d'apprentissage** et de **régulation du travail** sur la base de cartes mentales représentant la **perception** d'un EPA idéal par les apprenants.

➔ 📊 Nos résultats montrent que les apprenants sont capables de se **représenter** et de **conscientiser** les dimensions importantes pour réussir leurs **apprentissages** de manière **efficace**, notamment avec les dimensions **affectives** qui soutiennent d'autres dimensions **opérationnelles** telles que l'**organisation**, les **interactions**, la **communication**, la **collaboration**.

➔ 💬 Bien que partielle dans son protocole et offrant des résultats peu généralisables, cette étude nous permet de préciser notre cadre docimologique d'**évaluation** sur des variables du **fonctionnement** et des **comportements** humains situés dans des **EIAH**. Cette étude nous permet ainsi de consolider notre cadre d'étude et d'observation, en repositionnant notre **question de recherche** par un processus **itératif** sur une seconde étude, prenant en compte les points de **résultats** et d'**amélioration** précédents dans une **réingénierie** du **dispositif** de **SACI**.

# CHAPITRE 7 ÉTUDE 2

# Développement de l'IC :

## *des interactions hétéronomes pour la collaboration*

## Introduction

Cette étude constitue le socle quasi-expérimental et empirique de notre recherche, elle nous a permis de construire un raisonnement déductif à partir d'une expérimentation semi-contrôlée en situation naturelle. Si l'expérimentation s'est déroulée sur un temps court (2h30, incluant plus de 30 minutes pour la passation des questionnaires), la consolidation des données, l'analyse et le développement séquentiel des hypothèses de recherche s'est étalé en fil rouge sur plusieurs mois consécutifs. Partant d'une première phase d'étude des effets du travail de groupe sur l'autorégulation et les sentiments d'efficacité personnelle et collective liées à des données autorapportées en lien avec une SACI, nous avons progressivement spécifié nos hypothèses et combiné les méthodes d'analyse quantitative et qualitative basées sur les données d'analyse des apprentissages (*i.e.*, *learning analytics,* LA) issues de la plateforme numérique (*Lab4CE*) utilisée dans le cadre de cette expérimentation.

D'un point de vue méthodologique en lien avec l'itération précédente, nous visons à examiner dans quelle mesure [ QUAN →← QUAL ], le travail collaboratif peut influencer les résultats aux échelles et les interactions pendant l'activité, mesure qui était manquante à notre première étude.

### 7.1. Objectifs

Notre objectif est de déterminer si une SACI permet d'améliorer différentes formes d'auto-efficacité et d'hétéro-efficacité appliquées à un contexte particulier. En d'autres termes, nous cherchons à savoir si une SACI basée sur un scénario pédagogique calibré pour réviser et mettre en application des notions de programmation informatique, a un effet sur la mesure de **S**entiments d'**E**fficacité **P**ersonnelle liés à la **D**iscipline (l'informatique, et en particulier un langage de programmation), le **T**ravail **C**ollaboratif, ainsi que le **S**entiment d'**E**fficacité **C**ollective (abrégé respectivement **SEP-D**, **SEP-TC** et **SEC**).

Nous nous posons la question de savoir s'il serait possible de limiter le nombre d'échelles et d'items pour mesurer un phénomène, en utilisant uniquement certains facteurs, sous-facteurs, dimensions ou items (comme le SEC par exemple), afin de prédire des effets similaires relativement à ce type de situations.

## 7.2. 🧪 Matériels et méthodes

### 7.2.1. 👥 Participants

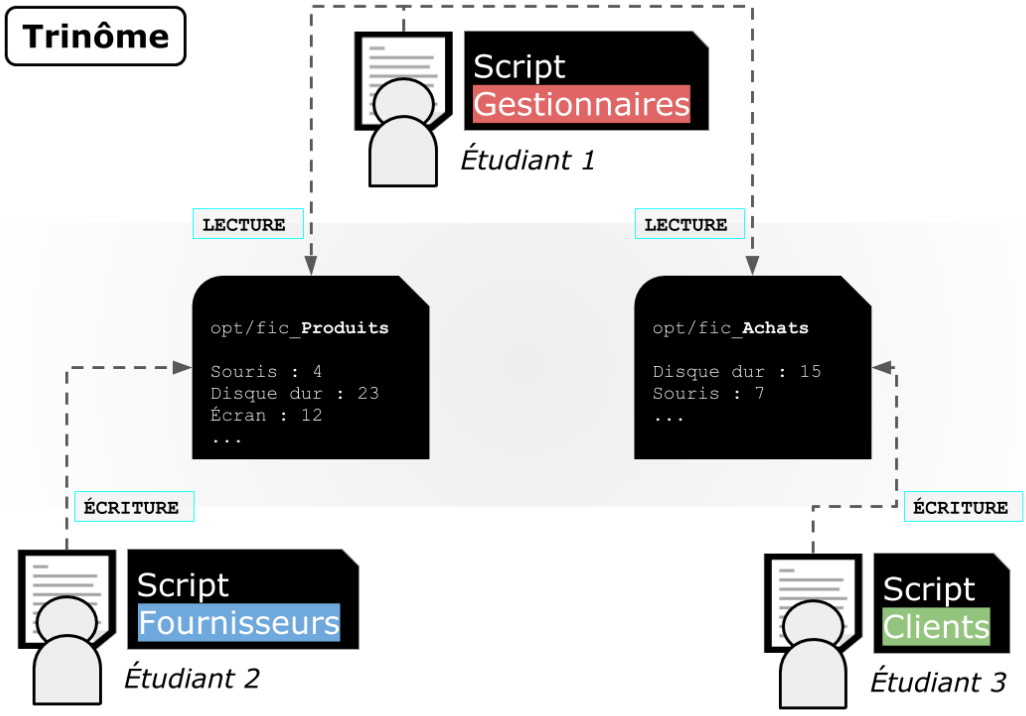
Trente-neuf étudiants en première année de DUT Informatique, âgés de 17 à 19 ans, ont été invités à participer à cette expérimentation en contexte naturel avec un protocole semi-contrôlé. Cette population étudiante est majoritairement masculine (9 femmes, 30 hommes). Il s'agit a priori d'un échantillon à l'aise avec les outils informatiques, habitués de par leur cursus à travailler en groupe sur ce type d'exercice et à utiliser des outils collaboratifs (communication, production partagée et simultanée). L'objectif présenté dans un cadre pédagogique spécifiquement conçu pour ces étudiants, était de leur permettre de réviser leurs connaissances disciplinaires sur un langage de programmation lié à leurs apprentissages, en leur proposant de tester une plateforme collaborative dédiée à cet effet. Les participants ont été répartis aléatoirement en 13 trinômes avec l'attribution d'un pseudonyme pour ne pas révéler leur identité et influencer le travail en fonction d'individus qui se connaîtraient et partageraient plus ou moins des affinités. Ainsi, 5 groupes sont constitués de 3 hommes ; 7 groupes comportent 1 femme et 2 hommes ; et 1 groupe est composé de 2 femmes et de 1 homme. Au sein de chaque trinôme, est également attribué aléatoirement un rôle (gestionnaire, fournisseur, client) correspondant à une part de l'exercice à réaliser et des scripts informatiques à produire. Chaque rôle est alors réparti dans des salles différentes afin de simuler la distance et l'utilité d'une plateforme pour travailler en synchronie dans un même environnement virtuel.

### 7.2.2. ☑ Tâche : développement collaboratif d'une application en langage Shell

Dans un contexte de révision et de mise en œuvre de connaissances disciplinaires liées au développement informatique d'une application en langage *Shell* (permettant l'exécution de commandes grâce à la production de fichiers de scripts), les étudiants doivent développer une application fictive de gestion et de vente de produits. La conception de l'application est découpée en trois parties interdépendantes, correspondant aux trois rôles selon lesquels les étudiants sont répartis au sein de chaque trinôme. Si chaque membre du trinôme peut travailler indépendamment sur son script (coopération), le fonctionnement de l'application finale est conditionné par une bonne coordination et collaboration sur l'interdépendance des scripts, impliquant ainsi de communiquer et de se synchroniser pour parvenir à un résultat commun et fonctionnel. Le script correspondant au rôle client doit ainsi simuler un processus de commande et d'achat relativement à des produits en vente ; le script fournisseur vérifie et approvisionne le stock de produits ; et le script gestionnaire met en relation les achats et la gestion des stocks du

fournisseur en fonction d'un certain montant pour satisfaire le besoin du client. La formalisation de la tâche est représentée par la Figure 7.1.

**Figure 7.1** - Formalisation conceptuelle de la tâche à réaliser par les groupes.




En principe, ce scénario est conçu autour d'un objectif commun à atteindre, faisant appel à une forme de conception collaborative et nécessitant la mise en oeuvre d'un certains nombre de processus collectifs comme : la reformulation du problème, le partage des représentations communes, la génération et la gestion de contraintes, la proposition de solutions, l'évaluation itérative et la synchronisation cognitive tout au long de l'activité (Darses, Détienne et Visser, 2004).

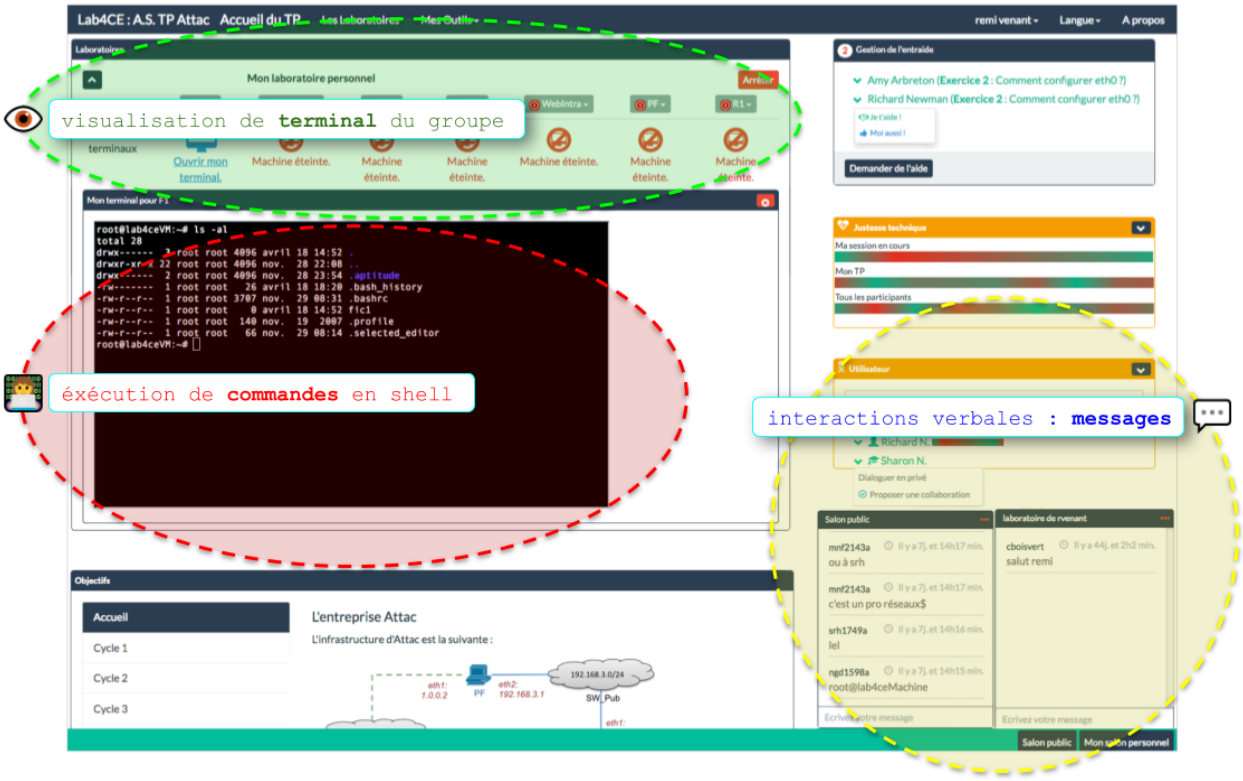
Pour réaliser cette tâche, sont distribuées des consignes générales, ainsi que des consignes plus spécifiques pour chaque rôle (description des algorithmes à produire), permettant aux étudiants d'être guidés dans le temps et en fonction des sous-tâches à réaliser pour parvenir au résultat attendu par l'exercice.

### 7.2.3. 🔧 Instrumentation : laboratoire virtuel et distant

Pour cette expérimentation, nous avons utilisé la plateforme **Lab4CE**, définie ici comme un EIAH et notre outil activable au sens de la méthode THEDRE. Il s'agit d'une plateforme développée dans le cadre d'une thèse en informatique (Venant, 2017) prenant appui sur le paradigme de recherche du DBR, elle est présentée comme un laboratoire virtuel et distant dédié aux apprentissages de l'informatique (Venant, Vidal, Broisin, 2017).

Il s'agit d'une interface permettant d'instrumenter via un tableau de bord, l'ensemble des fonctionnalités pour accomplir une tâche autour d'un scénario d'apprentissage. Les principales fonctionnalités se matérialisent par (1) un terminal permettant d'exécuter des commandes en langage informatique et d'écrire des scripts, (2) la possibilité de consulter les terminaux d'autres participants, (3) une messagerie instantanée intégrée permettant de discuter tout en travaillant. Ces fonctionnalités sont toutes tracées via des fichiers de logs exportables permettant de collecter, mesurer et exploiter l'analyse des données de l'apprentissage. Un exemple de retour visuel de progression est la représentation de la réussite ou l'échec de l'exécution de commandes dans le terminal donnant lieu à la visualisation sous la forme d'une barre de progression indiquant en rouge les échecs d'exécution et en vert les réussites. La Figure 7.2 présente l'interface et ses principaux composants.

**Figure 7.2** - Interface de la plateforme Lab4CE.

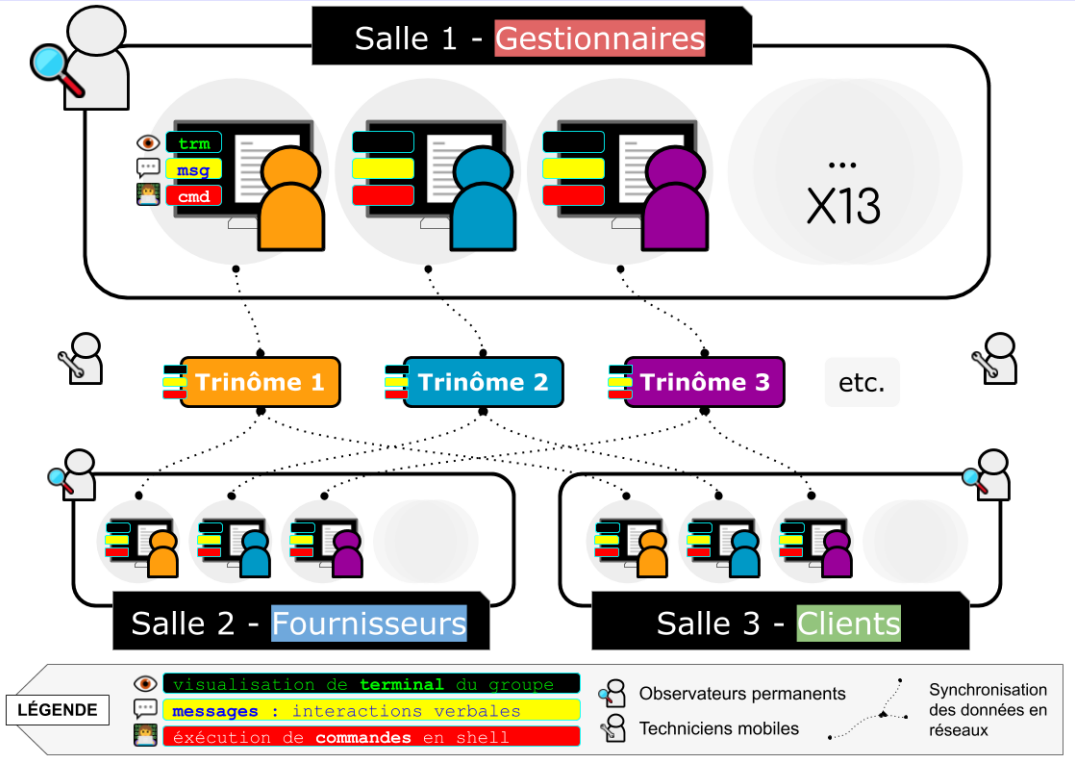



### 7.2.4. Déroulement de l'expérimentation

La quasi-expérimentation a lieu à la fin de l'année **2017** sur une durée de 2h30, en dehors du cycle normal des enseignements. Les étudiants sont volontaires pour participer, avec la double motivation de réviser leurs connaissances disciplinaires en vue de préparer leurs partiels ainsi que tester une interface innovante et collaborative pour la programmation informatique. **Trente-neuf** étudiants ont répondu à l'appel sur six promotions d'environ **180** étudiants.

Les trente premières minutes sont dédiées à l'accueil des étudiants, la présentation de l'interface, des consignes et à la répartition aléatoire des groupes. Dix minutes sont prévues ensuite pour installer chaque membre de trinôme en fonction de son rôle dans une salle indépendante. Dix autres minutes sont dédiées pour répondre au questionnaire pré-expérimentation (16 items). Ensuite, vingt minutes permettent un premier exercice de prise en main de la plateforme. La tâche principale est ensuite réalisée sur quarante minutes. À la fin du travail, quinze minutes sont réservées pour répondre au questionnaire post-expérimentation (48 items). Étant donné la complexité de la tâche et la charge cognitive qu'elle représente sur 2h de travail intensif, il a été permis aux étudiants « d'emporter via leur mobile » le questionnaire afin d'y répondre un peu plus tard, en différé, ce qui a été fait pour la totalité des participants dans les temps immédiats qui ont suivi l'expérimentation. L'ensemble des consignes et documents de guidage reprenant ce déroulé est distribué aux étudiants au format papier afin de les avoir sur leur table à leur poste de travail tout au long de l'exercice. La Figure 7.3 montre la répartition des étudiants par rôle dans différentes salles ainsi que les fonctionnalités utilisées pour collaborer à distance avec **Lab4CE**.

**Figure 7.3** - Organisation technique de l'expérimentation.



### 7.2.5. Variables et traces de l'activité

Dans ce protocole quasi-expérimental, nous nous sommes concentrés sur des variables permettant de formuler des hypothèses avec un raisonnement hypothético-déductif à confirmer ou infirmer par l'observation en situation naturelle.

Les variables sélectionnées sont les suivantes :

- Le **temps** ($X_1$) est notre principale variable indépendante manipulée en intrasujet, elle se se traduit par trois valeurs : *avant*, *pendant* et *après* l'activité. Il s'agit là de la cause présumée liée à l'activité de travail collectif qui se déroule pendant la situation.
- Nous distinguons aussi deux autres variables indépendantes en intersujets, correspondant au **groupe** de travail du participant ($X_2$, de **1** à **13** nommées successivement : *KEFA, AMOT, ZEBE, YOHA, PHIL, TALM, THOM, LEVY, ALPH, THAD, SHIM, YEHO, BARN*) ainsi que le **rôle** de chaque participant attribué dans le cadre de l'activité ($X_3$, de **1** à **3**, nommées successivement : *Client, Fournisseur, Gestionnaire*).

Au niveau des variables dépendantes résultantes de nos différentes mesures en fonction du temps, nous identifions :

- Le score obtenu à l'échelle du **SEP-D** ($Y_1$), mesuré avant et après l'activité.
- Le score obtenu à l'échelle du **SEP-TC** ($Y_2$), mesuré avant et après l'activité.
- Le score obtenu à l'échelle du **SEC** ($Y_3$), mesuré seulement après l'activité.

Ces scores aux différentes mesures sont recueillies par des échelles de *likert* de **1** à **5** points variant selon le nombre d'items (**8** items pour **SEPs**, score sur **40** points ; et **16** items pour **SEC**, score sur **80** points) : afin de faciliter la lecture globale, nous rapportons toujours les scores en pourcentages relatifs.

Durant l'activité réalisée au travers d'une plateforme instrumentale dédiée au travail collectif, nous enregistrons également un certain nombre de traces liées à l'utilisation de cet EIAH :

- Les **volumes** ($Y_4$) et la **nature** ($Y_5$) interactions verbales échangées dans l'outil de messagerie instantané, pendant l'activité.
- Les **volumes** d'interactions de **consultation du terminal** d'un pair ($Y_6$), pendant l'activité.

Enfin, ces variables sont opérationnalisées sur une population d'étudiants-participants en situation d'activité collective instrumentée (Z).

### 7.2.6. ❓ Hypothèses

Dans un premier temps, en se basant sur les scores obtenus aux différentes échelles de mesure des sentiments d'auto-efficacité, nous nous attendons à ce que :

**H1.** Le **temps** de l'**activité de travail collectif** ($X_1$) améliore le **SEP-D** ($Y_1$)
**H2.** Le **temps** de l'**activité de travail collectif** ($X_1$) améliore le **SEP-TC** ($Y_2$)
**H3.** Le **SEP-TC** ($Y_2$) est positivement corrélé au **SEC** ($Y_3$)

Ainsi, les scores obtenus aux échelle du **SEP-D** et **SEP-TC** devraient augmenter après le travail réalisé en groupe. Nous vérifions dans un même temps l'influence du **rôle** ($X_2$) et du **groupe** ($X_3$) sur les différents sentiments d'efficacité mesurés.

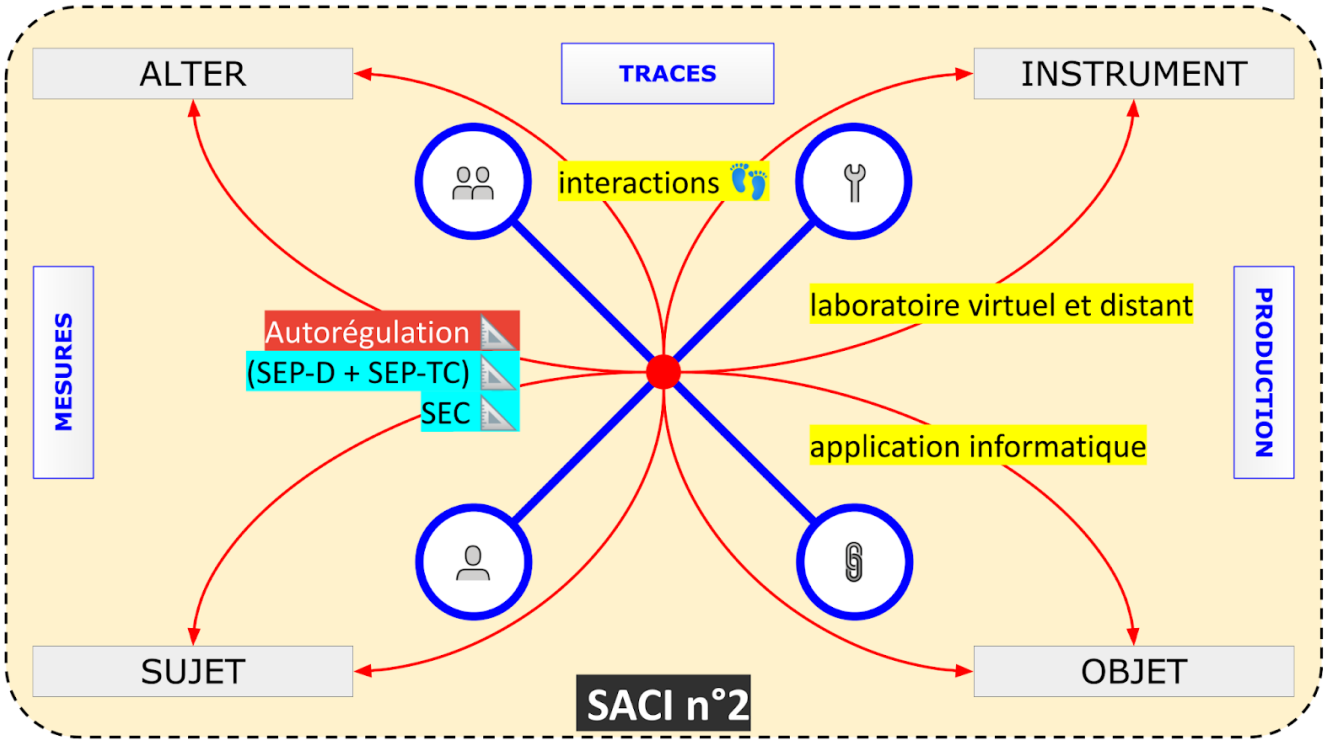
Dans un second temps, nous nous intéressons avec une approche plus descriptive, ainsi que mixte et combinée (quantitative et qualitative) aux volumes et à la nature des interactions produites dans le cadre de l'activité avec pour objectif de déterminer quelles sont les fonctionnalités de la plateforme contribuant à la mise en œuvre du travail collectif.

**H4.** L'**utilisation** de la **fonctionnalité** de **messagerie instantanée** ($Y_4$, $Y_5$) contribue à une meilleure gestion de l'**activité collective**
**H5.** L'**utilisation** de la **fonctionnalité** de **consultation du terminal** d'un pair ($Y_6$) contribue à une meilleure gestion de l'**activité collective**

Notons ici que nous présentons notre plan de variables et nos hypothèses générales dans une version simplifiée et attendue par le format de rédaction présent, sachant qu'étant donné la complexité de nos niveaux d'observations (individuel, groupal), le nombre d'échelles (SEPs, SEC, *etc.*) et le traçage de l'activité (logs de la plateforme), notre encodage des variables et opérationnalisation des hypothèses (inversant ou croisant parfois les VD et les VI selon l'hypothèse opérationnelle testée) est en réalité plus fine et précise (*cf.* **ANNEXE** sur les Analyses et Résultats exhaustifs). Nous aurions pu alternativement présenter plusieurs dizaines de variables et d'hypothèses opérationnelles, mais nous avons préféré conserver une lecture digeste pour mieux valoriser l'essentiel des principaux résultats.

Nous présentons ainsi un modèle embrassant la complexité d'observation d'une SACI intégrant l'analyse des traces des interactions :

**Figure 7.4** - SACI **n°2**.




## 7.3. Analyses et résultats

La présentation des résultats statistiques qui suit rend compte univoquement des analyses et résultats à caractère inférentiel les plus significatifs.

Nous commençons par une présentation des statistiques descriptives (Tableau 7.1) concernant nos échelles de mesures.

**Tableau 7.1** - Analyses descriptives des échelles SEPs et SEC au niveau global.

Statistiques descriptives

| | | | | | | | | | Shapiro-Wilk | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Moyenne | Médiane | Mode | Somme | Ecart-type | Minimum | Maximum | W | p |
| PR-SEP-D | 39 | 63.9 | 62.5 | 60.0 | 2493 | 15.41 | 35.0 | 100.0 | 0.976 | 0.573 |
| PO-SEP-D | 39 | 53.5 | 52.5 | 57.5 | 2088 | 12.35 | 30.0 | 82.5 | 0.968 | 0.316 |
| PR-SEP-TC | 39 | 81.0 | 80.0 | 80.0 | 3158 | 11.85 | 50.0 | 100.0 | 0.964 | 0.251 |
| PO-SEP-TC | 39 | 71.5 | 72.5 | 87.5 | 2790 | 14.21 | 40.0 | 92.5 | 0.953 | 0.106 |
| PO-SEC | 39 | 66.4 | 66.3 | 68.8 | 2590 | 8.04 | 47.5 | 87.5 | 0.972 | 0.440 |

### 7.3.1. Homogénéité des groupes

Dans un premier temps, nous avons vérifié si les résultats obtenus aux échelles de **SEP-D** et **SEP-TC** avant la réalisation de la tâche, variaient significativement en fonction des groupes. Les deux échelles étant construites de manière similaire, nous avons fait la somme des réponses données pour chaque item afin d'obtenir un score global compris entre 8 et 40 (8 items évalués sur une échelle de 1 à 5). Pour déterminer s'il y avait une différence significative en fonction du groupe, nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA) sur la variable groupe ($X_2$ ayant pour valeur de 1 à 13).

L'analyse pour le **SEP-D** ne révèle aucun effet significatif du facteur groupe ni avant, ni après la tâche.

L'analyse pour le **SEP-TC** révèle un effet de groupe ($F[12, 26] = 2.46$, $p < .05$) avant la tâche. Nous avons alors réalisé un test de comparaison post-hoc *Tukey* afin d'examiner les différences significatives entre les groupes révélant notamment une différence significative ($ps < .05$) entre le groupe 3, *ZEBE* ayant un **SEP-TC** plus faible ($M = 65.00$) avant la réalisation de la tâche, que les groupes 9, *ALPH* et 13, *BARN* ($Ms = 95.8$ et 95.00 respectivement). Nous tenterons par la suite d'interpréter les causes possibles de ces différences pour le **SEP-TC** dans l'analyse plus qualitative qui s'ensuivra, mais nous pouvons globalement avancer que les groupes semblent relativement homogènes et que notre échantillon est apparié.

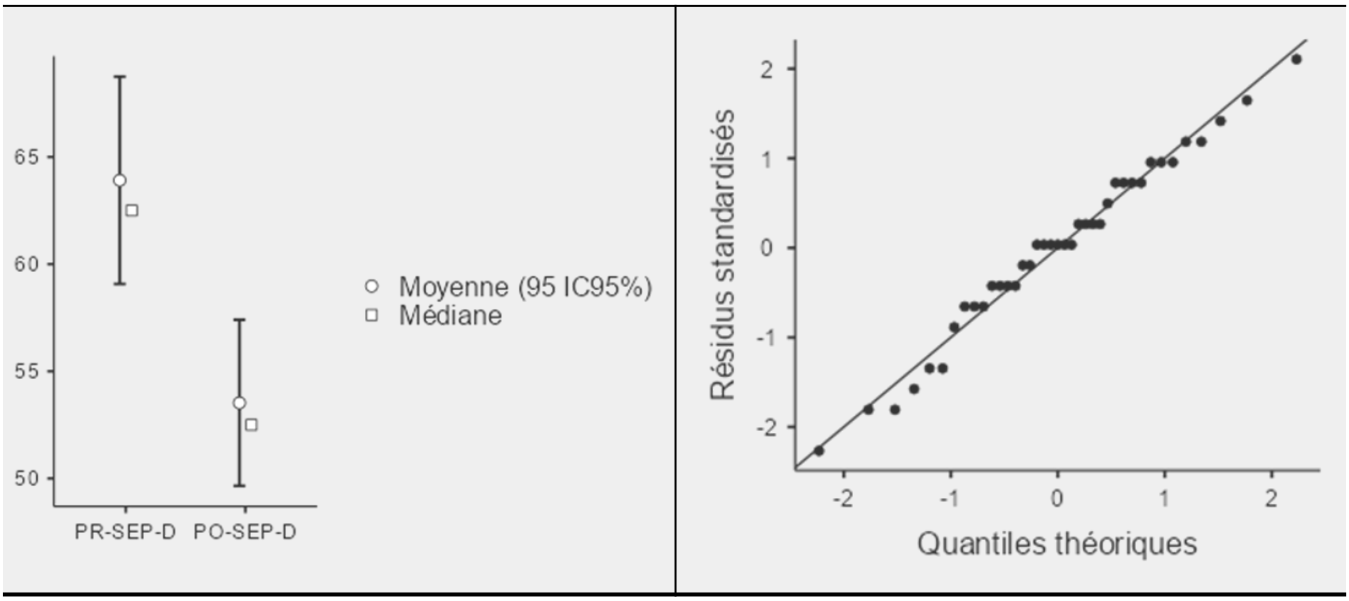
### 7.3.2. Sur l'amélioration des sentiments d'efficacité

Afin de vérifier nos hypothèses (**H1**, **H2**) sur l'évolution des **SEP-D** et **SEP-TC**, nous avons utilisé un test *t* de Student pour échantillons appariés en comparant les scores obtenus par les participants avant et après la tâche.

#### 7.3.2.1. SEP-D : amélioration du SEP sur la discipline (H1)

Pour le **SEP-D**, l'analyse révèle une différence significative entre les deux mesures au niveau **global** ($t[38] = 5.97$, $p < .001$, $d = .956$), indiquant une baisse significative du **SEP-D** (PR-SEP-D : $M = 63.9$ ; PO-SEP-D : $M = 53.5$), voir Figure 7.5.

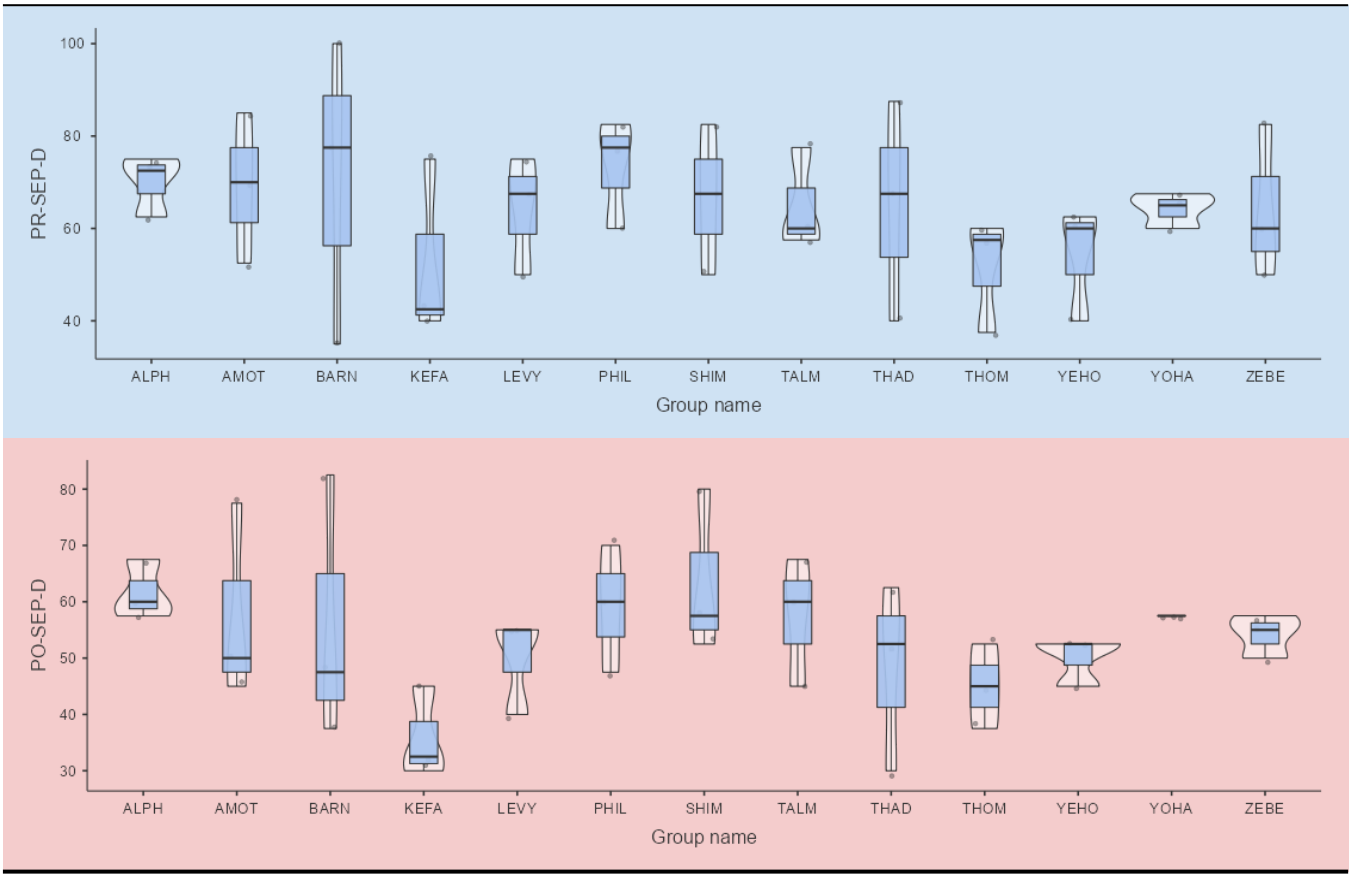
**Figure 7.5** - PR-SEP-D vs PO-SEP-D au niveau global.




Nous avons alors réalisé des analyses complémentaires en fonction des variables de **groupe** ($X_2$) ou de **rôle** ($X_3$) occupé par les participants.

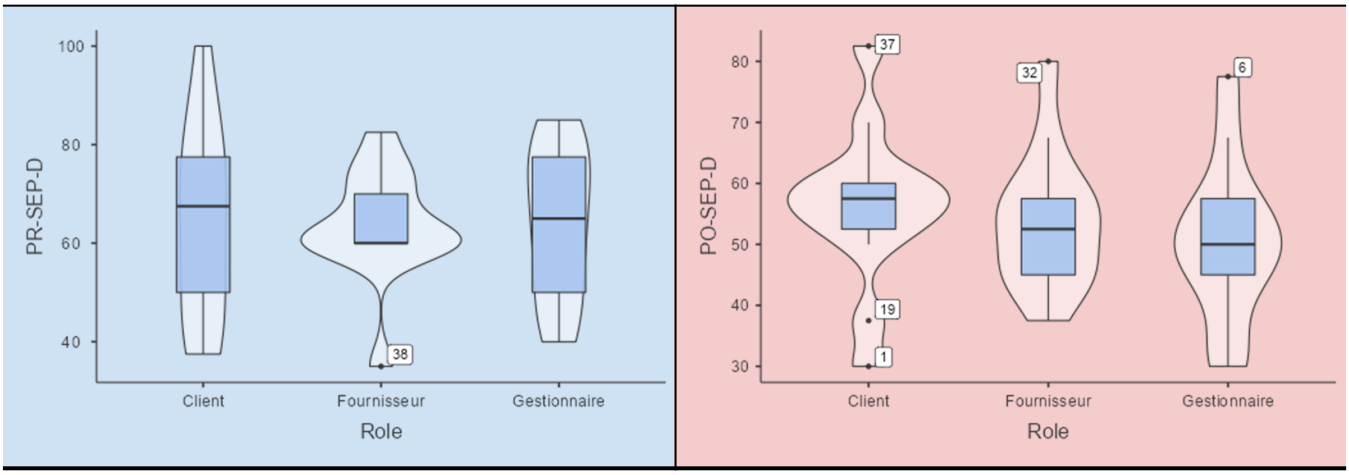
Au niveau du **groupe** ($X_2$), nous avons relevé une diminution significative uniquement sur le groupe 8, *LEVY* ($t[2] = 4.71$, $p < .05$, $d = 2.72$), comme le montre la Figure 7.6.

**Figure 7.6** - PR-SEP-D vs PO-SEP-D au niveau groupal.



Au niveau du **rôle** ($X_3$), nous avons relevé une diminution significative pour l'ensemble des rôles qu'il s'agisse des *Clients* ($t$[12] = 2.41, p < .05, d = .668), des *Fournisseurs* ($t$[12] = 3.21, p < .01, d = .890) ou des *Gestionnaires* ($t$[12] = 4.97, $p$ < .001, $d$ = 1.38), comme le montre la Figure 7.7.

**Figure 7.7** - PR-SEP-D vs PO-SEP-D au niveau des rôles.

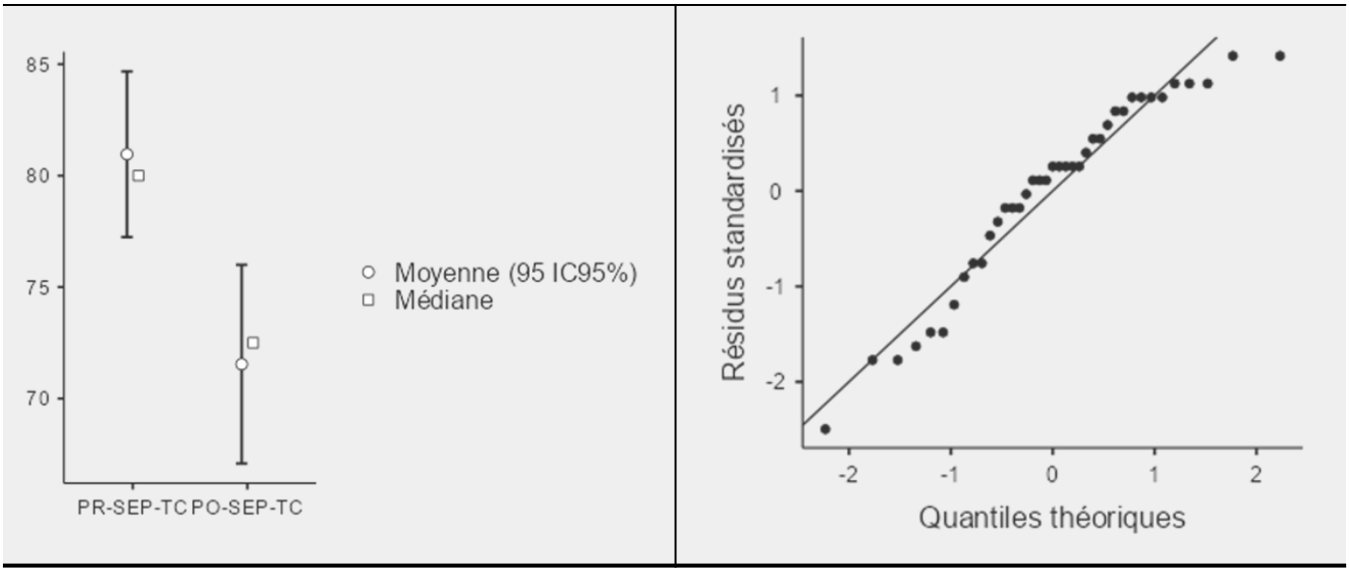



Notre hypothèse **H1** est ainsi invalidée, observant une diminution significative du score au **SEP-D** au niveau global, groupal, et par rôle dans la tâche.

### 7.3.2.2. SEP-TC : amélioration du SEP sur le travail collaboratif (H2)

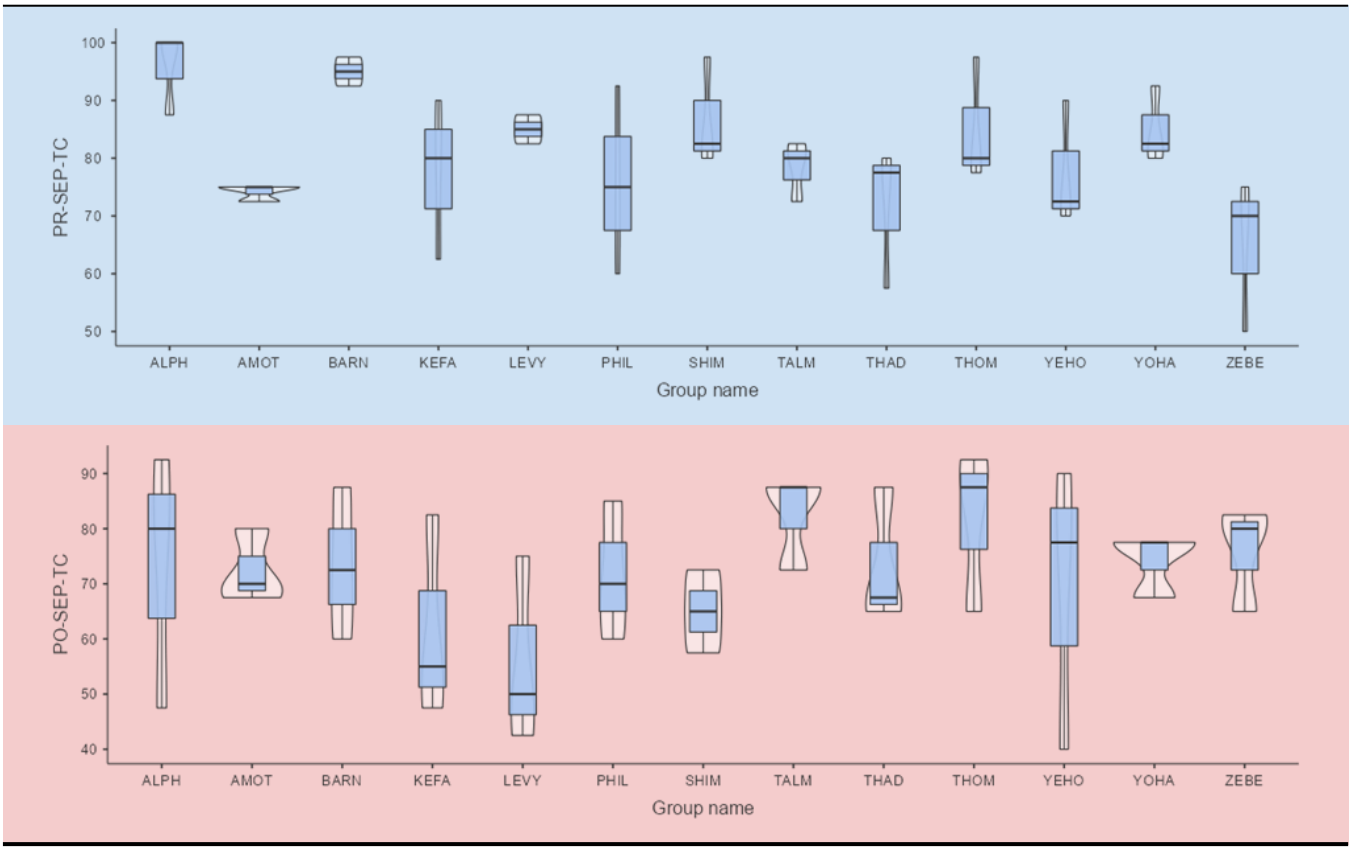
Pour le **SEP-TC**, l'analyse révèle également une différence significative entre les deux mesures au niveau **global** ($t$(38) = 3.41, $p$ = 0.002, $d$ = 0.546), indiquant une baisse significative du **SEP-TC** (PR-SEP-TC, $M$ = 81.00 ; PO-SEP-TC, $M$ = 71.5), voir Figure 7.8.

**Figure 7.8** - PR-SEP-TC vs PO-SEP-TC au niveau global.



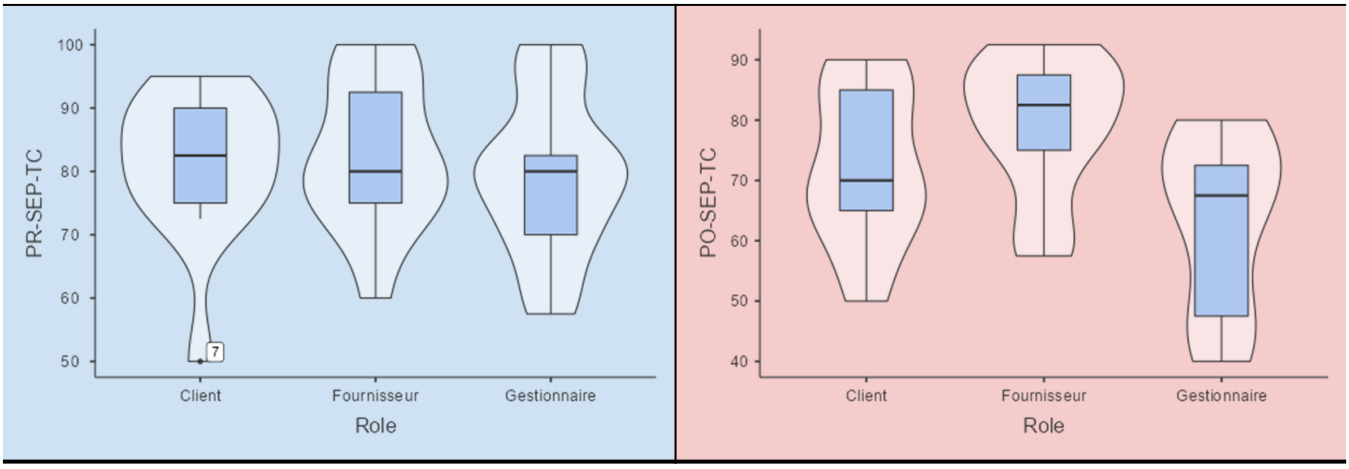
Les analyses complémentaires en fonction du **groupe** ($X_2$) révèlent une augmentation significative pour le groupe 3, *ZEBE* uniquement ($t(2) = -4.91$, $p < .05$, $d = -2.84$), comme le montre la Figure 7.9.

**Figure 7.9** - PR-SEP-TC vs PO-SEP-TC au niveau groupal.




Au niveau du **rôle** ($X_3$), nous relevons à nouveau une diminution globale, particulièrement significative pour les rôles de gestionnaire ($t(12) = 2.93$, $p = 0.013$, $d = 0.811$), comme le montre la Figure 7.10.

**Figure 7.10** - PR-SEP-TC vs PO-SEP-TC au niveau des rôles.



Notre hypothèse **H2** est ainsi également invalidée, observant une diminution significative du score au **SEP-TC** au niveau **global**, **groupal**, et par **rôle** dans la tâche.

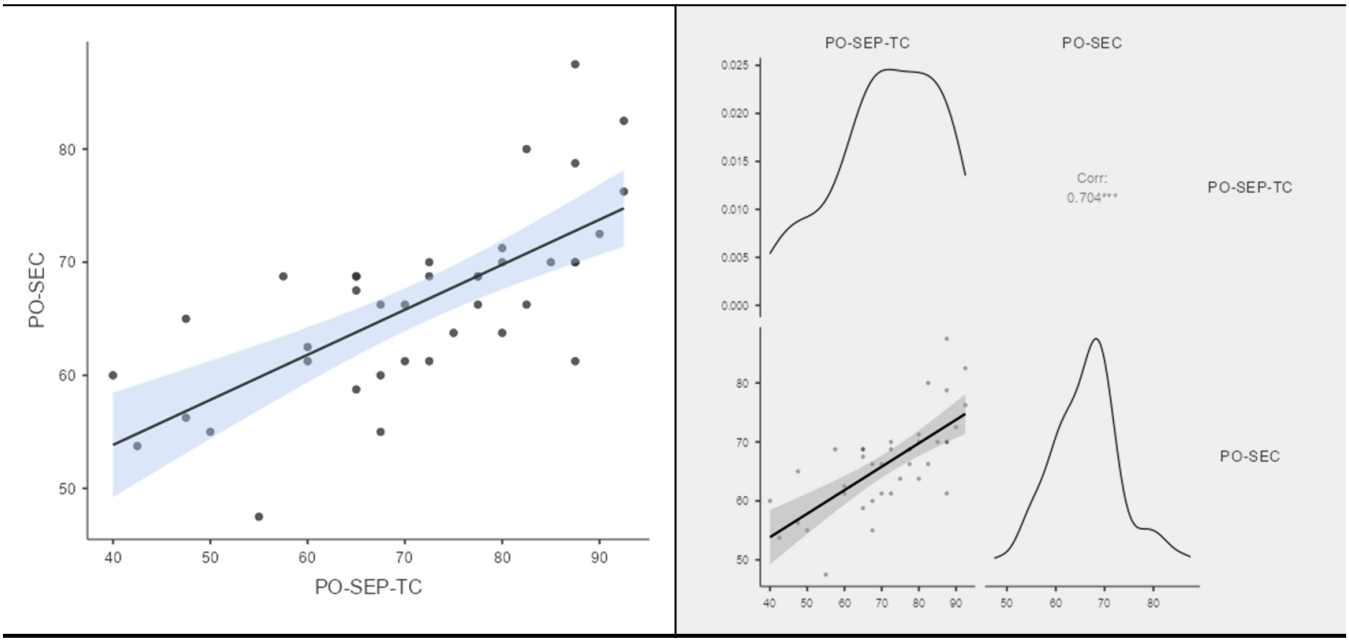
Nous reviendrons bien évidemment dans la discussion sur les interprétations possibles de ces résultats contraires à nos prédictions.

### 7.3.3. Sur le lien entre le SEP-TC et le SEC (H3)

Avec la même méthode que pour les **SEP-D** et **SEP-TC**, nous avons calculé un score global compris entre 16 et 80 (16 items évalués de 1 à 5) pour l'échelle du **SEC** mesurée après le travail collectif. L'analyse de variance sur la variable groupe ($X_2$) n'a révélé aucun effet significatif.

Pour tester notre hypothèse (**H3**), nous avons procédé à un test de corrélation de Pearson sur les scores globaux obtenus aux deux échelles, afin de vérifier l'existence d'un lien entre le **SEP-TC** et le **SEC** après la réalisation du travail collectif. L'analyse révèle une corrélation positive entre ces deux échelles ($r[37] = 0.704$, $p < .001$) comme le montre la Figure 7.11, laissant supposer que plus le **SEP-TC** est élevé, plus le **SEC** est élevé pour les participants.

**Figure 7.11** - Diagramme de dispersion des scores obtenus à l'échelle du SEC en fonction des scores obtenus à l'échelle du PO-SEP-TC.




Cette hypothèse **H3** est ainsi globalement validée dans ces conditions.

Un premier article a été publié sur la base de ces trois premières hypothèses (Bellet, Vendeville, Mailles Viard Metz, 2020).

### 7.3.4. Sur l'utilisation des fonctionnalités de la plateforme (H4, H5)

Afin de mettre en perspective les résultats de nos premières hypothèses basées sur des données autorapportées de type quantitative, nous avons souhaité examiner en profondeur le lien entre ces données et les données issues de la plateforme, concernant notamment les interactions sociales tracées via les fonctionnalités de consultation de terminal d'un pair et d'échanges dans la messagerie instantanée.

Dans un premier temps, avec la même méthode que pour notre hypothèse (**H3**), nous avons calculé les nombres d'interactions par participants et par groupe afin de réaliser des tests de corrélation de Pearson pour chaque dimension.

🧍 **Au niveau individuel**, les résultats ont révélé une corrélation négative entre le nombre de consultation du terminal d'un pair et les scores obtenus individuellement au **SEP-D** ($r[37] = -0.338$, $p < .05$), signifiant que les participants ayant un faible **SEP-D** avant la tâche ont davantage observé leurs collaborateurs durant le travail collectif. Les résultats montrent également une corrélation positive significative entre le nombre de consultations du terminal d'un pair et l'évolution moyenne du **SEP-D** ($r[37] = 0.325$, $p < .05$), ainsi plus les participants se sont observés, plus leurs scores se sont améliorés. Pour le **SEP-TC**, les résultats montrent des corrélations similaires, cette fois-ci sur l'utilisation de la messagerie instantanée. Ainsi, plus les participants avaient un score faible sur le **SEP-TC** avant la tâche, plus ils ont interagi par messagerie instantanée ($r[37] = -0.492$, $p < .01$), et plus ils ont interagis, plus l'évolution de leur score s'est amélioré ($r[37] = 0.477$, $p < .01$). Enfin, sur le **SEC**, les analyses n'ont pas révélé de lien significatif entre les différents sentiments d'efficacité et le nombre d'interactions dans la **messagerie instantanée** ou sur la **consultation des terminaux** de pairs. Ces corrélations au niveau individuel sont résumées dans le Tableau 7.2.

**Tableau 7.2** - Relation entre les différents sentiments d'efficacité (SEP-D, SEP-TC, SEC) et le nombre d'interactions par participants.

Matrice de corrélation

| | PR-SEP-D | PO-SEP-D | evol_SEP-D | PR-SEP-TC | PO-SEP-TC | evol_SEP-TC | PO-SEC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messagerie instantanée | -0.047 | -0.068 | -0.010 | -0.492 ** | 0.170 | 0.477 ** | 0.245 |
| Consultation de terminaux | -0.338 * | -0.135 | 0.325 * | -0.130 | -0.036 | 0.060 | -0.122 |

Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

🧍‍🧍 **Au niveau groupal**, nous avons procédé de la même manière qu'au niveau individuel en calculant les nombres d'interactions et les scores moyens aux échelles, par groupe.

Les analyses n'ont révélé aucun effet significatif sur le **SEP-D** relativement aux interactions dans la messagerie instantanée ou la consultation des terminaux de pairs. Sur le **SEP-TC**, les analyses ont révélé une corrélation négative entre le **SEP-TC** avant la réalisation de la tâche et l'utilisation de la messagerie instantanée ($r$ (11) = -0,65, p < 0,05), signifiant que lorsque les groupes avaient globalement un score faible sur le **SEP-TC**, alors ils ont eu d'avantages d'interactions via la messagerie instantanée pendant la réalisation de la tâche et leur score conséquemment s'est amélioré ($r$ (11) = 0,78, p < 0,01). Enfin, sur le **SEC**, les analyses ont révélé également une corrélation positive avec les interactions via la messagerie instantanée ($r$ (11) = 0,57, p < 0,05), signifiant que plus les groupes ont interagis entre leurs membres, plus leur score au **SEC** étaient importants après la réalisation de la tâche. Les scores de corrélation au niveau groupal sont résumés dans le Tableau 7.3.

**Tableau 7.3** - Relation entre les différents sentiments d'efficacité (SEP-D, SEP-TC, SEC) et le nombre d'interactions par groupe.

Matrice de corrélation

| | PR-SEP-D | PO-SEP-D | evol_SEP-D | PR-SEP-TC | PO-SEP-TC | evol_SEP-TC | PO-SEC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Messagerie instantanée | -0.226 | -0.189 | 0.034 | -0.651 * | 0.488 | 0.776 ** | 0.572 * |
| Consultation de terminaux | -0.071 | 0.067 | 0.216 | -0.281 | -0.303 | 0.022 | -0.129 |

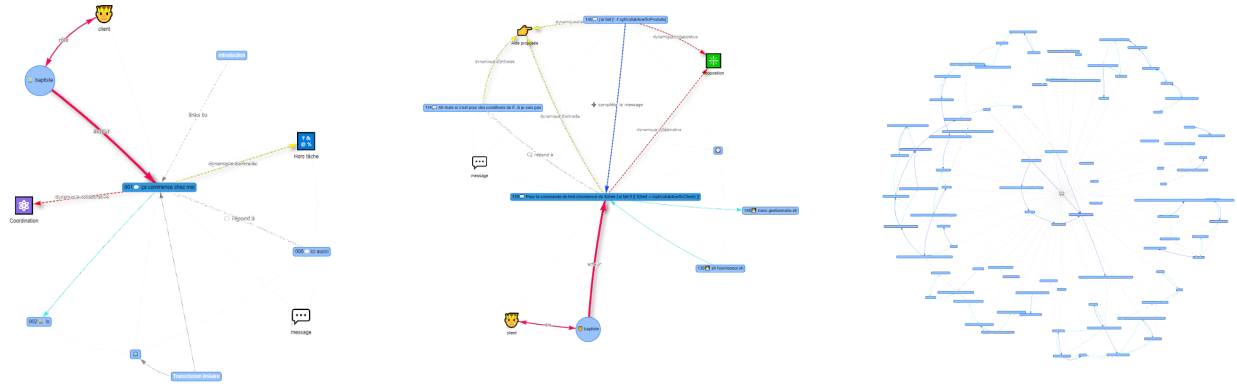
Note. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Un second article a été publié mettant en lien les trois premières hypothèses liées aux données autorapportées par les questionnaires et les traces de l'interaction dans la plateforme numérique (Bellet, Vendeville, Mailles Viard Metz, 2019).

Dans un second temps, suite aux résultats de nos deux premières hypothèses invalidées et à l'analyse plus approfondie de la relation quantitative entre nos échelles de mesures et les volumes d'interactions tracées par la plateforme, nous avons voulu analyser plus qualitativement le contenu des échanges pendant l'activité, afin de mieux comprendre la nature du travail réalisé. Initialement, nous pensions que les échanges seraient essentiellement caractérisés par des interactions de type collaboratives, mais notre grille de lecture sur le travail collaboratif a révélé qu'ils s'agissaient plus spécifiquement d'interactions faisant appel à des stratégies de gestion de ressources, notamment de type entraide entre pairs. Ultimement, nous avons donc recodé l'intégralité de notre corpus en utilisant la méthode des juges nous permettant d'avoir un consensus inter-juge global. Trois catégories d'aide ont ainsi été identifiées : ( 1 ) les demandes d'aide, ( 2 ) les propositions ou offres d'aide, et ( 3 ) les acceptations ou refus d'aide. Un extrait du corpus encodé est fourni en Annexe. Nous avons également resitué les échanges dans des fils de conversation afin d'identifier des sessions d'entraide. En effet, les échanges de la discussion étant linéaires, le corpus ne permettait pas d'identifier précisément quel message répondait à tel ou tel autre dans la temporalité de l'activité. Cette démarche nous a mené à proposer

alternativement une représentation visuelle, à la manière des sociogrammes de Moreno, en se basant sur la reconstitution des interactions et fils de discussions intragroupe ainsi que la nature des dynamiques de groupe à l'œuvre pendant l'activité (voir Figure 7.12).

**Figure 7.12** - Représentation visuelle en graphe des fils de discussion.



De manière plus tabulaire (voir Figure 7.13), ces interactions sont représentées sous formes de corpus d'interactions situés dans le temps et catégorisés avec leur encodage de type d'entraide correspondant, lorsqu'il s'agit d'une interaction de type message, par exemple. Les observations de ce corpus qualitatif sont donc des interactions, au nombre total de **3911** pour l'ensemble des **13** groupes.

**Figure 7.13** - Représentation tabulaire d'un extrait de fil de discussion.

| | time | Group | username | rôle | action | message | termUser | msgReci | command | args | response du terminal | score | encodage aide | embedding | start | end | linkto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140 | 16:26:54 | ZEBE | baptiste | Client | message | Pour la commande de test d'existence du fichier j'ai fait if [[ $(test -r /opt/collab4ce/ficClient ) ]] | | trinome | | | | | Aide proposée | id5_start | | id5_start | id3 |
| 141 | 16:27:36 | ZEBE | brice | Gestionnaire | command | | | | nano | gestionnaire.sh | | 1 | | | | | |
| 142 | 16:27:38 | ZEBE | brice | Gestionnaire | command | | | | sh | gestionnaire.sh | gestionnaire.sh: 1: gestionnaire gestionnaire.sh: 8: gestionnaire | 0 | | | | | |
| 143 | 16:28:03 | ZEBE | baptiste | Client | terminal | | brice | | | | | | | | | | |
| 144 | 16:28:10 | ZEBE | baptiste | Client | terminal | | camille | | | | | | | | | | |
| 145 | 16:28:20 | ZEBE | baptiste | Client | terminal | | baptiste | | | | | | | | | | |
| 146 | 16:28:25 | ZEBE | camille | Fournisseur | message | j'ai fait [! -f opt/collab4ce/ficProduits] | | trinome | | | | | Aide proposée | id6_start | | id6_start | id3 |

Nous avons ensuite procédé à une analyse combinée à partir des données qualitatives pour en faire une analyse statistique quantitative afin de mieux comprendre les processus d'entraide durant l'activité. Il s'agit principalement d'analyses descriptives, le jeu de données n'étant pas suffisamment conséquent pour réaliser des analyses structurelles en apprentissage automatique (*i.e.*, « *machine learning* »). Les données n'étant majoritairement pas distribuées normalement, nous avons utilisé des écarts inter-quartiles comme indicateur de dispersion et des coefficients de Gini pour la répartition afin de déterminer l'homogénéité des indicateurs d'utilisation des fonctionnalités de la plateforme liées aux interactions verbales en fonction de leur nature (type d'aide) ou du groupe. Pour les liens significatifs entre les différentes catégories d'aide, nous avons utilisé des corrélations de *Pearson*.

En substance, les principaux résultats de ces analyses sont résumés ci-dessous.

💬 Au niveau des interactions via la messagerie instantané :

- les indicateurs de répartition montrent une homogénéité très significative du nombre et du type de messages d'entraide au niveau individuel et au niveau groupal
- la messagerie instantanée est principalement utilisée pour des sessions d'entraide (**70**% des messages relatifs à l'entraide)
- plus de la moitié des sessions d'entraide sont considérées comme « complètes », signifiant une demande d'aide, une offre de solution et une acceptation de la solution
- le rôle des étudiants semble avoir un effet sur la complétude des sessions d'entraide (plus de **80**% en fonction du rôle)

👁 Au niveau des interactions de consultation du terminal d'un pair :

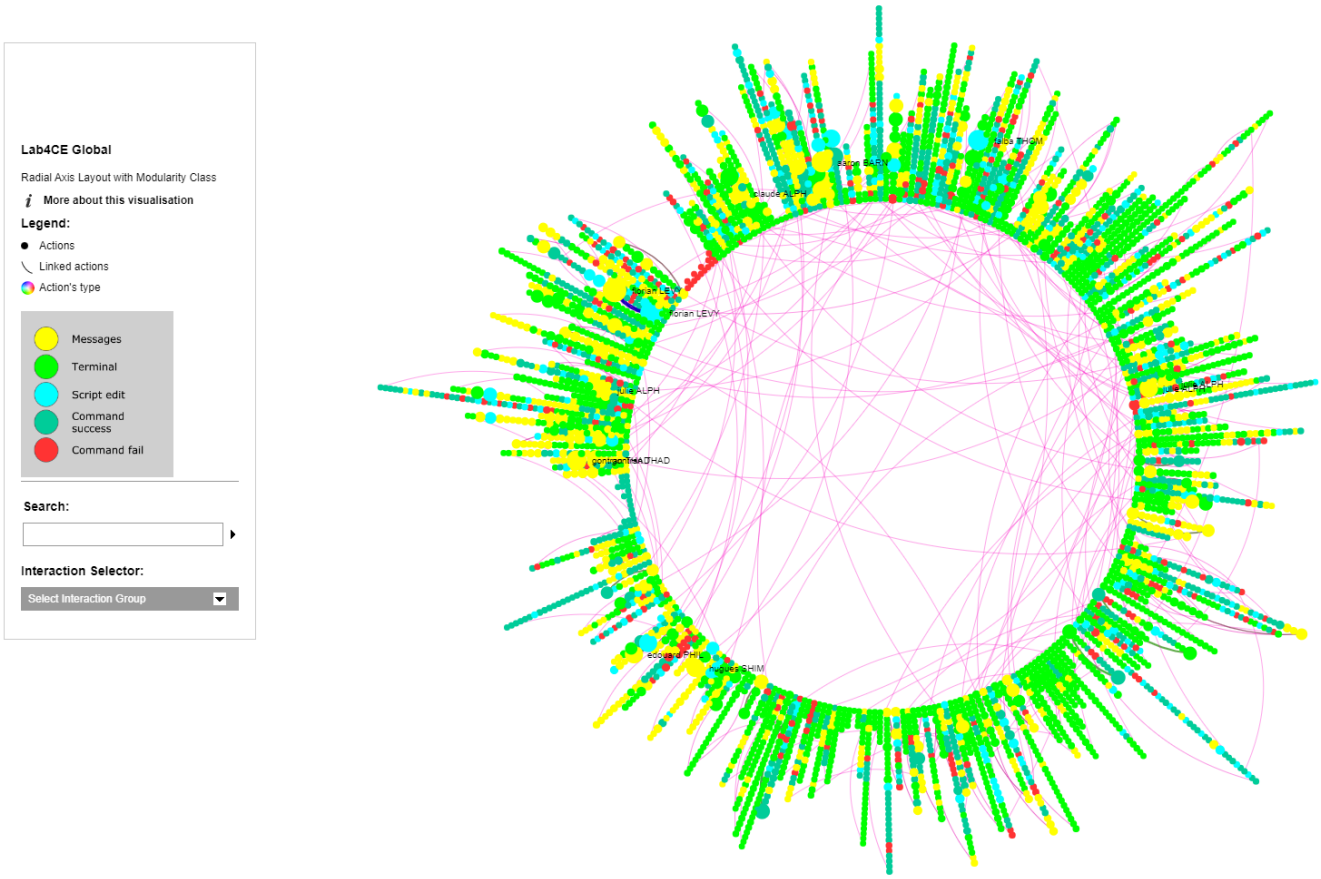
- l'accès au terminal d'un pair est utilisé plus majoritairement par les étudiants impliqués dans les sessions d'entraide
- les sessions d'entraide sont précédées par au moins un accès au terminal d'un pair (plus de **55**%)

Le détail de cette analyse des processus d'entraide est développé dans un article dédié (Bellet, Venant, Pélissier, Mailles Viard Metz et Broisin, 2021).

### 7.3.5. Analyse de réseaux sociaux sur les liens de collaboration et d'entraide

Afin de représenter visuellement la distribution des interactions entre les fils de discussion au niveau macro, nous avons (en autres) utilisé un algorithme de disposition de type « *circular layout* » (voir Figure 7.14). Cet algorithme permet de tracer chaque node dans l'ordre, sur un cercle, en fonction d'un attribut. L'attribut choisi ici est notre variable indépendante, le temps. La durée de l'expérimentation étant d'une heure, la distribution ainsi répartie suit naturellement le cadran d'une horloge, permettant de visualiser les volumes d'interactions par période, tout en établissant des liens qui ne sont pas forcément linéaires et qui peuvent intervenir de manière très étalée sur cette courte durée. Pour mieux faire, il faudrait en réalité manipuler directement l'interface de *Gephi* qui permet de filtrer par groupe (ici 13 groupes représentés) ainsi que la *timeline* permettant d'afficher progressivement les interactions dans le temps afin de voir la progression et les volumes d'interactions distribués sur la durée et par groupe.

**Figure 7.14** - *Circular layout*.




Les sources de ces jeux de données permettant des ARS dynamiques à partir des tables de noeuds (nodes.csv) et des tables de liens (edges.csv), ainsi que les sources au format *Gephi* (.gephi) prêt à manipuler, sont fournies en annexe ; le support visuel statique de ces représentations étant souvent très réducteur et peu lisible dans un format classique (tant sur la taille, que sur l'interactivité et le dynamisme). Notons aussi que les liens renvoyant vers des pages *Github* pour héberger les exportations web sont statiques (pas de visualisation progressive dans le temps) mais interactives (les graphes sont manipulables et les informations de chaque nœud sont augmentées dans leur volet de détail).

Dans le cadre précis de cette démonstration par les ARS de cette étude, il s'agissait notamment de montrer l'importance des fils de discussions (voir les liens au centre du cercle, qui relient par exemple une question ou demande d'aide à une réponse qui peut arriver bien plus tardivement et après de multiples autres questions ou interactions non directement liés) que nous avons identifié afin de pouvoir réaliser nos analyses statistiques en transformant radicalement l'interprétation qu'il était possible d'en faire.

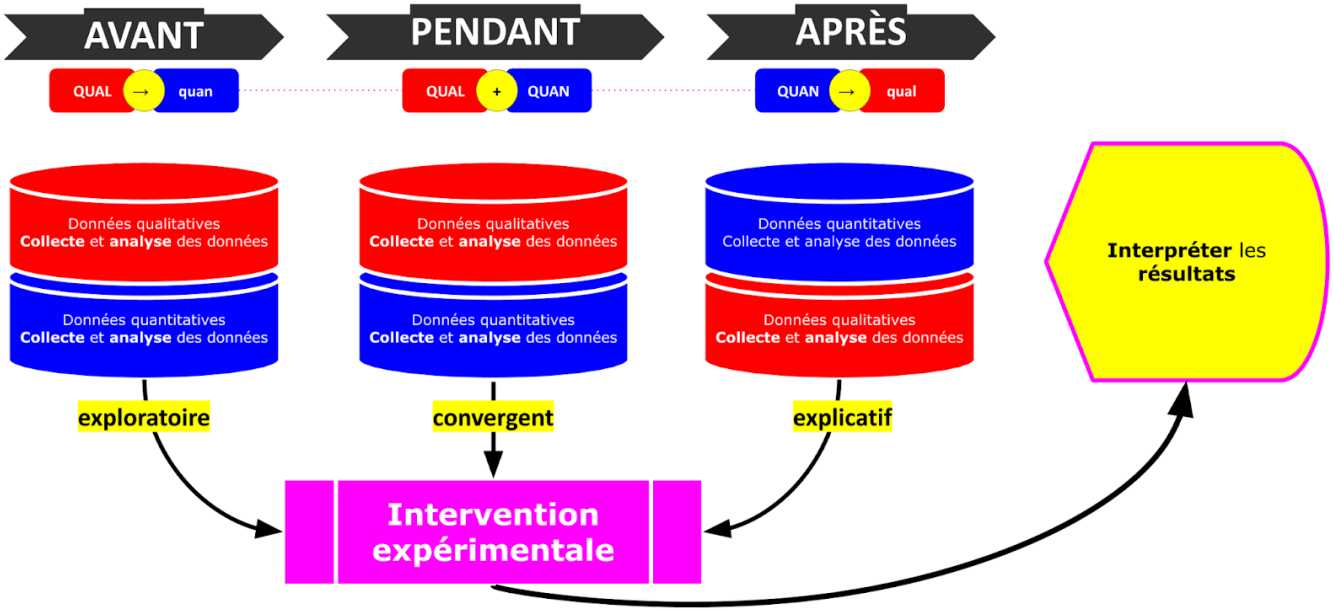
Si nous pourrions aller plus loin dans la description et l'utilisation de ces ARS pour augmenter nos résultats, nous estimons cependant avoir répondu à nos questions de recherches principales concernant notre objectif (*i.e.*, avec le glissement d'une situation de collaboration à une situation

plus particulière d'entraide), sans forcément nécessiter de pousser plus loin les analyses et leurs interprétations pour cette étude, dans le présent format.

## 7.4. Discussion

Plusieurs points de discussion sont soulevés à la suite de cette étude. Pour rappel, notre objectif était d'aborder une SACI avec une approche mixte sur un modèle séquentiel plus explicatif de la situation ; recueillant et combinant aux données quantitatives de mesures des différents sentiments d'efficacité, d'autres données plus qualitatives liées aux interactions de la plateforme instrumentale pendant la situation. Il s'agit ainsi d'un modèle plus complexe et plus avancé de méthodes mixtes nommé modèle mixte d'intervention (Sandelowski, 1996 cité par Creswell et Creswell, 2018). Il est en fait ici assez logique, qu'en suivant une approche plus expérimentale, en contrôlant davantage les modalités de la situation et les différentes phases de recueil de données, nous nous rapprochions naturellement du modèle d'intervention expérimentale (voir Figure 7.15), s'agissant d'un modèle articulant en 3 phases (*pré* ; *per* ou *trans* ; et *post* test) le recueil de données qualitatives et quantitatives, en triangulant ( 1 ) une phase *exploratoire* **avant**, ( 2 ) une phase *convergente* **pendant** et ( 3 ) une phase *explicatoire* **après**.

**Figure 7.15** - Modèle mixte d'intervention (3 phases).




Nos hypothèses de recherche s'articulaient autour de la mesure des sentiments d'efficacité spécifique à la situation avant et après, ainsi que l'analyse des traces de l'interaction sur la plateforme instrumentale pendant la situation.

Nos résultats sont mitigés, mais somme toute intéressant pour la réflexion sur l'amélioration continue des dispositifs dans le cadre de nouvelles itérations d'interventions.

Premièrement, notre échantillon de population est faible ($n$ = 39) et n'a pas vocation à être généralisé dans l'interprétation des résultats, cependant, il s'agit de treize trinômes harmonieux, soit une configuration de groupe intéressante pour étudier de manière comparative. Il s'agit d'une étude à un niveau microcomportemental qui se concentre plus finement sur des petits groupes de travail et l'analyse de l'activité dans ses modalités instrumentales synchrones.

Deuxièmement, le choix de nos échelles pour les données autorapportées est discutable et leur interprétation pourrait ne pas parvenir à saisir l'intégralité et la complexité des phénomènes à l'œuvre, comme nous l'a montré le fait de passer d'une identification des interactions de type collaborative à des interactions de type entraide dans notre analyse du contenu des échanges de la messagerie instantanée. Plus qu'un travail sur lequel les étudiants auraient mis en commun leurs connaissances et compétences pour accomplir un but, il s'est avéré que la difficulté de la tâche a provoqué des comportements d'entraide, verbalisés, mais aussi traçables au travers des interactions dans un dispositif numérique dédié à la tâche. Comme nous l'avons vu dans l'état de l'art, il y a des frontières floues entre certains processus tels que l'auto-efficacité, l'autodétermination ou la mobilisation de certaines stratégies d'apprentissage, pouvant faire varier sensiblement la nature des interprétations croisées avec d'autres types de données. Nous souhaitions ainsi observer une situation de travail collaboratif en calibrant un scénario d'activité de manière très (voire *trop*) fine, nous avons préparé nos instruments de mesure sur la collaborativité ; et la situation s'est transformé en une activité d'entraide pour la résolution d'un problème dans le cadre de révision d'un partiel, où il s'avère que la difficulté de l'exercice était peut-être encore trop élevée, avec trop peu de temps pour réussir à l'accomplir.

Sur nos hypothèses liées à l'amélioration des ***S**entiment**s** d'**E**fficacité* sur les connaissances disciplinaires (SEP-D) et le travail collaboratif (SEP-TC), le fait que ces **SE**s aient globalement diminués peut s'expliquer par un calibrage trop ambitieux des objectifs de l'exercice (notamment sur la part coopérative) et la difficulté des étudiants à le réaliser dans les temps impartis. Nous notons d'ailleurs qu'aucun groupe n'a réussi à parvenir jusqu'au bout de l'exercice, ce qui ne nous a pas permis d'évaluer la performance réelle relativement à la performance perçue plutôt négative mesurée au travers de nos échelles. Ces observations semblent confirmées dans les questions ouvertes où il se sont exprimés sur l'exercice et la prise en main de la plateforme. Ainsi, si l'objectif expérimental n'a pas été atteint, l'objectif pédagogique a probablement mieux fonctionné dans la mesure où l'exercice leur a permis de réviser, voire d'apprendre par la pratique certaines notions non encore maîtrisées dans le cadre de leur discipline.

Notre contribution signifiante en termes de résultat, restera alors cette modeste corrélation positive entre l'auto-efficacité sur le travail collaboratif et la corégulation de l'efficacité collective dans des SACI, permettant ainsi de confirmer ces aspirations individuelles de liens et de travail collaboratif avec l'efficacité collective perçue au niveau groupal.

Sur le plan théorique, cette étude nous a permis de préciser certains éléments du cadre conceptuel. Notamment, la distinction plus claire des processus conjoints de coopération, collaboration et coordination en lien avec des outils de communication textuelle, pouvant mener à des situations d'entraide si les objectifs de la tâche ou de l'activité commune ne sont pas calibrés à juste équilibre ; et nous amenant à réviser la qualification de « travail collaboratif » en lieu de « travail collectif »[96] afin de démarquer la nature complexe des ces activités conjointes. Également, le lien entre le calibrage des activités et la mesure d'éléments psychométriques sur les sentiments d'efficacité personnelle et collective, qui peuvent amener à des résultats négatifs finalement normaux et prévisibles dans ces contextes d'observation, nous invitant ainsi à réingénieriser le scénario et réitérer en ayant amélioré la démarche.

## Conclusion

Cette deuxième étude nous a permis d'explorer de manière constructive la triangulation possible de données issues de questionnaires et de traces de l'apprentissage permettant des analyses complémentaires et combinées. Nous avons ainsi pu établir l'évolution positive ou négative de divers sentiments d'efficacité en lien avec une activité de travail collaboratif dont nous avons tracé les interactions et analysé les modèles émergents en fonction. Au niveau de l'auto-efficacité, nous avons établi une corrélation positive entre le sentiment d'efficacité personnelle sur la dimension du travail collaboratif et le sentiment d'efficacité collective. Au niveau des traces, nous avons identifié des modèles d'entraides émergents lorsque la situation de collaboration est calibrée de telle manière que la difficulté de l'exercice amène à l'interdépendance des stratégies de gestion de ressources communes.

En guise d'ouverture et de repositionnement, nos résultats nous ont amené à questionner la pertinence systématique du recueil de données par des questionnaires qui ne sont pas toujours pertinents et bien intégrés dans la situation pédagogique ; et qui ont un coût temporel et cognitif pour les participants dans une situation ordinaire, naturelle et écologique liée à un contexte d'enseignement.

Ce qui émerge ainsi d'une situation que l'on peut observer et analyser précisément pendant une activité, nous permet de relativiser et d'améliorer notre compréhension de résultats quantitatifs à visée explicative — quitte à être rendus caduques si les instruments de mesures ne sont pas aussi pertinents que nos attentes ; et que nos instruments de l'action et de l'intervention témoignant par la trace, nous raconte une histoire différente sur nos représentations d'un phénomène complexe à l'œuvre.

[96] par effet de rétro-écriture, cette clarification a ainsi été intégrée de manière transparente et rétro-éclaircissante dans au moins l'un des titres de notre état de l'art et ce, afin d'englober dans cette expression-valise l'ensemble des processus associés au « travail collectif », et donc, éventuellement, à l'émergence d'IC efficace et appréciable.

Notre prochaine itération de dispositif prendra donc en compte ces réflexions et tâchera d'objectiver encore un peu plus ce qui peut être observé ou non pour rendre compte généralement du phénomène d'émergence de l'IC.

La phase de réingénierie devrait également nous permettre d'améliorer dispositif et protocole.

## ⏬ EN RÉSUMÉ 7 / 9

- ➔ ▶ Notre seconde étude **expérimente** un **dispositif semi-contrôlé** pour l'**observation** des liens de **collaboration** et d'**entraide** en SACI, à partir de données **autorapportées** et de traces des **interactions**.
- ➔ [ QUAN →← QUAL ] Nous avons combiné les données issues de **questionnaires** sur l'**auto-efficacité** et la **régulation** des **apprentissages collaboratifs** et du **travail collectif** avec l'**analyse de contenu** des **traces d'interactions** sur une **plateforme collaborative** de développement informatique.
- ➔ Nos résultats permettent de confirmer un lien corrélatoire positif entre le **travail collaboratif** et l'**efficacité collective** (SEC). Cependant, sur les aspects liés à la **didactique** et à la **discipline**, nos résultats contraires à nos attentes et à la littérature semblent pointer un **problème** de **calibrage de la tâche**, d'**organisation de l'activité,** de **distribution du travail** et d'**instrumentation de la situation**.
- ➔ Cette étude nous permet à nouveau de **réingénieriser** le **dispositif** (SACI) dans une nouvelle **situation complexe** et une **instrumentation numérique** élargie à l'ensemble des possibles en termes de **conception collaborative** et d'**outils de communication** et **de partage**. L'objectif de la prochaine itération consiste également à se concentrer plus précisément sur les autres dimensions identifiées contribuant à l'émergence d'IC au travers des données **autorapportées**.

# CHAPITRE 8 ÉTUDE 3

# Émergence d'un sentiment d'IC :

## *les effets de synergie coopérative et de stigmergie collaborative*

## ▶️ Introduction

Dans cette étude, nous nous sommes nourri des précédentes études réalisées pour affiner nos questions de recherche et *réingénieriser* le dispositif ainsi que la situation pédagogique dans une nouvelle itération d'un protocole d'observation en contexte naturel. Hormis le fait qu'il s'agisse d'une situation pédagogique hors laboratoire dans laquelle l'on croise enseignement, ingénierie techno-pédagogique et recherche, il s'agit aussi d'une situation d'enseignement qui a eu lieu pendant le premier confinement lié à la crise pandémique du Covid 19 en France. Bien que l'enseignement ait été imaginé pour se dérouler plutôt en présentiel-hybride, le contexte nous a forcé à utiliser la modalité entièrement distancielle, ce qui a eu finalement pour effet de justifier tout à propos l'usage du « *tout numérique* » pour apprendre, travailler et collaborer à distance (en usant par ailleurs de beaucoup de *compréhension* et d'*adaptation*). Cet événement, issu du réel nous a ainsi paradoxalement permis d'obtenir les *conditions idéales* pour observer et participer à une SACI qui prévoyait déjà, de par sa conception pédagogique, d'utiliser la multimodalité (*présentiel, distanciel, hybride*) comme un possible technique, tel que nos protocoles expérimentaux n'auraient pu les envisager sans tomber dans une approche trop *prescriptive* et *techno-centrée* (*bien que, notons-le, tout à fait pertinente avec des étudiants de premier cycle en cursus informatique*). En intégrant et recueillant par l'intervention, des données et observations liées à la situation pédagogique, aux traces des interactions pendant l'activité et à l'évaluation des performances au travers des travaux produits, nous avons pu mettre en œuvre une approche globalisante traitant de l'émergence de formes d'IC au sein d'une SACI.

## 8.1. 🎯 Objectifs

Nous cherchons ici à mesurer l'effet d'une situation pédagogique à différents niveaux de groupes et conditionnée autour d'activités pour l'apprentissage et le travail collaboratif grâce à des dispositifs numériques en ligne. Nous observons pour cela différents types de données recueillies de manière explicite (questionnaires, évaluation de la performance) ou implicites (traces de l'apprentissage, traces de l'interaction). La question générale est de savoir quels types de données sont susceptibles d'apporter le plus d'informations pertinentes, relativement à notre

problématique générale, en analysant et combinant différents types de données convergentes (*quantitatives, qualitatives, mixtes*) propres à un contexte d'enseignement en ligne ?

## 8.2. 🧪 Matériels et méthodes

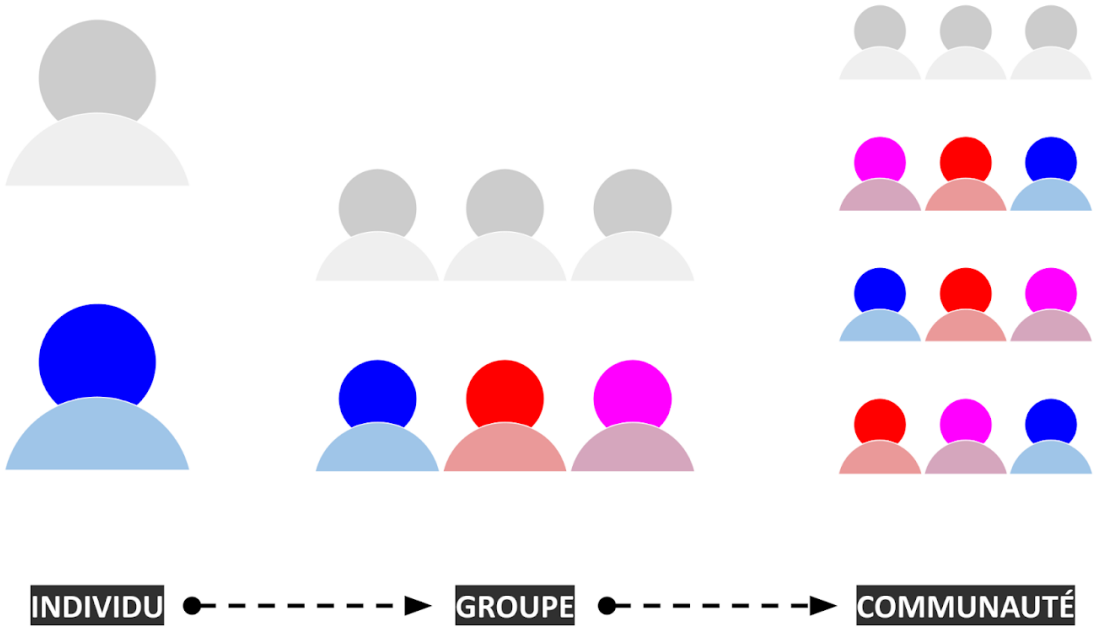
### 8.2.1. 👥 Participants

Cent-cinquante trois étudiants inscrits au second semestre de première année de DUT Informatique ont participé à un cours de Travaux Dirigés (TD) portant sur l'analyse, la conception et le développement d'applications dans un module d'enseignement intitulé « Introduction aux interfaces hommes-machines (IHM) ». La moyenne d'âge est située entre 19 et 22 ans avec une faible représentation féminine (**14** femmes inscrites dans le cursus et **138** hommes).

Une trentaine d'étudiants ont abandonné le cursus entre le début de l'année universitaire et la fin du module enseigné. Cent-vingt trois étudiants répartis en 6 groupes TD (communautés) ont ainsi participé à ce cours à distance et en ligne via la plateforme ***Moodle*** pour la gestion de l'enseignement et ***Discord*** pour la gestion des communications majoritairement axées sur des sessions synchrones vocales et plus ou moins asynchrones en textuel (incluant *by design* via *Discord* les notions de *citation de message*, *contextualisation*, *mention*, *réaction*, soit la somme des fonctionnalités granulaires actuelles d'outils de communication que l'on est en droit d'attendre pour favoriser l'efficacité). Sur ces participants au cours, entre soixante-quatorze et soixante-dix-neuf ont alors volontairement participé à l'étude basée sur leur travail de groupe, sans contrepartie d'aucune sorte. Parmi les six groupes, la répartition en sous-groupes est laissée au choix des étudiants et se réalise majoritairement de manière affinitaire. On obtient ainsi **123** participants répartis en **6** communautés et **29** groupes au total : **4** groupes de ***2*** *membres* ; **5** groupes de ***3*** ; **5** groupes de ***4*** ; **10** groupes de ***5*** ; **5** groupes de ***6*** *membres*.

À titre d'éthique pédagogique et dans le transfert avec l'éthique scientifique, l'ensemble des données personnelles ou permettant d'identifier les individus ont été effacées des corpus pour le traitement sur les données expérimentales. Le corpus est ainsi méthodiquement anonymisé en substituant par des noms fictifs générés aléatoirement afin de conserver une représentation des structures individuelles et groupales de la situation dans son ensemble (voir Figure 8.1). Au niveau des données d'interactions, les individus ont librement donné leur accord à ***Discord*** pour exploiter leurs données personnelles en cochant une case, ainsi qu'à ***Miro***, sous couvert d'une licence extensive des fonctionnalités de la plateforme à titre gratuit pour les institutions éducatives. Quant à nous, tous nos formulaires comportent aussi et toujours une case à cocher avec consentement explicite, ainsi qu'un descriptif sur l'usage strictement anonymisé des données à des fins de recherche en sciences de la formation.

**Figure 8.1** - Niveaux d'observation du travail individuel, groupal et collectif.




### 8.2.2. ☑ Tâche

La **tâche principale** donne ainsi lieu à une **production finale** (*i.e.*, le résultat produit ; le prototype de jeu à concevoir), une **évaluation tripartite** inter-juge (*i.e.*, du résultat produit et de la manière dont il a été produit : *conception, développement technique, gestion collective*) par les trois chargés d'enseignement qui assurent le suivi de l'apprentissage, des **traces de l'activité numérique** tout au long de la tâche (*i.e.*, *conception, développement, évaluation de l'interface*), ainsi qu'une **mesure autoévaluative** (*questionnaires*) **avant** et **après** l'activité, contenant notamment les différentes **variables** conduisant à la définition potentielle et contextuelle d'un **SIC** (**S**entiment d'**I**ntelligence **C**ollective).

Un aperçu du résultat de la production finale sous forme d'une capture d'écran par jeu de chaque communauté ainsi qu'un timelapse du déroulement accéléré de chaque escape game est fourni via la Figure 8.2.

**Figure 8.2** - Les six prototypes de jeux virtuels type escape game réalisés par les étudiants.



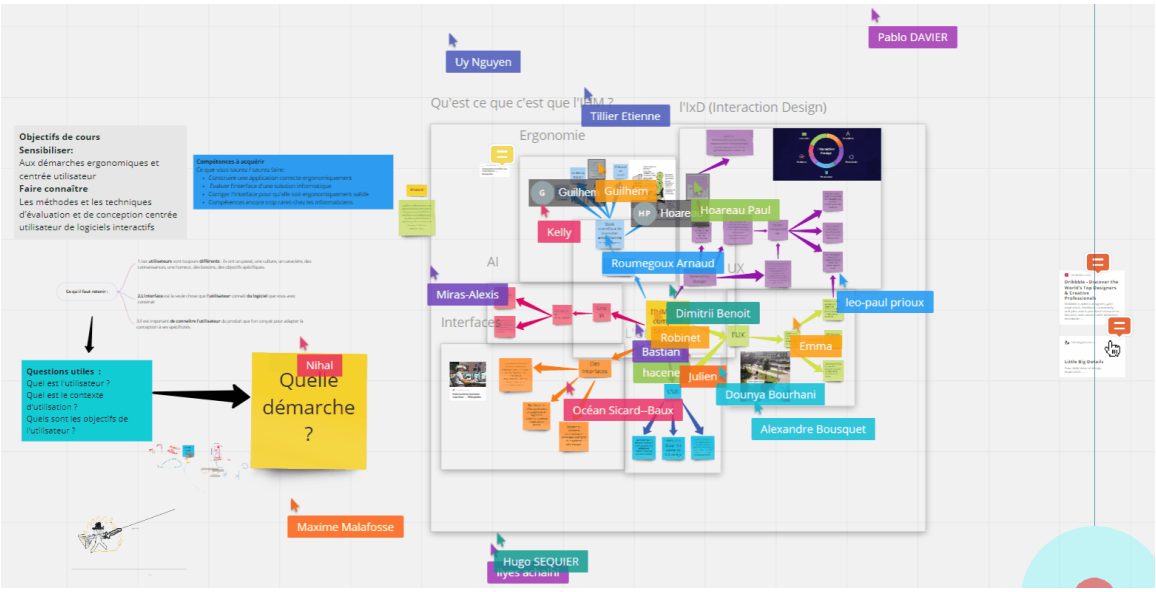

### 8.2.3. 🔧 Instrumentation

Sur le plan instrumental du dispositif prévu pour cette SACI, le LMS ***Moodle*** est utilisé pour la « *gestion de la classe* » en tant que support du scénario et des ressources permettant le déroulement progressif de l'activité[97] ; l'outil de tableau blanc partagé ***Miro*** est utilisé pour les phases de réflexion et conception collaboratives synchrones et asynchrones, et l'outil de communication, ayant échappé à tout contrôle *technique* ou *pédagogique* pour substituer aux communications orales initialement prévues en présentiel, et ce, en dehors du contexte *institutionnel* et *académique*, a été ***Discord***. Ce dernier outil, aurait pu nous permettre d'envisager d'enregistrer les échanges pour les intégrer à notre corpus des interactions, mais cela représentait des enjeux à la fois *techniques* et *éthiques* très sensibles dans une période où les outils institutionnels utilisables dans le contexte de continuité pédagogique ont eu tendance à défaillir, amenant les enseignants à s'adapter et utiliser les moyens à disposition en fonction des pratiques plus ou moins éprouvées de chacun.

La focale principale de l'analyse s'est donc uniquement concentrée sur les traces d'interactions (voir Figure 8.3) liées à la plateforme de tableau blanc partagé (***Miro***, anciennement *RealtimeBoard*) sur les différentes sessions de travail synchrone et asynchrone tout au long des 6 semaines.

[97] Voir **ANNEXE** sur : Instrumentation du scénario pédagogique dans Moodle

**Figure 8.3** - Interactions synchrones au travers d'un tableau blanc de *Miro*.




## 8.2.4. 🧪 Matériel expérimental

À la suite d'une étude intermédiaire sur la composition des groupes dans le cadre de travail collectif (Giudicelli *et al.*, 2022), nous avons testé un certain nombre d'échelles sur des variables psychologiques subjectives et des dimensions plus sociales en coévaluation afin d'extraire des recommandations pour la constitution des groupes (voir Section 3.4.). Dans cette étude, nous avons construit un certain nombre de matériaux pour correspondre au mieux à la situation observée.

Ainsi, nous avons créé pour les besoins spécifiques de cette recherche :

- Un **questionnaire sur l'appréciation du travail collectif** comprenant :
  - une échelle nommée **SIC** pour **S**entiment d'**I**ntelligence **C**ollective[98], **23** items répartis en **12** dimensions, basée sur le **SEC** et les principales dimensions que nous avons identifiées au travers de la littérature sur l'IC : 🧠 *Cognition,* 💼 *Compétences,* 🎨 *Créativité,* ↕ *Coopération,* ↔ *Collaboration,* 🔀 *Coordination,* 🔁 *Synergie,* 🔃 *Stigmergie,* ⬅️ *Instrumentation,* ➡️ *Instrumentalisation,* 🌟 *Valorisation et* 🎢 *Volition ;*
  - un complément d'échelle en **5** items pour le post-test[99], basés sur les PLN et les facteurs issus des dimensions repérées dans les travaux de Harding et Engelbrecht (2015) et Wooley *et al.* (2010) : ✊ *Motivation liée au but commun,* 🤟 *Sentiment d'appartenance,* 📣 *Opportunités de communication,* 🗣️ *Liberté d'expression,* 👐

[98] **Annexe** : Items du SIC

[99] **Annexe** : Items en lien avec les PLN

*Exposition à différentes perspectives* ;

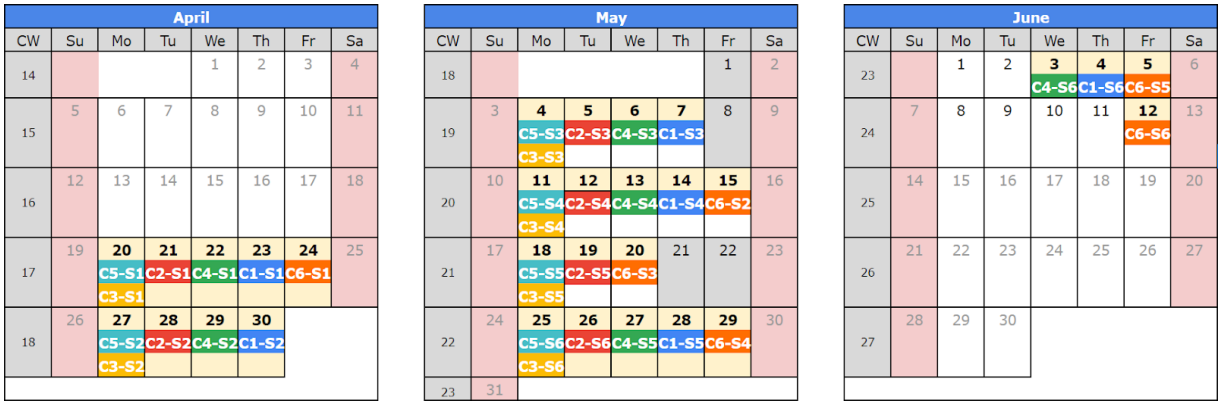
- Une **grille de coévaluation**[100] pour les enseignants, de la performance intégrée des compétences de l'apprentissage au travers du résultat et de la présentation des productions par les étudiants.

### 8.2.5. Déroulement de la situation

Le scénario pédagogique à l'intérieur duquel se situe la situation expérimentale est découpé en **6** sessions de **4h** à un rythme d'une session synchrone par semaine avec les enseignants (3 chargés de cours en informatique/ergonomie) sur **6** semaines (voir Figure 8.4). Dans ce cadre, les participants ont été sollicités pour contribuer à une étude sur le travail collectif en répondant à deux enquêtes, avant et après un travail évalué à réaliser en sous-groupes.

À chaque session est associée une partie de l'enseignement tel quel proposé dans le programme pédagogique national (*PPN*) du DUT Informatique (2013), notamment en termes de compétences visées, c'est-à-dire, anciennement : *Analyse* (FA1-A), *Conception technique* (FA1-B), et *Réalisation* (FA1-C) d'une *solution informatique*. [101]

**Figure 8.4** - Répartition des sessions de travail sur 6 semaines glissantes.




La **première session** donne lieu à une tâche collective de type tempête d'esprit (*brainstorming*) autour des termes, concepts, métiers, compétences et méthodes liées aux IHM et à la conception d'interface numérique. Chaque **groupe TD** réfléchit en concert sur un même support numérique en ligne, visuel, partagé et accessible en temps-réel.

La **deuxième session** invite les étudiants à se répartir en **sous-groupes** pour réaliser une tâche d'analyse comparative de solutions informatiques de communication. Les **groupes TD** travaillent toujours sur un même support numérique en ligne commun, et se répartissent dans

[100] **Annexe** : Grille de coévaluation du scénario pédagogique
[101] https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/25/09/7/PPN_INFORMATIQUE_256097.pdf

l'espace visuel de ce support pour travailler en sous-groupes, conservant ainsi en permanence une visibilité sur le travail des autres sous-groupes de leur propre **groupe TD**.

La **troisième session** réinvite alors les étudiants à travailler à nouveau en concert au niveau de leur groupe TD pour réaliser l'analyse de l'existant et le début de conception de la tâche principale.

À partir de la **quatrième session** (début de la **tâche principale**), chaque **groupe TD** a pour objectif de réaliser le prototype d'un jeu virtuel sur la thématique de l'« *escape game*[102] » dans un langage de programmation donné (*i.e.*, *Java*, *JavaFX*) en incluant dans leur démarche des phases de maquettage de l'interface jusqu'à l'évaluation ainsi que des tests utilisateur de leur prototype. Le traçage de cette démarche est réalisé au travers de nouveaux supports numériques communs ainsi que des outils organisationnels et de production technique liés au développement informatique.

La **cinquième session** est la continuité de la quatrième sur le développement vers la finalisation de la tâche principale, c'est-à-dire la réalisation du prototype jouable.

La dernière et **sixième session** représente le temps d'évaluation où les formateurs[103] de la situation se constituent en jury pour apprécier la présentation des prototypes, communautés par communautés et groupes par groupes en partageant la parole librement en fonction des organisations, rôles, ou division du travail de chaque collectif. Chaque session par groupe TD ou communauté dure 3h et se réalise en période de confinement, via *Discord*, en synchrone avec partage de caméra, d'écrans, et gestion des micros autonomes. Le résultat final présenté est le jeu tel qu'il pourrait être joué par un utilisateur final, avec un membre du jury qui prend la place du joueur et les membres des communautés et groupes qui commentent et décrivent la manière dont ils ont travaillé ensemble tout en guidant l'évaluateur dans la progression du jeu[104].

Les trois premières tâches/sessions ont pour triples objectifs pédagogiques de (1) stimuler la réflexion collective autour des connaissances et compétences à mobiliser pour réaliser la tâche principale, (2) donner le temps et les moyens d'accompagner l'appropriation d'un nouveau dispositif numérique de collaboration en temps réel ou asynchrone, (3) faire travailler les étudiants à différents niveaux de groupes (groupe TD, sous-groupes) avec des objectifs communs.

---

[102] Sur la thématique du jeu d'évasion, voir : https://fr.wikipedia.org/wiki/Jeu_d'%C3%A9vasion

[103] Chargés de cours, vacataires, ATER (Attaché temporaire d'enseignement et de recherche) et doctorants.

[104] Notamment pour donner les indications de résolutions d'énigmes pour avant dans l'escape game et parvenir à la réussite ou l'échec du scénarios selon la conception des étudiants de la SACI

### 8.2.6. ❓ Attentes

Dans un premier temps, au travers des questionnaires réalisés en méthode *pre*-test/*post*-test, nous nous attendons[105] à ce que les dimensions identifiées et sélectionnées pour accompagner l'émergence d'IC, soient représentatives et significatives relativement à la situation.

Nous nous attendons à ce que :

- **A1.** Les **scores aux questionnaires** en amont soient cohérents, fiables, distribués plus ou moins normalement et que chaque **dimension mesurée** soit bien **présente** dans la **situation observée** avec plus ou moins de normalité et d'homogénéité dans les variances de moyennes.
- **A2.** Une **évolution positive** de ces **scores** au SIC **après** l'activité, et ce dépendamment ou indépendamment de la note issue de l'**évaluation**.
- **A3.** Des **dimensions complémentaires** liées au collectif (PLN) soient corrélées avec le SIC sur des liens plus fins entre facteurs et sous-facteurs de mesures par échelles.
- **A4.** Des **corrélations** entre les volumes et types d'**interactions** recueillies dans les **traces** de l'activité collective et les **scores** aux SIC ainsi que les **performances évaluées**.
- **A5.** Ces scores du SIC soient **corrélés positivement** avec les **performances** liées à l'**évaluation** des **présentations** et **productions finales**.
- **A6.** Des variations inter-individuelles (d'un étudiant à un autre), intra-groupales (groupement des sous-groupes de groupe TD) et inter-groupales (d'un groupe TD à un autre) concernant les **scores** aux SIC et les **performances évaluées**.

Ainsi, plus les participants auraient des scores élevés sur leur autoévaluation personnelle du SIC, et plus leurs performances seraient élevées en observant des liens avec les volumes et la nature des interactions dans une situation donnée.

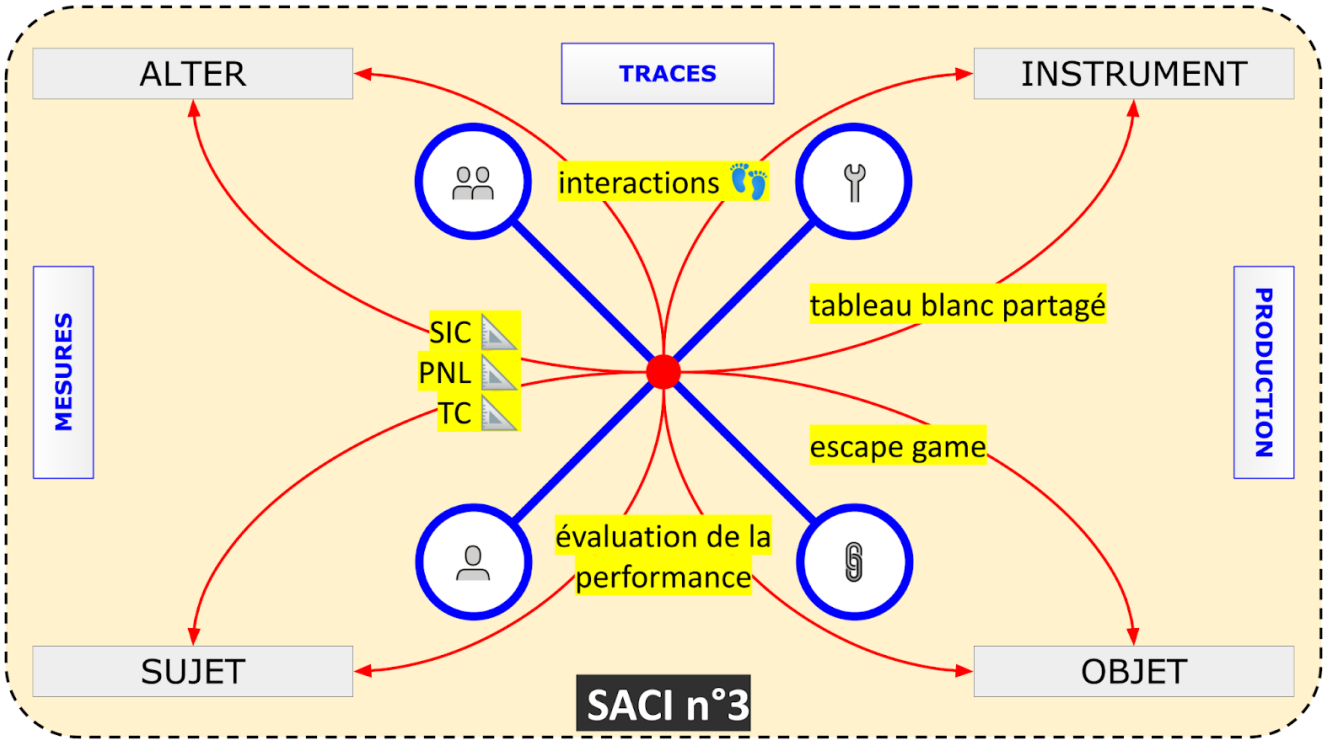
Notons qu'en raison d'un manque d'intégrité et de complétude des données recueillies, certaines de ces attentes ne pourront ni être infirmées, ni être confirmées par des analyses et traitements statistiques classiques, notamment la A6. qui impliquait des jeux de données complets afin de pouvoir comparer les niveaux de composition individuels, groupaux, collectifs et globaux tels que prévus dans le protocole d'observation.

Dans un second temps, nous cherchons à représenter ces données statistiquement pondérées pour observer des modèles émergents dans l'analyse de réseau social de cette SACI.

Nous présentons ainsi le modèle d'observation de la SACI **n°3** (Figure 8.5)

[105] Il s'agit ici d'« attentes » au sens quasi-expérimental, inspiré par la méthode expérimentale qui stipule de proposer des hypothèses affirmatives, claires et précises avec des variables x, y et z sur phénomène relativement connu (voir Section 5.1).

**Figure 8.5** - SACI **n°3**.




## 8.3. Analyses et résultats

Dans un premier temps, du fait d'une étude plus longitudinale dans sa durée, et du recueil de données par questionnaire à 6 semaines d'intervalle, nous nous concentrons sur l'analyse des données quantitatives autorapportées avec les différentes dimensions que nous avons sélectionné pour l'observation de la SACI. Nous commençons alors par des analyses descriptives sur les données statistiques primaires.

Nous analysons ensuite les scores obtenus aux échelles du SIC, une adaptation multidimensionnelle basée sur les échelles du SEC pour sonder les dimensions principales supposées d'après l'élaboration théorique de la mesure d'une forme d'émergence d'IC (*i.e.*, 12 dimensions : *cognition, compétences, créativité, coopération, collaboration, coordination, synergie, stigmergie, instrumentation, instrumentalisation, valorisation, volition*).

Nous analysons aussi les réponses sur 5 items en *post-test*, que nous attribuons comme intrinsèquement liés à l'activité collective en se référant aux travaux de Harding et Engelbrecht (2015) et Wooley *et al.* (2010) sur le travail collaboratif et les PLN (*i.e.*, *motivation*, *sentiment d'appartenance, opportunités de communication, liberté d'expression, exposition à différentes perspectives*) ; et ce, afin de les mettre en parallèle avec le SIC.

Dans un second temps, nous analysons les traces de l'activité sur la phase de prototypage de l'*escape game* par les étudiants dans l'interface de ***Miro*** en consolidant les données à partir des historiques de modifications de chaque tableau.

Enfin, nous croisons les différents types de données pour répondre à nos objectifs et attentes si tel est le cas qu'une émergence d'IC soit identifiée au cours de la SACI.

### 8.3.1. Sur les questionnaires issus des données autorapportées

#### 8.3.1.1. Sur l'émergence d'un sentiment d'IC (SIC)

🧍 **Au niveau individuel**, les données (voir Tableau 8.1) montrent globalement un haut niveau de score sur le SIC avant (SIC1) et après (SIC2), avec des moyennes et médianes proches et un écart-type relativement faible.

**Tableau 8.1** - Scores aux échelles du SIC en pourcentages (avant/après) au niveau global.

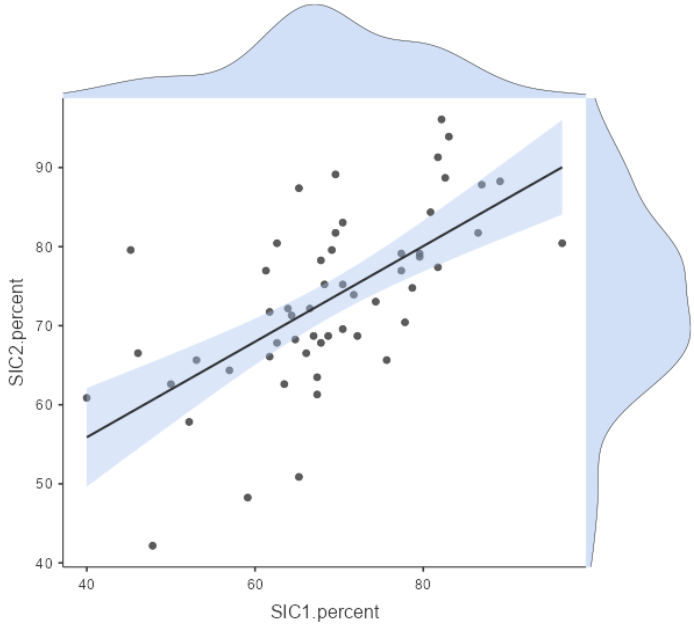
Statistiques descriptives

| | | | | | | | Shapiro-Wilk | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Moyenne | Médiane | Ecart-type | Minimum | Maximum | W | p |
| SIC1.percent | 55 | 68.9 | 68.3 | 11.7 | 40.0 | 96.5 | 0.981 | 0.545 |
| SIC2.percent | 55 | 73.4 | 73.0 | 11.0 | 42.2 | 96.1 | 0.982 | 0.592 |

Note. SIC1 = avant (pré) ; SIC2 = après (post)

Les données sont également distribuées de manière relativement normale (voir Figure 8.6).

**Figure 8.6** - Diagramme de dispersion des scores obtenus à l'échelle du SIC1 en fonction du SIC2.



🧑‍🤝‍🧑 **Au niveau des communautés**, nous n'avons pu en fait, que partiellement consolider le corpus de données en se basant sur les données complètes en amont (SIC1) et en aval (SIC2), nous permettant de n'avoir qu'une vue incomplète au niveau des 6 groupes TD (communautés) et des sous-groupes qui composent chaque communauté (voir Tableau 8.2). Sur les **123** participants initiaux, les données n'ont ainsi pu être reconstituées que pour **112** participants uniques au niveau des interactions, et **55** participants uniques en comptant seulement les réponses complètes au SIC1 et SIC2.

**Tableau 8.2** - Scores aux échelles du SIC en pourcentages (avant/après) au niveau des communautés.

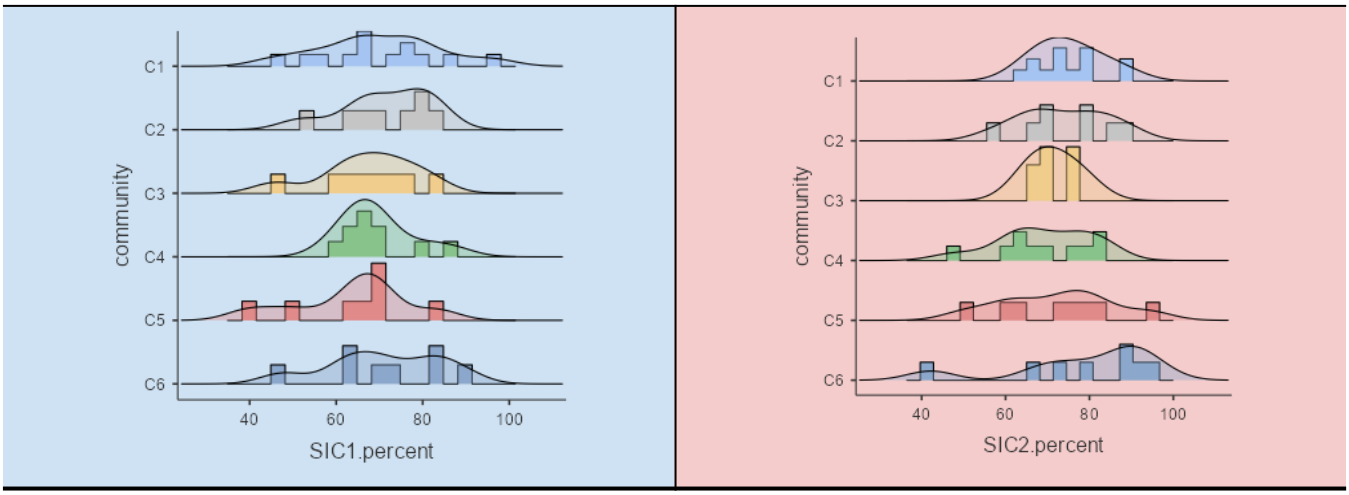
Statistiques descriptives

| | community | N | Moyenne | Médiane | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SIC1.percent | C1 | 13 | 70.0 | 67.8 | 13.99 | 45.2 | 96.5 |
| | C2 | 8 | 71.5 | 72.2 | 10.24 | 52.2 | 82.6 |
| | C3 | 8 | 67.2 | 68.7 | 11.09 | 46.1 | 81.7 |
| | C4 | 10 | 69.5 | 67.4 | 8.05 | 59.1 | 86.5 |
| | C5 | 8 | 63.4 | 66.7 | 13.17 | 40.0 | 83.0 |
| | C6 | 8 | 70.9 | 70.7 | 13.36 | 47.8 | 89.1 |
| SIC2.percent | C1 | 13 | 75.0 | 73.0 | 7.52 | 64.3 | 87.8 |
| | C2 | 8 | 73.8 | 73.5 | 10.39 | 57.8 | 88.7 |
| | C3 | 8 | 71.4 | 69.1 | 4.89 | 66.1 | 77.4 |
| | C4 | 10 | 69.3 | 68.9 | 10.92 | 48.3 | 83.0 |
| | C5 | 8 | 72.1 | 73.5 | 13.63 | 50.9 | 93.9 |
| | C6 | 8 | 78.6 | 84.3 | 17.48 | 42.2 | 96.1 |

### Homogénéité des communautés et des groupes

Nous avons ensuite cherché à savoir s'il y avait un effet de la communauté (*i.e.*, groupe TD) sur le SIC avant et après la tâche. Les deux ANOVAs ne révèlent aucun effet significatif (*ps* > .5) sur le SIC en fonction de la communauté (voir Figure 8.7). Ces résultats sont cependant à relativiser, car les données au niveau global, et donc au niveau des communautés, ne sont que partiellement consolidées (ceci étant dû aux multiples abandons en cours de formation ou à l'absence de réponse à l'un ou l'autre des questionnaires). Pour cette raison, nous ne descendons pas au niveau d'analyse groupal, ayant des groupes sans aucune donnée au sein de chaque communauté.

**Figure 8.7** - Scores aux échelles du SIC en pourcentages (avant/après) au niveau des communautés.




Note. En bleu = SIC1, avant ; en rouge = SIC2, après.

### Fiabilité du SIC

Afin de vérifier la fiabilité de cette échelle du SIC, nous avons réalisé plusieurs statistiques de fidélité au niveau de l'ensemble des 12 sous-dimensions de l'échelle (23 items) avant et après la tâche, obtenant des résultats satisfaisants dans les deux temporalités de mesures (Figure 8.8).

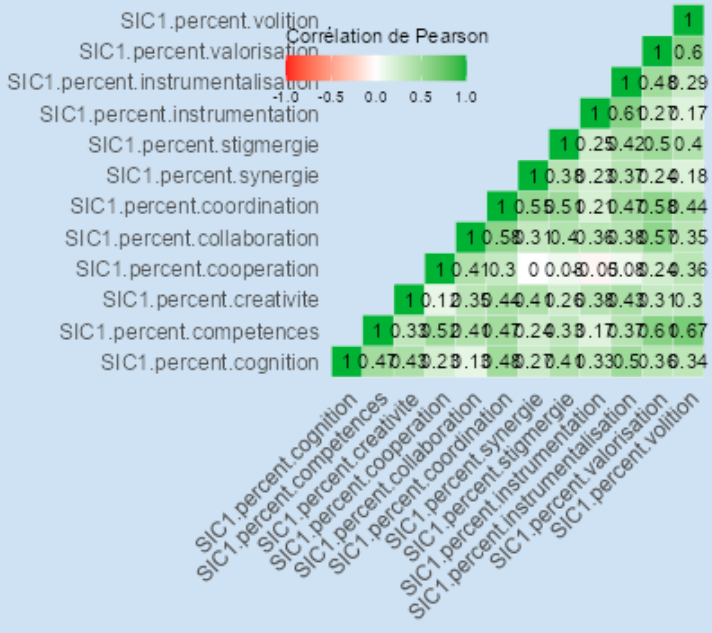
**Figure 8.8** - Fiabilité du SIC et de ses sous-dimensions.

Statistiques de fidélité de l'objet

**AVANT (pré-test)**

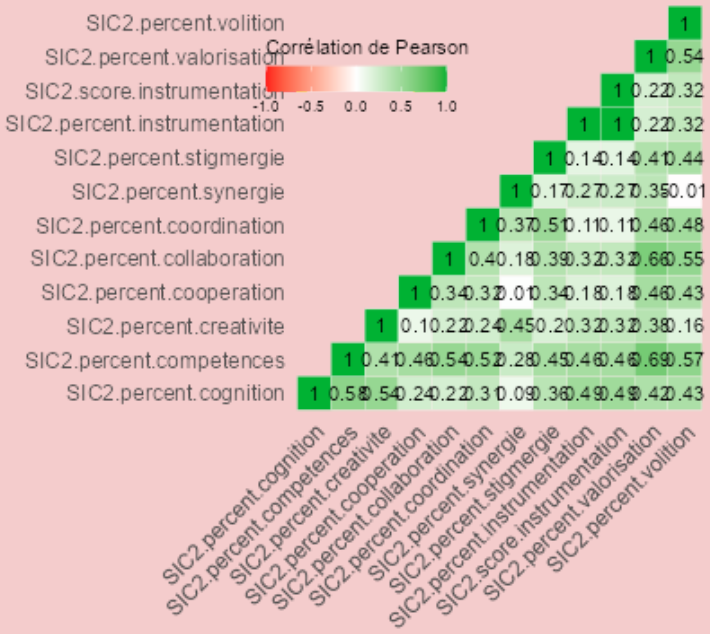
| | α de Cronbach | ω de McDonald |
|---|---|---|
| échelle | 0.861 | 0.873 |

**Carte de chaleur – corrélation SIC**



APRÈS (post-test)

| | α de Cronbach | ω de McDonald |
|---|---|---|
| échelle | 0.835 | 0.871 |




Au niveau des sous échelles non mesurées par des items uniques, nous observons également des indicateurs statistiques semblant indiquer une fiabilité interne acceptable (voir Tableau 8.3) pour chaque dimension, à l'exception des items mesurant la 🎨 Créativité.

**Tableau 8.3** - Fiabilité des sous-dimensions du SIC en intra-items.

Statistiques de fidélité de l'objet

| | Nb items | AVANT (pré-test) | α de Cronbach | ω de McDonald | APRÈS (post-test) | α de Cronbach | ω de McDonald |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 🧠 Cognition | 3 | | 0.875 | 0.885 | | 0.709 | 0.718 |
| 💼 Compétences | 3 | | 0.775 | 0.808 | | 0.676 | 0.731 |
| 🎨 Créativité | 3 | | 0.444 | 0.569 | | 0.263 | 0.493 |
| 🔀 Coordination | 2 | | 0.790 | 0.794 | | 0.777 | 0.778 |
| 🌟 Valorisation | 4 | | 0.745 | 0.770 | | 0.822 | 0.831 |
| 🎟 Volition | 2 | | 0.745 | 0.749 | | 0.898 | 0.905 |

Note. *Inacceptable* ≤ 0.5. *Pauvre* ≤ 0.6. *Questionnable* ≤ 0.7. *Acceptable* ≤ 0.8. *Excellent* ≤ 0.9
Note. Les coefficients n'ont pas été calculé pour ↕ Coopération, ↔ Collaboration, 🔁 Synergie, 🔃 Stigmergie, ⬅️ Instrumentation, ➡️ Instrumentalisation mesurés par des items uniques.

Nous pouvons ainsi répondre avec une certaine confiance sur la pertinence, la validité, la fiabilité ainsi que la distribution plus ou moins normale et homogène de cette échelle du **SIC** au

niveau global (**A1.**). Cependant, nous n'avons pas pu atteindre les niveaux groupaux et communautaires tels que nous le souhaitions, faute de données suffisamment consolidées. Nous avons alors examiné plus en détails les composantes et facteurs de l'échelle dans sa composition.

### Analyses factorielles exploratoires et analyses factorielles confirmatoires

Ayant ainsi observé une fiabilité globalement acceptable sur l'échelle du SIC, nous avons alors voulu vérifier et déterminer l'existence de facteurs latents sous-jacents. Pour ce faire, nous avons procédé de deux manières :

- (1️⃣) en partant de notre modèle pré-établi basé sur l'identification des 12 dimensions et en réalisant une analyse factorielle confirmatoire[106] (AFC, voir Figure 8.9) sur ce modèle ;
- (2️⃣) en réalisant une analyse factorielle exploratoire (AFE, voir Figure 8.10) sur l'ensemble des dimensions pour révéler d'autres facteurs latents et regroupements possibles de constructions psychologiques puis en cherchant à les confirmer par une AFC.

La première méthode nous permet de chercher à confirmer la pertinence du modèle préétabli, tandis que la seconde nous permet d'explorer un modèle alternatif susceptible d'expliquer d'autres regroupements possibles par la tentative statistique de réduction de données.

(1️⃣) Au niveau de notre modèle préétabli (6C-2S-2I-2V), représenté par les facteurs de :

- 🧠 Cognition
- 💼 Compétences
- 🎨 Créativité
- ↕ Coopération
- ↔ Collaboration
- 🔀 Coordination

- 🔁 Synergie
- 🔃 Stigmergie

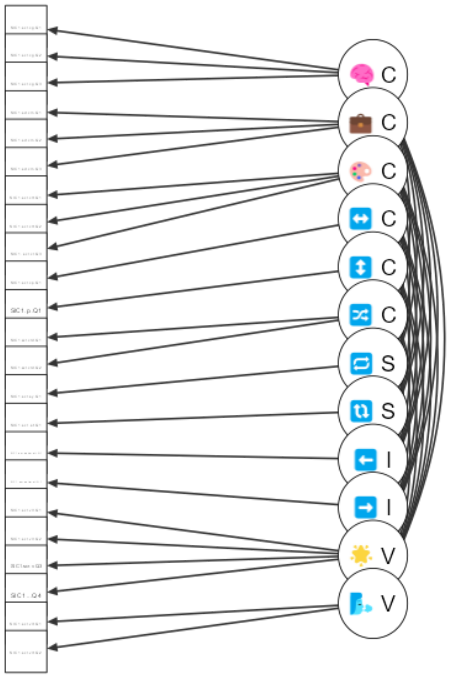
- ⬅ Instrumentation
- ➡ Instrumentalisation

- 🌟 Valorisation
- 🎏 Volition

Les résultats de cette AFC correspondant à ce modèle semblent plutôt satisfaisants : la contribution des facteurs explicatifs est relativement équilibrée avec des estimations variant de 0.604 à 2.690 presques tous les *ps* < .01 et une grande majorité de *ps* < .001 avec un test d'ajustement exact du modèle ($\chi^2 = 239$, $ddl = 170$, $p < .001$).

[106] Pour rappel, il s'agit du modèle d'analyse statistique développé initialement par Spearman (1904) au siècle passé pour étudier l'intelligence générale. Les AFC et AFE sont depuis transposées dans de nombreux domaines en tant qu'outil d'analyse statistique de référence pour juger du poids des variables, dont l'étude de l'IC. Voir Section 1.1.2 et Section 3.3.1.

**Figure 8.9** - Diagramme structurel des facteurs latents d'après notre modèle prédéfini.

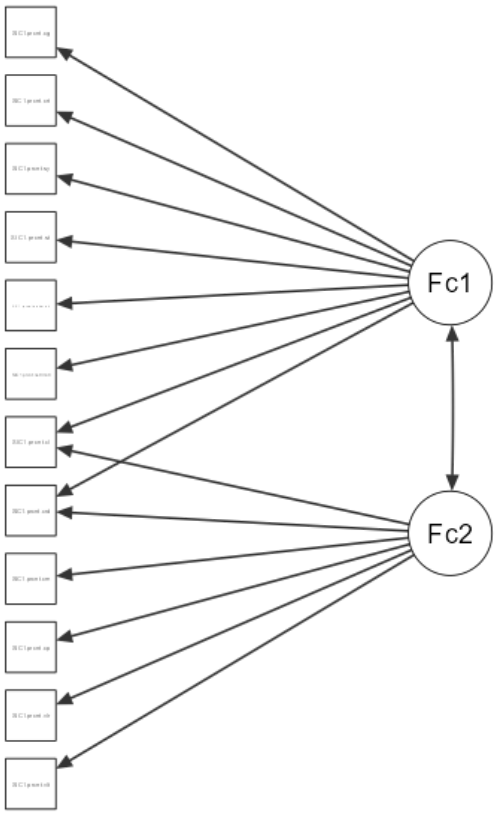



(2) Si nous voulions éventuellement réduire le nombre de facteurs, ou pour le moins observer des tendances de regroupement alternatif des facteurs préétablis par notre modèle, nous pouvons réaliser une AFE au niveau des **12** sous-dimensions. Cette analyse réalisée avec la méthode d'extraction de « *résidu minimum* » utilisée en association avec une rotation « *oblimin* » révèle ainsi deux groupements possibles de facteurs avec une corrélation inter-facteur de 0.472.

La première série de facteurs contributifs (**Fc1**) est représentée par **8** dimensions : la Cognition (0.456), la Créativité (0.553), la ↔ Collaboration (0.314), la Coordination (0.475), la Synergie (0.546), la Stigmergie (0.458), l'Instrumentation (0.686), et l'Instrumentalisation (0.791).

La seconde série de facteurs contributifs (**Fc2**) est représentée **6** dimensions : les Compétences (0.834), la ↕ Coopération (0.687), ↔ Collaboration (0.431), la Coordination (0.419), la Valorisation (0.579) et la Volition (0.711).

**Figure 8.10** - Diagramme structurel des facteurs latents d'après l'AFE.



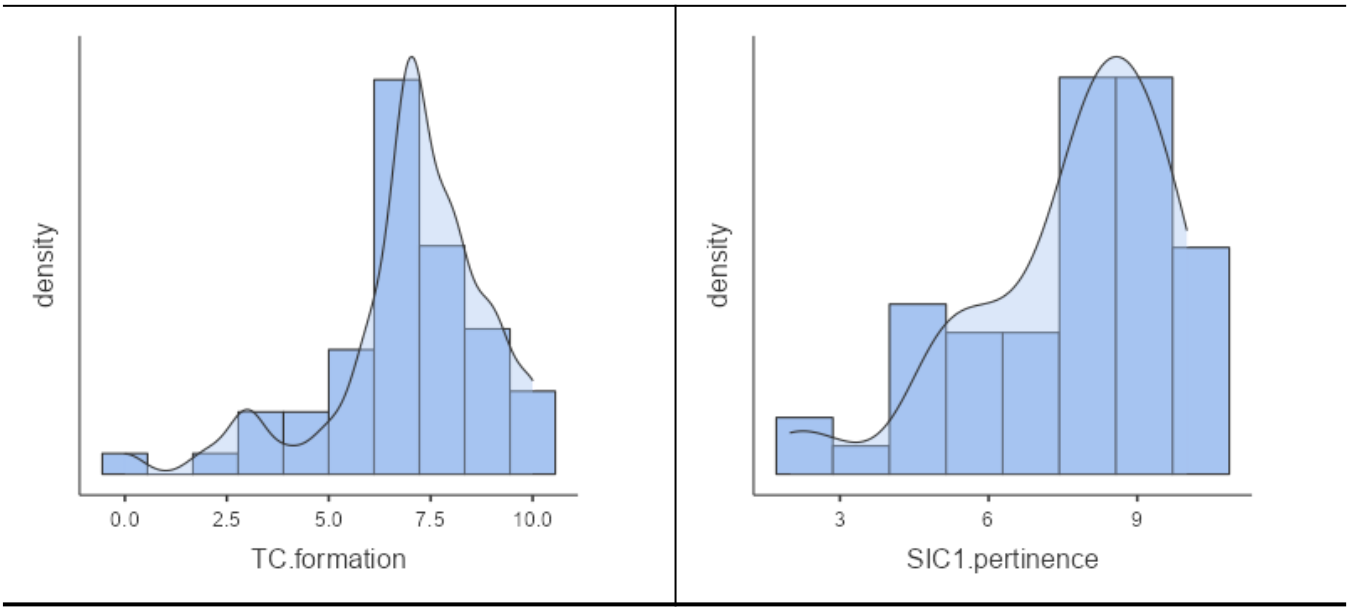

Les résultats de cette AFC correspondant à ce modèle issu de l'AFE comprenant 2 facteurs semblent également plutôt satisfaisants. La covariance des facteurs présente ainsi une estimation de 0.636 ($Z$ = 5.48, $p$ < .001) du Facteur 2 (**Fc2**) sur le Facteur 1 (**Fc1**). La contribution des facteurs explicatifs présente des estimations variant de 5.47 à 15.30 presque toutes les valeurs $p$ (*ps)* < .01 et une grande majorité de *ps* < .001 avec un test d'ajustement exact du modèle ($\chi^2$ = 85.3, *ddl* = 51, $p$ = 0.002).

Les analyses détaillées de contribution de facteurs et de corrélations inter-facteurs sont rassemblées dans l'ANNEXE des données ouvertes et analyses statistiques.

### Questions complémentaires sur la formation au TC et la pertinence du questionnaire

Afin de vérifier de manière intersubjective la validité externe et apparente de la pertinence des questions sur le SIC, nous avons interrogé les apprenants, sur leur impression à propos de la qualité de leur formation antérieure sur le travail collaboratif, ainsi que la pertinence du questionnaire auquel ils venaient de répondre (voir Figure 8.11, sur une échelle de 1 à 10 : de *Pas du tout* à *Tout à fait*). Les étudiants semblent ainsi estimer qu'ils sont relativement bien formés au travail collaboratif ($M$ = 7.00, $W$ = 0.882, $p$ < .001) et que le questionnaire était plutôt pertinent pour réfléchir au travail collectif ($M$ = 7.64, $W$ = 0.881, $p$ < .001).

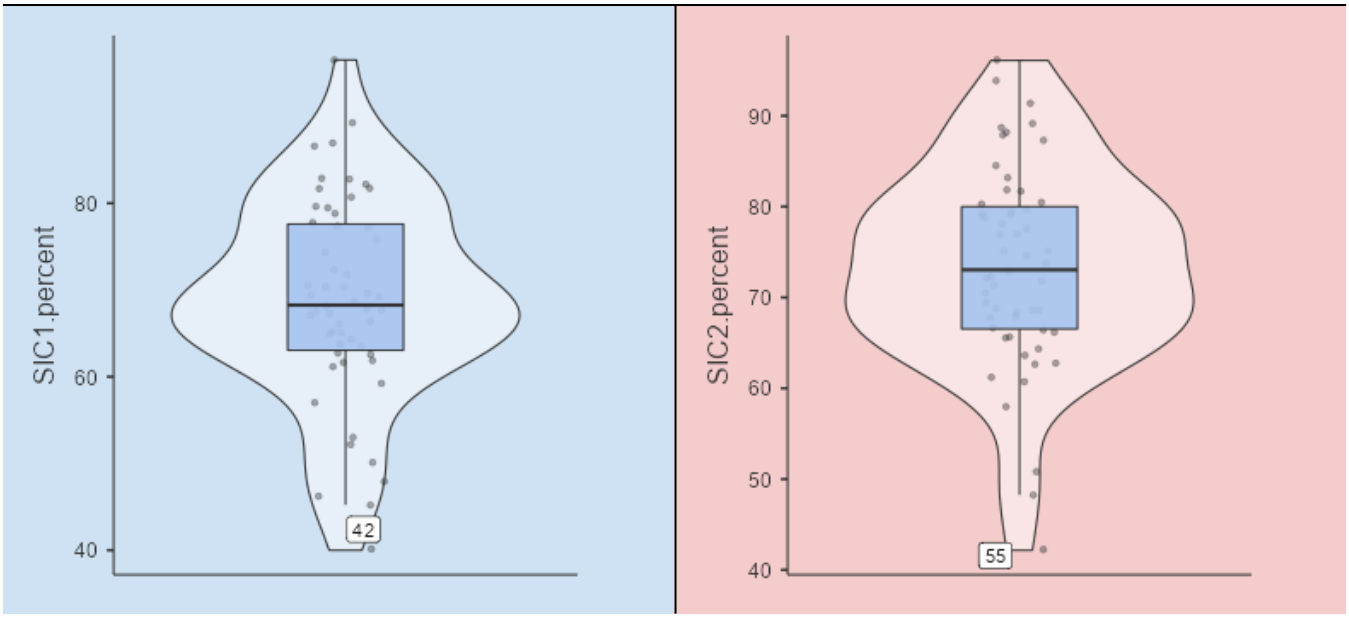
**Figure 8.11** - Estimation de la formation au travail collectif et la pertinence perçue du questionnaire pour mieux y réfléchir (sur 10).

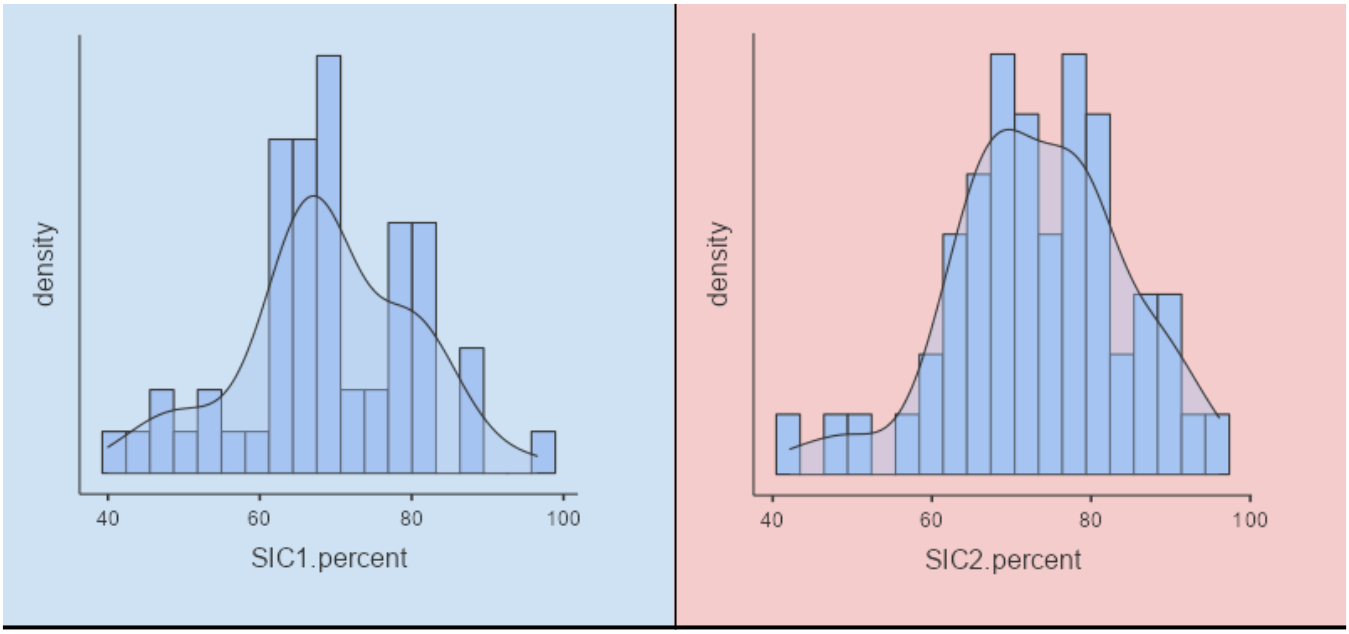



### Évolution du SIC après le travail collectif

Nous avons réalisé un test *t* pour échantillons appariés, afin de vérifier s'il y avait une différence significative entre les scores au SIC1 et au SIC2 (voir Figure 8.12). L'analyse révèle ainsi une différence significative entre les deux mesures au niveau global ($t[54] = -3.41$, $p < .001$, $d = -0.460$), indiquant une hausse significative des scores aux SIC entre avant et après la réalisation de la tâche (*c.f.*, Tableau 8.1). Ceci valide ainsi notre attente sur l'évolution positive du SIC après l'activité au niveau global (**A2.**) et ce, après vérification de la validité interne de l'échelle, de l'homogénéité des variances entre groupes et des facteurs internes du modèle.

**Figure 8.12** - SIC1 vs SIC2 au niveau global.






Notre attente concernant les différences et variations intra et interinviduelles au niveau comparatif *individuel* ↔ *groupal* ↔ *communauté* (**A6.**) n'a pu être élaborée compte tenu de l'incomplétude de nos jeux de données. Cette exploration a donc été abandonnée.

Nous poursuivons cependant notre étude au niveau groupal, en s'appuyant sur les questions liées aux réseaux personnels d'apprentissage pour les comparer avec le SIC et servir d'étalonnage à nos mesures.

#### 8.3.1.2. Sur la motivation et les déterminants intrinsèquement liés au collectif

Les questions non traitées dans les dimensions du SIC, telles que la motivation et la communication, ont été sondées indépendamment sur une échelle de 1 à 10, pour réaliser une comparaison avec les résultats du SIC. Le Tableau 8.4 présente des résultats indiquant une estimation forte en moyenne de l'ensemble des participants sur l'ensemble des questions avec une distribution normale très significative.

**Tableau 8.4** - Indicateurs sur l'appréciation de la motivation et des éléments du réseau personnel d'apprentissage (PLN) au niveau global.

Statistiques descriptives

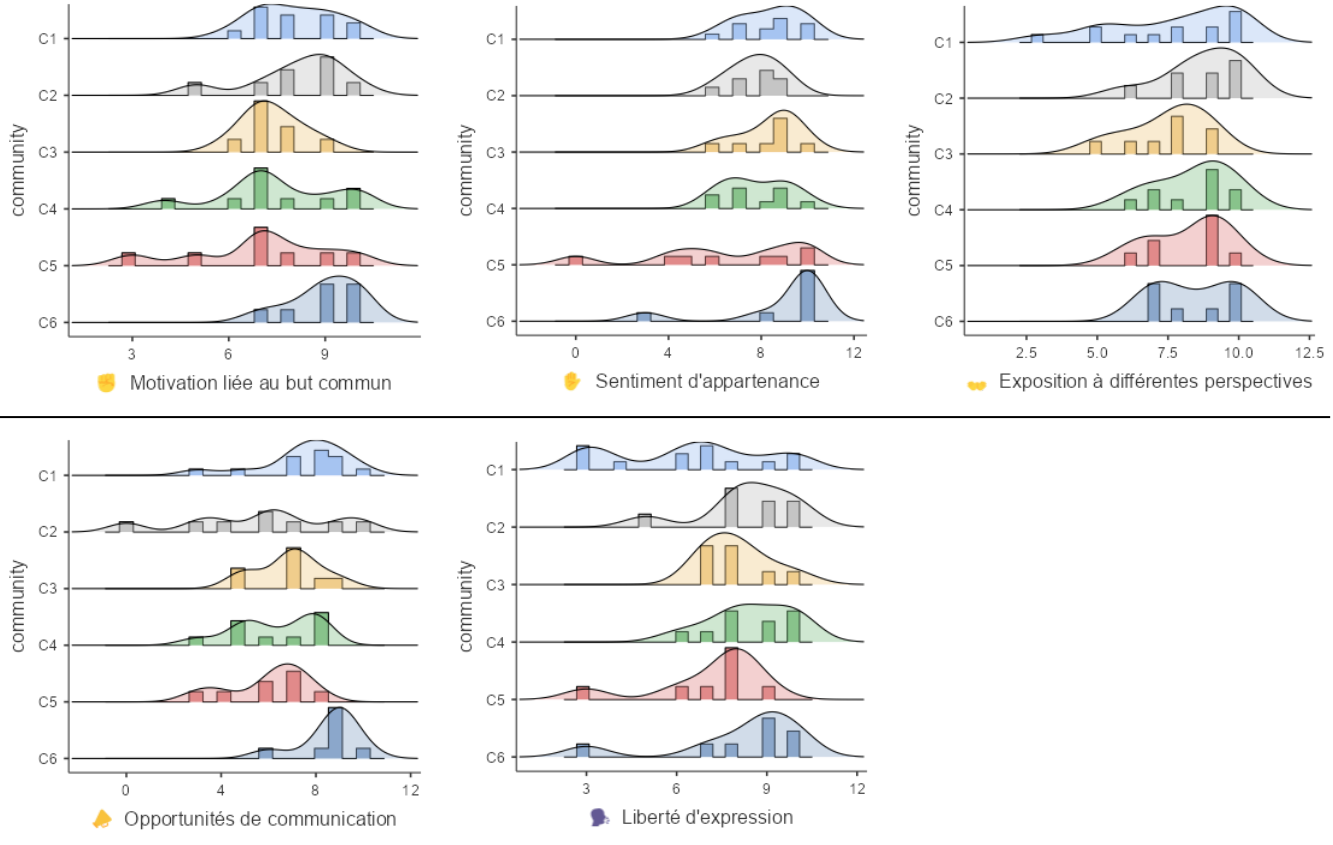
| | | | | | | Shapiro-Wilk | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Moyenne | Médiane | Ecart-type | Minimum | Maximum | W | p |
| ✊ Motivation liée au but commun | 55 | 7.85 | 8 | 1.58 | 3 | 10 | 0.913 | < .001 |
| ✋ Sentiment d'appartenance | 55 | 7.98 | 8 | 1.99 | 0 | 10 | 0.844 | < .001 |
| 🤙 Opportunités de communication | 55 | 6.87 | 7 | 2.10 | 0 | 10 | 0.924 | 0.002 |

Statistiques descriptives

| | N | Moyenne | Médiane | Ecart-type | Minimum | Maximum | Shapiro-Wilk W | Shapiro-Wilk p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Liberté d'expression | 55 | 7.65 | 8 | 2.01 | 3 | 10 | 0.866 | < .001 |
| Exposition à différentes perspectives | 55 | 8.15 | 9 | 1.65 | 3 | 10 | 0.895 | < .001 |

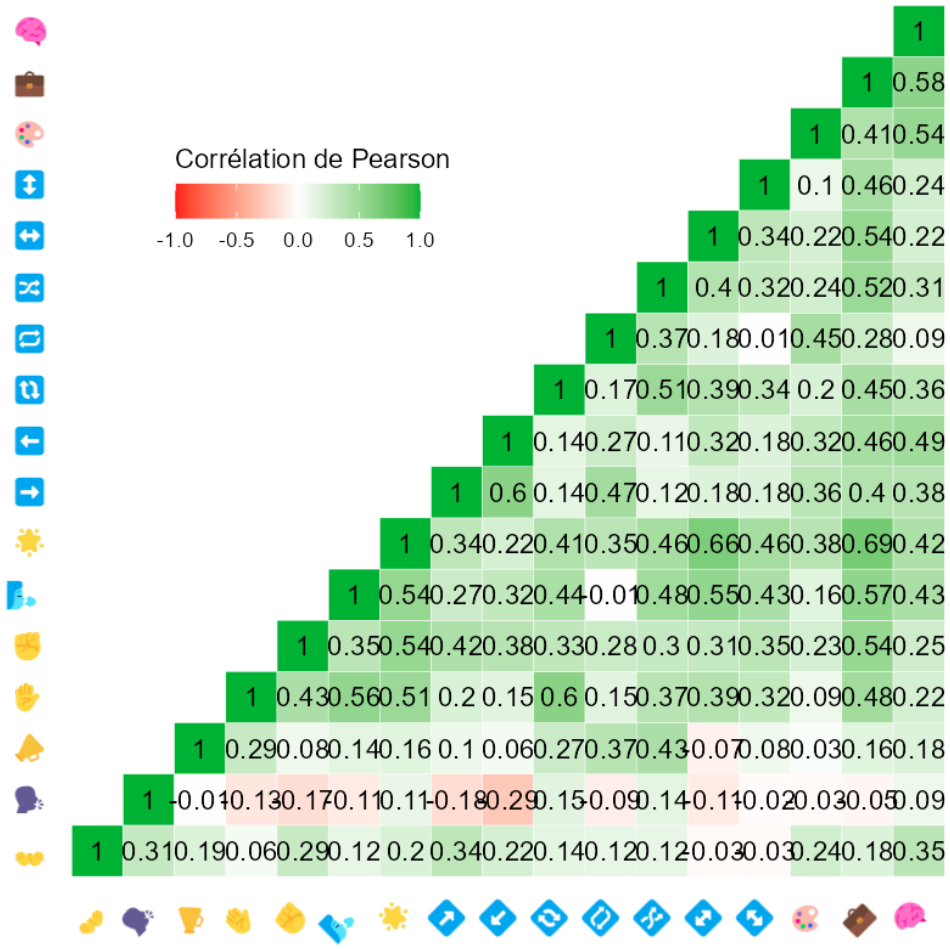
**Au niveau des communautés**, la représentation des données n'est pas assez complète pour établir une distribution ou une homogénéité à des niveaux plus fins d'analyses (*i.e.*, *communauté, intergroupe, groupe, intragroupe*). Nous obtenons ainsi une vue incomplète (voir Figure 8.13) et non interprétable des données liées intrinsèquement à des aspects collectifs n'ayant que peu de sens statistique, en dehors de leur intégrité totale au niveau global et par communauté.

**Figure 8.13** - Indicateurs sur l'appréciation de la motivation et des éléments du réseau personnel d'apprentissage par communautés.




Sur ces résultats incomplets mais indiquant toutefois des tendances, nous avons alors cherché à étudier plus en finesse les corrélations possibles (voir Figure 8.14) entre les dimensions du SIC mesurées à un niveau intrasubjectif et les déterminants intrinsèquement liés au collectif interobjectif émergent des PLN en SACI.

**Figure 8.14** - Carte de chaleur des liens entre SIC et PLN.




Ces corrélations dont nous ne livrons ici que la carte de chaleur, sont dans l'ensemble positives et nous indiquent une relative homogénéité et fiabilité dans les comparaisons des dimensions, à l'exception de la dimension sur la 🗣 *Liberté d'expression* (*i.e.*, le fait de pouvoir communiquer ses idées et opinions sans crainte de conflit ou contradiction avec les autres membres du groupe), qui semble corréler négativement avec la plupart des autres dimensions.

Notre attente sur ces liens positifs entre les déterminants de réseaux d'apprentissages et le SIC sont ainsi partiellement confirmées au niveau global (**A3.**)

### 8.3.2. Sur les interactions pendant l'activité

🧍 **Au niveau individuel**, les interactions sur la plateforme sont comptées (voir Tableau 8.5) via l'historique de modification des tableaux blancs, elles correspondent à des actions catégorisées en types fonctionnels tels que « **créer** » (i.created), « **ajouter** » (i.added), « **éditer** » (i.edited), « **supprimer** » (i.deleted), « **commenter** » (i.commented), « **répondre** » (i.responded). Notons que sur l'ensemble des participants aux tableaux blancs (*n* = **112**), le volume total des

interactions s'élève à **6086**, soit **30**% de plus complet que lorsqu'on les rapporte uniquement aux données consolidées avec les questionnaires **SIC1** (*avant*) et **SIC2** (*après*) (*n* = **55**).

**Tableau 8.5** - Interactions (*pendant*) au niveau global.

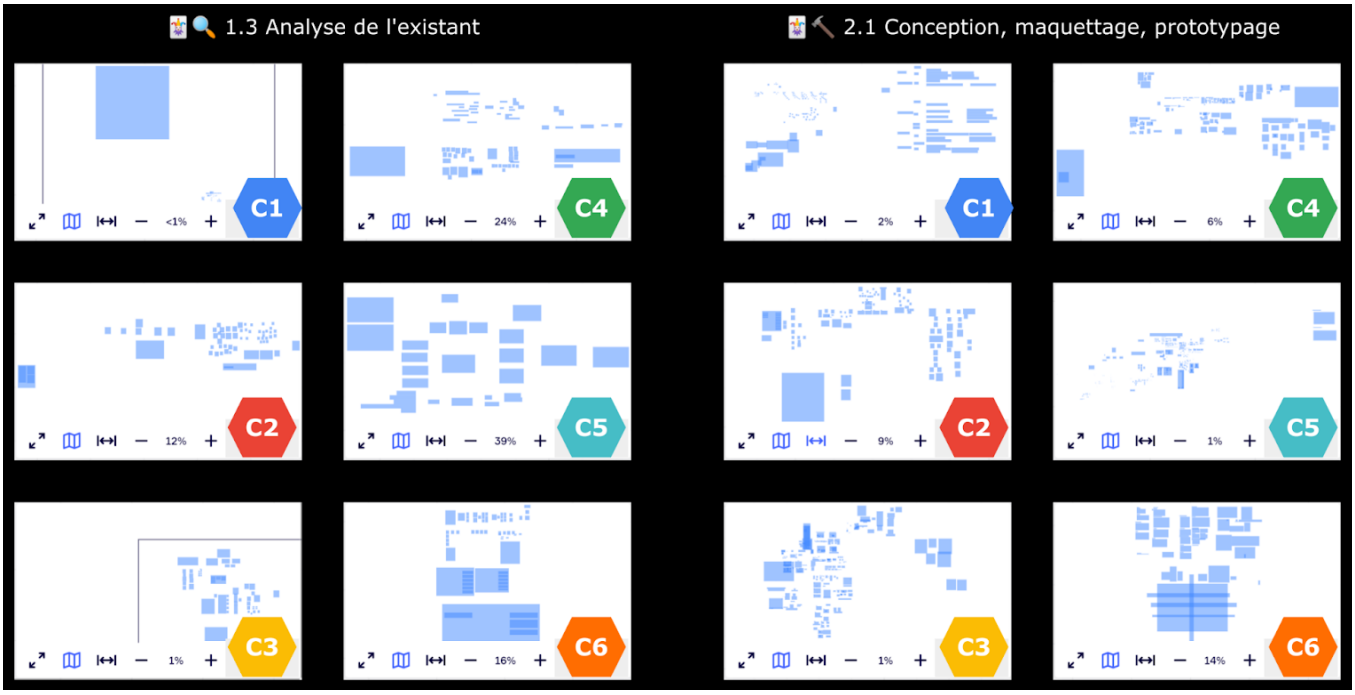
Statistiques descriptives

| | | | | | | | | Shapiro-Wilk | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | Moyenne | Médiane | Somme | Ecart-type | Minimum | Maximum | W | p |
| i.created | 55 | 2.418 | 0 | 133 | 7.047 | 0 | 38 | 0.389 | < .001 |
| i.added | 55 | 5.345 | 2 | 294 | 9.561 | 0 | 43 | 0.605 | < .001 |
| i.edited | 55 | 37.945 | 7 | 2087 | 68.766 | 0 | 301 | 0.600 | < .001 |
| i.deleted | 55 | 27.909 | 3 | 1535 | 63.107 | 0 | 353 | 0.486 | < .001 |
| i.commented | 55 | 0.709 | 0 | 39 | 2.477 | 0 | 14 | 0.322 | < .001 |
| i.responded | 55 | 0.109 | 0 | 6 | 0.458 | 0 | 3 | 0.257 | < .001 |
| i.total | 55 | 74.436 | 23 | 4094 | 124.144 | 0 | 600 | 0.630 | < .001 |

🧑‍🤝‍🧑 **Au niveau de la communauté** et du niveau d'analyse plus fin prévu au niveau groupal (sous-groupes de chaque communauté), nous n'avons pas pu reconsolider suffisamment les données d'échantillons. Notre vue est partielle et incomplète, elle ne permet que de rendre compte des profils ayant activement contribué à la situation, sans pouvoir produire de statistiques inférentielles plus avancées en l'état des données. Nous rendrons compte, dans une section suivante, de cette activité interactionnelle incomplète — mais réelle puisque cause et résultat du produit de l'évaluation des productions finales à l'issue de la tâche — au travers d'ARS révélant probablement autrement et plus marginalement, ces profils émergents. Notre attente sur les liens entre les interactions au travers de la plateforme et des autres variables (**A4.**) est ainsi reportée sur un autre type d'analyse, plus à même de saisir l'essence de l'action, même dans une reconstitution partielle des jeux de données.

Afin de donner une idée du matériel produit par les étudiants au travers de la plateforme de tableau partagé et des interactions qui en découlent, nous montrons les minimaps des tableaux de chaque communauté pour les phases d'analyse de l'existant (session 3) et de conception, maquettage et prototypage des sessions suivantes. Nous attachons en ANNEXE 15. les aperçus au niveau des pourcentages de zoom indiqués sur les cartes ci-dessous (Figure 8.15).

**Figure 8.15** - Aperçu des minimaps des tableaux blancs partagés (densité informationnelle).




### 8.3.3. Sur l'évaluation et la mesure de la performance

L'évaluation de la performance est basée sur les compétences visées par l'enseignement (*i.e.*, analyse, conception technique et réalisation d'une solution informatique) selon une grille d'évaluation portée à la connaissance des étudiants dès le départ (cette grille est fournie en ANNEXE). Trois évaluateurs ont évalué au travers de cette grille d'évaluation, suite au rendu des production finale et à la présentation par communauté et par groupe devant les intervenants constitués en jury : deux spécialistes de l'informatique et de l'approche ergonomique et un spécialiste en informatique et en particulier du langage de programme et de la partie technique de l'enseignement. L'évaluation s'est réalisée en trois temps, par délibération et consensus moyenné aboutissant à une note collective, puis une note de groupe, et enfin, pour des raisons légales et administratives, à une note individuelle. La note finale retenue pour ces analyses est donc la note individuelle, certaines défaillances individuelles très minoritaires de certains collectifs, ayant conduit à une individualisation plus juste de la note et ce au déficit unique de ceux n'ayant manifestement pas ou peu contribué à l'œuvre.

Ceci étant dit, il s'avère que les notes à l'issue de l'évaluation (coévaluation tripartite) et de la présentation (sur une durée de 3h par communauté sur la 6ème et dernière session synchrone, avec un découpage libre d'environ 20 minutes par sous-groupe, organisé au format soutenance/jury en *live* et partage d'écran via *Discord*) des **6** prototypes d'*escape game*, sont très bonnes, voire excellentes et ont largement dépassé les attentes et objectifs de l'enseignement. Le Tableau 8.6 résume les moyennes de ces notes en les rapportant au niveau de la communauté, soit une communauté ayant œuvré conjointement à la production d'un *escape game* commun. Un aperçu extrêmement condensé, en timelapse vidéo de ces escapes game est fourni sur la Figure

8.2, afin d'illustrer le dépassement des attentes avec un produit quasi-finalisé et largement supérieur à la qualité d'un simple prototype tel que cela avait été demandé dans la tâche.

**Tableau 8.6** - Rapports des moyennes des notes au niveau des communautés.

Statistiques descriptives

| | | community | NOTE.Collective | NOTE.Finale | NOTE.avg.jury |
|---|---|---|---|---|---|
| Moyenne | C1 | | 17.3 | 18.0 | 15.5 |
| | C2 | | 12.9 | 13.1 | 14.3 |
| | C3 | | 15.0 | 14.1 | 10.3 |
| | C4 | | 16.3 | 15.9 | 14.3 |
| | C5 | | 16.9 | 15.8 | 14.4 |
| | C6 | | 13.8 | 14.0 | 15.4 |

Note. Toutes les NOTEs sont sur 20 au sens académique de l'usage.

Nous avons alors cherché à savoir s'il existait des liens entre la note finale (la mesure juste d'une performance), les données issues du SIC pour les aspects intrinsèques et les données issues des déterminants extrinsèques communs. Très peu de corrélations positives ou négatives signifiantes (*r* de *Pearson* et *Rho* de *Spearman*) ressortent de ces analyses, à l'exception d'une corrélation positive entre la note et le nombre de *création d'objets* dans les *tableaux blanc* (0.643***) ; et d'une modeste corrélation négative entre la note et la dimension sur la 🗣 Liberté d'expression (-0.321*).

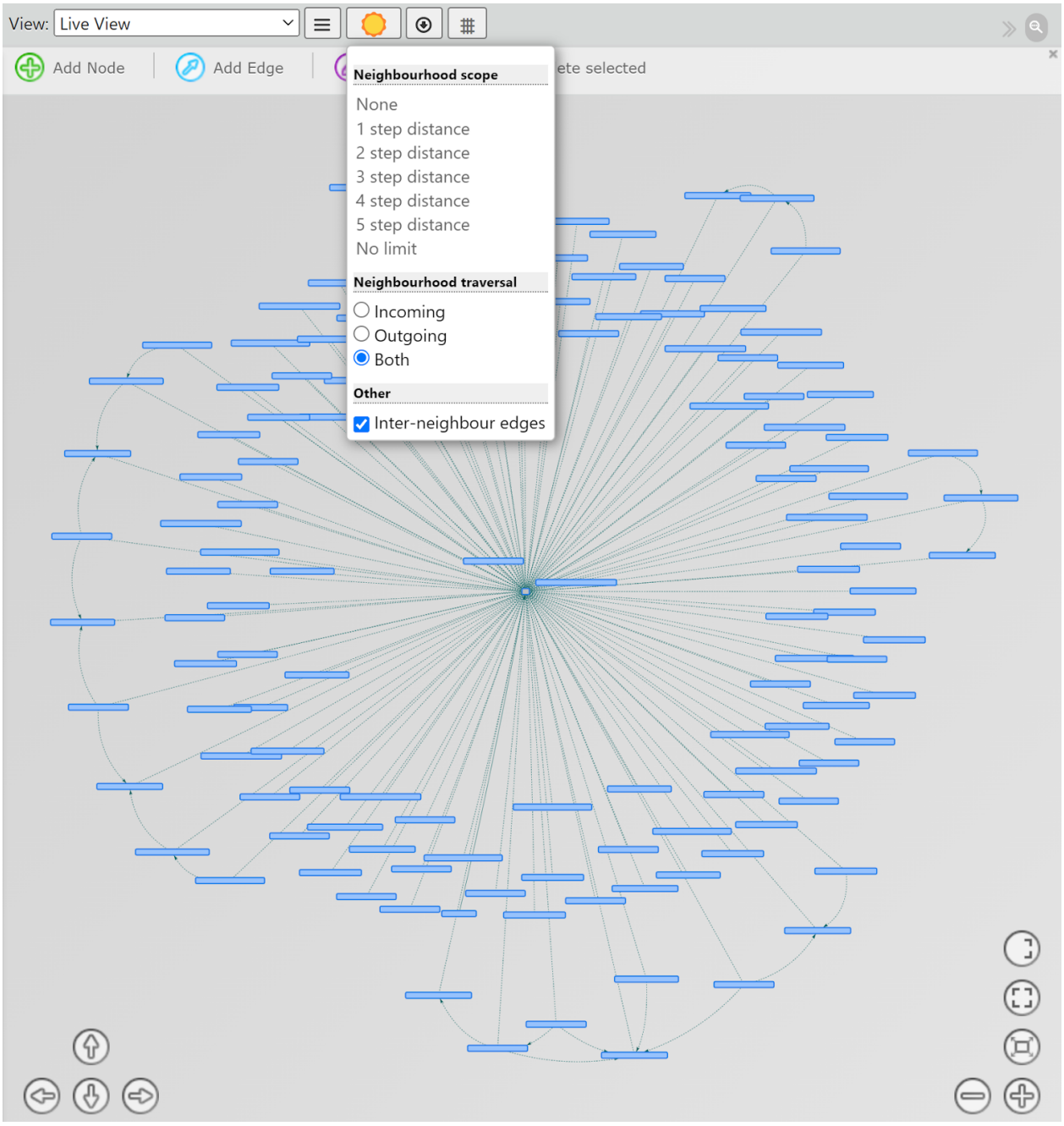
Notre attente sur les liens positifs entre l'évaluation finale et les autres variables de la situation (**A5.**) n'a donc pas donné de résultats suffisamment satisfaisants ou exploitables à ce niveau d'analyse.

### 8.3.4. Analyses de réseaux sociaux sur l'émergence d'une IC

Comme nous avons pu l'élaborer dans la Figure 7.12 de notre seconde étude, nous procédons généralement à l'initiation de nos ARS en deux phases. Une première phase, sur un petit échantillon (un groupe, une communauté), réalisée sans outil ou algorithme spécifique aux ARS et ce, afin d'extraire les nœuds, les variables et les jeux de données intéressants pour comprendre conceptuellement les structures interactionnelles, avant de les traiter plus massivement. La seconde phase, à partir de l'identification des liens (ou *edges*) nous permet ainsi de construire nos tableaux de données organisées en deux jeux, le jeu des nœuds et le jeu des liens qui permettent ensuite de réaliser des ARS en exploitant divers algorithmes pour en tirer des inférences, interprétations et modèles (ou *patterns*) émergents. Dans notre seconde étude, l'unité instrumentale de l'environnement nous a permis d'identifier assez rapidement des liens

qui ne ressortaient pas spécialement au niveau statistique, mais dont les interactions reliées permettaient une autre lecture de la situation observée. Cependant, dans cette étude, la multiplicité des outils et instruments utilisés par les étudiants (*Miro* + *Google Drive* + *Discord* + *Github, etc.*) et notamment l'utilisation naturelle de *Discord* pour des sessions vocales synchrones mêlées d'interactions verbales textuelles, ne nous a pas permis de passer la première phase d'identification des liens intéressants à approfondir pour des ARS pertinentes (voir Figure 8.16).

**Figure 8.16** - Tentative d'identification des liens entre les interactions pour préparation des ARS.




Note. Ici, le point central est virtuel. Il s'agit en fait de nœuds flottant sans liens identifiables entre eux. Seuls quelques-uns ont pu être établis (voir les interactions excentrées reliées entre elles) mais en nombre trop peu important et hors de la plateforme principale de recueil des interactions.

Cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de liens, ou qu'il n'y en a pas eu, mais comme pour certaines de nos hypothèses avancées au regard d'une situation qui nous a naturellement échappé, nous n'avons pas pu reconstruire par les données, une image de la situation suffisamment fidèle et exhaustive pour la représenter. En résulte un morcellement extrêmement partiel et peu déchiffrable d'une activité qui semble prolifique, mais dont nous n'avons pas la trace au sens de sa construction interactionnelle. D'un point de vue des ARS, cela se traduit par un réseau de nœuds sans lien, linéaire dans le temps et séquentiel dans les interactions, ce qui n'a aucun sens dans un réseau pour lequel nous savons que ces liens existent. Ainsi, nos analyses prévues ici, subissent le même sort que certaines de nos attentes au niveau statistique (notamment la A6.), selon une incomplétude des données (pour des raisons d'absence de données liée à la situation contextuelle ou d'impossibilité technique, légale et éthique pour pouvoir les recueillir) qui ne nous permet pas d'aller jusqu'au bout des analyses et résultats, en ce sens.

## 8.4. Discussion

### 8.4.1. Retour sur les résultats à propos de l'IC

Cette étude avait pour objectif de concevoir un environnement d'apprentissage en ligne, une SACI, en l'instrumentalisant par des outils collaboratifs, un objectif commun donnant lieu à une production et une répartition du travail par communautés (**6** groupes TD en compétition) et sous-groupes (entre **4** et **6** groupes par communauté travaillant conjointement). D'un point de vue d'une situation expérimentale idéale, finement contrôlée, cela était presque « parfait » : nous avions le conditionnement expérimental de confinement (à cause de la situation pandémique du moment) dans un espace vide, nous avions les instruments (ou bien nous les avons construit), nous avions la matière ; et surtout, nous avions une situation randomisée de petite échelle d'ordre assez naturel, harmonieusement orchestrée en **6** groupes d'une trentaine d'étudiants œuvrant conjointement et communément vers un objectif commun. Le scénario pédagogique a été ingénierisé dans ce sens, prévoyant ainsi différente modalités avec l'utilisation de la plateforme *Moodle* pour toute la « *gestion de classe en ligne* » et les constitutions libres de groupes ; donnant accès aux différentes ressources issues des plateformes collaboratives et synchrones de communication (*Discord*) et de co-conception (*Miro,* tableaux partagés).

Le contexte de la pandémie et du confinement de 2019 nous a alors imprévisiblement conduit à dispenser l'enseignement intégralement en *distanciel* tandis qu'il était initialement prévu en *présentiel,* afin de pouvoir éventuellement observer des dynamiques de groupes *in situ*, avec d'autres instruments potentiels liés à la situation et configuration physique (*e.g.*, matériel de *tracking visuel*, *EEG*, *etc.*).

Ainsi, le sujet du travail collaboratif et de notre tâche principale a été revu et adapté au contexte, pensant au travers de cet exercice, dans des conditions particulières (*i.e.*, enfermés chez

soi) ; offrir une sorte d'échappatoire par la production créative d'un « *escape game* » à thème libre. Sur les thèmes choisi par les étudiants, il y aurait beaucoup à dire, du « *virus qui a contaminé l'humanité et dont il faut trouver le remède* » en passant par le « *robinson de l'île déserte pour retrouver la collectivité* » jusqu'au « *prison break* », de multiples possibilités d'échappées, dont il y aurait sans doute des éléments d'un pan plus psychanalytique et art-thérapeutique intéressant à explorer.

Au niveau des résultats, scientifiquement construits sur la base de nos attentes hypothétiques d'une situation contrôlée à distance par quelques biais techniques d'ingénierie pédagogique, nous avons pu observer beaucoup d'indicateurs et de statistiques intéressantes et satisfaisantes. Notre cadre non expérimental (ou quasi expérimental parce qu'inspiré de la méthode expérimentale) fût jalonné d'imprévus, qu'il aurait été difficile de prévoir ou d'anticiper. Pour autant, le déploiement de la méthodologie et du dispositif n'en n'ont pas été tant que ça affecté, hormis des difficultés de recueil et de complétude de jeux de données qui sont communes dans ce genre d'expérimentations.

Nous avons construit, testé et vérifié des éléments d'échelle à la hauteur de notre échantillon ($n$ = 55 après tri et consolidation des données) pour tenter de sonder l'émergence d'un ***S**entiment d'**I**ntelligence **C**ollective* (**A1.**). Nous avons ainsi circonscrit certaines dimensions de facteurs endogènement liés au collectif (**A3.**) et nous avons trouvé des corrélations positives significatives (**A4.**) ainsi que l'évolution positive de ce SIC en *pre-* et *post-* test à environ 45 jours d'intervalle (**A2.**) ; durant lesquels les étudiants ont collaboré autour d'un projet, parmi d'autres cours et activités dans un contexte de confinement et de privation des contacts sociaux. D'un point de vue de l'analyse des interactions au travers de la plateforme de co-conception, le dispositif et les traces nous ont semble-t-il permis de mieux observer comment, sur le moyen terme, pouvait se construire progressivement un « document » faisant état de tout l'activité centralisée et synchronisée contribuant à la production d'un prototype d'escape game fonctionnel, utilisable et même jouable. Des corrélations positives avec les dimensions issues des questions de *pre-* et *post-*test ont révélé également, au niveau de ces échelles, des liens entre certaines dimensions qui constituent ainsi la nouvelle base continuée d'exploration future (**A4.**).

En revanche, au niveau des objectifs d'analyses liées aux performantes et les différents niveaux individuels, groupaux, et communautaires (**A4.**), ainsi que les variations plus fines possibles au niveau *intra-*, *inter-*, et *trans-* groupal (**A6.**) ; n'ont pu être possibles par manque de consolidation des données, nous donnant une vue finalement relativement partielle de la situation, bien qu'estimées sur des variables réelles et laissant des traces d'au moins ceux ayant contribué aux tableaux partagés ou répondu aux deux questionnaires.

Et quand bien même nous aurions eu toutes ces données complètes et intègres, dont celles de *Discord* et *Miro* en open data, alors il y aurait une quatrième plateforme que nous devrions

mentionner… c'est celle de *Github*, utilisée complémentairement et combinatoirement afin de centraliser le code informatique produit pour la réalisation de l'*escape game* ; et parfois aussi, pour la *gestion de projet* (avec *distribution des tâches*, la *gestion des communications*, des *environnements de partage d'information*, autres que propres à *Miro*) ; et de la *distribution interne des rôles* par *groupes* et *communautés,* ayant étée très librement laissée ouverte aux propres choix et us déterminés par les étudiants eux-mêmes. Les seules contraintes imposées, étaient le *langage* et l'*environnement de programmation* (*JavaFX*) et les tableaux partagés pour concevoir leurs maquettes, prototypes et scénarios dans un « *hyper*-document » de travail synchrone aux nombreuses possibilités conceptuelles et techniques (*e.g.*, intégration de *Google Docs*, *Slides*, *Sheets*, *Slides*, vidéos, sons, animations, mindmaps, tableaux *Kanban,* post-its*, todo, etc.*).

Notons qu'il ne s'agit pas ici de faire l'éloge ou la promotion d'un quelconque acteur parmi d'autres, mais de reconnaître les potentialités, les affordances que ces outils modernes et actuels (+ que « *2.0* » et au - « *3.0* ») permettent dans des situations du point de vue fonctionnel et instrumental. Cet éloignement perspectiviste, forme de retour logique sur une boucle récursive en lien avec les diverses approches, nous permet notamment de plaider en faveur de la cause cognitiv-*iste*, de la cause instrumental-*iste* et de la cause collectiv-*iste* réunies en un ensemble cohérent et pertinent qui ressemble aux approches de *système complexe adaptatif* (CAS) et d'apprentissage adaptatif (*c.f.*, Figure 3.1).

Par ailleurs, en instrumentalisant les instruments de mesures, les outils de visualisation et de recherche, les représentations plus ou moins qualitatives que nous avons développées pour observer et rendre compte de liens invisibles (pour autant quantifiables) relatifs à notre phénomène ; nous avons pu nous rapprocher au plus près des traces de l'activité. En l'occurrence, certains de nos outils de mesures montrent des limites qui peuvent ainsi faire partie des résultats, au sens de limites qui doivent être dépassées méthodologiquement dans toute visée réitérative. Les ARS en particulier, mais aussi le prototype de représentation multiperspectivite des dynamiques interactionnelles (*au format TiddlyWiki*) de corpus de données insérées dans les dimensions spatiales ($x$), de temporelles ($y$), et informationnelles ($z$) nous offrent en quelque sorte une prospective extensive du modèle SACI, à la hauteur des outils actuels. L'ouverture pourrait se dessiner avec des données qui peuvent sensiblement mesurer des choses similaires, mais qui, en les croisant, nous offre des perspectives différentes voire, des alternatives d'observation et d'investigation potentielles.

### 8.4.2. Retour sur la méthodologie et les méthodes

D'un point de vue méthodologique, nous avons rencontré nos objectifs bien que la situation ait pu nous échapper, d'un point de vue pédagogique également ; voire même, nous avons peut-être observé un surpassement d'attentes exceptionnel qui semble ainsi confirmer un certain nombre de relations dont nous essayions d'estimer l'importance. Il faudrait maintenant réitérer, ou

reproduire cette quasi-expérimentation en totale SACI, convergeant plus ou moins vraisemblablement vers l'IC au niveau groupal et inter-groupal (*i.e.*, communautaire, quand plusieurs groupes ont un objectif commun, qu'ils se coordonnent et agissent en bonne *synergie* et *stigmergie*). Notre dispositif devait nous permettre cette observation, mais nous n'en avons obtenu *in fine* qu'une vue incomplète et partielle.

Dire aussi que tout ce contexte et cette situation n'a pas généré toute une série d'imprévus, de conflits et de biais à la fois cognitifs, sociaux et instrumentaux, serait aussi probablement nous cacher une part de ce que fût la continuité pédagogique durant cette période de transition brute sur les technologies et leur instrumentalités nécessaires. Et nous pourrions raisonnablement avancer que celà a certainement eu un impact[107] sur les états et comportements généraux des étudiants, comme des formateurs, d'ailleurs. En réalité, du point de vue subjectif en tant qu'acteur-intervenant, formateur, tuteur et observateur participant de la situation — avec plusieurs dizaines d'heures actives d'échanges au travers des salons de groupes sur *Discord*, de sessions synchrones par communauté avec debrief et synthèse et de planification des étapes à suivre, ou des interactions sur les tableaux ; naviguant furtivement d'îlot en îlot virtuel pour distribuer des conseils, des idées, des aides, des commentaires, techniques et sessions de débogage — nous pensons pouvoir affirmer que tout s'est plutôt fluidement déroulé (*i.e.,* au sens d'un *flow* que l'on aurait pu percevoir comme plutôt optimal).

Cela nous a demandé un peu plus de temps et d'investissement, ainsi que mobiliser certaines compétences, en ingénierie pédagogique et numérique, comme le paramétrage avancé et minutieux de *Moodle ;* en informatique, pour accompagner la mise en places des environnements de développement via *Gitlab* notamment ; ou encore, la préparation des tous les pré-requis nécessaires à la mise en œuvre de la SACI.

Transdisciplinant ainsi dans les enseignements entre ***informatique*** (*i.e.,* avec des objectifs de découverte d'un nouveau langage de programmation et d'interface) et ***ergonomie*** (*i.e.,* avec des objectifs d'expérience utilisateur, de *storytelling*, d'*UI,* d'*UX*, d'*IxD*, de *sound design*) nous avons eu aussi nous-même à faire preuve de collégialité et de collaboration dans notre appréciation commune de la situation :

- **en s'accordant** sur notre grille d'évaluation afin de la transmettre en amont et en toute transparence aux étudiants pour leur permettre d'avoir conscience des attendus précis des objectifs d'enseignement et d'apprentissage de compétences spécifiques ;
- **en se répartissant** la rotation des suivis et des accompagnements de proximité et de communauté ;

[107] comme Albero, B., alors présidente de la Section 70 du CNU, aime à préciser que nous ne sommes pas les « *sciences de la ballistologie* » et qu'en d'autres termes, nous cherchons à mesurer principalement les « *effets* » positifs et non les « *impacts* » négatifs ; @ RUNED18

- **en s'organisant** en *jury* pour coévaluer les performances à partir du produit final et de la présentation du produit, *etc.*

Ces pratiques de coopération, dans ces types de contextes et de conditions *extra*-exceptionnelles tendent à se développer, parfois isolément, parfois exceptionnellement, parfois plus durablement ; elles nous ont peut-être, par la même passion partagée qui anime tous les acteurs de l'éducation et de l'enseignement, permis de *co*-développer, de *co*-animer, de *co*-instrumenter et de *co*-évaluer, presque idéalement, une SACI conçue pour viser des objectifs que nous avons pu commencer à atteindre dans notre recherche.

Quant aux étudiants, de profils « *informatiques* », ils ont ainsi plus ou moins indirectement suggéré et justifié le choix d'instrumentalisation commune de la plateforme *Discord* en « *situation de continuité pédagogique* » au niveau de l'ensemble du département (comme cela a été exploré par Messaoui, 2020 ; Messaoui *et al.*, 2021). Dans les faits, la plupart des étudiants étaient déjà présents sur ce réseau et ce sont finalement les enseignants, qui pour certains, étaient invités dans l'environnement « naturel » des étudiants, maîtrisant parfaitement l'instrumentation de la plateforme de communication et ses nombreux aspects subtils qui en font un outil actuel, ergonomique, *hyper*-fonctionnel et tout à fait adapté à des activités collectives complexes. Ce fût donc, en quelque sorte, l'opportunité, de pouvoir rentrer à l'intérieur des systèmes au travers desquels les étudiants estiment être les plus efficaces et performants (parce qu'ils ont fait le choix libre et consenti de ces outils), afin de pouvoir observer, plutôt passivement, la richesse des dynamiques d'échange et d'interactions. C'est en réalité cette partie, y compris les sessions synchrones, les échanges vocaux, les sessions de partage d'écran, de présentation ou de jury de soutenance des projets finaux, que nous aurions aimé relater plus en détails, dans une recherche de ce qui contribue peut-être plus puissamment à l'émergence d'une IC avec des outils tout actuels. Nous voulons dire par là, que nous ne ferons pas l'offense d'établir un tableau comparatif des fonctionnalités de *Discord* ***versus***, par exemple les forums de *Moodle*, ou bien plus pertinemment des outils intégrables et interopérationnels tels que *Zoom* ou *Big Blue Button* pour le moins pire, qui se sont plus ou moins institutionnalisés subrepticement sur l'ensemble des majeures plateformes pédagogiques nationales, suite et pendant la crise. Précisons ainsi plus lourdement, au cas où ce ne serait pas transparent, que nous n'avons pas pu officiellement, institutionnellement, pédagogiquement, techniquement et éthiquement, accéder à l'intégralité des données liées aux apprentissages via *Discord* ou *Miro,* pour des raisons dépendantes, nous privant ainsi d'une grande part de l'intérêt de la recherche dans ces contextes si spécifiques et très exceptionnellement interdépendants. Pour autant, il s'agit bien de là que se déroulent les véritables interactions qui se heurtent aux difficultés d'observation et de recueil.

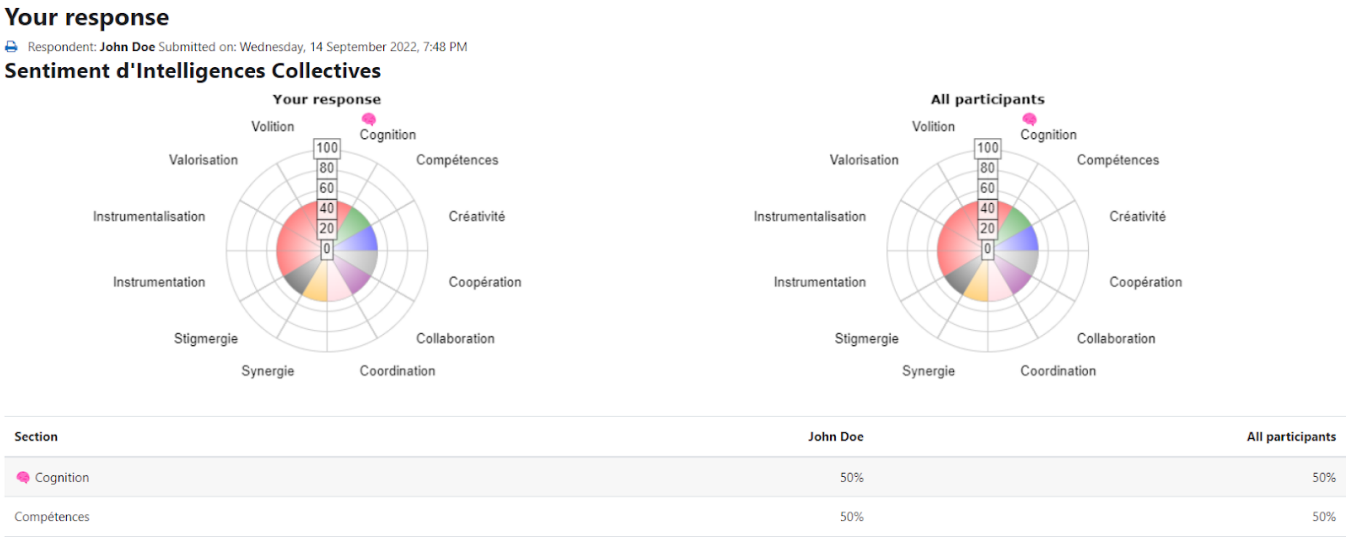
Pour certaines données que nous avons pû être amené à récolter afin d'avoir une image englobante, même partielle, de la situation, soyons transparents aussi, nous avons dû « *bricoler* » un peu (*i.e.*, extraction manuelle d'historique d'activité de la plateforme *Miro* ; là où l'utilisation

d'une API [*i.e.,* une programmation automatique et algorithmique] serait plus appropriée pour recueillir ce genre de traces de l'interaction). Quelque soit les données, nous avons toujours respecté un processus méticuleux et rigoureux de pré-anonymisation et post-pseudonymisation des données servant, éventuellement, à traiter des effets de groupes et d'interdépendances d'individus au travers des traces de l'activité en réseaux.

De même, l'un de nos objectifs dans l'ingénierie du dispositif, était d'intégrer les questionnaires directement dans la plateforme *Moodle*, afin de pouvoir offrir le retour instantané et visuel que nous projetions comme une aide de positionnement individuel et collectif au sein de chaque communauté et groupes, ainsi qu'au global (voir Figure 8.17). Un paramétrage spécifique de *Moodle* requérant des accès administrateurs ne nous a cependant pas permis de mettre en place cette activité au sein du cours et nous avons dû utiliser une solution alternative, sur laquelle nous avions un contrôle possible, afin de pouvoir instrumentaliser notre besoin de manière similaire à ce qui était prévu.

Par ailleurs, un second paramètrage ayant fait défaut ne nous a pas permis de réaliser un *feedback* (*i.e.*, retour d'information) dynamique et encourageant en fonction du score à la lecture et comparaison de ceux-ci avec son groupe ou sa communauté, ce qui est regrettable car il s'agissait d'un de nos critères pour assurer la pertinence de ce sondage pour les étudiants, avant et après une activité de travail collectif[108].

**Figure 8.17** - Aperçu de principe du retour visuel de l'activité *Quizz* de *Moodle.*




Note. L'hypothèse nulle où tous les apprenants seraient égaux et équilibrés sur ces dimensions est ici représentée.

À la lumière de ces éclaircissements contextuels et techniques, nous avons vu que tout ne s'était pas passé comme prévu, ou prévisiblement dans cette étude ; conséquence inopportune d'une situation que nous pourrions être à même de considérer comme *naturelle*, *écologique* et

[108] Voir **ANNEXE** sur : Questionnaire & *feedback* idéalement prévu via l'activité *Quizz* de *Moodle*

plus ou moins *ordinaire*. Pour autant, cette situation complexe et spécifique a semble-t-il créé des dynamiques d'adaptation et de performation fortement motivées, tant du côté enseignant que du côté apprenant. Ainsi, nous pensons pouvoir dire simplement, que nous avons bien observé des formes d'émergence d'IC telles que nous voulions les capturer depuis le départ ; et ce en dehors de tout contrôle expérimental, en accompagnant pédagogiquement une situation conçue pour développer l'hétéronomie et la collaboration pour l'accomplissement d'un but commun. La question sous-jacente serait alors : comment continuer plus institutionnellement dans ce sens ?

Enfin, notons qu'une seconde itération de ce même dispositif était prévu l'année suivante (2021) afin de comparer les résultats, les confirmer, les renforcer, ou les invalider ; et ce, par malchance, durant la *énième* vague de Covid-19, en contexte « *hybride co-modal half-présentiel half-distanciel*[109] », avec une transformation des *DUT* en *BUT* (voire Section 2.1.2.), une transition à ses prémices vers l'APC, un changement de l'équipe pédagogique, ainsi qu'un changement du scénario de type d'un jeu virtuel sur la thématique « *escape game* » en une tâche de copie d'un jeu de cartes virtuel à l'ambiance de « *Western* ». Bien que nous en ayons des traces, leur exploitation nous a semblé inutile au regard de notre intention initiale qui était essentiellement comparative et à caractère empirique, avec l'ambition de réussir à obtenir un jeu de données sur l'ensemble de la situation, pleinement complet, intègre et représentatif de l'exhaustivité des instrumentations à l'œuvre pour faire réaliser et observer la tâche à l'ouvrage dans un même temps, espace et travail collectif.

## ❑ Conclusion

Ainsi et pour boucler sur cette troisième itération d'un dispositif de SACI afin d'observer l'émergence d'IC en contexte de travail collectif en ligne, synchrone et asynchrone ; nous pensons encore une fois que la valeur de notre contribution ne porte pas tant sur le poids des mesures plus ou moins généralisables — étant donné la taille et les conditions spécifiques des échantillons de notre étude, d'autant plus diminué par les contingences et le rappel du réel des situations naturelles — que sur la tentative d'un protocole d'observation quasi naturaliste et plutôt méthodologique, combinant diverses disciplines et diverses analyses et méthodes mixtes dans le cadre d'une situation adaptable et réitérable.

Si les conditions que nous avons mises en œuvre au travers d'une certaine ingénierie afin d'observer ce que nous cherchions, nous ont semble-t-il été plutôt favorables dans notre contexte d'étude (au moins sur le plan statistique), cela ne signifie pas pour autant que ce soit généralisable ou réitérable dans les mêmes conditions. De la même manière que nous avons nous même adapté et combiné différentes méthodes, il serait tout à fait possible de changer les échelles de mesures, voire de les supprimer, ou pour les moins de les rendre intéressantes et

[109] full Bérézina ?

utiles aussi pour les étudiants ; ces derniers prenant régulièrement des temps cognitifs de réflexion sur des batteries de mesures à caractère souvent très psychométriques et parfois cryptiquement reliables pour eux, à une certaine démarche auto-réflexive qui leur soit aussi utile, quasi instantanément. Il est aussi possible d'améliorer le dispositif de recueil des traces, de changer de plateforme ou d'instrumentation technique des situations, de modifier, transformer le scénario, *etc.* Et ce, tout en gardant un cadre d'ensemble qui permette de suivre et tracer une recherche pour construire progressivement et itérativement une approche d'observation d'un phénomène complexe et en réaliser l'étude approfondie en plusieurs étapes.

Ces perspectives, nous les développons dans la dernière et troisième partie de cette recherche autour de l'accompagnement de l'IC en SACI.

## EN RÉSUMÉ 8 / 9

- ➔ ▶ Notre troisième étude tente d'apprécier l'émergence d'une IC en SACI en combinant données quantitatives et qualitatives au travers du résultat de la conception et de la production d'un artefact dans une tâche collective.
- ➔ [ quan + QUAL ] Nous avons construit et adapté un questionnaire spécifique au SIC afin de recueillir en pré- et post-test des données **autorapportées** sur l'**émergence** d'IC que nous avons mis en lien avec les **interactions pendant l'activité** (phases de conception et de développement collaboratives) ainsi que l'**évaluation** du **produit collectif** de cette activité.
- ➔ Nos résultats semblent montrer une bonne fiabilité générale des construits mesurés au travers du SIC, avec une distribution homogène, des variances équilibrées, ainsi qu'une validité interne comme externe qui semble satisfaisante. En se basant sur la performance rapportée par une évaluation tripartite du produit et de la gestion du travail par les groupes et équipes, nous avons ainsi pu confirmer qu'il était possible d'accompagner l'émergence d'IC autour d'un accomplissement commun et d'une réalisation collective en spécifiant des dimensions qui semblent la favoriser.
- ➔ Malgré l'incomplétude partielle des données recueillies du point de vue de la constitution des groupes et des communautés apprenantes, nous pensons avoir capturé méthodologiquement une représentation acceptable et valorisante de notre objet d'étude. La suite de cette étude nous invite à explorer davantage le

principe de rétroaction et de feedback évaluatif pour mieux intégrer les apprenants dans leur conscientisation des dimensions contribuant à l'émergence d'IC.

# 3 TROISIÈME PARTIE

# PROSPECTIVE

« *L'**incertitude** devient **viatique**.* »

Morin, E., *L'éthique*

Dans cette dernière partie du texte, nous développons les visées *prospectivistes* (de l'« *étude des futurs possibles* ») que nous entrevoyons à l'issue de ces cinq années de recherches prolifiques autour de l'efficacité collaborative et de l'intelligence collective en situations d'apprentissages, environnements numériques et contextes institutionnels de l'enseignement supérieur.

Nous empruntons le concept de *prospective*, *mot-valise* entre **prospection** et **perspective**, à *Gaston Berger* (« *De la prospective : textes fondamentaux de la prospective française* » 1955-1966, Berger *et al.*, 2007) dont les propos pourraient se synthétiser par une citation célèbre : « *L'avenir est moins à découvrir qu'à inventer* ». Gaudin (2013) rapporte et étend la philosophie et la démarche à nos contextes plus contemporains, en développant la méthode par des techniques prospective, quantitatives, éthnotechnologiques (« *de réductions rationnelles à de véritables visions du futur* ») et l'« *élaboration de scénarios* » (rappelant l'importance du rôle de l'ingénierie au sens large, voire sociale). C'est donc avec ce point de vue de la science de « *l'humanité à venir* », que nous adaptons notre réflexion projectiviste dans la continuité de notre approche pragmatique, rationnelle, heuristique et holistique.

# CHAPITRE 9

# Discussions générales et perspectives

## ▶️ Introduction

En premier lieu, nous faisons une synthèse des résultats et interprétations croisés des études présentées au travers de nos trois études.

Nous faisons ensuite un retour sur la littérature, en particulier sur ce que nous pensons avoir pu apporter en explorant certaines dimensions par différentes facettes et approches circulaires autour du phénomène de l'**intelligence collective** (IC). Nous présentons cet apport sous la forme d'un méta-modèle conceptuel (ou une méta-conceptualisation) dynamique et interactif, qu'il restera encore à préciser et enrichir (*i.e.*, à l'instar du modèle de l'intelligence générale [CHC], toujours lui aussi en développement pour préciser l'éventuelle et hypothétique préliminaire à une IC ou un facteur « ***C*** » [collectif], voir Section 1.1.2 & Section 3.1.1).

Enfin, nous tâchons d'ouvrir *in fine* vers des préconisations pour le développement de l'IC que nous aimerions qualifier comme « *porteuse(s) de dispositifs, de méthodes et de perspectives heuristiques liées au numérique* » (THATCamp, Paris, 2010). Cette prise de recul sur nos diverses activités nous semblant être un point essentiel de notre démarche de réflexion autour de nos possibles contributions ; et de leur articulation extensive et appliquée suivant une approche de recherche complexe et adaptative des phénomènes aux seins des système (à l'instar des travaux de Paquette et du modèle itératif et cyclique de la MIENA, voir Section 2.1.1).

## 9.1. Fusion des résultats et interprétations croisées

### 9.1.1. Retour sur la synthèse des études

La combinaison de nos résultats mixtes dans une approche cyclique et itérative de mise en œuvre technopédagogique de situations d'activités collectives instrumentées (SACI) nous permet ainsi de rendre compte en synthèse des différentes formes d'IC que nous avons cherché à observer et modéliser facette par facette.

Nous reprenons ces trois études en les résumant par le modèle de synthèse IMReD classique des plans d'articles scientifiques.

🔵 **Étude 1** — *Des formes d'intelligences émergentes pour le développement de l'**autonomie**.*

▶ Nous avons pu travailler sur des éléments du cadre théorique et conceptuel, **en mettant en œuvre** un dispositif permettant d'extraire des **indicateurs** de **variables psycho-cognitives** (*motivation, efficacité, stratégies*) dans une **situation d'apprentissage** ;

notre méthode d'**analyse de contenu** à partir des **productions** de **cartes mentales** des étudiants nous a confirmé qu'il était possible de **repérer** et d'**observer** ces **indicateurs** dans leur *intégration* au travers de leurs *schémas mentaux idéaux* d'**environnements personnalisés d'apprentissage** ;

nos résultats contribuent et confirment l'importance de facteurs tels que les **stratégies affectives**, le *climat d'apprentissage positif*, la **régulation** *individuelle* et *collective* ainsi que la **motivation** (bien que plus faiblement repérée et représentée par nos analyses) ; ( 1 ) soit parce que nous l'avons mal identifiée en terme d'**indicateur**, ( 2 ) soit parce qu'elle représente un phénomène sous-estimé par les étudiants, ( 3 ) soit parce qu'elle constitue une perspective à développer pour mieux en faire *prendre conscience* et *pouvoir agir* sur sa **régulation** ;

nos discussions nous ont mené à considérer davantage la notion d'**hétéronomie**, une fois l'**autonomie** nécessaire confirmée, afin de mieux **observer** les **phénomènes collectifs**, notamment au travers de l'**activité** et des **traces de l'interaction** pendant les situations.

---

**ÉTUDE 2** —*Des formes d'intelligences émergentes par le développement d'**instrumentations**.*

▶ Nous avons pu explorer plus en profondeur les déterminants de l'**autorégulation** et de l'*efficacité collective* liée au *travail collaboratif*, tout **en utilisant une plateforme** spécifiquement conçue pour une *instrumentation* en EIAH et permettant la récolte de **données** précises sur les **interactions** pendant une SACI ;

notre **méthode** de conduite de recherche nous a permis d'itérer une fois une collecte et analyse **combinées** de données à la fois **quantitatives** et **qualitatives** (*scores à des échelles de mesures* pour sonder l'*efficacité* et la *régulation personnelle*

et *collective* dans l'activité collaborative + *traces des interactions* dans un EIAH) ; la démarche d'**analyse des données** s'est réalisée en **multi-étape**, partant d'**inférences statistiques** vers l'**amélioration** de la **compréhension** des **phénomènes observés** (*i.e.*, ici, l'*entraide* en particulier) par l'**analyse qualitative** et **quantitative** des **interactions** ;

nos **résultats** nous ont conduit de l'**observation** d'une **situation** que nous avions scénarisée pour être **collaborative**, mêlant des étapes de **coordination** et de **coopération** intermédiaires, mais il s'est avéré que ( 1 ) soit nous avions **trop difficilement calibré** la tâche, rappelant l'importance de cette dimension dans l'activité qui en découle, ( 2 ) soit les étudiants n'étaient **pas suffisamment préparés** pour un exercice qui aurait dû être une simple révision avant un partiel, soit ( 3 ) quelque chose dans l'**instrumentation** ou l'**instrumentalisation** de l'abstraction *objet-artefact* est venu parasiter la fluidité des **synergies** et **stigmergies** possibles ;

nos **discussions** nous ont invité à **continuer** le **développement** de notre **méthodologie** dans ce sens, évoluant ainsi vers une **modélisation** plus **complexe** de l'approche de la **situation**, capable de mieux saisir la finesse des **processus** à l'œuvre dans le cadre d'un **travail collectif**.

---

**Étude 3** — *Des formes d'intelligences collectives pour le développement de l'**hétéronomie**.*

▶ Nous avons pu construire plus spécifiquement une échelle d'un sentiment d'intelligences collectives pour sonder l'**émergence** de l'IC en SACI **en utilisant une instrumentation** technico-technologique du **scénario andragogique** permettant un maximum d'**instrumentalisations** possibles par leurs **usagers**, sur la base d'un **travail collectif** avec un **objectif commun** et une distribution libre de l'**organisation** en **sous-équipes** pour la **production** d'un **produit** co-élaboré ;

notre **méthode**, opérée entièrement à distance, nous a permis d'augmenter en puissance l'**analyse de l'activité** d'un ensemble d'**instrumentations** et d'**instrumentalisations** interopérationnelles pour soutenir des SACI telles que

nous souhaitions pouvoir les **observer**. La distribution du travail par **équipes** et par **communautés** nous a permis de tester une condition de **coopétition** dans laquelle les étudiants travaillaient tous pour un objectif commun avec une compétition plus douce stimulée par vingtaine au niveau interpromotionnel (*i.e*, les communautés) ;

nos **résultats** s'avèrent satisfaisants et intéressants, ils confirment la **pertinence** et l'intérêt apparent de la mesure possible d'un sentiment d'intelligence collective (SIC) par une **échelle** ; l'**évolution positive** de ce sentiment sur cette **échelle** suite à la réalisation de la SACI ; les liens avec d'autres dimensions complémentaires représentatives d'**émergences collectives** (*i.e.*, *e*xposition à différentes perspectives, sentiment d'appartenance, motivation, liberté d'expression, opportunités de communication), les liens avec les **interactions** ainsi que l'**explicitation** de la **performance** produite par les **traces** de l'**activité** de co-conception ;

nos **discussions** nous **ouvrent** à de nouvelles **voies** de **recherche**, combinant de manière systématique des **méthodes mixtes** dans une approche complexe et systémique des **environnements numériques** au sens large, avec des perspectives pour l'instrumentation, l'opérationnalisation, et l'évaluation de SACI mais aussi des questionnements, des failles et des limites sur certains biais et méthodes contextuels.

---

**Fusion des Études** — *De l'**efficacité collaborative** à l'**intelligence collective**.*

À l'aune des pistes se dégageant de l'interprétation croisée de ces trois études visant à développer des SACI stimulantes pour l'IC, nos conclusions en cours nous renvoient à la littérature de notre état de l'art ; et notamment aux interactions réalisées par des individus au travers de plateformes numériques laissant des traces, qui permettent d'analyser et de rendre compte complémentairement d'une activité indubitablement émergente et résultante du collectif. En utilisant les technologies existantes pour revoir les techniques d'observation des conduites avec plus de variabilité qualitative et de perspectives d'exploration que les méthodes classiques et traditionalistes ; nous pensons avoir trouvé un compromis pour observer des situations

modernes plus proches des réalités et possibilités de nos vastes terrains d'éducation et d'enseignement.

Si nous prenons du recul sur les trois études présentées dans cette recherche, nous pouvons à présent nous interroger sur la question qui nous intéresse : en quoi, avons-nous éventuellement contribué à améliorer la connaissance sur le phénomène de l'IC et la manière de l'étudier ?

L'aboutissement de notre conduite de recherche itérative nous a permis de construire un instrument (l'échelle du SIC) pour apprécier l'intelligence collective dans un contexte d'émergence non pas tant contrôlé ou manipulé que bien instrumenté et instrumentalisé. Nous pourrons alors reprendre cette base méthodologique et instrumentale pour continuer à accompagner cette émergence dans de futures SACI où les enjeux d'instrumentalisation de l'IC pour l'apprentissage collectif sont de mise. Si nos dimensions et facteurs identifiés pourront évoluer et être affinés dans leur construction au format d'échelle de mesure ou de référentiel de compétences ; elles pourront aussi être utilisées en comparaison, corrélation ou combinaison avec d'autres dimensions probablement éludées dans le cadre de nos études.

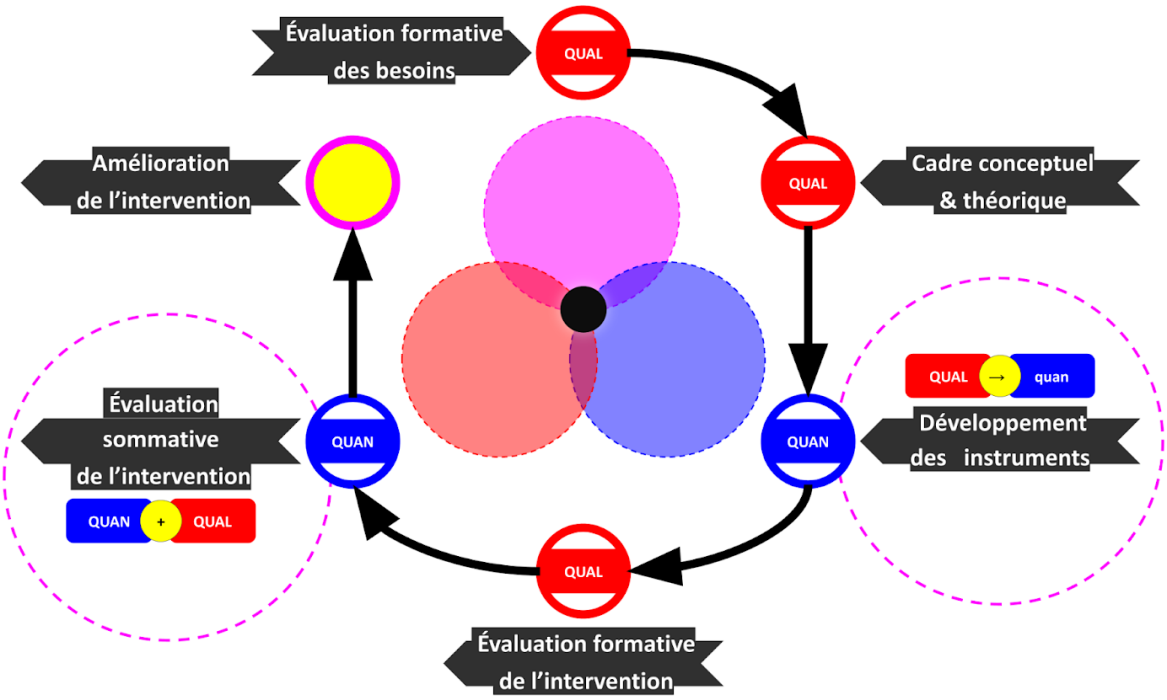
### 9.1.2. Retour sur la méthodologie

Comme nous l'avons relevé à plusieurs reprises, nos intentions principales de recherche sont plutôt à visée méthodologique, en cherchant à mieux cerner le phénomène de l'IC par des techniques d'intervention et méthodes inspirées de diverses disciplines ; ainsi combinées dans une approche intégrative d'observation des situations dans toute leur *hyper*-contextualité.

Dans cette approche, nous pensons qu'un certain nombre de similitudes et de liens conceptuels nous rapproche finalement aussi du modèle MISA/MIENA de Paquette (1997 ; 2022, à paraître) avec ce même focus particulier sur les cycles itératifs, les environnements numériques d'apprentissage (ENA), les compétences et l'ingénierie pédagogique.

Nous avons pour cela utilisé et instrumentalisé deux démarches principales que nous avons triangulées dans des synthèses visuelles et représentatives au format d'analyses de réseaux sociaux (ARS) ; l'une de conduite de recherche basée sur THEDRE et la recherche en EIAH, l'autre sur la recherche par méthodes mixtes (RMM) et les modèles de *design* mixtes d'intervention en situation naturelle. En considérant ainsi nos trois études comme un tout, nous pouvons estimer qu'en pratique, nous avons déployé une sorte de modèle avancé issu des méthodes mixtes (MM), qui serait le modèle d'évaluation multi-étape (voir Figure 9.1, *« multistage evaluation design »*, Creswell, 2015, p. 72) d'une situation pédagogique.

**Figure 9.1** - Modèle d'évaluation multi-études (*n* phases).




Comme ce modèle est très adaptable et qu'il consiste en une boucle qui peut être itérative et améliorative, il permet ainsi de conduire une étude dans la longitudinalité pour évaluer les effets ou les résultats positifs liés à des activités implémentées dans des conditions (*pédagogiques, technologiques, expérientielles*) particulières. Dans notre cas, il s'agit des SACI implémentées pour observer l'émergence d'IC.

Nous avons pu recombiner harmonieusement cette modélisation globale de la recherche avec une méthode de conduite de recherche itérative, nous permettant ainsi d'offrir un caractère scientifique solide à ce travail, tout en prenant des libertés et s'accordant des marges d'erreur sur certaines mesures et dispositifs.

Nous avions, en conclusion de notre chapitre sur la méthodologie, proposé l'équation plus ou moins précise synthétisant les différentes phases, étapes, ou études de nos interventions avec la notation de Morse (1991) : [ QUAL + quan ] → [ QUAN →← QUAL ] → [ quan + QUAL ] = quan , qual

Afin d'exprimer la non-linéarité d'une recherche méthodologique s'adaptant et construisant itérativement sa propre démarche, nous pouvons mettre à jour cette équation selon le modèle mixte d'évaluation multi-étude et les adaptations qui nous ont permis, dans l'ensemble des composantes que sont chaque étude, de circuler autour du phénomène de l'IC, en cherchant à en stimuler et capter certains aspects par l'instrument, l'objet et les interactions entre sujets.

[ 1 QUAL ( quan ) ] → [ 2 QUAN →← QUAL ] → [ 3 QUAN → + ← QUAL ] = qual , quan

### 9.1.3. Limites de la recherche

Premièrement, rappelons que, dans ces études, notre population est finie et les sous-ensembles d'échantillons sont biaisés et non-aléatoires d'un point de vue purement statistique et empirique. La question du pouvoir statistique de nos tests d'hypothèses, lorsque nous en avons développé sous forme d'inférence, est parfois discutable, notamment pour notre seconde étude où notre puissance statistique est un peu faible.

Par ailleurs, nos institutions pratiquant déjà un biais de sélection, voire d'excellence à la porte de recrutement de ces formations, les populations étudiantes n'ont ainsi rien d'une population « normale » (ou au contraire tout d'une population « normalisée ») et les regroupements au travers des « cohortes » se déclinant en « classes » ou « groupe TD », n'ont rien d'aléatoire non plus. Les populations de nos études sont cependant semblables, à la fois en cursus informatique et avec une appétence marquée pour le numérique, ainsi qu'en formation universitaire de Bac + 1 à Bac + 4. D'un autre côté, elles sont également « non-biaisées » puisque issues d'un environnement écologique ; en d'autres termes, nous n'avons pas cherché ici à contrôler ou influencer le contexte naturel correspondant à des réalités dont la responsabilité nous échappe, autrement qu'en fonction d'objectifs et d'interventions pédagogiques à visée méliorative pour l'ensemble du système.

Quant à nos construits et variables, nous l'avons évoqué, nous avions pour attente principale de les identifier dans leur potentialité d'émergence, cela étant théoriquement possible à tout moment, bien que certaines d'entre elles ne soient pas nécessairement identifiables dans un sens souhaité par des valeurs normales, mais au contraire par des valeurs extrêmes ou de longue traîne (*i.e.*, créativité, instrumentalisation, innovation…). Cette approche sérendipitaire peut sembler à contre-courant avec une certaine démarche d'analyse, issue des sciences de la nature qui ont tendance à user du biais de considération de l'humain comme un simple matériau aux propriétés purement prévisibles. Le type de recherche non-expérimental, ou quasi-expérimental en contrôlant seulement quelques paramètres en lien avec le contexte, place ainsi notre posture de chercheur en tant qu'observateur d'une situation dans laquelle nous cherchons à apprendre et mieux comprendre le fonctionnement naturel des interactions d'apprentissage, en vue d'améliorer les dispositifs pédagogiques pour mieux les accompagner.

Au niveau des instruments de mesure et de l'approche méthodologico-statistique que nous avons adopté au sens traditionnel et commun des recherches en SHS, nous pensons être peut-être passé à côté d'une approche inférentielle de type plus bayésienne qui nous aurait permis de renverser l'évaluation de probabilités d'hypothèses, préalablement à l'observation d'un événement hautement aléatoire tel que l'émergence d'IC. Les analyses statistiques que nous avons réalisées nous ont ainsi servi d'outils intellectuels, pour étayer cette compréhension de l'IC, sans prétendre en faire des instruments de probabilité quant à une représentation unique et

monolithique d'un monde que nous aurions pu aussi accepter. Autrement dit, l'un de nos objectifs sous-jacents était aussi de développer des moyens de révéler en conditions de comparaison de performances de groupes, ce qui pouvait ressortir le plus particulièrement et expliquer le moins généralement l'émergence d'IC - constituant *a priori* davantage une exception (au sens d'artefacts statistiques), ou une marginalité observable dont nous avons souhaité inverser la tendance dans notre approche d'investigation. L'ARS nous semble être ainsi une méthode féconde, à la fois quantitative et qualitative (et donc mixte, *by design*) permettant de combler cette obfuscation latente de résultats parfois plus intéressants que nos tendances à les écarter empiriquement sous le poids d'une loi normale. Les ARS permettent en ce sens de repérer des schèmes dans des modèles interactionnels de données exponentiellement massives, relativement à des groupes d'individus, leurs propres caractéristiques, comportements et contraintes, dans des contextes numériques, eux aussi riches en variables dont on ne perçoit pas toujours les liens.

Sur le plan des infrastructures technopédagogiques, nous avons observé un certain nombre de failles de consistance technologique des outils et plateformes utilisées, dans nos pratiques et tentatives de protocolisations pour opérationnaliser le suivi de nos SACIs. Ces dernières s'intégrant plus largement dans des EIAH, elles se doivent ainsi de correspondre à divers artefacts (*e.g.*, didactique, pédagogique, technique) et besoins d'enseignements (*e.g.*, de communication, d'évaluation, de sondage, de *feedback,* de visualisations, valorisations et de paramétrages ou interopérabilités entre divers services et technologies numériques). Nous nous sommes de ce fait adapté en utilisant et détournant d'autres instruments numériques plus ou moins convenablement intégrés ou intégrables aux situations, parfois à l'initiative enseignante et d'autres fois à l'initiative étudiante (*e.g.*, nous l'avons pratiqué avec l'utilisation plus ou moins institutionnelle de *Discord* en périodes de confinements) ; et ce, afin de codévelopper à chaque fois la meilleure expérience possible d'apprentissage. Cela disperse de fait, les sources et variétés de données alors qu'elles pourraient être toutes centralisées et structurées uniformément au sein d'une même plateforme, sous l'égide d'un même « Système d'Information » (SI). C'est également dommage du point de vue des étudiants, puisque cela dissémine et distribue expériences et instrumentalités dans diverses plateformes qui peuvent être sensiblement différentes et multiplier les possibilités de conflits instrumentaux (Marquet, 2005). Par conséquent, l'identification des échecs de genèse instrumentale concernant au moins un des trois artefacts (didactique, pédagogique, technique) devient plus difficile si les acteurs de la situations n'ont pas le pouvoir sur le contrôle technique intégral des EIAH (quelque soit le degré de complexité de leurs diverses composantes). C'est ainsi améliorable dans le cadre de SACIs, par une plus grande flexibilité instrumentale permettant de pouvoir corriger ou adapter un EIAH ; et ce afin d'améliorer *in fine* l'expérience d'apprentissage du point de vue étudiant également et prioritairement. S'il est possible de nos jours de collaborer avec les services informatiques et numériques des équipes d'accompagnement et de support pédagogique au sein de des

institutions, cela demande du temps et tout n'est pas toujours possible (*e.g.*, installation de plugins, activation d'une option, mise en place de référentiels de compétences, création de rôle, gestion de cours, *etc.*). L'une des raisons pouvant parfois expliquer les difficultés d'adaptation et de correction des EIAH, est que souvent, ces plateformes pédagogiques sont mutualisées à des niveaux d'infrastructure de type académique, universitaire, régional, comprenant ainsi des bases utilisateurs de plusieurs centaines de milliers d'étudiants, de diverses formations, disciplines, institutions, *etc.* Autant de paramètres qui rendent, pour certaines structures, les mises à jour ou spécifications techniques et instrumentales délicates à mettre en œuvre pour opérationnaliser rapidement certains besoins spécifiques.

Nous supposons ici, que ce niveau systémique d'organisation des technologies de l'apprentissage, nécessiterait alors un peu plus de distribution infrastructurelle (*e.g.*, localement, disciplinairement, collégialement, par établissement), offrant ainsi plus de possibilités et de flexibilités de personnalisation au plus proche de types d'enseignements similaires et spécifiques. Cela augmenterait la réactivité des structures tout en allégeant aussi la maintenance, l'archivage, la gestion, en démultipliant, humainement, le nombre de personnels qualifiés pour assurer, au local, l'opérationnalité et l'évolution continue des plateformes pédagogiques institutionnelles (LMS), des systèmes d'informations (SI) et/ou autres ENT. Et si toutefois, durant l'effort, le système venait à planter sur une mise à jour, alors quand bien même l'inconvénient et le dérangement occasionné ponctuellement, rien n'est vraiment irréparable en informatique. Alternativement et d'un point de vue technique, ce concept existe déjà ouvertement chez *Wordpress*[110] avec le principe de « réseau multisite[111] » inspiré de la gestion des fermes de serveurs informatiques ; nous pourrions alors nous demander pourquoi cela n'existe pas au niveau de Moodle ? En fait, cela existe avec la version entreprise de *Moodle Workplace* qui permet de gérer plusieurs sites à partir d'une seule installation en facilitant ainsi l'adaptation et la personnalisation des environnements d'apprentissage en fonction de besoins plus spécifiques[112].

Pour conclure sur cette autocritique qui nous offre des perspectives d'évolution et de repositionnement pour la suite, nous prenons en compte ces limites ou failles éventuelles, au même niveau que nos résultats, dans une prospective toujours continue d'amélioration des dispositifs et SACI avec une dynamique de développement de l'IC.

[110] la plateforme libre de gestion de contenu (CMS, *Content Management System*) qui « propulse » environ 40% de l'internet tel que nous le connaissons, soit plus de 455 millions de sites ; à titre de comparaison, le LMS *Moodle* représenterait environ 100 000 sites pour 160 millions d'apprenants dans le monde (chiffres estimés en 2022).

[111] https://fr.wordpress.org/support/article/create-a-network/

[112] https://moodle.com/fr/solutions/lieu-de-travail/ avec une préférence pour la version EN étant donné l'approximation de la traduction française qui nous conforte dans l'appréciation des difficultés de traduction non littérale.

## 9.2. Retour vers le futur de la littérature et de la translittératie

Si nous avons tâché de composer créativement avec les cadres et contraintes des pages blanches et statiques de l'*œuvre* (rétro-conséquence de l'*ouvrage*), nous restons convaincu que le support classique de l'impression de l'information, inspiré des modèles gutenbergien de l'informatique *anté*-sociale est révolu. Le monde et les comportements *pro* sociaux nous appelle de nos jours à plus d'interactivité, d'ouverture, de transparence, de dynamisme, de synthétisme, de simplexisme et de vulgarisme sur les connaissances que nous produisons et qui tendent sans cesse vers l'entropie de nos propres savoirs, tant nous en générons continuellement, avec toujours plus de granularité. Ainsi et dans des temps toujours plus courts de prise de recul et de réflexivité sur nos propres pratiques et usages du quotidien, il pourrait être convenu d'en faire appel à plus d'attention, d'ouverture perceptive, d'empathie, de consilience, de bienveillance et d'espérance. Tout en gardant des limites, de l'acceptable, du conciliable, de l'intérêt commun et des valeurs du collectif.

Manier une plateforme pédagogique de type LMS telle que Moodle, faire de la gestion de classe numérique, organiser des groupes, des plans de formation, des référentiels de compétences dans un environnement digital composé d'activités instrumentées par d'autres plateformes de collaboration, de communication, de partage, de sondage… voilà quelques exemples de translittératie (que nous évoquons dans l'Encart 5.) liés aux environnements complexes dans lesquels nous interagissons collectivement sous forme de communautés d'apprentissages et de pratiques impliquant une variété de rôles, de fonctions et de compétences spécifiques à mettre en œuvre. Cette translittératie discutée par Bourdeloie (2012, 2014) nous renvoie vers ces nouvelles habileté à lire, écrire, mais aussi interagir au travers de plateformes, d'outils et de moyens, visuels, oraux, manuscrits et multimédiatiques (du livre à la télévision jusqu'aux réseaux sociaux).

### 9.2.1. Les jeux de rôles et d'acteurs de l'apprentissage dans l'IC

À la lumière de notre expérience de recherche et du retour sur notre état de l'art, nous pouvons désormais revenir sur nos questions de départ ( ❓ ) et nous demander ce que nous avons finalement appris sur le phénomène de l'IC.

Pour ce faire, nous formulons ces retours, par delà les perspectives des différents rôles évoqués dans nos contextes, en prenant en considération l'ensemble des acteurs et objets de situations d'un point de vue holistique et systémique. Nous tâchons ainsi d'exprimer ce jeu de l'intelligence collective (Lévy, 2003) et de cette intelligence de la complexité (Morin et Le Moigne, 1999) dans sa dimension la plus humaine.

Notre attention principale, portée au centre de ce travail, a toujours été la prise en considération de la personne apprenante au cœur du dispositif et ce, quelque soit les caractéristiques qui la définissent plus ou moins. Nous avons vu et réutilisé de nombreux termes de la littérature pour qualifier la personne, l'individu, le sujet, l'autre, l'*alter,* le groupe, l'équipe, les acteurs, les rôles *etc.* Revenons d'ailleurs sur l'étude du MIT et de Wooley *et al.* (2010) faisant la plus référence au niveau empirique pour la mesure de l'IC par l'application d'un test de QI (valide, fiable et standardisé) à l'échelle de groupes. Pour rappel, cette étude nous renseigne sur ce qui peut rendre intrinsèquement plus efficace une équipe plutôt qu'une autre, notamment sur les variables qui n'ont pas d'effets (*e.g.*, le QI individuel des groupes, le rôle de leader) et ceux qui en ont comme la proportion de femmes dans un groupe corrélée positivement avec la performance collective[113]. Cette dernière, piste pour le moins notable, nous n'avons pu l'étudier dans notre contexte du fait d'une proportion minoritaire et non contrôlée de sous-représentativité féminine. Pour autant, les explorations explicatives de ce phénomène associé à une qualification féminine tendent à être explicités par la qualité des liens sociaux qui relient les individus plus généralement et la réceptivité des émotions dans des interactions de groupe. Cette richesse de dénominations et de pistes d'exploration portée sur l'émotionnalité et l'affectivité de membres de groupes tendant à avoir de meilleures capacités d'écoute, de compréhension ou d'empathie (que l'on peut statistiquement associer au genre féminin), nous conforte ainsi dans l'idée de considérer l'ensemble de ces « personnes » avec une perceptibilité orientée plutôt neutre et épicène, indépendamment des études pluridisciplinaires de genre ou de leur construction sociale.

Nous synthétisons par la suite et en substances, les principaux éléments de réponse auxquels nous pensons avoir pu contribuer par delà nos résultats successifs, en les associant aux responsabilités partagées des rôles concernés dans l'ingénierie des dispositifs d'apprentissage ; puis, parce que conceptuel et complexe, nous présentons un *concept map* reprenant l'ensemble des schémas et figures que nous avons, la plupart du temps, réinterprété et adapté graphiquement pour leur donner une cohérence, voire une meilleure consistance de fond et de forme dans la globalité du texte.

#### 9.2.1.1. Le jeu des conditions nécessaires à l'émergence de l'IC ?

👩‍🏫 Enseignant 👨‍🔬 Chercheur 👷 Ingénieur 👨‍🔧 Méthodologue

En premier lieu, sur les **conditions** nécessaires à l'émergence de l'IC en SACI, nous avons insisté progressivement sur l'exploration des traces au travers des produits, ainsi que des interactions liées à leur production. Nous avons combiné cette analyse qualitative, de contenu, d'ethnotechnologie ; avec des indicateurs issus de la littérature et des mesures de variables

[113] notons que, sans plus d'évidences, ces caractéristiques ne correspondent globalement pas spécialement aux modèles de nos sociétés ou de nos systèmes éducatifs actuels

psychosociométriques afin de fusionner ces méthodes dans une méthodologie englobante systématique et à visée améliorative. Nous pensons que les travaux sont à poursuivre dans ce sens, notamment avec cette *vision à 360°* de l'activité, ce raisonnement systématique du traçage de l'activité en fonction d'objectifs et d'une ingénierie pédagogique (IP) qui permettent de mettre en adéquation les attentes et les visées.

L'instrumentation technologique (*i.e.*, la connaissance des possibilités et contraintes des outils) et son potentiel affordant pour l'apprentissage en environnement numérique, peut être selon nous, vue comme un vecteur d'augmentation des potentialités d'instrumentalisation (l'appropriation et le dépassement des outils) vers plus de créativité et de collaborativité, voire même de certaines capacités cognitives liées à la représentation et au traitement de l'information simultanée et distribuée dans des représentations mentales partagées, synchronisées, en temps réel (tel que cela est possible dans des interfaces comme celle de *Miro* ou des services de *Google*).

#### 9.2.1.2. Le jeu de l'appréciation de l'IC en situation naturelle ?

👩‍🔬 Chercheur 👷 Ingénieur 👨‍🔧 Méthodologue

Sur la **mesure** et au niveau pratique, d'une part, la multiplicité et variété des outils technologiques et numériques nous poussent à faire des choix aux enjeux très divers et variés (éthiques, techniques, institutionnels, économiques, politiques…). D'autre part, l'hyperfonctionnalisme interopérant des plateformes numériques modernes révèlent en fait des interconnexions de données potentielles d'une complexité de sources qu'il reste encore à explorer, dans la mesure du possible et des limitations de nos moyens d'investigations liés à des moyens techniques qui peuvent parfois nous échapper. Nous pensons qu'à ce stade de l'appréciation, ou d'appréhension de phénomènes complexes *inter*-dépendants ; nous n'en sommes qu'à peine aux prémices d'études fort intéressantes dans l'analyse conjointe de données et métadonnées liées à des situations d'apprentissage complexes. Il nous faudrait cependant peut-être, dans nos contextes propres, rattraper un certain retard de frontière technologique que nous pourrions comparer avec certains acteurs des géants de l'Industrie.

Et ce retard, sans placement de produit (*i.e.,* parce que nous utilisons parfois combinatoirement des plateformes à haute valeur technologique telle que *Moodle*, *Miro* ou *Discord*) ou défense d'une profession compétente plutôt qu'une autre (*e.g.,* la nécessité d'une ingénierie pédagogique méthodique dans le domaine des EIAH), nous semble difficile à rattraper en l'état actuel de certains fonctionnements d'enseignement supérieur et de recherche, qu'ils soient académiques, économiques ou politiques au sens évaluatif de De Ketele (2019).

L'IP — de formation, voire même sociale si l'on pousse jusqu'à la théorie des nudges[114] — apparaît alors comme une position transversale et pivotable, elle jongle et fait liaison entre les services de la pédagogie et de l'enseignement, les services administratifs, les services techniques et parfois même, la recherche (Pélissier et Lédé, 2022). Le point de vue de l'IP, en lien avec les autres acteurs, peut ainsi donner lieu à divers diagnostics, recommandations et préconisations, toujours à visée pédagogique.

En ce sens, cette position est ainsi probablement loin d'être confortable, mais son approche pragmatique, à l'intersection de différentes visions du monde qui se croisent vers un même objectif commun, n'est pas sans rappeler l'importance de la mission d'accompagnement, de facilitation et de transition au changement lorsque l'on vise l'innovation pédagogique (Marquet, 2015).

#### 9.2.1.3. Le jeu de l'accompagnement de l'émergence d'IC ?

👷 Ingénieur 👩‍🏫 Enseignant 🙋 Apprenant 👨‍🎨 Designer

Enfin, sur l'**accompagnement** de l'émergence d'IC en SACI, nous pensons que les potentialités et affordances offertes par les outils (et les « *espaces* ») actuels les plus communs (tel que *Moodle* ou les *learning labs*), ou d'autres plus spécifiques (tel que *Miro* ou la *réalité virtuelle*) sont largement sous-exploitées ; et ce pour des raisons que nous avons déjà, entre quelques lignes, évoquées. Nous pensons que ce phénomène va être amené encore à évoluer, notamment si l'on regarde les tendances d'objectivisation de la qualité des apprentissages en lien avec le monde socio-professionnel tel que le montre la montée en puissance de l'APC au travers de tous les niveaux d'éducation, d'enseignement et de formation confondus (y compris dans le monde de la recherche avec les critères et la démarche d'amélioration continue de l'Hcéres ou des référentiels de compétence de la fiche RNCP correspondant à la fonction de doctorant).

Mais ces potentialités, semblent sur les différents terrains explorés, rencontrer de nombreuses résistances au changement et générer de nombreux conflits ; à la fois instrumentaux, sociaux et cognitifs, relativement à la rencontre de différents paradigmes divergents dans toute démarche d'IC, qu'elle se situe dans les apprentissages, ou dans les situations communes de tous les jours.

Pour autant, il semble nécessaire de suivre une certaine mouvance qui entraîne toute la société dans une ère de plus en plus digitalisée afin de rester à jour dans la mise en lumière des phénomènes *inter*-générationnels qui transforment les normes de nos environnements. Dans le contexte éducationnel, cette mouvance doit être accompagnée, par des supports, par des

[114] Rappelons qu'il s'agit de techniques de manipulation douce des masses orientée vers le bien-être et le sens commun, sans contraindre les usagers (Thaler et Sunstein, 2021), ce qui est en soit une forme plus ou moins explicite d'ingénierie sociale, pour l'instant, encore réservée aux cabinets d'études et autres organismes de consulting (*e.g.,* BVA group).

ressources, par des démonstrations, mais aussi par du temps humain consacré aux relations humaines au travers de machines, en insistant d'autant plus sur les qualités émotionnelles et affectives des situations reproduites puisqu'on les sait favorables à l'émergence d'IC.

Ces matériaux et ressources concernent parallèlement la vocation principale d'enseignement et d'apprentissage ; en incluant les personnes apprenantes au centre du dispositif, en les objectivant comme le but et la finalité ultime de tout ce qui est produit à leur intention. Nous n'avons quant à nous pas pu mettre en œuvre tous les niveaux de retours et de *feedbacks* incluant les apprenants de manière instantanée dans la réflexion sur les données mesurées — comme cela peut être le cas dans le développement d'outils en conception plus participative ; ou comme cela nous était possible avec la plateforme *Lab4CE* de notre seconde étude, dans le cadre du *feeback* visuel intégré et des *learning analytics* (LA) qui en découlent. — mais pour faire référence à la *ligne 1103* de notre corpus qualitatif de cette même étude à propos de laquelle nos étudiants n'avaient pas réussi à finir, mais qui pour certain, restait sur une note positive :

« *on a **pas fini**, mais on a **pas rien fait non plus !*** »
— Camille ZEBE, *Lab4CE-dataset,* 2017, 17:05:49, l. 1103).

## 9.3. Préconisations pour le développement de l'IC

Dans cette dernière section, nous délivrons des recommandations en guise de retours d'expériences, applicables à de futures itérations et poursuivant nos étapes dans une continuité, toujours à visée améliorante, collectivisante et actualisante des apprentissages collectifs.

Si la question des rôles nous a pu apparaître unilatérale dans nos expériences et sur certains aspects, du fait d'une posture qui nous a amené à différencier et être plusieurs de ces acteurs, l'agentivité de l'organisation systémique autour des apprentissages et de leur accompagnement est en réalité plus complexe lorsqu'elle se distribue dans les environnements.

À l'issue de notre deuxième étude sur la plateforme *Lab4CE*, nous avions travaillé avec Pélissier *et al.*, sur l'élaboration collective d'une grille de recommandations à décontextualiser et recontextualiser pour penser plus largement le cadre des applications. Cette grille proposait diverses recommandations d'ordre graduel sur des axes plutôts didactiques, techno-pédagogiques (*i.e.,* ingénierie pédagogique), psycho-andragogiques (*i.e.,* liés aux apprentissages des adultes) et techno-informatiques (*i.e.,* pour l'automatisation).

Les préconisations qui suivent reprennent ainsi les dimensions d'ordre psychosocio-andragogiques (👥 **individus**), celles de l'**instrumentalité** d'ordre technopédagogiques (🔧 **instruments**) ainsi que celles sur le phénomène à l'étude (🔗 **objet**), avec leur remise en perspective dans l'environnement (Rabardel, 1995 ; *c.f.,* Figure 2.15).

### 9.3.1. 👥 Sur la personne apprenante — *psychosocio-andragogiques*

- ☐ Affiner continuellement les *indicateurs* et *variables* endogènes et exogènes de l'**observation** dans le cadre d'**apprentissages**.
- ☐ Expérimenter avec l'*observation*, l'*intervention*, l'*action*, et la *participation* qui font partie des processus scientifiques adaptés pour la **recherche** en sciences de l'éducation et de la formation.
- ☐ Combiner et croiser les nombreux **cadres conceptuels** qui sont *complexes*, parfois à réactualiser, mais souvent **reliés**.
- ☐ Favoriser l'approche qualitative lorsqu'il s'agit de personnes à l'étude car elle semble plus à même de saisir la complexité de phénomènes peu connus ou émergents et n'empêche en rien les méthodes mixtes et quantitatives.
- ☐ Faire prévaloir la **motivation** initiale et continue dans une *activité collective* où l'on veut observer des *dynamiques d'émergence*, en tant que **prérequis** et non simple mesure.
- ☐ Mettre les **formes** pour appuyer le **fond**, porter une *attention* aux *détails* et un *soin* aux **personnes**.
- ☐ Impliquer l'apprenant dans le **retour** (informationnel) **réflexif** rendu possible avec les données des apprentissages ou de tout autre phénomène.
- ☐ Ne pas oublier les **croyances** des individus, qui sont parfois plus ou moins *malléables*.

### 9.3.2. 🔧 Sur l'instrumentalité de la situation — *technopédagogiques*

- ☐ Distinguer toutes les **instrumentations** & **instrumentalisations** faisant partie de l'environnement (ou écosystème) d'une personne avant quelque genèse qu'il soit, en particulier les **instrumentalisations**, *catachrèses*, *détournements*, *usages créatifs* et *sérendipitaires* qui repoussent les marges.
- ☐ Recommander les **outils** permettant les **usages** les plus *collaboratifs*, *partagés*, *historicisés* et synchrones qu'il se peut, afin de correspondre aux **pratiques** les plus *actuelles* et *prospectives.*
- ☐ Vérifier l'**appropriation** et l'apparition de *conflits* potentiels dans l'usage des TICE.
- ☐ Mettre en place des **environnements numériques** *performants*, au niveau de leur **qualité**, de leur **paramétrage**, de leur **ergonomie**, de leur **interopérabilité**, de leur **fonctionnalisme**, tout en restant *simples, personnalisables* et *progressif* dans la graduation complexe des fonctionnalités correspondant aux besoins primordiaux.
- ☐ Renforcer si possible tous les mécanismes **positifs** de **soutien** *affectivo-émotionnel* ; indicateurs de présence, réactions, émoticônes, *rewarding…*
- ☐ Porter un soin particulier aux **outils** de **communication** en préférant des plateformes modernes, synchrones et fonctionnelles (*historique, réponses, citations, réactions…*).
- ☐ Intégrer et promouvoir au maximum toutes les dimensions *sociales* **partagées** et **fonctionnalités** avancées du *web moderne.*
- ☐ S'adapter à l'**imprévu**, prévoir des **dispositifs** et **scénarios** flexibles et hybrides, *by design.*
- ☐ S'assurer de la **sûreté** du cadre *éthique*, *technique* et *informatique* lié à l'*exception pédagogique.*

- ☐ Soigner la *structure architecturelle* des formations, apprentissages, des parcours, des scénarios, des activités, des évaluations, pour en faire un tout cohérent et progressif, voire combinable (sous forme de blocs, de compétences, de transversalité entre disciplines).
- ☐ Des compétences techniques sont requises pour toutes les activités d'encadrement liées aux numériques, ces compétences doivent être solides et permettre des **instrumentations** avancées, tant sur les **outils** de l'**activité** que sur les **outils** de **représentation** et d'**analyse des données.**

### 9.3.3. 🔗 Sur l'émergence de formes d'intelligences collectives — *IC*

- ☐ Scénariser les apprentissages, s'appuyer sur des **scénarios**, supports, maquettes, référentiels de **compétences** pour permettre une démarche **itérative** et améliorer les **dispositifs** selon des objectifs clairs et partagés, donnant les moyens à des groupes d'avancer dans le même sens.
- ☐ Utiliser du **matériel** et des **ressources** pédagogiques qui soient les plus **interopérants** possibles et permettent au mieux l'*inclusion technologique* de l'ensemble des apprenants.
- ☐ Favoriser le **travail collectif** et les productions communes, réfléchir à l'orchestration des interdépendances dès le scénario et en vue de l'évaluation (qui peut être *auto-*, ou *co-*, en A.P.C, sans notes chiffrées, *etc.*).
- ☐ Analyser le **contenu** et les **traces** de l'**interaction** (comme toutes les autres *méthodes qualitatives*) offrent des *perspectives* toujours éclairantes, y compris avec les *learning analytics* (LA).
- ☐ Intégrer plus d'éléments permettant un **climat d'apprentissage positif**, bienveillant, rassurant et encourageant, que ce soit par le *design* ou les expériences utilisateurs remédiant l'absence humaine.
- ☐ Développer l'aspect des **apprentissages** (pro) **sociaux**, de la **collaboration** en **équipes** et en groupes via la coopétion où les travaux collectifs.
- ☐ Libérer la **communication**, quelle que soit sa *forme* et les *moyens* qu'on y donne, en tant que clé des **interactions** *effectives*.
- ☐ Prendre le temps de lancer l'**union** des **co-**, la **force** moteur qui s'entraîne et améliore les actions.
- ☐ Prendre en considération la *non horizontalité* de beaucoup de nos contextes, qui ne stimulent pas spécialement l'intérêt de **collaboration** et de **partage** dans des situations souvent *compétitives*.

### 9.3.4. Vers une proposition de formulation d'un ENA

Pour conclure cette discussion, nous aimerions élaborer une perspective que nous avions initialement envisagée en guise de conclusion et de contribution générale au niveau des sciences de l'éducation et de la formation, pensant peut-être que des solutions pouvaient émerger à partir de l'instrument et des technologies bien appropriés. Venant initialement d'une formation à la croisée entre informatique, arts appliqués et ingénierie pédagogique, nous pensions ainsi que notre apport à la communauté scientifique et pédagogique, pouvait se matérialiser sous la forme d'une application concrète, au sens d'un **POC** (*proof-of-concept*), une sorte de prototype qui se déploierait sous la forme d'un environnement numérique propre aux apprentissages (*i.e.*, ENA).

Nous le conceptualisons sous la forme d'un « *environnement* », au sens large, englobant toutes les activités possibles et souhaitables pour favoriser l'émergence d'IC, qu'il soit d'ailleurs aux formats *numérique*, *virtuel*, *matériel* ou *physique* en *présentiel*, *distanciel*, *co-modalité* ou *hybride*. Il serait ouvert, accessible, transparent, inclusif, en partant par exemplarité, d'une base de plateformes libres gravitant autour d'un LMS (*e.g.*, *Moodle.org*) ; d'une plateforme collaborative d'organisation et de gestion collective (*e.g.*, *Nextcloud.com*) ; de moyens de communication asynchrones de qualité, « ***forums** de **discussions*** » et « ***listes** de **diffusions*** » de nouvelle génération, intégrant, *by design*, des mécaniques de *gamification*, de *progression* et de *co-régulation* des **communautés autogérées**, libres et open source, agréables à utiliser et soutenant les capacités les plus étendues de communication (*e.g.*, *Discourse.org*, *Mattermost.org*) ; des moyens plus synchrones ou éphémères, permettant le hors tâche comme les activités synchrones sur tâche (au choix, mais surtout aux « préférences personnelles » des utilisateurs : ***BBB***, ***Mozilla Hubs***, ***Signal***) ; *WordPress.org* avec des communautés de rédaction et d'innombrables possibilités d'extensions numériques, ou des briques fonctionnelles permettant d'apporter toutes les interactions sociales du **XXI**e siècle, voire même de la valorisation personnelles des acquis, compétences et travaux produits sous la forme d'e-portfolios (pour l'*autoréflexivité* et l'*autoévaluation*) ; *etc.*[115]

Le tout, devait être conçu de manière entièrement interopérable et distribuée, comme cela est possible, c'est-à-dire par exemple, en ayant un accès sécurisé par identifiant centralisé, avec une clé d'accès liée à un compte unique (comme les comptes des personnels ou des étudiants des institutions), dans un environnement informationnel pervasif, où les informations circulent, les outils correspondent aux besoins. Tout serait négociable et renégociable, adaptable, personnalisable, customisable, designable et perfectible en améliorant collectivement les outils pour mieux les faire correspondre aux performances et à l'efficience attendue, du local au global.

Dans cette version presque idéale de l'environnement numérique d'apprentissage, il y aurait tout de la synthèse technico-pratique d'une élaboration autour de l'***émergence*** et de l'***accompagnement*** de l'IC — avec un soin et une attention particulière au *design* et à l'ergonomie générale, comme cela est ostensiblement attendu de la part des usagers.

Notre objectif serait de démontrer qu'il ne s'agit pas tant de solutions toutes faites et pratiques à simplement préconiser, dans lesquelles investir pour un avenir qui change souvent si soudainement et rapidement, ni d'une sorte de *prêt-à-mettre-en-œuvre* (*e.g.*, comme le choix d'un outil de communication alternatif en situation de crise) ; que d'une *instrumentation* ou

[115] En notant qu'à ce stade, nous avons trouvé aucune alternative comparable à la plateforme numérique ***Miro*** et ses centaines d'intégrations possibles avec tous les majeurs services commerciaux tels que *Google/Drive*, *Microsoft/Office/Teams/OneDrive/OneNote/Evernote*, *Dropbox, Prezi, Zoom, Trello, Github, Slack, notion, monday.com, Adobe, Typeform, Zapier, SurveyMonkey etc. ;* sans parler des innombrables possibilités fonctionnelles et des *embed* nativement intégrés, rendant alors parfois, la recherche d'alternatives difficilement challengeable pour le *Monde Libre*.

*contre-instrumentalisation* particulière, accessible et simple à déployer pour s'accorder avec ce que la recherche nous renseigne, sans toujours réussir à l'appliquer concrètement sur le terrain.

Tout ceci est possible, techniquement et se déploie déjà dans de nombreux environnements et contextes, avec cette même démarche d'amélioration continue et de pilotage de la qualité. Avec quelques « et si » de plus, peut-être alors que ces ENA se reproduiront davantage et deviendront des réalités communes.

Et pourtant, sur le terrain, nous avons pu contraster et comprendre, par manque de temps, par manque de communication, par manque de cohésion, par manque de moyens, par cause de complexité et de contingences qu'il reste encore à mieux explorer ; qu'il s'agissait trop souvent de choix à faire : rapidement, avec des solutions toutes faites, simples, qui fonctionnent et font fonctionner, sans détour et perte de temps, notamment, dans l'une des plus grande organisation humaine de travail de notre nation.

Dans le futur d'ensuite et à l'instar des approches sociocritique et sociotechnique critique des usages numériques en éducation (Denouël, 2019), nous nous intéresserons alors à des environnements qui nous donnent matière et données multiples à analyser, en respectant la vie privée, les données personnelles et sensibles tout en permettant leur anonymisation (voire leur *blockainisation*) pour des traitements massifs à des fins de recherches et de contribution plus qualitatives aux apprentissages. Cela passera probablement par un meilleur choix des outils et instruments de recherches, tout en renforçant et fluidifiant la manière de recueillir les données (comme cela est le cas avec les *données de l'apprentissage* de *Moodle*, par exemple).

## EN RÉSUMÉ 9 / 9

- ➔ Nous orientons nos perspectives de discussions vers la prospective
- ➔ Nos résultats, en lien avec leur phase d'itération respective, sont globalement satisfaisants et nous rapprochent de l'accompagnement et de l'émergence d'IC en situation. Les limites sont généralement contextuelles ou méthodologiques.
- ➔ Un retour sur la contribution méthodologique de ce travail de recherche est alors établi afin de poursuivre la continuité de cette conduite.
- ➔ La synthèse et l'interprétation croisée des résultats concordant globalement avec la littérature, elle nous conduit à la **validation** de l'approche des RMM et d'utilisation de MM. Le modèle de THEDRE nous a permis d'articuler et de

combiner des résultats d'études multiples dans une logique itérative et améliorative.

➔ De l'importance des **rôles/acteurs** et de la perception des différentes facettes observables à propos des personnes, individus, sujets, ou apprenant dans l'**interdisciplinarité** dans les contextes (recherche, académique, technique).

➔ Vers des **préconisations** sur le **développement** de l'IC en SACI :

- 👥 Sur les **individus**
- 🔧 Sur les **instruments**
- 🔗 Sur les **objets**

➔ Pour une proposition d'**environnement numérique d'apprentissage** applicable à l'accompagnement de l'IC.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans ce travail de recherche, nous sommes parti du phénomène complexe de l'intelligence collective en cherchant à l'aborder de manière transdisciplinaire au sens des humanités numériques. Au travers de l'état de l'art, nous avons cherché à mieux comprendre l'individu et l'apprentissage humain ; puis nous nous sommes intéressés aux moyens qui permettent de mettre en œuvre ces apprentissages, afin de se concentrer sur l'accompagnement et l'émergence d'intelligences collectives en situation d'activités instrumentées. Notre problématique s'est ainsi orientée sur un double aspect d'observation de l'émergence d'un phénomène et de méthodologie pour mieux l'apprécier et l'accompagner. Nous avons alors développé ces aspects méthodologiques en construisant notre cadre autour de méthodes de conduite de recherche et de recherche par méthodes mixtes adapté aux contextes et situations complexes des environnements informatiques pour l'apprentissage humain. Nos trois études nous ont permis de déployer ces méthodes et de les opérationnaliser pour itérer successivement et par facette, trois perspectives différentes gravitant autour de l'émergence d'intelligence collective. Notre première étude se concentre sur la facette de l'individu et de l'autonomie par rapport aux apprentissages et aux résultats de la production d'un travail individuel ou collectif. Notre seconde étude nous a permis d'intégrer les dimensions d'environnements numériques pour tracer les interactions et variables liées au collectif. Notre dernière étude combine les facettes d'individus, de groupes, de collectifs, de production et d'interactions liées à l'émergence d'un sentiment d'intelligence collective, capable de rendre compte du résultat d'une certaine efficacité collective. En synthèse, nous discutons de ces résultats fusionnés, globalement satisfaisants et encourageants à poursuivre les études dans ce sens ; et ce, à l'aune du contrôle que nous avons pu avoir sur les situations d'études en contexte naturel. Notre contribution se traduit ainsi par des pistes d'appréciation de l'intelligence collective sous la forme d'échelle et d'observation d'interactions émergentes, combinée à une approche méthodologique qui permet et encourage la réitération.

À la lumière de la littérature et au travers des différentes observations et expérimentations menées sur le terrain, nous avons cherché à mieux comprendre un phénomène aux contours encore bien indéfinis. Nous avons synthétisé et apporté des éléments de réponses à nos questionnements principaux, en s'intéressant conceptuellement aux modèles convergents issus des cadres théoriques et méthodologiques. Nous avons repéré au travers des nombreuses disciplines et théories, que celles-ci tendaient parfois à s'enfermer dans leur propre clivage d'auto-légitimisation, face à une science qui se voudrait trop absolutiste. Ces tendances peuvent parfois rendre confus des cadres à l'intérieur desquels on peut estimer qu'il y a des points de

convergence et de regroupements d'idées fructueuses pour toutes les recherches. Nous avons tâché d'intégrer et de métamodéliser tous ces liens qui existent et qui sont bien visibles dans la synthèse. Nous avons ainsi construit toute notre démarche là dessus, en transdisciplinant le plus proprement possible à l'intérieur des nombreux, voire trop nombreux cadres. *In fine*, nous avons tenté de circonscrire l'IC en l'explorant circulairement et multidimensionnellement, avec une approche complexe qui se prête également à l'usage d'autres technologies, plus modernes et actuelles pour en rendre compte.

À l'issue finale de ces cheminements intellectuels qui nous ont guidés et que nous avons empruntés à de nombreuses disciplines tout au long de cette thèse, nous pensons raisonnablement avoir appris un certain nombre de choses, notamment sur les prédictions et l'empirisme méthodique. En revanche et à ce stade, nous ne sommes pas certain de pouvoir prévoir l'émergence d'IC en termes purement empiriques. Cette situation de prédilection déconvenue nous apparaît ainsi comme une nouvelle perspectivement rassurante et stimulante pour la poursuite des études autour de ce phénomène, dont l'intérêt semble de plus en plus suscité et attisé par la société, telle l'émergence d'une défiance d'alternatives à un modèle toujours actuel, mais encore actualisable.

Dans ce travail de recherche, en tant que *doctorant*, *apprenant-chercheur* et sous les opportunités multiples et croisées de plusieurs *rôles* liés aux contextes professionnel et de terrain (*enseignant*, *chercheur*, *ingénieur technopédagogique*, *méthodologue*, *designer* et toujours, *apprenant*) ; nous avons pu déployer une approche méthodologique pour mener des recherches dans des situations d'activités collectives instrumentées en contexte naturel. En ce sens, nous estimons avoir réussi et accompli nos propres objectifs.

Nous pensons que le phénomène de l'IC reste encore très *multi-définis*, plus qu'*indéfini* ou *indéfinissable* ; à l'instar de son concept parent qu'est l'*intelligence* ou des différentes disciplines qui s'intéressent à de mêmes phénomènes, de manières différentes. Ce paradoxe à variabilité quasi-quantique n'est d'ailleurs pas sans nous rappeler l'appel à l'infinitude des humanités numériques (Julien et Citton, 2015, p. 192). Ce vers quoi elles tendent, ce qu'elles permettent, ce qu'elles développent, ce qu'elles transforment cognitivement et socialement, de manière récursive et intégrée à notre environnement dans des boucles que l'on nous souhaiterait plus harmonieuses et vertueuses.

Sur le plan de la méthodologie de recherche, nous pensons avoir pris en compte et expérimenté les différentes possibilités qu'offrent les MM combinées à une méthode de conduite de recherche itérative et à visée améliorative ; d'un *dispositif*, d'une *étude*, d'un *artefact*, d'un *outil activable*, d'un *enseignement*, *scénario* ou même d'un *phénomène* avec des modèles plus avancés d'*intervention quasi-expérimental* et *multi-étape*. En ce sens et parce que nous avons déjà suffisamment développé les aspects méthodologiques tout au long de ce *compuscrit*, nous

espérons perpétuer, continuer et contribuer à ouvrir des voies qui soient *inclusives*, *transclusives*, transdisciplinaires pour améliorer collectivement les apports des différentes sciences qui permettent d'observer et de tirer des analyses à partir d'une multiplicité de possibles pour mettre en commun différentes *représentations du monde* co-existantes. Nous avons pris un certain nombre de risques, sans chercher à les éviter. Nous nous sommes formé sur l'analyse et l'interprétation statistique sans pré-connaissance[116] et ce, afin de pouvoir réaliser correctement un certain exercice visant à conférer une validité interne et externe à nos résultats suivant les protocoles de nos études. Le développement des ARS nous a ainsi permis d'essayer de dépasser certaines représentations plus ou moins simplistes ou réductionnistes de phénomènes infiniment plus complexes que ce que les sciences statistiques et les mesures autorapportées peuvent nous rapporter à elles seules. Enfin, à l'image de la rigueur que nous avons accordée à certaines tâches de recherches et d'enseignements, nous avons pris un soin attentif au fond, à la forme et ultimement à l'augmentation de tout ce travail dans une mise-à-disposition et restitution semi-exhaustive.

À l'instar de notre prototype idéalisé et de certains types d'accompagnement en ingénierie pédagogique, andragogique, de formation, des savoirs, de l'information et des systèmes pour lesquelles nous aurons d'autres opportunités d'itération et de déploiement, nous aurions aimé finir sur une note plus généralisante, tel un *ouvertoire* vers l'*ingénierie sociale*. L'ingénierie qui consisterait à étudier et « *influencer positivement* » les « *masses sociales* », ici enfin au sens général et global de l'**intelligence** ou **conscience** de *foules*.

En revenant sur le succès montant et dominant du *paternalisme libertarien* et de la *Théorie du Nudge* (Bordenave *et al.*, 2014 ; Thaler et Sunstein, 2021), la « *méthode douce pour inspirer la bonne décision* » dans le sens du bien commun ; en comparant avec les approches *féministes* de l'*Éthique du Care* (Laugier *et al.*, 2021) ou du « *Soin* » [117] sur les caractéristiques dîtes initialement féminines telle que l'« *attention à autrui* », la « *sollicitude* » et le « *souci des autres* », pour continuer vers l'exploration d'autres compétences humaines et sociales.

Nous aurions pu épiloguer sur cette histoire de « *coup de pouce* » dont on entend de plus en plus parler dans les médias et notre société. Ou bien revenir sur l'erreur de Descartes (Damasio, 2006) et des mythes sur la cognition et l'affection distribuée. Ou encore du phénomène de « *petite poucette* » (Serres, 2012) et de l'intergénérationnalité dans les jeux des rôles et acteurs.

Nous aurions pu discuter des entretiens du nouveau monde industriel (ENMI 2012 — …) afin d'adopter une démarche plus pragmatico-pratique et nous rappeler ceux que nous devons viser dans la bonne application de nos mesures ; ou du combat de Greta et de toute une génération en

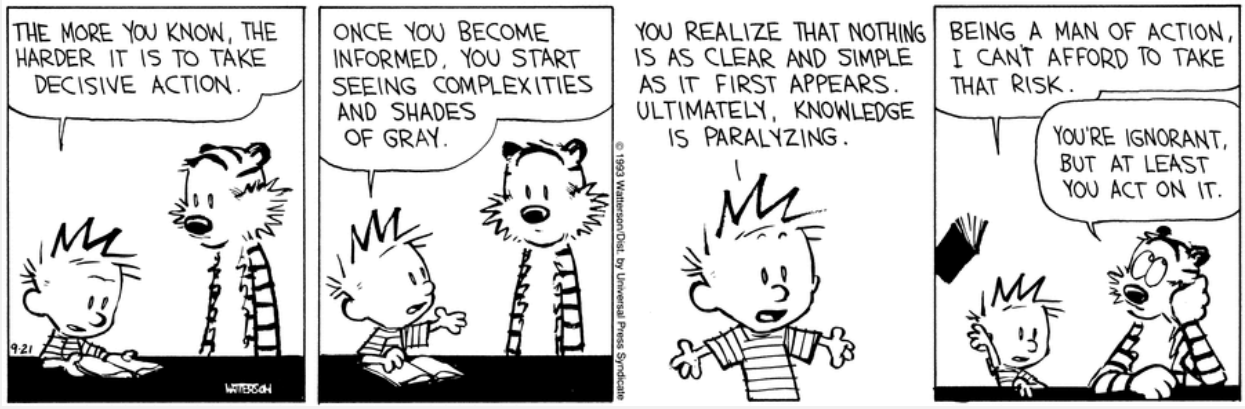
[116] — science qui n'est d'ailleurs pas spécialement la méthode statistique la plus pertinente pour la compréhension des phénomènes complexes, voir l'alternative des statistiques bayésiennes lorsque l'objet de recherche présente une multitude d'inconnus difficilement prédictible au sens des inférences traditionnelles —

[117] voir les travaux de l'*Espace Éthique* ou cette *conférence* en ligne de Laugier (2017).

demande qui est là aussi, présentiellement, dans l'actualité ; et qui demande des alternatives plus douces et des technologies intellectuelles plus sensées pour faire face aux défis de notre monde actuel.

Nous aurions pu, avec beaucoup plus de « *et si* » (Taddei et Davidenkoff, 2021).

Mais pour l'heure, à l'échelle du temps de *Théodore Monod* et après seulement quelques millisecondes d'écoulés, nous réalisons que l'un des manifestes des **Humanités Numériques** nous invitait à nous « *sâlir les mains* » (Julien-Saavedra et Citton, 2015, p. 195) ; ainsi donc le « *je* » du « *jeu* » espère dans un « *Noûs* », avoir fait appel à un autre « *nous* » en essayant de « *faire* » avec, plus ou moins proprement.




Note. © « *Man of Action* », Calvin et Hobbes®, Watterson, B., (21/09/1993)

# Bibliographie


1. Adangnikou, N. (2008). Peut-on parler de recherche en pédagogie universitaire, aujourd'hui, en France ? *Revue des sciences de l'éducation*, *34*(3), 601-621. https://doi.org/10.7202/029510ar
2. Albero, B. (2013). L'analyse de l'activité en sciences de l'éducation : entre aspirations scientifiques et exigences pragmatiques. *Travail et Apprentissages*, N° 12(2), 94-116. https://doi.org/10.3917/ta.012.0094
3. Alloing, C. et Pierre, J. (2021). Nudges ou affordances ? Tisser la toile d'une affection distribuée. *Actes Sémiotiques*, *124*(2006), 1-18. https://www.unilim.fr/actes-semiotiques/6751
4. Amiel, T. et Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Educational Technology and Society*, *11*(4), 29-40. Repéré à https://www.learntechlib.org/p/75072/
5. Anadón, M. (2019). Les méthodes mixtes : implications pour la recherche « dite » qualitative. *Recherches qualitatives*, *38*(1), 105. https://doi.org/10.7202/1059650ar
6. Aronson, E. (2002). Building Empathy, Compassion, and Achievement in the Jigsaw Classroom. Dans *Improving Academic Achievement* (p. 209-225). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-012064455-1/50013-0
7. Aronson, E. et Bridgeman, D. (1979). Jigsaw Groups and the Desegregated Classroom: In Pursuit of Common Goals. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *5*(4), 438-446. https://doi.org/10.1177/014616727900500405
8. Asloum, N. et Guy, D. (2017). La recherche collaborative en éducation et formation. Instrument ou enjeu éthique de la recherche ? *Phronesis*, *6*(1-2), 74-87. https://doi.org/10.7202/1040219ar
9. Aubry, É. (2021). *Le dessous des cartes - Soft power : la guerre des universités*. Arte. https://www.arte.tv/fr/videos/103960-020-A/le-dessous-des-cartes/
10. Ayari, M. (2021). *L'apprentissage auto-dirigé comme levier de réussite dans un dispositif massif de formation de type MOOC / CLOM* [Université Cergy-Pontoise]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03274883/document
11. Bagozzi, R. P. (2007). The legacy of the technology acceptance model and a proposal for a paradigm shift. *Journal of the Association for Information Systems*, *8*(4), 244-254. https://doi.org/10.17705/1jais.00122
12. Baker, M., Hansen, T., Joiner, R. et Traum, D. (1998). The Role of Grounding in Collaborative Learning Tasks. Dans P. Dillenbourg (dir.), *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches* (numéro June, p. 31-63). Elsevier Science Pergamon. https://www.researchgate.net/publication/2304705_The_Role_Of_Grounding_In_Collaborative_Learning_Tasks
13. Bandura, A. (2009). La théorie sociale cognitive : une perspective agentique. Dans P. Carré (dir.), *Traité de psychologie de la motivation: Théories et pratiques* (p. 15-45). Paris: Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.carre.2009.01.0015
14. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: Social cognitive theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
15. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the Exercise of Control*. W. H. Freeman & Co.
16. Bandura, A. (2000). Exercise of Human Agency Through Collective Efficacy. *Current Directions in Psychological Science*, *9*(3), 75-78. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00064
17. Bandura, A. (2006). Guide to the construction of self-efficacy scales. Dans F. Pajares et T. Urdan (dir.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (p. 307-337). Information Age Publishing.

18. Bar-Yam, Y. (1997). Complexity Rising: From Human Beings to Human Civilization, a Complexity Profile. *Encyclopedia of Life Support Systems*, 1-33. https://necsi.edu/complexity-rising-from-human-beings-to-human-civilization-a-complexity-profile
19. Bar-Yam, Y. (2002). General Features of Complex Systems. *Knowledge Management, Organizational Intelligence And Learning, And Complexity (EOLSS)*, *1*, 1-57.
20. Barbier, S. (2005). Genèse d'une « intelligence collective ». *Recherches & éducations*, (10), 10. https://doi.org/10.4000/rechercheseducations.371
21. Barlow, J. B. et Dennis, A. R. (2016). Group coordination structuring: A process to facilitate collective intelligence in virtual group work. Dans *Collective Intelligence 2016, NYU*.
22. Barreau, H. (2001). Épistémologie et Ontologie. *Le Portique*, (7). https://doi.org/10.4000/leportique.238
23. Barron, P. et Cahill, V. (2006). YABS: A Domain-Specific Language for Pervasive Computing based on Stigmergy. Dans *Proceedings of the 5th international conference on Generative programming and component engineering - GPCE '06*, 285. https://doi.org/10.1145/1173706.1173730
24. Bastian M., Heymann S., Jacomy M. (2009). *Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks*. International AAAI Conference on Weblogs and Social Media.
25. Baumgartner, E., Bell, P., Brophy, S., Hoadley, C., Hsi, S., Joseph, D., Orrill, C., Puntambekar, S., Sandoval, W. et Tabak, I. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, *32*(1), 5-8. https://doi.org/10.3102/0013189X032001005
26. Becchetti-Bizot, C., Houzel, G. et Taddei, F. (2017). *Vers une Société Apprenante : Rapport sur la recherche et développement de l'éducation tout au long de la vie* (p. 85). MENJS. https://www.education.gouv.fr/vers-une-societe-apprenante-rapport-sur-la-recherche-et-developpement-de-l-education-tout-au-long-de-5843
27. Bégin, C. (2008). Les stratégies d'apprentissage : un cadre de référence simplifié. *Revue des sciences de l'éducation*, *34*(1), 47-67. https://doi.org/10.7202/018989ar
28. Bellet, P. et Mailles-Viard Metz, S. (2020). Accompagner l'autonomie dans les apprentissages universitaires. Dans C. Pélissier (dir.), *Notion d'aide en éducation* (p. 187-209). ISTE editions.
29. Bellet, P. et Mailles Viard Metz, S. (2021). Hybrider l'espace pour développer l'international : le projet ILE. Dans *Enjeux actuels et futurs de la formation et de la profession enseignante*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03214698
30. Bellet, P., Venant, R., Pélissier, C., Mailles Viard Metz, S. et Broisin, J. (2021). Analyse des processus d'entraide dans le cadre d'un laboratoire virtuel et distant pour l'apprentissage de l'informatique. *Sticef*, *28*, 34. https://doi.org/10.23709/sticef.28.3.3
31. Bellet, P., Vendeville, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). Les effets du travail de groupe sur les sentiments d'efficacité personnelle et collective en contexte d'apprentissage. *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation*, *42*(4), 992-1021. https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/3661
32. Bellet, P., Vendeville, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). How Can Collaborative Learning Support Perceived Collective Efficacy? *The Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași Socio-Humanistic Sciences*, *65*(1-2), 9-22. https://doi.org/10670/1.vrrh76
33. Benali, K., Bourguin, G., David, B., Derycke, A. et Ferraris, C. (2002). Collaboration / Coopération. Dans *Jacques Le Maitre. Information Interaction Intelligence - Actes des 2èmes assises du GdR I3, Dec 2002*, 17. https://hal.inria.fr/inria-00107629
34. Berger, G., de Bourbon Busset, J. et Massé, P. (2007). *De la prospective : textes fondamentaux de la prospective française, 1955-1966*, Harmattan.
35. Bernstein, E. S. et Turban, S. (2018). The impact of the 'open' workspace on human collaboration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *373*(1753). https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0239
36. Bertrand, Y. (1990). *Théories contemporaines de l'éducation*.

37. Biémar, S., Daele, A., Malengrez, D. et Oger, L. (2015). Le « Scholarship of Teaching and Learning » (SoTL). Proposition d'un cadre pour l'accompagnement des enseignants par les conseillers pédagogiques. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *31*(2). https://doi.org/10.4000/ripes.966
38. Billouard-Fuentes, D. (2009). Émergence d'Intelligence Collective dans un Environnement Numérique de Travail. Dans *7ème colloque du chapitre français de l'ISKO International Society for Knowledge Organization)*, 10. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00692269
39. Binet, A. et Simon, T. (1904). Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux. *L'année psychologique*, *11*(1), 191-244. https://doi.org/10.3406/psy.1904.3675
40. Blau, I., Shamir-Inbal, T. et Avdiel, O. (2020). How does the pedagogical design of a technology-enhanced collaborative academic course promote digital literacies, self-regulation, and perceived learning of students? *The Internet and Higher Education*, *45*(100722), 1-11. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.100722
41. Boissin, O., Juban, J.-Y., Magne, N. et Renou, Y. (2015). Gouverner les SCOP comme un bien commun : une analyse en termes de cadrages/débordements. Dans *Expérimentations et changements institutionnels : comment agir sur l'avenir du travail et de l'emploi ?*, 17. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01178459
42. Bordenave, R., Singler, E., Waintrop, F. et Bressoud, E. (2014). French government: Nudge me tender. *ESOMAR Congress 2014: What Inspires*, *C*(September), 1-18.
43. Bourdeloie, H. (2012). L'appropriation des dispositifs d'écriture numérique : translittératie et capitaux culturel et social. *Études de communication*, (38), 23-36. https://doi.org/10.4000/edc.3378
44. Bourdeloie, H. (2014). Postures et méthodes de recherche en questions. Dans H. Bourdeloie et D. Douyère (dir.), *Les méthodes de recherche sur l'information et la communication. Regards croisés* (p. 17-43). Mare & Martin.
45. Bourriquen, B., David, J.-P., Garrot, E., George, S., Godinet, H., Medélez, E. et Metz, S. (2006). Caractérisation des Situations d'Apprentissage Collectives et Instrumentées dans le supérieur. Dans *Actes de la 8ème Biennale de l'éducation et de la formation.*
46. Brassard, N. (2012). Évaluation et rétroaction : Comment en tirer profit? *Le tableau*, *1*(4), 1-2. http://pedagogie.uquebec.ca/sites/default/files/documents/numeros-tableau/letableau-v1-n4-2012.pdf
47. Canto-Sperber, M. (2017). Chapitre I. Pourquoi l'université ? Le meilleur pari d'avenir. Dans M. Canto-Sperber (dir.), *L'oligarchie de l'excellence. Les meilleures études pour le plus grand nombre* (p. 19-61). Presses Universitaires de France, « Hors collection ». https://www.cairn.info/l-oligarchie-de-l-excellence---page-19.htm
48. Carlier, M. et Doyen, A.-L. (2003). Chapitre 1. Génétique et développement cognitif. Dans *Les sciences cognitives et l'école* (p. 9-54). Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.coll.2003.01.0009
49. Carré, P. (2005). *L'apprenance, vers un nouveau rapport au savoir*.
50. Carré, P. (2010). Chapitre 3. L'autodirection des apprentissages. Dans *L'autoformation* (p. 117). Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.carre.2010.02.0117
51. Carré, P. (2020). *Pourquoi et comment les adultes apprennent. De la formation à l'apprenance*. Dunod.
52. Carrillo, R. (2019). *Suivi de l'engagement des apprenants lors de la construction de cartes mentales à partir de traces d'interaction*. Université Claude Bernard Lyon 1.
53. Cattell, R. B. (1937). Measurement Versus Intuition in Applied Psychology. *Journal of Personality*, *6*(2), 114-131. https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1937.tb02245.x
54. Chen, G., Gully, S. M. et Eden, D. (2001). Validation of a New General Self-Efficacy Scale. *Organizational Research Methods*, *4*(1), 62-83. https://doi.org/10.1177/109442810141004
55. Chen, W. (2015). *Collaboration in Multi-user Immersive Virtual Environments* [Université Paris-Saclay]. researchgate.net/publication/310802053_Collaboration_in_Multi-user_Immersive_Virtual_Environment

56. Cheng, K.-H., Liang, J.-C. et Tsai, C.-C. (2013). University students' online academic help seeking: The role of self-regulation and information commitments. *The Internet and Higher Education*, *16*(1), 70-77. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.02.002
57. Chevalier, J. (2012). L'altermondialisation des savoirs. AIPU 2012. Trois Rivières.
58. Chong, I. et Proctor, R. W. (2020). On the Evolution of a Radical Concept: Affordances According to Gibson and Their Subsequent Use and Development. *Perspectives on Psychological Science*, *15*(1), 117-132. https://doi.org/10.1177/1745691619868207
59. Cisel, M. (2021). Évaluer l'utilité d'un EIAH : difficultés rencontrées lors d'une expérience randomisée. *Sticef*, *27*(1), 1-17. https://doi.org/10.23709/sticef.27.1.1
60. Claverie, B. (2010). Pluri-, inter-, transdisciplinarité : ou le réel décomposé en réseaux de savoir. *Projectics / Proyéctica / Projectique*, *n° 4*(1), 5-27. https://doi.org/10.3917/proj.004.0005
61. Clément, L., Fernet, C., Morin, A. J. S. et Jeanrie, C. (2018). Validation canadienne-française de l'Échelle des déterminants du sentiment d'efficacité personnelle des enseignants (EDSEPE). *Psychologie du Travail et des Organisations*. https://doi.org/10.1016/j.pto.2018.02.002
62. Collette, F. (2012). Contribution de l'approche génétique à la compréhension du fonctionnement cognitif. *Revue de neuropsychologie*, *4*(2), 81. https://doi.org/10.3917/rne.042.0081
63. Collignon, É., Dang-Ngoc, T.-T., Daumarie, F., Genty, L., Grange, V., Piazza, O. et Prévost, B. (2022). Quelles compétences développer pour les praticiens d'Intelligence Collective ? Dans *Congrès de l'Association Internationale de Pédagogie Universitaire (AIPU)*, 1-11. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03597007
64. Collin, S. (2019). Albero, B., Simonian, S. et Eneau, S. (2019). Des humains et des machines Hommage aux travaux d'une exploratrice. : Dijon, France : Editions Raison et Passions. *Formation et profession*, *27*(3), 144. https://doi.org/10.18162/fp.2019.a180
65. Connac, S. (2014). *Apprendre avec les pédagogies coopératives : Démarches et outils pour l'école*. ESF éditeur.
66. Connac, S. (2021). *Coopération vs collaboration*. Académie de Montpellier. https://youtu.be/e-tlMaJWaG4
67. Corbière, M. et Larivière, N. (2014). *Méthodes qualitatives, quantitatives et mixtes*. Presses de l'Université du Québec.
68. Cosnefroy, L. (2019). Chapitre 9. L'autorégulation des apprentissages et la e-Formation. Dans : Annie Jézégou éd., *Traité de la e-Formation des adultes* (pp. 213-232). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.jezeg.2019.01.0213
69. Cosnefroy, L (2022). *Les spécificités de l'apprentissage autorégulé en e-Formation*. [Conférence Webinaire], La Fabrique des formations, Université de Lille, janvier. Récupéré de https://pod.univ-lille.fr/video/24212-conference-les-specificites-de-lapprentissage-autoregule-en-e-formation/
70. Cosnefroy, L., Fenouillet, F. et Heutte, J. (2020). Construction et validation de l'Échelle d'autorégulation des apprentissages en ligne (EAREL). *Canadian Journal of Behavioural Science*, *52*(3), 255-260. https://doi.org/10.1037/cbs0000147
71. Cosnefroy, L. et Jézégou, A. (2013). Les processus d'autorégulation collective et individuelle au cours d'un apprentissage par projet. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *29*(2), 1-21. https://doi.org/10.4000/ripes.744
72. Coulon, A. (2014). *L'ethnométhodologie* (6e éd.). PUF.
73. Credé, M. et Howardson, G. (2018). The Structure of Group Task Performance-A Second Look at « Collective Intelligence »: Comment on Woolley *et al.* (2010). *Journal of Applied Psychology*, *102*(10), 1483-1492. https://doi.org/10.1037/apl0000176
74. Creswell, J. W. (2015). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE.
75. Creswell, J. W. et Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd éd.). SAGE Publications.
76. Creswell, W. J. et Creswell, J. D. (2018). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5e éd.). SAGE Publications.

77. Cristol, D. (2017). Les communautés d'apprentissage : apprendre ensemble. *Savoirs*, *N° 43*(1), 10-55. https://doi.org/10.3917/savo.043.0009
78. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, *16*(3), 297-334. https://doi.org/10.1007/BF02310555
79. Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety*. Washington: Jossey-Bass Publishers.
80. Damasio, A. R. (2006). *L'erreur de Descartes*. Odile Jacod sciences.
81. Darses, F., Détienne, F. et Visser, W. (2004). Les activités de conception et leur assistance. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (p. 545–563). Paris, France: Presses universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0545
82. David, J.-P., George, S., Godinet, H. et Villiot-Leclercq, E. (2007). Scénariser une situation d'apprentissage collective instrumentée : réalités, méthodes et modèles, quelques pistes. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, *4*(2), 72. https://doi.org/10.18162/ritpu.2007.136
83. Delonca, D., Giudicelli, E., Bellet, P., Syssau-Vaccarella, A., Blanc, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). Identification de marqueurs prédictifs de l'efficience du travail collaboratif. Dans *Troisièmes Journées des ESPE d'Occitanie*, 12.
84. De Ketele, J. (2019). Chapitre 1. À quoi bon évaluer ! Explorer les possibles…. Dans : Anne Jorro (dir.), *L'évaluation, levier pour l'enseignement et la formation* (p. 15-32). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.jorro.2019.01.0015
85. De Stercke, J., Temperman, G., De Lièvre, B. et Lacocque, J. (2014). Échelle de sentiment d'efficacité personnelle des enseignants: traduction francophone de la Teachers' Sense of Efficacy Scale. *Service de Pédagogie Générale et des Médias Educatifs, Université de Mons*.
86. De Vaujany, F.-X., Bohas, A. et Irrmann, O. (2019). *Vers une éducation ouverte : Faire, réflexivité et culture pour une éducation-recherche*.
87. Deary, I. J. (2012). *Intelligence. Annual Review of Psychology, 63(1),* 453–482. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100353
88. Deci, E. L, *Intrinsic motivation*, New York, Plenum Press, 1975
89. Deci, E. L., et Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
90. Des Marchais, J. E. (1996). *Apprendre à devenir médecin*. Université de Sherbrooke.
91. Denouël, J. (2014). Expression de soi et modalités de reconnaissance en ligne : éléments pour une approche interactionnelle et socio-discursive des identités numériques. Dans H. Bourdeloie et D. Douyère (dir.), *Méthodes de recherche en sciences de l'information et la communication* (p. 209-229). Mare & Martin.
92. Denouël, J. (2019). D'une approche sociocritique à une approche sociotechniquecritique des usages numériques en éducation. *Formation et profession*, *27*(3), 36. https://doi.org/10.18162/fp.2019.483
93. Dewey, J. (2010). *Le public et ses problèmes*. Paris : Gallimard Folio essais.
94. Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by « collaborative learning » ? Dans P. Dillenbourg (dir.), *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches* (p. 1-19). Oxford: Elsevier. https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190240
95. Dobrzynski, A.-C. (2018). Chapitre 2. La transdisciplinarité : histoire, logiques et effets. Dans *Aux frontières de la psychanalyse* (p. 41-54). Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.cicco.2018.02.0041
96. Dortier, J.-F. (2014). La montée en puissance de la psychologie cognitive. Dans *Le cerveau et la pensée* (p. 47-52). Éditions Sciences Humaines. https://doi.org/10.3917/sh.dorti.2014.01.0047
97. Du, J., Fan, X., Xu, J., Wang, C., Sun, L. et Liu, F. (2019). Predictors for students' self-efficacy in online collaborative groupwork. *Educational Technology Research and Development*, *67*(4), 767-791. https://doi.org/10.1007/s11423-018-9631-9
98. Dufour, C. (2009). *SCI6060 - Méthodes de recherche en sciences de l'information*. EBSI, Université de Montréal. https://reseauconceptuel.umontreal.ca/rid=1HZKGLHZ9-R7ZQMG-82Q/sci6060a_carte.cmap
99. Duguet, A., Lambert-Le Mener, M. et Morlaix, S. (2016). Les déterminants de la réussite à l'université. Quels apports de la recherche en Éducation ? Quelles perspectives de recherche ? *Spiral-E.*

*Revue de recherches en éducation, supplément électronique*, *57*(1), 31-53. https://doi.org/10.3406/spira.2016.1745
100. Edwards, G. (2010). Mixed-Method Approaches to Social Network Analysis. *ESRC national Centre for Research Methods*, *NCRM.015*(January), 1-30.
101. Engeström, Y. (2015). *Learning by Expanding*. *Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research, Second Edition*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139814744
102. Ertzscheid, O. et Gallezot, G. (2003). *Chercher faux et trouver juste*. https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00000689/document
103. Faulx, D. et Petit, L. (2012). Penser et pratiquer la formation aujourd'hui : Mise en perspective des approches psychosociales et ergonomiques de la formation. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, *Numéro 92*(4), 421-443. https://doi.org/10.3917/cips.092.0421
104. Fauré, L., Gardiès, C. et Marcel, J.-F. (2015). Dispositif de médiation numérique des savoirs professionnels en situation de classe : *Distances et médiations des savoirs*, *3*(12). https://doi.org/10.4000/dms.1229
105. Fenouillet, F. (2009). Vers une approche intégrative des théories de la motivation. Dans : Philippe Carré éd., Traité de psychologie de la motivation: Théories et pratiques (pp. 305-338). Paris: Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.carre.2009.01.0305
106. Fenouillet, F. (2012). Chapitre 1. Présentation du modèle intégratif de la motivation. Dans F. Fenouillet (dir.), *Les théories de la motivation* (1re éd., p. 13-61). Dunod. https://www.cairn.info/les-theories-de-la-motivation--9782100570768-page-13.htm
107. Fenouillet, F. (2012). Chapitre 2. Présentation intégrée de 101 théories motivationnelles. Dans F. Fenouillet (dir.), *Les théories de la motivation* (1re éd., p. 63-288). Dunod. https://www.cairn.info/les-theories-de-la-motivation--9782100570768-page-63.htm
108. Flynn, J. R. (2016). *Does your family make you smarter?: Nature, nurture, and human autonomy*. Cambridge University Press.
109. Folcher, V. et Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. Dans P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (p. 251-268). Presses Universitaires de France « Hors collection ». https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0251
110. Fontaine, P. (2008). Qu'est-ce que la science ? De la philosophie à la science : les origines de la rationalité moderne. *Recherche en soins infirmiers*, *N° 92*(1), 6. https://doi.org/10.3917/rsi.092.0006
111. Fortin, M-F. (1996). *Le processus de la recherche : de la conception à la réalisation. Montréal* : Décarie éditeur.
112. Fourgous, D. J. (2012). « Apprendre autrement » à l'ère numérique. Se former, collaborer, innover : Un nouveau modèle éducatif pour une égalité des chances. *Mission Parlementaire Fourgous*, (Février), 1-237. https://missionfourgous-tice.fr/missionfourgous2/le-rapport-et-le-livret/
113. Froehlich, D. E., Rehm, M. et Rienties, B. C. (2019). *Mixed Methods Social Network Analysis: Theories and Methodologies in Learning and Education*. Routledge.
114. Frost, B. (2010). *Atomic Design*. https://atomicdesign.bradfrost.com/table-of-contents/
115. Fuks, H., Raposo, A., Gerosa, M. A., Pimentel, M., Filippo, D. et Lucena, C. (2008). Inter- and intra-relationships between communication coordination and cooperation in the scope of the 3C collaboration model. *Proceedings of the 2008 12th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, CSCWD*, *1*, 148-153. https://doi.org/10.1109/CSCWD.2008.4536971
116. Gagne, R. M. (1970). *The conditions of learning*.
117. Galand, B. et Vanlede, M. (2004). Le sentiment d'efficacité personnelle dans l'apprentissage et la formation : quel rôle joue-t-il ? D'où vient-il ? Comment intervenir ? *Savoirs*, *Hors série*(5), 91. https://doi.org/10.3917/savo.hs01.0091
118. Gaudin, T. (2013). La prospective. Dans *Que sais-je ?* Presses Universitaires de France. https://www.cairn.info/la-prospective--9782130620136.htm
119. Georges, F. et Poumay, M. (2020). Rédiger le référentiel de compétences du Bachelor Universitaire de Technologie. ADIUT.

120. Gerosa, M. A., Pimentel, M., Fuks, H. et De Lucena, C. J. P. (2006). Development of groupware based on the 3C collaboration model and component technology. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *4154 LNCS*, 302-309. https://doi.org/10.1007/11853862_24
121. Gibson, E. J. (2000a). Where Is the Information for Affordances? *Ecological Psychology*, *12*(1), 53–56. https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1201_5
122. Gibson, E. J. (2000b). Perceptual Learning in Development: Some Basic Concepts. *Ecological Psychology*, *12*(4), 295–302. https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1204_04
123. Gibson, J. J. (2015). *The Ecological Approach to Visual Perception* (Classic Ed). Psychology Press.
124. Gijbels, D., Dochy, F., Van Den Bossche, P. et Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, *75*(1), 27-61. https://doi.org/10.3102/00346543075001027
125. Gillham, N. W. (2001). Sir Francis Galton and the Birth of Eugenics. *Annual Review of Genetics*, *35*(1), 83-101. https://doi.org/10.1146/annurev.genet.35.102401.090055
126. Giordan, A. (1994). Le modèle allostérique et les théories contemporaines sur l'apprentissage. *Conceptions et connaissances. Berne, Peter Lang*. https://www.andregiordan.com/apprendre/The-ories%20contemporaines.pdf
127. Giudicelli, É., Delonca, D., Bellet, P. et Mailles-Viard Metz, S. (2022). Supporting Collaborative Work: Recommendations for Groups Creation and Collective Work Assessment. *The Bulletin of the Polytechnic Institute of Iaşi Socio-Humanistic Sciences*, *68*(1-2).
128. Gómez López, L. F. et Valdés, M. G. (2019). The Evaluation of Teacher Performance in Higher Education. *Propósitos y Representaciones*, *7*(2), 479-515. https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.255
129. Goria, C., Konstantinidis, A., Kilvinski, B. et Dogan, B. E. (2019). Personal learning environments and personal learning networks for language teachers' professional development. *Professional development in CALL: a selection of papers*, (2019), 87-99. https://doi.org/10.14705/rpnet.2019.28.872
130. Gould, S. J. (1996). *The Mismeasure of Man (Revised and Expanded)*. W. W. Norton & Company.
131. Graf-Drasch, V., Gimpel, H., Barlow, J. B. et Dennis, A. R. (2021). Task structure as a boundary condition for collective intelligence. *Personnel Psychology*, (September), 1-23. https://doi.org/10.1111/peps.12489
132. Grandjean, M. (2015). Introduction à la visualisation de données : l'analyse de réseau en histoire. *Geschichte und Informatik*, (Chronos), 109-128. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01525543
133. Grasset, R. (2019). *APPRENANCE ET ÉQUIPES DE TRAVAIL. Mise à l'épreuve d'une évaluation individuelle du rapport à l'apprendre dans les interactions des collectifs*. Université Paris Nanterre.
134. Green, B. (2015). Testing and Quantifying Collective Intelligence. *Collective Intelligence Conference*, 1-4.
135. Gréselle-Zaïbet, O. (2007). Vers l'intelligence collective des équipes de travail : une étude de cas. *Management & Avenir*, *n° 14*(4), 41-59. https://doi.org/10.3917/mav.014.0041
136. Hadwin, A., Järvelä, S. et Miller, M. (2017). Self-Regulation, Co-Regulation, and Shared Regulation in Collaborative Learning Environments. Dans *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance* (p. 83-106). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315697048-6
137. Haier, R. J., Colom, R., Schroeder, D. H., Condon, C. A., Tang, C., Eaves, E., & Head, K. (2009). *Gray matter and intelligence factors: Is there a neuro-g? Intelligence, 37(2)*, 136–144. https://doi.org/10.1016/j.intell.2008.10.011
138. Harari, Y. N. (2015). *Sapiens : Une brève histoire de l'humanité*. Albin Michel.
139. Harari, Y. N. (2017). *Homo Deus : une brève histoire de l'avenir*. Verlag C.H.BECK oHG. https://doi.org/10.17104/9783406704024
140. Harari, Y. N. (2018). *21 leçons pour le XXIe siècle*. Albin Michel.
141. Harding, A. et Engelbrecht, J. (2015). Personal Learning Network Clusters: A Comparison Between Mathematics and Computer Science Students. *Journal of Educational Technology & Society*, *18*(3), 173-184. https://www.jstor.org/stable/10.2307/jeductechsoci.18.3.173

142. Henri, F. (2019). Quel changement à l'ère numérique ? Quelle ingénierie pédagogique pour y répondre ? *Médiations et médiatisations*, *1*(2), 227-235. https://doi.org/10.52358/mm.vi2.102
143. Henri, F. et Lundgren-Cayrol, K. (1998). Apprentissage collaboratif et nouvelles technologies. *Bureau des technologies d'apprentissage*, 175.
144. Henri, F. et Lundgren-Cayrol, K. (2001). *Apprentissage collaboratif à distance*. Presses de l'Université du Québec.
145. Heutte, J. (2011). *LA PART DU COLLECTIF DANS LA MOTIVATION ET SON IMPACT SUR LE BIEN-ÊTRE COMME MÉDIATEUR DE LA RÉUSSITE DES ÉTUDIANTS. Complémentarités et contributions entre l'autodétermination, l'auto-efficacité et l'autotélisme* [Université Paris Ouest]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00933690
146. Heutte, J., Galaup, M., Lelardeux, C., Lagarrigue, P. et Fenouillet, F. (2014). Étude des déterminants psychologiques de la persistance dans l'usage d'un jeu sérieux : évaluation de l'environnement optimal d'apprentissage avec Mecagenius®. *Sticef*, *21*(1), 519-552. https://doi.org/10.3406/stice.2014.1110
147. Heylighen, F. (2016). Stigmergy as a universal coordination mechanism II: Varieties and evolution. *Cognitive Systems Research*, *38*, 50-59. https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2015.12.007
148. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, *16*(3), 235-266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3
149. Holcomb, L. B., King, F. B. et Brown, S. W. (2004). Student traits and attributes contributing to success in online courses: Evaluation of university online courses. *Journal of Interactive Online Learning*, *2*(3), 1-17.
150. Houart, M. (2017). L'apprentissage autorégulé : quand la métacognition orchestre motivation, volition et cognition. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *33*(2), 1-23. https://doi.org/10.4000/ripes.1246
151. Houart, M., Bachy, S., Dony, S., Hauzeur, D., Lambert, I., Poncin, C. et Slosse, P. (2019). La volition, entre motivation et cognition : quelle place dans la pratique des étudiants, quels liens avec la motivation et la cognition ? *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *35*(1). https://doi.org/10.4000/ripes.2061
152. Houssaye, J. (1991). Bertrand (Yves). — Théories contemporaines de l'éducation. *Revue française de pédagogie*, *96*(96), 115-116. https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1991_num_96_1_2488_t1_0115_0000_2
153. Houssaye, J. (2000). *Le triangle pédagogique* (3e éd.). Peter Lang.
154. Howard, J. L., Bureau, J., Guay, F., Chong, J. X. Y. et Ryan, R. M. (2021). Student Motivation and Associated Outcomes: A Meta-Analysis From Self-Determination Theory. *Perspectives on Psychological Science*, *16*(6), 1300-1323. https://doi.org/10.1177/1745691620966789
155. Hubault, F. et Bourgeois, F. (2004). Disputes sur l'ergonomie de la tâche et de l'activité, ou la finalité de l'ergonomie en question. *Activites*, *01*(1). https://doi.org/10.4000/activites.1149
156. Hubball, H. et Clarke, A. (2010). Diverse Methodological Approaches and Considerations for SoTL in Higher Education. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, *1*(1). https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2010.1.2
157. Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. A Bradford Book.
158. Huteau, M. (1995). Les tests d'intelligence et la psychologie cognitive. Dans *Universel et différentiel en psychologie. Symposium de l'APSLF (Aix en Provence, 1993)* (p. 385-412). Presses Universitaires de France. cairn-int.info/universel-et-differentiel-en-psychologie--9782130472612-page-385.htm
159. Johansen, R. (1991). Groupware: Future directions and wild cards. *Journal of Organizational Computing*, *1*(2), 219-227. https://doi.org/10.1080/10919399109540160
160. Julien-Saavedra, Q. et Citton, Y. (2015). Manifeste pour des humanités numériques 2.0. *Multitudes*, *59*(2), 181-195. https://doi.org/10.3917/mult.059.0181
161. Kaplan, J., de Montalembert, M., Laurent, P. et Fenouillet, F. (2017). ERICA – un outil pour mesurer la régulation individuelle et collective de l'apprentissage. *Revue Europeenne de Psychologie Appliquee*, *67*(2), 79-89. https://doi.org/10.1016/j.erap.2017.01.001

162. Kaptelinin, V., Kuutti, K. et Bannon, L. (1995). Activity theory: Basic concepts and applications. Dans *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (vol. 1015, p. 189-201). https://doi.org/10.1007/3-540-60614-9_14
163. Karabenick, S. A. et Berger, J.-L. (2013). Chapter 8. Help seeking as a self-regulated learning strategy. Dans H. Bembenutty, T. J. Cleary et A. Kitsantas (dir.), *Applications of self-regulated learning across diverse disciplines: A tribute to Barry J. Zimmerman.* (p. 237-261). Information Age Publishing.
164. Karabenick, S. A. et Knapp, J. R. (1988). Help seeking and the need for academic assistance. *Journal of Educational Psychology*, *80*(3), 406-408. https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.3.406
165. Kaufmann, R., Gupta, P. et Taylor, J. (2021). An active inference model of collective intelligence. *Entropy*, *23*(7). https://doi.org/10.3390/e23070830
166. Knauf, A. et Falgas, J. (2020). Les enjeux de l'hybridation pour l'apprentissage coactif. *Distances et médiations des savoirs*, (30), 0-20. https://doi.org/10.4000/dms.5073
167. Kugler, M. (2001). Manuscrit, tapuscrit ou compuscrit ? *Québec français*, *122*, 102-103. https://id.erudit.org/iderudit/55948ac
168. Lafortune, L. (2009). La pédagogie du projet et developpement des competences transversales : changement de posture pédagogique. *Education canada*, *49*(5), 16–20. https://www.edcan.ca/wp-content/uploads/EdCan-2009-v49-n5-Lafortune.pdf
169. Larue, C. et Hrimech, M. (2009). Analyse des stratégies d'apprentissage dans une méthode d'apprentissage par problèmes : le cas d'étudiantes en soins infirmiers. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *25*(2). https://doi.org/10.4000/ripes.221
170. Laugier, S. (2015). Care, environnement et éthique globale. *Cahiers du Genre*, *59*(2), 127-152. https://doi.org/10.3917/cdge.059.0127
171. Laugier, S., Molinier, P. et Paperman, P. (2021). *Qu'est-ce que le care ? Souci des autres, sensibilité, responsabilité*. Éditions Payot.
172. Leclercq, G. (2003). Quelques usages de l'activité d'ingénierie de formation. *Savoirs*, *2*(2), 71. https://doi.org/10.3917/savo.002.0071
173. Lecomte, J. (2004). Les applications du sentiment d'efficacité personnelle. *Savoirs*, *Hors série*(5), 59. https://doi.org/10.3917/savo.hs01.0059
174. Lecomte, J. (2014). Annexe. Manifeste de psychologie positive (extraits). Dans Jacques Lecomte (Dir.), *Introduction à la psychologie positive* (p. 291-295). Paris: Dunod. https://doi.org/10.3917/dunod.lecom.2014.01.0291
175. Lécuyer, R. (2009). Intelligence, où es-tu ? Dans M. Fournier (dir.), *L'intelligence de l'enfant* (p. 10-16). Éditions Sciences Humaines. https://doi.org/10.3917/sh.fourn.2009.01.0010
176. Leduc, D. (2014). La pédagogie par projets. Dans L. Ménard et L. St-Pierre. *Se former à la pédagogie de l'enseignement supérieur*. AQPC, collection Performa.
177. Lee, J. Y. et Jin, C. H. (2019). How collective intelligence fosters incremental innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *5*(3). https://doi.org/10.3390/joitmc5030053
178. Leontiev, A. N. (1981). *Problems of the development of the mind*. Progress Publishers.
179. Levy, A. (2017). SAMR, un modèle à suivre pour développer le numérique éducatif. *Technologie*, (206), 13.
https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/11855/11855-206-p8.pdf
180. Lévy, P. (2003). Le jeu de l'intelligence collective. *Sociétés*, *79*(1), 105. https://doi.org/10.3917/soc.079.0105
181. Lévy, P. (2011). L'hypersphère publique. *Médium*, *29*(4), 203. https://doi.org/10.3917/mediu.029.0203
182. Lévy, P. (1994). *L'intelligence collective : Pour une anthropologie du cyberspace*. La Découverte.
183. Lévy, P. (2019). *La grammaire d'IEML : Le Métalangage de l'Économie de l'Information*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11232.33281
184. Lévy, P. (2011). *La sphère sémantique. Tome 1 : Computation, cognition, économie de l'information*. http://pierrelevyblog.files.wordpress.com/2013/09/sphere1.pdf

185. Lewin, K. (1948). Resolving Social Conflicts: Field Theory in Social Science. Dans G. W. Lewin (dir.), *Selected papers on group dynamics*. Harper & Brothers.
186. Linard, M. (2003). Autoformation, éthique et technologies : enjeux et paradoxes de l'autonomie. Dans B. Albero (dir.), *Autoformation et enseignement supérieur* (p. 241-263). Hermès / Lavoisier.
187. Lollini, M., Farley, A. et Lévy, P. (2019). Collective Intelligence, the Future of Internet and the IEML. *Humanist Studies & the Digital Age*, *6*(1), 5-31. https://doi.org/10.5399/uo/hsda.6.1.2
188. Lombard, F. (2007). CHAPITRE 8. Du triangle de Houssaye au tétraèdre des TIC : comprendre les interactions entre les savoirs d'expérience et ceux de recherche. Dans B. Charlier et D. Peraya (dir.), *Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation* (p. 137-154). De Boeck Supérieur « Perspectives en éducation et formation ». https://doi.org/10.3917/dbu.charl.2007.01.0137
189. Luszczynska, A., Scholz, U. et Schwarzer, R. (2005). The general self-efficacy scale: Multicultural validation studies. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, *139*(5), 439-457. https://doi.org/10.3200/JRLP.139.5.439-457
190. MacLean, P. D. (1993). Cerebral evolution of emotion. Dans M. Lewis et J. M. Haviland (dir.), *Handbook of Emotions* (p. 67– 83). New York: Guilford Press.
191. Mailles-Viard Metz, S. et Albernhe-Giordan, H. (2008). Du e-portfolio à l'analyse du produit et du processus de conception du projet personnel de l'étudiant. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, *5*(3), 51. https://doi.org/10.7202/039175ar
192. Mailles Viard Metz, S. (2009). Les Situations d'Apprentissage Collectives Instrumentées dans le supérieur : identification et exploration. *Les Enjeux de l'Information et de la Communication*.
193. Mailles-Viard Metz, S. (2015). *Autonomie et apprentissage universitaire : aides et outils*. ISTE editions.
194. Mailles Viard Metz, S. (2019). TEAM - Travailler et apprendre en équipe : comment se sentir plus efficace ? Projet financé par l'INSPE Languedoc Roussillon. [Rapport de recherche] Université de Montpellier. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02486717
195. Mailles-Viard Metz, S., Vayre, E. et Pélissier, C. (2015). Concevoir un Environnement Personnel d'Apprentissage (EPA), est-ce utile pour les étudiants? *Canadian Journal of Education*, *38*(4).
196. Mailles-Viard-Metz, S., Vayre, E. et Pélissier, C. (2014). Scénario pédagogique pour la réalisation d'une maquette l'EPA par des étudiants de 1ère année de Licence : une aide à l'autorégulation de l'apprentissage ? *Sticef*, *21*, 391-418.
197. Makara, K. A. et Karabenick, S. A. (2013). Characterizing sources of academic help in the age of expanding educational technology: A new conceptual framework. Dans S. A. Karabenick et M. Puustinen (dir.), *Advances in help-seeking research and applications: The role of emerging technologies.* Information Age Publishing. https://www.researchgate.net/publication/265020907
198. Malone, T. W. et Bernstein, M. S. (2015). *Handbook of Collective Intelligence*. The MIT Press.
199. Malone, T. W. (2018). *Superminds: The Surprising Power of People and Computers Thinking Together*. Little, Brown and Company.
200. Mandran, N. (2017). *THEDRE : langage et méthode de conduite de la recherche - Traceable Human Experiment Design Research*. Université Grenoble-Alpes.
201. Marquet, P. (2011). e-Learning et conflit instrumental. *Recherche & formation*, *68*, 31-46. https://doi.org/10.4000/rechercheformation.1499
202. Marquet, P. (2015). Enseigner avec les TIC : innover sans se tromper est-il possible. *InnovatiO | Numéro 1 : Innovation? une problématique pluridisciplinaire*. https://innovatio.univ-grenoble-alpes.fr/index03db.html?id=237
203. Marquet, P. (2005). Intérêt du concept de conflit instrumental pour la compréhension des usages des EIAH. Dans *Conférence EIAH 2005 (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)*, 383-388. https://www.researchgate.net/publication/32225762
204. Marquet, P. (2022). *Que diriez-vous de l'innovation pédagogique ?* Pollen. Le partage des innovations pédagogiques de l'enseignement agricole. https://youtu.be/zEEt4SwWbiA?t=78
205. Martín-Arbós, S., Castarlenas, E. et Dueñas, J.-M. (2021). Help-Seeking in an Academic Context: A Systematic Review. *Sustainability*, *13*(8), 4460. https://doi.org/10.3390/su13084460

206. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, *50*(4), 370-396. https://doi.org/10.1037/h0054346
207. Masson, J. et Fenouillet, F. (2013). Relation entre sentiment d'efficacité personnelle et résultats scolaires à l'école primaire : Construction et validation d'une échelle. *Enfance*, *2013*(4), 374-392. https://doi.org/10.4074/S0013754513004047
208. McDonald, R. P. (1999). *Test Theory: A Unified Treatment*. Routledge/Taylor & Francis Group. https://doi.org/10.4324/9781410601087
209. McDonald, T. et Siegall, M. (1992). The effects of technological self-efficacy and job focus on job performance, attitudes, and withdrawal behaviors. *Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, *126*(5), 465-475. https://doi.org/10.1080/00223980.1992.10543380
210. McGrew, K. S. (1997). Analysis of the major intelligence batteries according to a proposed comprehensive Gf-Gc framework. Dans D. P. Flanagan, J. L. Genshaft et P. L. Harrison (dir.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*. (p. 151-179). New York, NY, US: Guilford Press.
211. Mertens, S., Herberz, M., Hahnel, U. J. J. et Brosch, T. (2022). The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioral domains. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *119*(1), 1-10. https://doi.org/10.1073/pnas.2107346118
212. Messaoui, A. (2020). Instrumentalisation d'un réseau social en plateforme d'enseignement pendant le confinement : recréer de la présence à distance avec Discord. Dans *Colloque international « Pédagogie universitaire numérique : quelles perspectives à l'ère des usages multiformes des réseaux sociaux pour apprendre ? »*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03028285
213. Messaoui, A., Redondo, C., Molina, G. et Pironom, J. (2021). Impact du confinement sur les pratiques pédagogiques dans l'enseignement universitaire technologique en France : une étude exploratoire. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, *18*(3), 1-16. https://doi.org/10.18162/ritpu-2021-v18n3-01
214. Michaut, C. (2012). Réussite, échec et abandon des études dans l'enseignement supérieur français : quarante ans de recherche. Dans M. Romainville (dir.), *Réussite, échec et abandon dans l'enseignement supérieur* (p. 53-68). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.romai.2012.01.0053
215. Michelot, F. (2020). *QUELLES PENSÉE CRITIQUE ET MÉTALITTÉRATIE DES FUTUR·ES ENSEIGNANT·ES À L'HEURE DES FAUSSES NOUVELLES SUR LE WEB SOCIAL ? Une étude de cas collective en francophonie*. Université de Montréal.
216. Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, *42*(5), 34-36. https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508
217. Molina, A. (2013). *Téléologie et fonctions biologiques, le débat théorique et les implications pratiques*. https://tesis.tiddlyspot.com/
218. Molinari, G., Poellhuber, B., Heutte, J., Lavoué, E., Widmer, D. S. et Caron, P.-A. (2016). L'engagement et la persistance dans les dispositifs de formation en ligne : regards croisés. *Distances et médiations des savoirs*, (13), 0-28. https://doi.org/10.4000/dms.1332
219. Monnin, A. (2009). Artifactualization : Introducing a new concept. Dans *InterFace 2009: 1st International Symposium for Humanities and Technology.* https://hal-paris1.archives-ouvertes.fr/hal-00404715
220. Monnin, A. et Halpin, H. (2013). Toward a Philosophy of the Web: Foundations and Open Problems. Dans *Philosophical Engineering* (vol. 43, numéro 4, p. 1-20). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781118700143.ch1
221. Moreno, J. L. (1934), Who Shall Survive?, New York, N.Y.: Beacon House.
222. Morin, E., et Le Moigne, J.-L. (1999). *L'intelligence de la complexité*. L'Harmattan.
223. Morin, E. (1977). *La Méthode, tome 1 : La Nature de la Nature*. Éditions du Seuil.
224. Morin, E. (1980). *La Méthode, tome 2 : La Vie de la Vie*. Éditions du Seuil.
225. Morin, E. (1986). *La Méthode, tome 3 : La Connaissance de la Connaissance*. Le Seuil.
226. Morin, E. (1991). *La Méthode, tome 4 : Les Idées*. Éditions du Seuil.
227. Morin, E. (2001). *La Méthode, tome 5 : L'Humanité de l'Humanité*. Éditions du Seuil.

228. Morin, E. (2004). *La Méthode, tome 6 : Éthique*. Éditions du Seuil.
229. Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*.
230. Morin, E. (2006). Les sept savoirs nécessaires. *Revue du MAUSS*, *28*(2), 59. https://doi.org/10.3917/rdm.028.0059
231. Morin, E. (1997). Réforme de pensée, transdisciplinarité, réforme de l'Université. *Motivation*, *24*, 1-6.
232. Morin, E. (1982). *Science avec conscience*. Édition Fayard.
233. Morse, J. M. (1991). Approaches to Qualitative-Quantitative Methodological Triangulation. *Nursing Research*, *40*(2), 120-123. https://doi.org/10.1097/00006199-199103000-00014
234. Mottier Lopez, L. (2015). *Évaluations formative et certificative des apprentissages : enjeux pour l'enseignement*. De Boeck.
235. Mottier Lopez, L., Lenzen, B., Leutenegger, F. et Ronveaux, C. (2018). Évaluation des enseignements de formations continues diplômantes : enjeux de reconnaissance et de collaboration entre les parties prenantes. *Phronesis*, *7*(1), 59-78. https://doi.org/10.7202/1044255ar
236. Mounier, P. (2010). Manifeste des Digital Humanities. *Journal des anthropologues*, (122-123), 447-452. https://doi.org/10.4000/jda.3652
237. Moussaïd, M. (2010). *Étude expérimentale et modélisation des déplacements collectifs de piétons*. Université de Toulouse III - Paul Sabatier.
238. Moussaïd, M. (2019). *Fouloscopie. Ce que la foule dit de nous.* HumenSciences.
239. Musial, M., Pradère, F. et Tricot, A. (2011). Prendre en compte les apprentissages lors de la conception d'un scénario pédagogique. *Recherche et Formation*, *68*(3), 15-30.
240. Navarro D.J. et Foxcroft, D.R. (2020). Apprentissage des statistiques avec Jamovi : un tutoriel pour les étudiants en psychologie et autres débutants. (Version 0.70.2). (J.M. Meunier, Trad.) https://jmeunierp8.github.io/ManuelJamovi/index.html
241. Nazir, C. (2016). Designing Through Difficult Emotions. Dans *Big Design 2016*, (September). https://speakerdeck.com/cassininazir/designing-through-difficult-emotions-big-design-2016
242. Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J., Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., Halpern, D. F., Loehlin, J. C., Perloff, R., Sternberg, R. J., & Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. American Psychologist, 51(2), 77–101. https://doi.org/10.1037/0003-066X.51.2.77
243. Nelson-Le Gall, S. (1981). Help-Seeking: An understudied skill in children. *Developmental Review*, *1*(3), 224-246.
244. Newman, R. S. (2002). How self-regulated learners cope with academic difficulty: The role of adaptive help seeking. *Theory into Practice*, *41*(2), 132-138. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_10
245. Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, *32*(1), 12-20. https://doi.org/10.3138/jvme.32.1.12
246. Niveleau, C.-É. (2006). Le concept gibsonien d'affordance : entre filiation, rupture et reconstruction conceptuelle. *Intellectica. Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive*, *43*(1), 159-199. https://doi.org/10.3406/intel.2006.1341
247. Norman, D. A (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York, NY : Basic Books.
248. Norman, D. A. (2007). *The Design of Future Things*. Basic Books.
249. Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.
250. Núñez-Barriopedro, E., Cuesta-Valiño, P. et Penelas-Leguía, A. (2018). Co-evaluation, hetero-evaluation and self-evaluation in the area of marketing and market research. Dans *EDULEARN18 Proceedings*, *1*(July), 3443-3448. https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.0891
251. Nye, J. S. (2021). Soft power: the evolution of a concept. *Journal of Political Power*, *14*(1), 196-208. https://doi.org/10.1080/2158379X.2021.1879572
252. OECD et Eurostat. (2019). *Manuel d'Oslo 2018: Lignes directrices pour le recueil, la communication et l'utilisation des données sur l'innovation, 4ème édition*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/c76f1c7b-fr

O'Bryan, L., Beier, M. et Salas, E. (2020). How approaches to animal swarm intelligence can improve the study of collective intelligence in human teams. *Journal of Intelligence*, *8*(1). https://doi.org/10.3390/jintelligence8010009
253. Panizzon, M. S., Vuoksimaa, E., Spoon, K. M., Jacobson, K. C., Lyons, M. J., Franz, C. E., Xian, H., Vasilopoulos, T., et Kremen, W. S. (2014). Genetic and environmental influences on general cognitive ability: Is g a valid latent construct? *Intelligence*, *43*(1), 65–76. https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.01.008
254. Paquette, G. (2004). L'ingénierie pédagogique à base d'objets et le référencement par les compétences. *Revue Internationale Des Technologies En Pédagogie Universitaire*. https://doi.org/10.18162/ritpu.2004.58
255. Paquette. G. (2002). *L'ingénierie pédagogique pour construire l'apprentissage en réseau.* Québec : Presses de l'Université du Québec.
256. Paquette, G. et Crevier, F. (1997). *Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA)*. https://www.researchgate.net/publication/245535434_Methode_d'ingenierie_d'un_systeme_d'apprentissage_MISA
257. Pariser, E. (2011). *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*. The Penguin Press.
258. Pastorelli, C., Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Rola, J., Rozsa, S. et Bandura, A. (2001). The Structure of Children's Perceived Self-Efficacy : A Cross-National Study. *European Journal of Psychological Assessment*, *17*(2), 87-97.
259. Pélissier, C. et Lédé, S. (2022). *L'ingénieur pédagogique dans le supérieur. Des pratiques professionnelles en mutation* (C. Pélissier et S. Lédé (dir.)). Presses des MINES.
260. Peraya, D. (2019). Les Learning Analytics en question. *Distances et médiations des savoirs*, (25), 0-19. https://doi.org/10.4000/dms.3485
261. Peraya, D., et Peltier, C. (2020). Ingénierie pédagogique : vingt fois sur le métier remettons notre ouvrage…. *Distances et Médiations Des Savoirs*, *29*, 0–25. https://doi.org/10.4000/dms.4817
262. Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*.
263. Piaget, J. (1972). L'Épistémologie des Relations Interdisciplinaires. Dans *L'interdisciplinarité: problèmes d'enseignement et de recherche dans les universités.* (p. 154-172). https://doi.org/10.1515/9783112415504-006
264. Piaget J. (1974). *Réussir et comprendre*. Paris : PUF.
265. Pinard, R. (1997). *Une action éducative en milieu naturel visant l'amélioration de la compétence des parents et du sens de la communauté de la population*. Thèse de doctorat. Université du Québec à Rimouski.
266. Pinard, R., Potvin, P. et Rousseau, R. (2004). Le choix d'une approche méthodologique mixte de recherche en éducation. *Recherches qualitatives*, *24*, 58. https://doi.org/10.7202/1085563ar
267. Pinter-Wollman, N., Penn, A., Theraulaz, G. et Fiore, S. M. (2018). Interdisciplinary approaches for uncovering the impacts of architecture on collective behaviour. Dans *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (vol. 373, numéro 1753). https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0232
268. Pirot, L. et De Ketele, J.-M. (2002). L'engagement académique de l'étudiant comme facteur de réussite à l'université Étude exploratoire menée dans deux facultés contrastées. *Revue des sciences de l'éducation*, *26*(2), 367-394. https://doi.org/10.7202/000127ar
269. Plutchik, R. (1980). A GENERAL PSYCHOEVOLUTIONARY THEORY OF EMOTION. Dans *Theories of Emotion* (vol. 1, p. 3-33). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-558701-3.50007-7
270. Poellhuber, B. et Michelot, F. (2019). Chapitre 10. L'engagement et les stratégies d'autorégulation des apprenants adultes en e-Formation. Dans A. Jézégou (dir.), *Traité de la e-Formation des adultes* (p. 233-261). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.jezeg.2019.01.0233
271. Poumay, M. (2005). *Définir une Question de Recherche en Pédagogie Universitaire : De quel Type, Comment et sur quel Thème ?* (p. 1-9). Université de Liège, Laboratoire de Soutien à l'Enseignement Télématique (LabSET). https://hdl.handle.net/2268/27039
272. Poumay, M. & Georges, F. (2017). Chapitre 2. Des balises méthodologiques pour construire un référentiel de compétences et une grille de programme. Dans : Marianne Poumay éd., *Organiser la formation à partir des compétences: Un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur* (pp. 39-62). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.pouma.2017.01.0039

273. Pratt, S. C. (2010). Collective Intelligence. Dans *Encyclopedia of Animal Behavior* (vol. 1, p. 303-309). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045337-8.00352-1
274. Prior, E., Jaouadi, M., Mandran, N. et Sanchez, E. (2021). Faciliter l'intégration des critères RGPD et éthique lors de la co-conception des jeux épistémiques numériques. Dans *10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*, 366-371. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03290176
275. Qayyum, A. (2018). Student help-seeking attitudes and behaviors in a digital era. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *15*(1). https://doi.org/10.1186/s41239-018-0100-7
276. R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from https://cran.r-project.org. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
277. Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
278. Reia, S. M., Amado, A. C. et Fontanari, J. F. (2019). Agent-based models of collective intelligence. *Physics of Life Reviews*, *31*, 320-331. https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.10.004
279. Renan, E. (1925). *Dialogues philosophiques. Suivi de L'examen de conscience philosophique.* Claude Aveline, Éditeur. classiques.uqac.ca/classiques/renan_ernest/dialogues_philosophiques/dialogues_philosophiques.pdf
280. Renault, S. (2014). Comment orchestrer la participation de la foule à une activité de crowdsourcing ? La taxonomie des 4 C. *Systèmes d'information & management*, *Volume 19*(1), 77-105. https://doi.org/10.3917/sim.141.0077
281. Rey, J. et Owen, R. (1828). *Lettres sur le système de la coopération mutuelle et de la communauté de tous les biens d'après le plan de M. Owen*. A. Sautelet.
282. Riedl, C., Kim, Y. J., Gupta, P., Malone, T. W. et Woolley, A. W. (2021). Quantifying collective intelligence in human groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *118*(21), 1-5. https://doi.org/10.1073/pnas.2005737118
283. Romainville, M. (2000). *L'échec dans l'université de masse*. L'Harmattan.
284. Romero, M. (2019). Analyser les apprentissages à partir des traces. *Distances et médiations des savoirs*, (26), 0-6. https://doi.org/10.4000/dms.3754
285. Rose, B. (2004). *PROPOSITION D'UN RÉFÉRENTIEL SUPPORT À LA CONCEPTION COLLABORATIVE. CO2MED (COllaborative COnflict Management in Engineering Design), Prototype logiciel dans le cadre du projet IPPOP.* [Université Henri Poincaré, Nancy-I]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01747495v2/document
286. Roubertoux, P. L., & Carlier, M. 2002. Invariants et variants génétiques : les apports de la génomique dans l'étude des processus cognitifs. In Lautrey, J., Mazoyer, B., & Van Geert, P. (Eds.), *Invariants et variabilités dans les sciences cognitives.* Éditions de la Maison des sciences de l'homme. https://doi.org/10.4000/books.editionsmsh.6684
287. Rowbotham, M. et Schmitz, G. S. (2013). Development and Validation of a Student Self-efficacy Scale. *Journal of Nursing & Care*, *02*(01), 1-6. https://doi.org/10.4172/2167-1168.1000126
288. Rozencwajg, P. (2011). La mesure du fonctionnement cognitif chez Binet. *Bulletin de Psychologie*, *Numéro 513*(3), 251. https://doi.org/10.3917/bupsy.513.0251
289. Ruph, F. et Hrimech, M. (2001). Les effets perçus d'un atelier d'efficience cognitive sur le changement de stratégies d'apprentissage d'étudiants universitaires. *Revue des sciences de l'éducation*, *27*(3), 595-620. https://doi.org/10.7202/009966ar
290. Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 54-67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020
291. Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, *61*(2020), 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

292. Sarrazin, P., Pelletier, L., Deci, E. L. et Ryan, R. M. (2011). Nourrir une motivation autonome et des conséquences positives dans différents milieux de vie : les apports de la théorie de l'autodétermination. *Traité de psychologie positive*, (March 2016), 273-312.
293. Schneider, W., Mayer, J. et Newman, D. (2016). Integrating Hot and Cool Intelligences: Thinking Broadly about Broad Abilities. *Journal of Intelligence*, *4*(1), 1. https://doi.org/10.3390/jintelligence4010001
294. Schneider, J. W. et McGrew, K. S. (2012). The Cattell–Horn–Carroll Model of Intelligence. Dans D. P. Flanagan et P. L. Harrison (dir.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*. (3e éd., p. 99-144). New York, NY, US: Guilford Press.
295. Schneider, W. J. et McGrew, K. S. (2018). Chapter 3. The Cattell–Horn–Carroll Theory of Cognitive Abilities. Dans D. P. Flanagan et E. M. McDonough (dir.), *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues.*(4e éd., p. 73-163). Guildford Press.
296. Schwarzer, R. et Jerusalem, M. (1995). Generalized Self-efficacy Scale. Dans J. Weinman, S. Wright et M. Johnston (dir.), *Measures in health psychology: A user's portfolio. Causal and control beliefs* (p. 35-37). NEF-NELSON.
297. Seralidou, E. et Douligeris, C. (2015). Identification and Classification of Educational Collaborative Learning Environments. *Procedia Computer Science*, *65*, 249-258. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.073
298. Serres, M. (2012). *Petit Poucette* (Manifestes). Le Pommier.
299. Shen, C. X. (2018). Does school-related Internet Information seeking improve academic self-efficacy? The moderating role of internet information seeking styles. *Computers in Human Behavior*, *86*, 91-98. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.035
300. Sherer, M., Maddux, J. E., Mercandante, B., Prentice-Dunn, S., Jacobs, B. et Rogers, R. W. (1982). The Self-Efficacy Scale: Construction and Validation. *Psychological Reports*, *51*(2), 663-671. https://doi.org/10.2466/pr0.1982.51.2.663
301. Simard, Y., Gauthier, C. et Richard, M. (2019). L'efficacité de la formation à distance au niveau postsecondaire : une méga-analyse. *Canadian Journal of Higher Education*, *49*(2), 17-36. https://doi.org/10.7202/1063777ar
302. Šimleša, M. (2018). *COLLECTIF FLOW. Sociocognitive model of optimal collaboration*. Université Paris Descartes.
303. Simon, H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial* (Third edition). The MIT Press.
304. Simonian, S., Chaker, R. et Kaplan, J. (2019). Affordance en e-formation et régulation de l'apprentissage : une exploration dans un contexte d'études universitaires. *TransFormations : Recherches en éducation et formation des adultes, Institut CUEEP*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02448279
305. Spearman, C. (1904). « General Intelligence, » Objectively Determined and Measured. *The American Journal of Psychology*, *15*(2), 201-292. https://doi.org/10.2307/1412107
306. Spinoza, B. (1929). *Éthique*. Garnier.
307. Stefanelli, F., Imbimbo, E., Carletti, T., Guarino, A., Burette, F. et Guazzini, A. (2019). *A mathematical model of Collective Intelligence*. https://hal.univ-reunion.fr/hal-02059353v2
308. Stern, W. (1914). *The psychological methods of testing intelligence*. https://archive.org/details/psychologicalmet00steruoft
309. Sternberg, R. J., et Detterman, D. K. (1986). *What Is Intelligence? Contemporary Viewpoints on Its Nature and Definition* (R. J. Sternberg et D. Detterman (Dir.)). Ablex Publishing Corporation.
310. Sternberg, R. J., et Wagner, R. K. (1993). *The g-ocentric View of Intelligence and Job Performance Is Wrong. Current Directions in Psychological Science, 2(1)*, 1–4. https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10770441
311. Stiegler, B. (2006). De l'économie libidinale à l'écologie de l'esprit. Entretien avec Frédéric Neyrat. *Multitudes*, *24*(1), 85-95. https://doi.org/10.3917/mult.024.0085
312. Stiegler, B., Audi, P. et Bedel, C. (2015). Numérique, éducation et cosmopolitisme. *Cités*, *63*(3), 13. https://doi.org/10.3917/cite.063.0013

313. Stiegler, B. (2015). Sortir de l'anthropocène. *Multitudes*, *60*(3), 137. https://doi.org/10.3917/mult.060.0137
314. Strobel, J. et van Barneveld, A. (2009). When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *3*(1). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1046
315. Szuba, T. (1999). A formal definition of the phenomenon of collective intelligence and its IQ measure. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *1586*, 165-173. https://doi.org/10.1007/BFb0097897
316. Szuba, T., Polański, P., Schab, P. et Wielicki, P. (2011). On efficiency of collective intelligence phenomena. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *6560*, 50-73. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19968-4_3
317. Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, *48*(6), 1273-1296. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2
318. Taddei, F. (2013). Pour un enseignement interdisciplinaire. *Hermès*, *n° 67*(3), 57. https://doi.org/10.4267/2042/51886
319. Taddei, F. et Davidenkoff, E. (2018). *Apprendre au XXIe siècle*. Calmann-Lévy.
320. Taddei, F. et Davidenkoff, E. (2021). *Et si nous ?* Calmann-Lévy.
321. Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive*. Logiques.
322. Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*. Montréal : Chenelière Education.
323. Tardif, J. (2017). Chapitre 1. Des repères conceptuels à propos de la notion de compétence, de son développement et de son évaluation. Dans M. Poumay, J. Tardif et F. Georges (dir.), *Organiser la formation à partir des compétences : Un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur* (p. 15-37). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.pouma.2017.01.0015
324. Teilhard de Chardin, P. (1956). *Le Phénomène Humain*. Éditions du Seuil.
325. Terman, L. M., et Merrill, M. A. (1937). *Measuring intelligence: A guide to the administration of the new revised Stanford-Binet tests of intelligence.* Houghton Mifflin.
326. Thaler, R. H. et Sunstein, C. R. (2021). *Nudge: The Final Edition*. Penguin Publishing Group.
327. The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from https://www.jamovi.org.
328. Thobois-Jacob, L. et Pélissier, C. (2020). L'aide au cœur d'un espace interactionnel : le cas d'une classe renversée à l'université. Dans C. Pélissier (dir.), *Notion d'aide en éducation* (p. 187-209). ISTE editions.
329. Thomas, R. et Michel, C. (1994). 12. Théorie du traitement de l'information. Dans : R. Thomas et C. Michel (Dir), *Théories du développement de l'enfant: Études comparatives* (p. 351-385). Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur. https://www.cairn.info/theories-du-developpement-de-l-enfant--9782804115951-page-351.htm
330. Thorndike, E. L. (1926). The measurement of intelligence. New York: Teachers College, Columbia University
331. Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
332. Thurstone, L. L., et Thurstone, T. G. (1941). *Factorial studies of intelligence*. Chicago: University of Chicago Press.
333. Toyokawa, W., Kim, H. R. et Kameda, T. (2014). Human collective intelligence under dual exploration-exploitation dilemmas. *PLoS ONE*, *9*(4), 1-9. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095789
334. Tzafestas, S. G. (2018). Adaptation, Complexity, and Complex Adaptive Systems. Dans *Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering* (vol. 90, p. 409-460). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66999-1_8
335. Venant, R. (2017). *Les learning analytics pour promouvoir l'engagement et la réflexion des apprenants en situation d'apprentissage pratique* [Université Paul Sabatier-Toulouse III]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01893613

336. Venant, R., Vidal, P. et Broisin, J. (2017, janvier). *Promouvoir l'entraide entre apprenants avec Lab4CE, une plateforme de télé-TPs dédiée à l'apprentissage de l'Informatique*. Communication présentée à l'ORPHEE Rendez-Vous 2017 à Font-Romeu. Réseau ORPHEE de la e-Education. https://apprentissageinstrumentdelinformatique.files.wordpress.com/2016/06/aii14.pdf
337. Venkatesh, V., Thong, J. et Xu, X. (2016). Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: A Synthesis and the Road Ahead. *Journal of the Association for Information Systems*, *17*(5), 328-376. https://doi.org/10.17705/1jais.00428
338. Vermeulen, M. (2018). *Une approche meta-design des learning games pour developper leur usage*.
339. Vianello, L., Gomes, W., Maurice, P., Aubry, A. et Ivaldi, S. (2022). Cooperation or collaboration ? On a human-inspired impedance strategy in a human-robot co-manipulation task. *(Preprint)*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03589692
340. Vivicorsi, B. (2013). Pour une approche qualitative de l'évaluation du fonctionnement cognitif. *Pratiques Psychologiques*, *19*(1), 15-28. https://doi.org/10.1016/j.prps.2012.09.002
341. Vonthron, A.-M., Lagabrielle, C. et Pouchard, D. (2007). Le maintien en formation professionnelle qualifiante : effets de déterminants motivationnels, cognitifs et sociaux. *L'orientation scolaire et professionnelle*, *36*(3), 401-420. https://doi.org/10.4000/osp.1481
342. Vorms, M. (2013). Qu'est-ce qu'une théorie scientifique ? *Histoire et philosophie des sciences.*, 170-180. https://doi.org/10.3917/sh.lepel.2013.01.0170
343. Vygotski, L. S. (1986). *Thought and Language*. MIT Press.
344. Vygotski, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (édité par M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner et E. Souberman). Harvard University Press.
345. Wang, F. et Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, *53*(4), 5-23. https://doi.org/10.1007/BF02504682
346. Wang, S.-L. et Hwang, G.-J. (2012). The role of collective efficacy, cognitive quality, and task cohesion in computer-supported collaborative learning (CSCL). *Computers & Education*, *58*(2), 679-687. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.09.003
347. Wechsler, D. (1946). The measurement of adult intelligence (3rd ed.). Dans *The measurement of adult intelligence (3rd ed.).* Williams & Wilkins Co. https://doi.org/10.1037/11329-000
348. Wechsler, D. (1981). The psychometric tradition: Developing the Wechsler adult intelligence scale. *Contemporary Educational Psychology*, *6*(2), 82-85. https://doi.org/10.1016/0361-476X(81)90035-7
349. Weiten, W. (2016). *Psychology: Themes and Variations* (10th ed.). Cengage Learning.
350. Wenger, E., McDermott, R. et Snyder, W. M. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. Harvard Business School Press.
351. Westbrook, R. B. (1993). John Dewey (1859-1952). Dans *Perspectives : revue trimestrielle d'éducation comparée: vol. XXIII* (numéros 1-2, p. 277-293).
352. Willett, G. (1996). Paradigme, théorie, modèle, schéma : qu'est-ce donc ? *Communication et organisation*, (10). https://doi.org/10.4000/communicationorganisation.1873
353. Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N. et Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, *330*(6004), 686-688. https://doi.org/10.1126/science.1193147
354. Woolley, A. W., Riedl, C., Kim, Y. J. et Malone, T. W. (2017). More evidence for a general collective intelligence factor in human groups: A meta-analysis. Dans *Proceedings of Collective Intelligence 2017*. https://drive.google.com/file/d/1D4ag7uDpWvUXJSuQLXMATj823JpZoKzl/view
355. Woolley, A. W., Kim, Y. et Malone, T. W. (2018). Measuring Collective Intelligence in Groups: A Reply to Credd and Howardson. *SSRN Electronic Journal*, (December). https://doi.org/10.2139/ssrn.3187373
356. Young, M. I. (2006). Responsibility and Global Justice: A Social Connection Model. *Social Philosophy and Policy*, *23*(1), 102-130. https://doi.org/10.1017/S0265052506060043
357. Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation: A Social Cognitive Perspective. Dans M. Boekaerts, P. R. Pintrich et M. Zeidner (dir.), *Handbook of Self-Regulation* (p. 13-39). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7

358. Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

# 🖼️ Table des représentations (Figures & Tableaux)

## Liste des Figures

1. **Figure 0.1** - Extraits de transformations de lecture du texte dans « La Méthode ».
2. **Figure 0.2** - Schématisation animée de réunions d'orientations disciplinaires multiples.
3. **Figure 0.3** - Cadre général de la recherche au sens de concepts et valeurs essentiels.
4. **Figure 1.1** - Modèle CHC avec représentation des strates, capacités, facteurs et sous facteurs du construit de l'intelligence générale.
5. **Figure 1.2** - Deux conceptualisations de l'intelligence émotionnelle dans le modèle CHC.
6. **Figure 1.3** - Représentation synthétique des processus et facultés de l'intelligence.
7. **Figure 1.4** - Taxonomie et caractéristiques principales des différents types de motivation selon la TIO.
8. **Figure 1.5** - Modèle intégratif de la motivation.
9. **Figure 1.6** - La réciprocité causale triadique de la TSC.
10. **Figure 1.7** - Modèle de l'apprentissage autorégulé pour l'action pédagogique.
11. **Figure 1.8** - Résumé en pistes causales des effets obtenus dans les régressions multiples.
12. **Figure 1.9** - Modèle circomplexe (roue des émotions) 2D et 3D.
13. **Figure 1.10** - Les systèmes et leurs représentations.
14. **Figure 2.1** - Diagramme des modèles d'apprentissage
15. **Figure 2.2** - Le triangle pédagogique.
16. **Figure 2.3** - Le modèle du tétraèdre d'intégration des TIC et de cyber-dispositifs
17. **Figure 2.4** - Phase et processus du « Scholarship of Teaching and Learning » (SoTL)
18. **Figure 2.5** - Activité ingénieriale et lignes (du micro au macro).
19. **Figure 2.6** - Fonctions en tension de l'évaluation des enseignements par les étudiants.
20. **Figure 2.7** - Schéma articulant l'évaluation des apprentissages et l'évaluation des dispositifs institutionnels.
21. **Figure 2.8** - Opérationnalisation d'un référentiel dans la maquette d'un programme.
22. **Figure 2.9** - Intégration de l'APC et des référentiels de compétences dans Moodle.
23. **Figure 2.10** - La structure de l'activité humaine.

24. **Figure 2.11** - Diverses représentations de l'approche instrumentale.
25. **Figure 2.12** - Modèle S.A.I. : la triade caractéristique des Situations d'Activités Instrumentées.
26. **Figure 2.13** - Modèle S.A.C.I. des situations d'activités collectives instrumentées.
27. **Figure 2.14** - Emboîtement d'artefacts dans les situations d'enseignement avec les TIC.
28. **Figure 2.15** - Modèle quadripolaire des situations d'activité instrumentée.
29. **Figure 2.16** - Tendances des usages de LMS aux États-Unis et au Canada.
30. **Figure 2.17** - Matrice d'intégration des technologies selon le modèle SAMR.
31. **Figure 2.18** - Extensions du modèle UTAUT.
32. **Figure 2.19** - Décomposition fonctionnelle d'outils en niveaux atomiques.
33. **Figure 2.20** - Typologie d'outils basée sur les activités et l'interopérabilité des plateformes.

---

34. **Figure 3.1** - Modèle de système complexe auto-adaptatif (CAS).
35. **Figure 3.2** - Dimensions opérationnelles du construit multidimensionnel de l'IC.
36. **Figure 3.3** - Représentation synthétique des processus et mobilisations de l'IC.
37. **Figure 3.4** - Modèle notionnel à deux échelles où les paramètres des agents sont endogénisés.
38. **Figure 3.5** - Dimensions Temporelles, Spatiales et Informationnelles pour l'appréciation des facteurs d'émergence de l'IC.
39. **Figure 3.6** - Caractéristiques des systèmes complexes.
40. **Figure 3.7** - Coopération versus collaboration.
41. **Figure 3.8** - Les pédagogies coopératives : le travail, le et l'équipe.
42. **Figure 3.9** - Tâches coopérative et collaborative.
43. **Figure 3.10** - Diverses conceptualisations systémiques de représentations sociales.
44. **Figure 3.11** - Revisite des sociogrammes originaux de Moreno par Grandjean avec Gephi.
45. **Figure 3.12** - Projet **TEAM** (2019)
46. **Figure 3.13** - Schéma de dimensions contribuant potentiellement à l'émergence d'IC.
47. **Figure 3.14** - Processus identifiés autour du produit de l'IC.

---

48. **Figure 4.1** - Succession des études et recherche itérative.

---

49. **Figure 5.1** - Modèle séquentiel exploratoire (*3 phases*)
50. **Figure 5.2** - Modèle séquentiel explicatif (*2 phases*)
51. **Figure 5.3** - Modèle parallèle et convergent (*1 phase*)
52. **Figure 5.4** - Recherche empirique (prédictive) versus **DBR**.
53. **Figure 5.5** - Langage visuel de la méthode de conduite de recherche THEDRE.
54. **Figure 5.6** - Schéma global de la conduite de recherche dans le cadre de ce compuscrit.
55. **Figure 5.7** - Logigramme interactif pour le choix et la sélection des méthodes.
56. **Figure 5.8** - THEDRE, IMReD et structure globale du présent compuscrit.

---

57. **Figure 6.1** - Exemples (1-4) de cartes mentales représentant la structure d'un EPA idéal.
58. **Figure 6.2** - SACI **n°1**.
59. **Figure 6.3** - Exemple de projection équirectangulaire des CM.
60. **Figure 6.4** - Aperçu du tableau blanc pour l'analyse avec un zoom à 4% de sa taille 1:1.

61. **Figure 6.5** - Représentation tabulaire du traitement quantifié des CM.
62. **Figure 6.6** - Cartes de chaleur des corrélations SA et SEP-SEC.
63. **Figure 6.7** - Profils de CM en fonction des variables psychologiques**.**
64. **Figure 6.8** - *ForceAtlas layout* pondéré sur la présence des indicateurs relativement aux CM.

65. **Figure 7.1** - Formalisation conceptuelle de la tâche à réaliser par les groupes.
66. **Figure 7.2** - Interface de la plateforme Lab4CE.
67. **Figure 7.3** - Organisation technique de l'expérimentation.
68. **Figure 7.4** - SACI **n°2**.
69. **Figure 7.5** - *PR*-SEP-D vs *PO*-SEP-D au niveau global.
70. **Figure 7.6** - *PR*-SEP-D vs *PO*-SEP-D au niveau groupal.
71. **Figure 7.7** - *PR*-SEP-D vs *PO*-SEP-D au niveau des rôles.
72. **Figure 7.8** - *PR*-SEP-TC vs *PO*-SEP-TC au niveau global.
73. **Figure 7.9** - *PR*-SEP-TC vs *PO*-SEP-TC au niveau groupal.
74. **Figure 7.10** - *PR*-SEP-TC vs *PO*-SEP-TC au niveau des rôles.
75. **Figure 7.11** - Diagramme de dispersion des scores obtenus à l'échelle du SEC en fonction des scores obtenus à l'échelle du *PO*-SEP-TC.
76. **Figure 7.12** - Représentation visuelle en graphe des fils de discussion.
77. **Figure 7.14** - *Circular layout*.
78. **Figure 7.15** - Modèle mixte d'intervention (3 phases).

79. **Figure 8.1** - Niveaux d'observation du travail individuel, groupal et collectif.
80. **Figure 8.2** - Les six prototypes de jeux virtuels type escape game réalisés par les étudiants.
81. **Figure 8.3** - Interactions synchrones au travers d'un tableau blanc de *Miro*.
82. **Figure 8.4** - Répartition des sessions de travail sur 6 semaines glissantes.
83. **Figure 8.5** - SACI **n°3**.
84. **Figure 8.6** - Diagramme de dispersion des scores obtenus à l'échelle du SIC1 en fonction du SIC2.
85. **Figure 8.7** - Scores aux échelles du SIC en pourcentages (*avant*/*après*) au niveau des communautés.
86. **Figure 8.8** - Fiabilité du SIC et de ses sous-dimensions.
87. **Figure 8.9** - Diagramme structurel des facteurs latents d'après notre modèle prédéfini.
88. **Figure 8.10** - Diagramme structurel des facteurs latents d'après l'AFE.
89. **Figure 8.11** - Estimation de la formation au travail collectif et la pertinence perçue du questionnaire pour mieux y réfléchir (sur 10).
90. **Figure 8.12** - SIC1 vs SIC2 au niveau global.
91. **Figure 8.13** - Indicateurs sur l'appréciation de la motivation et des éléments du réseau personnel d'apprentissage par communautés.
92. **Figure 8.14** - Carte de chaleur des liens entre SIC et PLN.
93. **Figure 8.15** - Aperçu des minimaps des tableaux blancs partagés (densité informationnelle).
94. **Figure 8.16** - Tentative d'identification des liens entre les interactions pour prépartion des ARS.
95. **Figure 8.17** - Aperçu de principe du retour visuel de l'*activité Quizz* de *Moodle.*

96. **Figure 9.1** - Modèle d'évaluation multi-études (*n* phases).

97. **Figure 9.2** - Dimensions **exogènes** et **endogènes** de l'**IC** (*modèle dynamique animé*).
98. **Figure 9.3** - **M**étamodélisation de l'**IC**.

## Liste des Tableaux

1. **Tableau 2.1** - Matrice temps-espace de classification des collecticiels.
2. **Tableau 3.1** - Diachronie des développements réciproques de la pensée opératoire et sociale.
3. **Tableau 3.2** - Différenciation des formes d'intelligence de groupe.
4. **Tableau 3.3** - Comparaison entre les notions de coopération et collaboration dans une APP.
5. **Tableau 4.1** - SMART, définition des critères d'objectifs de notre observation.
6. **Tableau 5.1** - Système de notation utilisable en Méthodes Mixtes (MM).
7. **Tableau 6.1** - Variables psychologiques et indicateurs observés dans les scénarios pédagogiques.
8. **Tableau 6.2** - Composition formelle des CM par cohorte (comparatif).
9. **Tableau 6.3** - Composition formelle des CM de la **Cohorte** 1 (DUT1).
10. **Tableau 6.4** - Composition formelle des CM de la **Cohorte** 2 (M2).
11. **Tableau 6.5** - Pourcentage de représentation des fonctionnalités en support aux variables psychologiques pour la **Cohorte** 1 (DUT1).
12. **Tableau 6.6** - Pourcentage de représentation des fonctionnalités en support aux variables psychologiques pour la Cohorte 2 (M2).
13. **Tableau 7.1** - Analyses descriptives des échelles SEPs et SEC au niveau global.
14. **Tableau 7.2** - Relation entre les différents sentiments d'efficacité (SEP-D, SEP-TC, SEC) et le nombre d'interactions par participants.
15. **Tableau 7.3** - Relation entre les différents sentiments d'efficacité (SEP-D, SEP-TC, SEC) et le nombre d'interactions par groupe.
16. **Tableau 8.1** - Scores aux échelles du SIC en pourcentages (*avant*/*après*) au niveau global.
17. **Tableau 8.2** - Scores aux échelles du SIC en pourcentages (*avant*/*après*) au niveau des communautés.
18. **Tableau 8.3** - Fiabilité des sous-dimensions du SIC en intra-items.
19. **Tableau 8.4** - Indicateurs sur l'appréciation de la motivation et des éléments du réseau personnel d'apprentissage au niveau global.
20. **Tableau 8.5** - Interactions (*pendant*) au niveau global.
21. **Tableau 8.6** - Rapports des moyennes des notes au niveau des communautés.

## Liste des Encarts

1. **ENCART 1.** - Parcours initial et posture scientifique.
2. **ENCART 2.** - Reconnaissance de la profession d'ingénierie pédagogique en France.

3. **ENCART 3.** - Sur l'échelle méta des communautés de communautés.
4. **ENCART 4.** - Les translinguismes de la littérature scientifique.
5. **ENCART 5.** - Démarche instrumentale et positionnement translittératique.
6. **ENCART 6.** - De l'imprimerie de Guttenberg à l'hypertexte de Berners-Lee : et ensuite ?
7. **ENCART 7.** - Les architectures de l'invisible.

## Table des abréviations

- **API : A**pplication **P**rograming **I**nterface
- **APC : A**pproche **P**ar **C**ompétence
- **APP : A**pproche **P**ar **P**roblème ; **A**pproche **P**ar **P**rojet
- **ARS : A**nalyse de **R**éseaux **S**ociaux
- **CAS** : **C**omplex **A**daptive **S**ystem
- **CHC** : **C**attell-**H**orn-**C**arroll
- **CM** : **C**arte **M**entale
- **CSCL** : **C**omputer-**S**upported **C**ollaborative **L**earning
- **CSCW** : **C**omputer-**S**upported **C**ooperative **W**ork
- **DBR** : **D**esign **B**ased **R**esearch
- **EIAH** : **E**nvironnement **I**nformatique pour l'**A**pprentissage **H**umain
- **ENA** : **E**nvironnement **N**umérique d'**A**pprentissage
- **ENT** : **E**space **N**umérique de **T**ravail
- **EPA** : **E**nvironnement **P**ersonnel d'**A**pprentissage
- **IC** : **I**ntelligence **C**ollective
- **IEML** : **I**nformation **E**conomy **M**eta**L**anguage
- **IHM** : **I**nterface **H**umain-**M**achine
- **IP** : **I**ngénierie **P**édagogique
- **LA : L**earning **A**nalytics
- **LMS** : **L**earning **M**anagement **S**ystem
- **MM** : **M**éthodes **M**ixtes
- **PLE** : **P**ersonal **L**earning **E**nvironment
- **PLN** : **P**ersonal **L**earning **N**etwork
- **QI** : **Q**uotient **I**ntellectuel
- **RICH.** : **R**echerche en **I**nformatique **C**entrée **H**umain
- **RMM** : **R**echerches par **M**éthodes **M**ixtes
- **SA** : **S**tratégies d'**A**pprentissage
- **SA-SC** : **S**tratégies **C**ognitives *dans les **S**tratégies d'**A**pprentissages*
- **SA-SM** : **S**tratégies **M**étacognitives *dans les **S**tratégies d'**A**pprentissages*
- **SA-SA** : **S**tratégies **A**ffectives *dans les **S**tratégies d'**A**pprentissages*
- **SA-SG** : **S**tratégies de **G**estion *dans les **S**tratégies d'**A**pprentissages*
- **SACI** : **S**ituation d'**A**ctivité **C**ollective **I**nstrumentée
- **SAÉ** : **S**ituations d'**A**pprentissage et d'**É**valuation
- **SAI** : **S**ituation d'**A**ctivité **I**nstrumentée
- **SEC** : **S**entiment d'**E**fficacité **C**ollective
- **SEP** : **S**entiment d'**E**fficacité **P**ersonnelle
- **SI** : **S**ystème d'**I**nformation
- **SIC** : **S**entiment d'**I**ntelligence **C**ollective
- **THEDRE** : **T**raceable **H**uman **E**xperiment **D**esign **RE**search
- **TA** : **T**héorie de l'**A**ctivité
- **TAD** : **T**héorie de l'**A**uto**D**étermination
- **TIC** : **T**echnologies de l'**I**nformation et de la **C**ommunication
- **TICE** : **T**echnologies de l'**I**nformation et de la **C**ommunication pour l'**E**nseignement
- **TSC** : **T**héorie **S**ocio**C**ognitive

## Liste des communications scientifiques liées au projet de thèse

[ ACL ] **Articles dans des revues internationales ou nationales avec comité de lecture**

**Bellet, P.**, Vendeville, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). How Can Collaborative Learning Support Perceived Collective Efficacy? *The Bulletin of the Polytechnic Institute of Iaşi Socio-Humanistic Sciences*, *65*(1–2), 9–22. https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=774244

**Bellet, P.**, Vendeville, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). Les effets du travail de groupe sur les sentiments d'efficacité personnelle et collective en contexte d'apprentissage. *Canadian Journal of Education / Revue Canadienne de l'éducation*, *42*(4), 992–1021. https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/3661/2789

**Bellet, P.**, Venant R., Pélissier, C., Mailles Viard Metz, S. et Broisin, J. (2021, soumis). Analysis of mutual aid processes supported by verbal and visual interactions in the context of a virtual and remote laboratory for collaborative computer education. *Transactions on Learning Technologies.*

**Bellet, P.**, Venant, R., Pélissier, C., Mailles Viard Metz, S. et Broisin, J. (2021). Analyse des processus d'entraide dans le cadre d'un laboratoire virtuel et distant pour l'apprentissage de l'informatique. *Sticef, 28*(3), 32. https://doi.org/10.23709/sticef.28.3.3

Guidicelli, E., Delonca, D., **Bellet, P.** et Mailles Viard Metz, S. (2022, soumis). Supporting collaborative work: recommendations for groups creation and collective work assessment, *Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi.*

[ ACLN ] **Communications non publiées avec actes et comité de lecture**

**Bellet, P.** (2019). Instrumentalisation de l'intelligence collective ? *Actes du colloque Jeunes Chercheurs PRAXILING UMR 5267, Représentations et transmission des connaissances à la lumière de l'innovation numérique.*, Montpellier. 7-8 Novembre 2019.

[ COS ] **Chapitres d'ouvrage collectif**

**Bellet, P.** et Mailles-Viard Metz, S. (2020). Accompagner l'autonomie dans les apprentissages universitaires. Dans C. Pélissier (dir.), *Notion d'aide en éducation* (p. 187-209). ISTE editions.

**Bellet, P.** et Mailles Viard Metz, S. (2020). Supporting autonomy in a Higher Teaching Context. In C. Pelissier (Ed), *Support in Education*, London : John Wiley & Sons.

[ ACTI ] **Communication avec actes dans un congrès international**

**Bellet P.** et Mailles Viard Metz, S. (2021). Hybrider l'espace pour développer l'international : le projet ILE. *Enjeux actuels et futurs de la formation et de la profession enseignante, CRIFPE*, 30 avril 2021.

[ COM ] **Communications orales sans actes dans un congrès international ou national ou local**

**Bellet, P.**, Broisin, J., Mailles-Viard-Metz, S., Venant, R. et Vendeville, N. (2018). Collaborer pour se sentir plus efficace : une expérimentation en DUT Informatique. *Secondes Journées des ESPE d'Occitanie*, Narbonne, 4-6 juin 2018.

**Bellet, P.**, Daynac, B., Rodriguez, N., Mailles-Viard-Metz, S. et Vendeville, N. (2018). se Motiver et s'Orienter à l'Université grâce aux environnements Virtuels. *Secondes Journées des ESPE d'Occitanie*, Narbonne, 4-6 juin 2018.

**Bellet, P.**, Pélissier, C., Mailles-Viard-Metz, S. et Vendeville, N. (2019). Méthodologie d'approche des interactions dans un dispositif d'entraide entre apprenants : le cas d'un cours d'informatique en Licence. *EIAH 2019, Atelier 9 : Formuler l'aide et sa demande : des processus cognitifs impliqués, une personnalisation nécessaire et des types de formulation identifiés.*, Paris, 4 juin 2019.

Delonca D., Giudicelli É. et **Bellet P.** (2019) Identification de marqueurs prédictifs de l'efficience du travail collaboratif. *Troisièmes Journées des ESPE d'Occitanie*, Narbonne, 3-5 juin 2019.

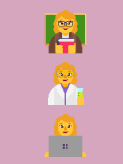
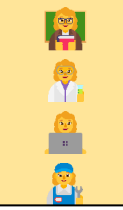
**Bellet P.** (2021). Hybridation des espaces pour s'ouvrir à l'international, le projet ILE. *MM2021*, en ligne, 8 juillet 2021.

**Autres productions** [ AP ]

**Bellet, P.** (2018). Collaborer pour se sentir plus efficace : observation de deux contextes de formation. *Mémoire de recherche. Master mention Humanités Numériques.,* ITIC, Université Paul-Valéry, Montpellier.

# 🖇 ANNEXES

## ANNEXE 1. 📎 Étude 🎥 1️⃣

| Fiche THEDRE - ÉTUDE 🎥 1️⃣ | | |
|---|---|---|
| | | |
| ♻️ **CONTEXTES** | | |
| 🎓 Académique | Institutions d'enseignement supérieur : IUT, Université | |
| ⚙️ Technique | Outils libres à disposition pour les représentations mentales | |
| 👫 Sociétal | Accompagner l'individu de l'auto à l'hétéronomie | |
| 1️⃣ **PLANIFICATION** | |  |
| 📚 Bilan de l'existant | focus stratégies d'apprentissage | |
| 🕹️ Scénario pédagogique | apprendre à apprendre | |
| 🎯 Objectifs | relever des états de conscientisation liés à des processus psychologiques (Ψ) | |
| 🔧 Instrumentation | outils de cartes mentales | |
| 2️⃣ **EXPÉRIMENTATION** | |  |
| 👥 Participants | DUT 1ère année ; M2 HN IP (n=65) | |
| ☑️ Tâche | conception EPA | |
| 🍾 Matériels et méthodes | grille de lecture | |

| | | |
|---|---|---|
| 📊 Analyses et résultats | (QUAL→quan)<br>analyse de contenu |  |
| **3 CONTRÔLE** | |  |
| 🗣️ Discussion | états Ψ existants, repérables |  |
| 💢 Limites | échantillon, approche quali, non comp. |  |
| **4 ADAPTATION** | |  |
| 🔹 Contributions | méthodo, évaluation |  |
| 🚀 Perspectives | vers interactions pendant la conception |  |
| **🌟 VALORISATION** | |  |
| Bellet, P. et Mailles-Viard Metz, S. (2020). Accompagner l'autonomie dans les apprentissages universitaires. Dans C. Pélissier (dir.), *Notion d'aide en éducation* (p. 187-209). ISTE editions. | | |
| repositionnement de la question de recherche | | |
|  Enseignant  Chercheur  Ingénieur  Méthodologue  Apprenant | | |

| **Fiche technique - ÉTUDE 🔵 1** | | |
|---|---|---|
| ♾️ Type de recherche | Descriptive ?<br>(comment ? qui ?) | |
| 🔎 Modèle de recherche | Mixte : séquentiel exploratoire<br>QUAL → quan | |
| 👥 Population | 1. Étudiants en 1ère année de DUT Info | n1=42<br>n2=23 |

| | | |
|---|---|---|
| | 2. Étudiants en Master 2 Humanités Numériques | |
| 🕹️ Scénario pédagogique | 1. conception individuelle suite à un co-apprentissage<br>2. co-conception suite à un apprentissage individuel | |
| 🔧 Instrumentation | - outil de production de carte mentale libre (suggérés, Xmind) | |
| 🧐🔍 Questions de recherche | • Peut-on observer et induire la présence d'indicateurs liés aux stratégies d'apprentissage ou états de réflexion personnelle à partir de productions concrètes sous forme de cartes mentales ? | |
| 🎯 Hypothèses | H1. La conception de cartes mentales par des étudiants constitue un moyen de vérifier que ce type de tâche accompagne le travail réflexif d'analyse de ses propres conduites et la mise en place d'objectifs<br>H2. La production de ces cartes mentales et leur analyse pourrait être un moyen de relever des états de réflexion personnelle ou collective par une grille de lecture qualitative | |
| 📐 Mesures | • Grille d'observation | |
| 👣 Traces | • Productions finales des cartes mentales | |
| 🔎 Analyses | • Descriptives | |
| 📊 Résultats | Il est possible d'accompagner les apprenants dans une conscientisation des conduites menant à l'autonomie, l'hétéronomie et l'efficacité. Les représentations mentales ainsi transfigurées sur un support réflexif évaluatif permettent de rendre compte des variables humaines mobilisées. | |
| 💢 Limites | Faible échantillon<br>Non-homogénéité<br>Caractère interprétatif de l'analyse | |

## ANNEXE 2. Grille de lecture des variables psychologiques

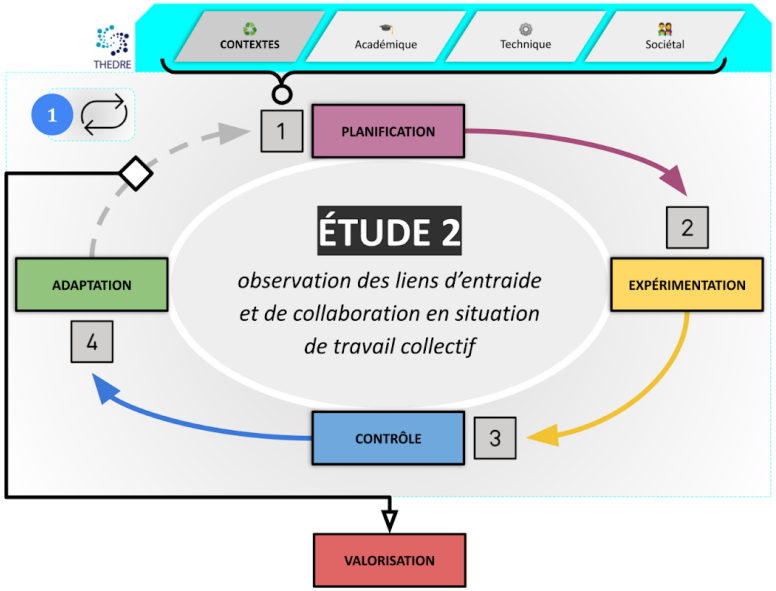
| Variable psychologique | | Objectif | Fonctionnalité de l'outil | Type d'outil | Exemple |
|---|---|---|---|---|---|
| **Motivation** | | Soutenir le développement de ressources propres | Connexion personnelle à l'espace, paramétrage de la visibilité du contenu pour un éventuel partage avec d'autres | Espace personnel sur internet | LMS |
| **SEP** | | Maîtriser ses connaissances / compétences | Bilan de compétences | Questionnaire structuré sur les connaissances et compétences | PEC |
| | | Soutenir la perception d'une acquisition progressive | Visualisation de la progression des résultats aux exercices ou examens / dépôt de productions | Graphique dynamique avec interface de saisie des notes (lié à un moteur de calcul en fonction des coefficients) / espace Galerie | Graphique / Galerie de productions |
| | | Identifier des objectifs intermédiaires pour atteindre l'objectif final | Recherche sur les parcours (orientation) et connaissance du programme des enseignements et de leurs coefficients - Projets - Stages | Carte mentale pour structurer des contenus | Carte mentale |
| | | Identifier l'objectif final | Recherche sur les parcours (formation-métiers / orientation) | Saisie d'un texte / dépôt d'URL | Éditeur de texte |
| **Stratégies d'apprentissage** | **Stratégies cognitives** | Plans d'action organisés | Programmation du travail à réaliser | Outil de planification avec possibilité de noter les devoirs à rendre et le temps nécessaire pour réaliser ces devoirs-révisions | Agenda |
| | | Activités de sélection | Possibilité de dépôt et de structuration de ressources et d'édition de textes | Espace de stockage des supports de cours, des ressources pédagogiques, des notes personnelles, des sources internet ... | LMS |
| | | Activités d'organisation | | | |
| | | Activité d'élaboration | | | |
| | | Activités de révision | | | |
| | **Stratégies métacognitives** | Évaluation de son apprentissage | Questionnement sur ses apprentissages | Pré-questionnaire à remplir pour chaque apprentissage | Questionnaire |
| | | Planification de son apprentissage | Programmation du travail à réaliser | Outil de planification avec possibilité de noter les devoirs à rendre et le | Agenda |

| Variable psychologique | | Objectif | Fonctionnalité de l'outil | Type d'outil | Exemple |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | temps nécessaire pour réaliser ces devoirs-révisions | |
| | | Contrôle de son apprentissage | Visualisation du pré-questionnaire de chaque apprentissage et des résultats (évaluations des enseignants) | Graphique dynamique qui récupère les résultats du pré-questionnaire et les met en lien avec les résultats | Graphique |
| | | Régulation de son apprentissage | Questionnement sur les progrès à faire | Reprise des grandes différences visualisées dans le graphique précédent et saisie d'un texte pour formuler une explication et un moyen de progresser dans l'autoévaluation | Éditeur de texte |
| | **Stratégies affectives** | Création ou maintien climat d'apprentissage positif | Communication avec d'autres | Outils de communication et de travail collaboratif | Réseaux sociaux, chat, mail, … |
| | **Stratégies de gestion** | Ressources temporelles, humaines, matérielles mobilisées pour l'apprentissage | Identification des ressources à disposition / Programmation du travail à réaliser en précisant la durée, le matériel nécessaire et les personnes impliquées | Identification des ressources à disposition / Outil de planification avec possibilité de noter les devoirs à rendre, le temps nécessaire pour les réaliser, le matériel et les personnes impliquées | Tableau des ressources disponibles (humaines et matérielles / Agenda complexe, Gantt / contacts |

- EPA — ARS

## ANNEXE 3. Étude 2

**Fiche THEDRE - ÉTUDE 2**




| ♻️ CONTEXTES | |
|---|---|
| 🎓 Académique | Institutions d'enseignement supérieur : IUT |
| ⚙️ Technique | Outil de Laboratoire virtuel et distant pour le développement informatique conçu en DBR (outil activé) |
| 👫 Sociétal | Accompagner l'individu dans l'hétéronomie collaborative |
| **1 PLANIFICATION** | |
| 📚 Bilan de l'existant | focus autorégulation & entraide |
| 🕹️ Scénario pédagogique | exercice collaboratif de développement |
| 🎯 Objectifs | évaluer les sentiments d'efficacité (SE) en lien avec les traces de l'activité |
| 🔧 Instrumentation | laboratoire virtuel et distant (Lab4CE) |

| 2 EXPÉRIMENTATION | |
|---|---|
| Participants | DUT 2ème année Info (n=39) |
| Tâche | développement collaboratif |
| Matériels et méthodes | questionnaires + traces |
| Analyses et résultats | analyses statistiques + contenu |
| **3 CONTRÔLE** | |
| Discussion | corrélations + et -, explication activité |
| Limites | échantillon, traitement des données |
| **4 ADAPTATION** | |
| Contributions | méthodo, pédago, instru, proc. Ψ |
| Perspectives | vers traces de l'activité collaborative |

**VALORISATION**


Bellet, P., Vendeville, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). Les effets du travail de groupe sur les sentiments d'efficacité personnelle et collective en contexte d'apprentissage. *Revue canadienne de l'éducation*, *42*(4), 992-1021. https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/3661/2789

Bellet, P., Vendeville, N. et Mailles-Viard Metz, S. (2019). How Can Collaborative Learning Support Perceived Collective Efficacy? *The Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași Socio-Humanistic Sciences*, *65*(1-2), 9-22. https://doi.org/10.10670/1.vrrh76

Bellet, P., Venant, R., Pélissier, C., Mailles Viard Metz, S. et Broisin, J. (2021). Analyse des processus d'entraide dans le cadre d'un laboratoire virtuel et distant pour l'apprentissage de l'informatique. *Sticef*, *28*, 34. https://doi.org/10.23709/sticef.28.3.3


repositionnement de la question de recherche

Enseignant Chercheur Ingénieur Méthodologue Apprenant

| Fiche technique - ÉTUDE 🧿 2 | | |
|---|---|---|
| ♾️ Type de recherche | Explicative ?<br>(pourquoi ?) | |
| 🔎 Modèle de recherche | Mixte : séquentiel explicatif<br>QUAN → QUAL | |
| 👥 Population | Étudiants en 2ème année de DUT Info | n=39 |
| 🕹️ Scénario pédagogique | Apprentissage par projet :<br>co-développement d'une application informatique | t=2h30 |
| 🔧 Instrumentation | Plateforme Lab4CE : laboratoire virtuel et distant (Virtual and Remote Laboratories, VRL) dédié à l'apprentissage de l'informatique<br>Décomposition de l'outil :<br>- lecture/écriture et modification de fichiers de scripts en langage de programmation<br>- consultation du terminal d'un pair<br>- messagerie instantanée | |
| 🧐🔍 Questions de recherche | • Quels sont les effets de l'auto-efficacité personnelle et collective sur le travail collaboratif en situation d'apprentissage ?<br>○ Est-ce qu'on observe une amélioration du SEP-D?<br>○ Est-ce qu'on observe une amélioration du SEP-TC?<br>○ Est-ce qu'il existe un lien entre le SEP-TC et le SEC ?<br>○ Est-ce que le nombre et le type d'interaction sont liés au SEP/SEC ? | |
| 🎯 Hypothèses | H1. Le travail collaboratif devrait augmenter le SEP-D et le SEP-TC chez les participants. Ainsi, les scores obtenus à ces échelles devraient être plus importants après le travail réalisé en groupe qu'avant la réalisation de cette | |

| | |
|---|---|
| | tâche.<br>H2. Les scores obtenus à l'échelle du SEP-TC devraient être corrélés positivement avec les scores obtenus à l'échelle du SEC puisque tous deux portent sur le travail collaboratif, mais à partir d'items différents. |
| 📐 Mesures | • Échelles unidimensionnelle des Sentiments d'Efficacité Personnelle sur la Discipline (SEP-D, 8 items) et la Travail Collaboratif (SEP-TC, 8 items), adapté d'après Mailles-Viard-Metz, Vayre et Pélissier (2015) et Vonthron, Lagabrielle et Pouchard (2007)<br>• Échelle sur le Sentiment d'Efficacité Collective (SEC, 16 items, 5 sous-échelles : aide, buts, efficacité collective, controverse, coopération) d'après Cosnefroy et Jézégou (2013)<br>• Auto et panoévaluation du travail de groupe (5 items, initiative contrôlée, esprit d'équipe, compétences et habiletés, quantité de travail et qualité du travail)<br>• Questions liées à l'utilisation de la plateforme (5 items) |
| 👣 Traces | • Traces de la plateforme : actions sur les scripts, vue partagée des terminaux, messagerie instantanée |
| 🔎 Analyses | Statistiques :<br>• échantillons plutôt normalement distribués et homogènes<br>• comparaison individuelle (globale) et groupe par groupe (groupal)<br>• t de Student pour amélioration ou non entre avant et après l'activité des SEP-D et SEP-TC<br>• corrélation de Pearson pour l'existence d'un lien entre SEP-TC et SEC |
| 📊 Résultats | • Sur les effets d'auto-efficacité :<br>  ○ Pas d'amélioration du SEP-D<br>  ○ Pas d'amélioration du SEP-TC<br>  ○ Il existe un lien entre SEP-TC et SEC<br>  ○ Il existe un lien entre le nombre d'interactions et les SEP/SEC |
| 💢 Limites | Faible échantillon malgré la bonne cohérence et l'équilibre du découpage groupal. Résultats à relativiser par rapport au surcalibrage des buts et aux données recueillies. |

- Lab4CE — ARS

## ANNEXE 4. Questionnaires sur le SEP-D

Adaptation d'après Mailles-Viard-Metz, Vayre et Pélissier (2015) et Vonthron, Lagabrielle et Pouchard (2007)

| Sur une **échelle Likert** en 5 points de : *Absolument pas d'accord* à *Tout à fait d'accord* |
|---|
| Je crois que je peux réussir en programmation Shell |
| Je crois être en difficulté avec certains aspects de la programmation Shell |
| Je crois que je peux avoir de bons résultats dans ce module |
| Je me sens incapable de faire face à toutes les exigences de ce module |
| Je crois être capable de résoudre les difficultés que me pose ce module |
| Je crois avoir des difficultés pour mettre en œuvre toutes mes capacités dans ce module |
| Je crois que je peux m'adapter aux contraintes de ce module |
| Je crois que ce module me demande trop d'efforts |

**Note**. Les items en jaunes sont des items inversés (*i.e.*, plus on répond « fort » à ces questionements, plus l'effet négatif est important, autrement dit on pose une question à l'envers où l'on s'attend à une réponse négative pour permettre à la recherche une inférence positive : il faut donc renverser les scores d'items)

## ANNEXE 5. Questionnaires sur le SEP-TC

Adaptation d'après Mailles-Viard-Metz, Vayre et Pélissier (2015) et Vonthron, Lagabrielle et Pouchard (2007)

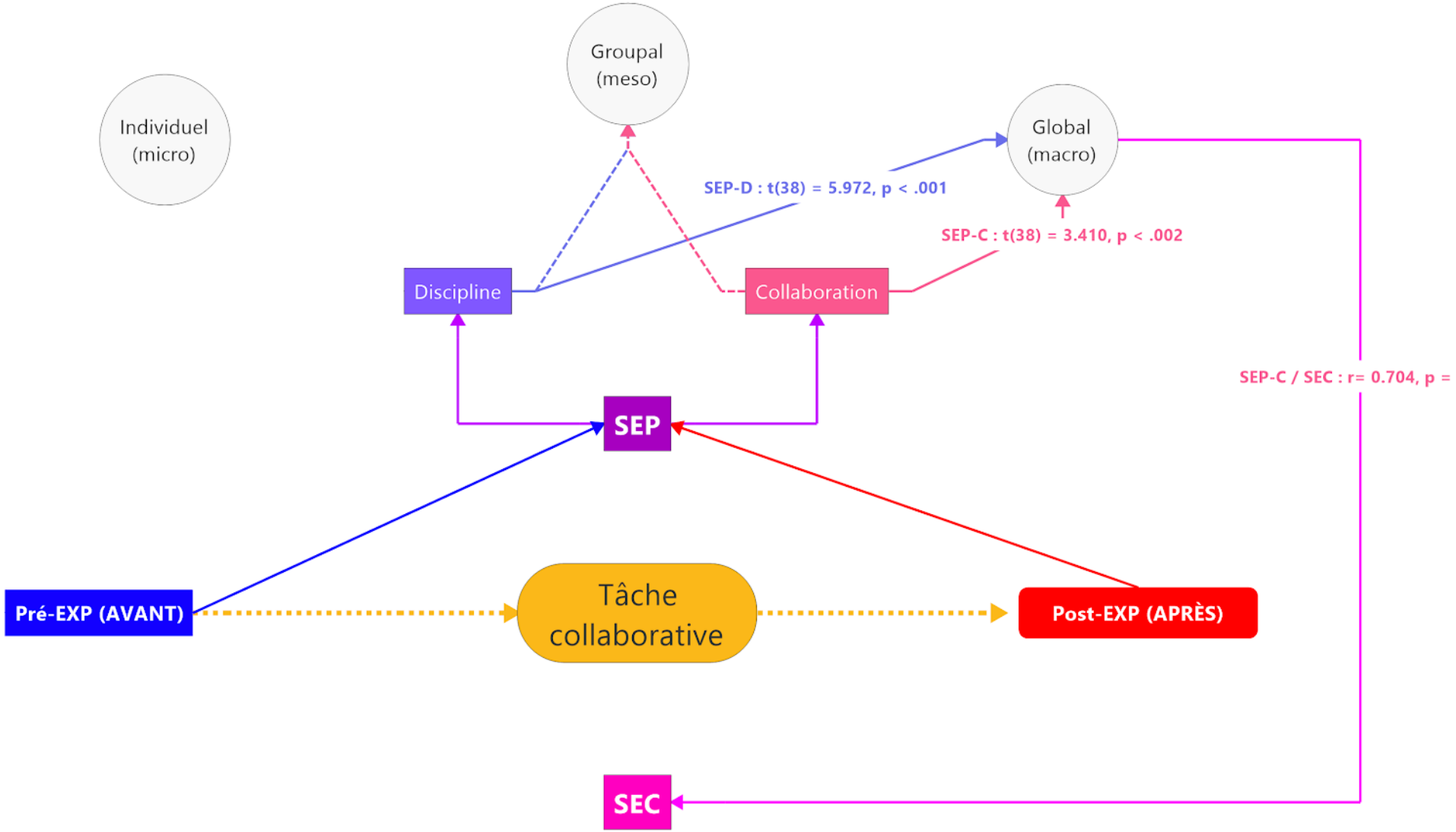
| Sur une **échelle Likert** en 5 points de : *Absolument pas d'accord* à *Tout à fait d'accord* |
|---|
| Je crois que je peux réussir à travailler collaborativement |
| Je crois être en décalage avec certains aspects du travail collaboratif |
| Je crois que je peux avoir de bons résultats lorsque le travail est réalisé collaborativement |
| Je me sens incapable de faire face à  toutes les exigences du travail collaboratif |
| Je crois être capable de résoudre les difficultés que me pose le travail collaboratif |

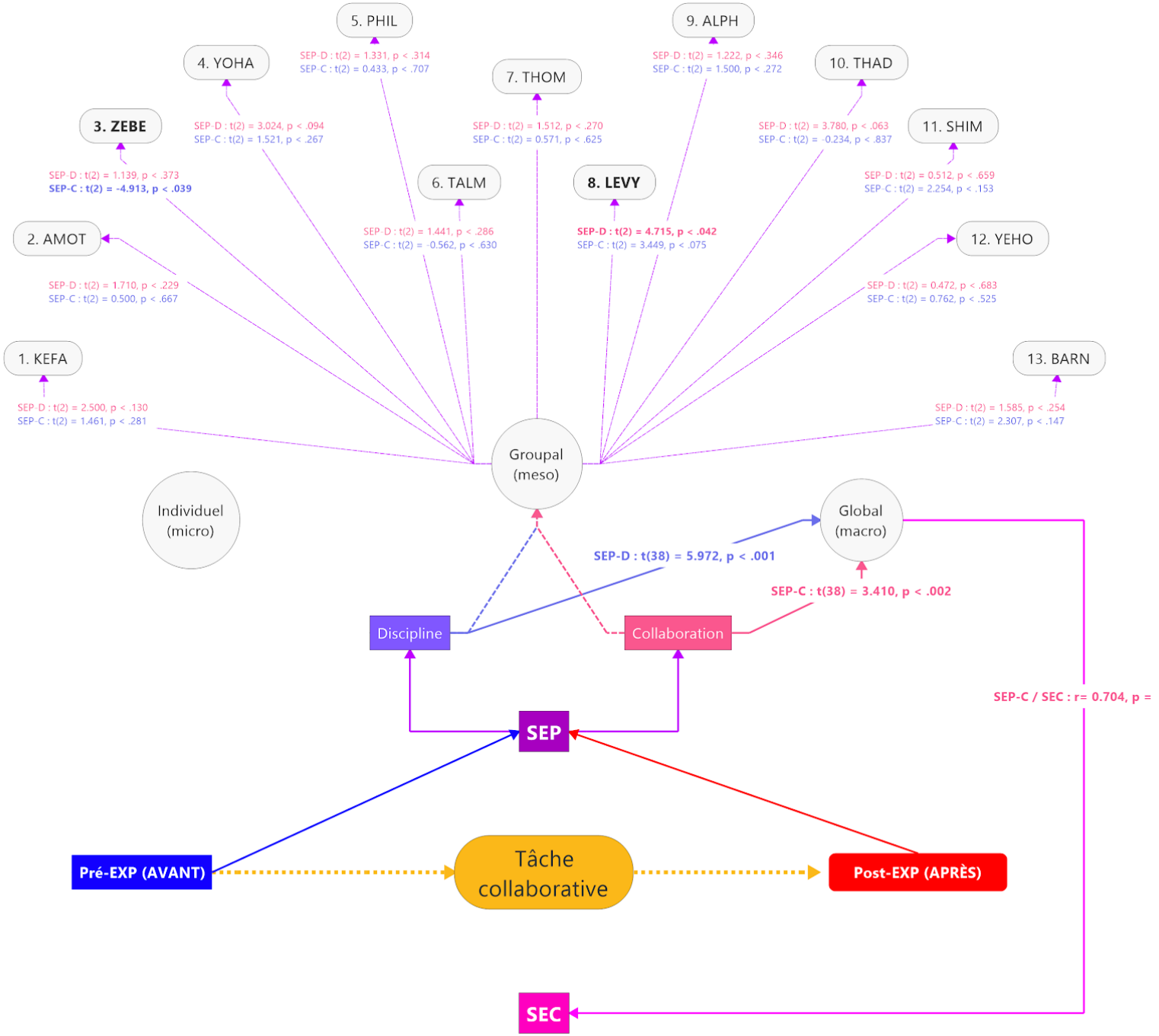
| |
|---|
| Je crois avoir des difficultés pour mettre en œuvre toutes mes capacités lorsque je travaille collaborativement |
| Je crois que je peux m'adapter aux contraintes du travail collaboratif |
| Je crois que travailler collaborativement me demande trop d'efforts |

## ANNEXE 6. Questionnaires sur le SEC (autorégulation)

Adaptation d'après Cosnefroy et Jézégou (2013)

| Sur une **échelle Likert** en 5 points de : *Jamais* à *Souvent* | |
|---|---|
| Dans notre groupe, nous avons demandé de l'aide pour avancer sur l'exercice | *Recours aux personnes ressources* |
| Dans notre groupe, nous ne sommes pas arrivés à nous fixer des objectifs de travail précis | *Calibrage des buts* |
| Dans notre groupe, nous avons réussi à planifier correctement le travail à faire. | *Calibrage des buts* |
| À la fin de chaque étape de l'exercice, nous définissions clairement le travail à effectuer pour les étapes suivantes | *Calibrage des buts* |
| Dans notre groupe, nous avons eu du mal à définir sur quoi il fallait travailler en priorité | *Calibrage des buts* |
| Je pense que notre groupe de travail a été performant. | *Efficacité collective* |
| Je pense que nous avons réussi l'exercice | *Efficacité collective* |
| Par rapport à la réussite de l'exercice, le groupe se sent confiant. | *Efficacité collective* |
| Dans nos discussions de groupe, il nous est souvent arrivé de ne pas être du même avis. | *Expression des désaccords* |
| Les divergences qui apparaissaient pendant le travail de groupe portaient sur des points mineurs | *Expression des désaccords* |
| Quand nous n'étions pas du même avis, nous trouvions rapidement une solution | *Expression des désaccords* |
| Il est arrivé que les discussions dégénèrent et se transforment en conflits personnels | *Qualité des interactions* |
| Dans le groupe, certain(e)s se croyaient plus compétent(e)s que d'autres | *Qualité des interactions* |
| Personne dans le groupe n'a cherché à imposer son point de vue. | *Qualité des interactions* |
| Je trouve que mon point de vue n'a pas été suffisamment pris en compte dans les discussions | *Qualité des interactions* |
| Votre groupe a-t-il demandé de l'aide pendant l'exercice ? | *Recours aux personnes ressources* |


Individuel
(micro)
Groupal
(meso)
Global
(macro)
SEP-D : t(38) = 5.972, p < .001
SEP-C : t(38) = 3.410, p < .002
Discipline
Collaboration
SEP-C / SEC : r= 0.704, p =
SEP
Pré-EXP (AVANT)
Tâche
collaborative
Post-EXP (APRÈS)
SEC


5. PHIL
SEP-D : t(2) = 1.331, p < .314
SEP-C : t(2) = 0.433, p < .707
9. ALPH
SEP-D : t(2) = 1.222, p < .346
SEP-C : t(2) = 1.500, p < .272
4. YOHA
SEP-D : t(2) = 3.024, p < .094
SEP-C : t(2) = 1.521, p < .267
7. THOM
SEP-D : t(2) = 1.512, p < .270
SEP-C : t(2) = 0.571, p < .625
10. THAD
SEP-D : t(2) = 3.780, p < .063
SEP-C : t(2) = -0.234, p < .837
3. ZEBE
SEP-D : t(2) = 1.139, p < .373
SEP-C : t(2) = -4.913, p < .039
6. TALM
SEP-D : t(2) = 1.441, p < .286
SEP-C : t(2) = -0.562, p < .630
8. LEVY
SEP-D : t(2) = 4.715, p < .042
SEP-C : t(2) = 3.449, p < .075
11. SHIM
SEP-D : t(2) = 0.512, p < .659
SEP-C : t(2) = 2.254, p < .153
2. AMOT
SEP-D : t(2) = 1.710, p < .229
SEP-C : t(2) = 0.500, p < .667
12. YEHO
SEP-D : t(2) = 0.472, p < .683
SEP-C : t(2) = 0.762, p < .525
1. KEFA
SEP-D : t(2) = 2.500, p < .130
SEP-C : t(2) = 1.461, p < .281
13. BARN
SEP-D : t(2) = 1.585, p < .254
SEP-C : t(2) = 2.307, p < .147
Groupal (meso)
Individuel (micro)
Global (macro)
SEP-D : t(38) = 5.972, p < .001
SEP-C : t(38) = 3.410, p < .002
Discipline
Collaboration
SEP
SEP-C / SEC : r= 0.704, p =
Pré-EXP (AVANT)
Tâche collaborative
Post-EXP (APRÈS)
SEC

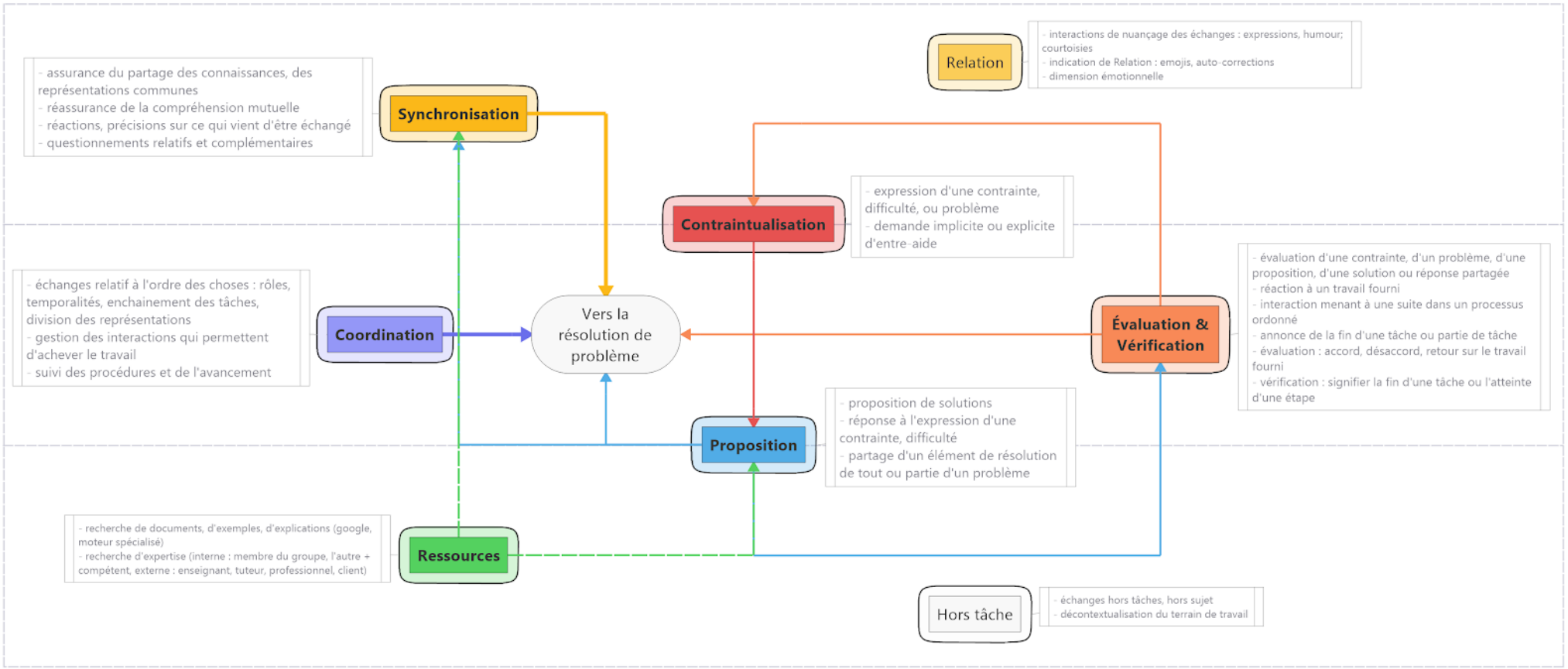
## ANNEXE 7. Extrait du corpus des interactions issues de la plateforme Lab4CE

| Heure | Rôle | Util. | Action | Message | Term. Util. | Cat. aide |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16:46:03 | Four. | etienne | message | role | | Aide offerte |
| 16:46:08 | Four. | etienne | message | je regarde ton terminal la | | Aide offerte |
| 16:46:23 | Client | ernest | terminal | | etienne | |
| 16:46:26 | Four. | etienne | message | juste en dessous du echo met "read reponse" | | Aide offerte |
| 16:46:31 | Four. | etienne | message | reponse est le nom de la variable | | Aide offerte |
| 16:46:59 | Four. | etienne | message | non juste reponse | | Aide offerte |
| 16:47:06 | Four. | etienne | message | "reponse" c'est le nom de ta variable | | Aide offerte |
| 16:47:20 | Gest. | fabien | message | quelle variable ? | | Demande d'aide |
| 16:47:25 | Four. | etienne | message | et ensuite en dessous tu fais un if qui teste si reponse c'est 1 ou 2 | | Aide offerte |
| 16:47:33 | Four. | etienne | message | la variable qui contient ce que l'utilisateur a rentré | | Aide offerte |
| 16:47:58 | Gest. | fabien | message | oui mais a quel moment je dis que ce quil rentre ca va dans reponse ? | | Demande d'aide |
| 16:49:04 | Four. | etienne | message | ca se fait tout seul | | Aide offerte |
| 16:49:11 | Four. | etienne | message | c'est le "read" | | Aide offerte |
| 16:49:16 | Four. | etienne | message | ca prend ce que l'utilisateur a entré | | Aide offerte |
| 16:49:16 | Gest. | fabien | message | ok merci | | Aide acceptée |

## ANNEXE 8. Grille de classification des interactions (co-conception)

| | Processus ? | Catégories d'activités | Description | Contextualisation |
|---|---|---|---|---|
|  | **Synchronisation** | Synchronisation cognitive | S'assurer que ce qui a été dit est compris par les autres, s'assurer du partage des connaissances, partage des représentations communes des solutions. Précisions sur ce qui vient d'être dit. Questions sur la tâche. | - assurance du partage des connaissances, des représentations communes<br>- réassurance de la compréhension mutuelle<br>- réactions, précisions sur ce qui vient d'être échangé<br>- questionnements relatifs et complémentaires |
|  | **Coordination** | Gestion de la coordination | *Déterminer qui fait quoi pour mener le projet à terme.* | - échanges relatif à l'ordre des choses : rôles, temporalités, enchaînement des tâches, division des représentations<br>- gestion des interactions qui permettent d'achever le travail<br>- suivi des procédures et de l'avancement |
|  | **Relation** | Gestion de la relation | *Interactions destinées à nuancer une phrase qui pourrait paraître trop directive par exemple (émoticônes notamment) ou interactions visant à gérer la relation en dehors de la tâche.* | - interactions de nuançage des échanges : expressions, humour; courtoisies<br>- indication de Relation : emojis, auto-corrections<br>- dimension émotionnelle |
|  | **Contraintualisation** | Gestion des contraintes | *Verbalisation des problèmes ou contraintes proposées pour améliorer le projet.* | - expression d'une contrainte, difficulté, ou problème<br>- demande implicite ou explicite d'entre-aide |
|  | **Proposition** | Proposition d'exigences ou de solution | *Proposer des solutions lorsque le groupe rencontre des difficultés ou pour arriver à réaliser la tâche* | - proposition de solutions<br>- réponse à l'expression d'une contrainte, difficulté<br>- partage d'un élément de résolution de tout ou partie d'un problème |
|  | **Évaluation & Vérification** | Évaluation | *Réaction d'accord ou de désaccord avec ce qui est dit ou proposé. Evaluation du travail fourni.* | - évaluation d'une contrainte, d'un problème, d'une proposition, d'une solution ou réponse partagée<br>- réaction à un travail fourni<br>- interaction menant à une suite dans un processus ordonné<br>- annonce de la fin d'une tâche ou partie de tâche<br>- évaluation : accord, désaccord, retour sur le travail fourni<br>- vérification : signifier la fin d'une tâche ou l'atteinte d'une étape |
|  | | Vérification | *Signifier la fin d'une tâche ou d'une partie de la tâche aux autres membres du groupe.* | |

| | Processus ? | Catégories d'activités | Description | Contextualisation |
|---|---|---|---|---|
|  | **Hors tâche** | Hors tâche | *Toute interaction qui ne concerne ni la tâche ni la Relation.* | - échanges hors tâches, hors sujet<br>- décontextualisation du terrain de travail |
|  | **Ressources** | Recherche de ressources | *Consultation de documents, échanges entre pairs, recherche d'aide et d'expertise, stratégies d'aide et d'entraide* | - recherche de documents, d'exemples, d'explications (google, moteur spécialisé)<br>- recherche d'expertise (interne : membre du groupe, l'autre + compétent, externe : enseignant, tuteur, professionnel, client) |




Note. Cette grille n'est pas parvenue à un consensus d'encodage du corpus d'interactions avec la méthode inter-juge dans le cadre des analyses de notre Étude n°2.

## ANNEXE 9. Grille de classification des interactions (entraide)

| | *Avoir un lieu* | Exemple | *Définition* |
|---|---|---|---|
| **Objectif :** | Propositions des recommandations à éloigner de Lab4ce.<br>*Poser des recommandations dans une dynamique de collaboration générale, idéale.*<br>*Penser plus largement que le cadre fermé de Lab4ce d'origine, vers un système ouvert*<br>**Processus** : contextualisation (au départ) – décontextualisation – recontextualisation<br>**Gradation** : pédagogique, plateforme, affective et automatisée | | |
| **Demande d'aide** | **exécutive** | *« j'avoue que j'ai pas suivi l'amphi »* | Exprime une demande sur ce qu'il faut faire, sur les conditions initiales du problème et sa mise en action |
| | **témoignage** | *« j'ai la même chose, je suis bloquée »* | Exprime une demande sur le partage commun d'une expérience similaire par d'autres personnes impliquées dans la résolution du problème |
| | **méthodologique** | *« c'est quoi la méthode à suivre ? »* | Exprime une demande sur la démarche générale à suivre, les processus à enclancher, les méthodes pour les mettre en œuvre |
| | **résultats** | *« c'est quoi qu'il faut mettre après le if ? »* | Exprime la demande d'une formulation de solution par les autres participants pour répondre à un problème |

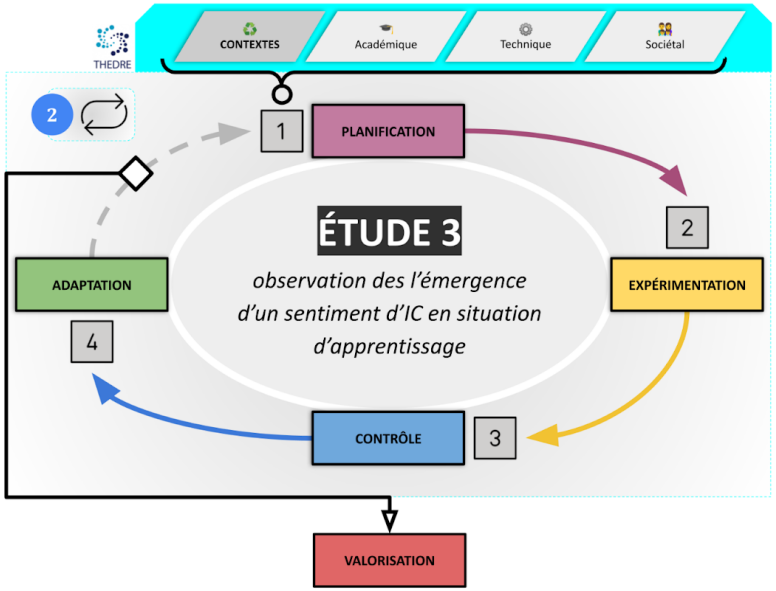
| | *Avoir un lieu* | Exemple | *Définition* |
|---|---|---|---|
| | **instrumentale** | *« ça commence au milieu de la page ? »* | Exprime une demande fonctionnelle relative à l'environnement ou au système d'information pour réaliser une action |
| | **confirmation** | *« est que l'un de vous peut me dire ce qui cloche avec la syntaxe de mon if ? »* | Exprime la demande d'une vérification pour confirmer le résultat attendu de la production d'une solution |
| **Aide proposée** | **exécutive** | *« tu peut la voir tas toutes les annexes »* | Reformule des connaissances liées à la résolution du problème traité. Reformule la consigne du problème |
| | **témoignage** | *« moi j'ai juste afficher les messages de début et hop »* | Témoigne de l'efficacité des solutions proposées par les participants |
| | **méthodologique** | *« regardez le chat pck des fois va falloir demander aux autres de faire des trucs sur nos fichiersr, noubliez pas le #!/bin/bash au debut de votre script, » ; « sisi jai demande il fauit lecrire dans le script »* | Présente des étapes possibles et organisées de la résolution du problème |
| | **résultats** | *« heu bah faut verifier grace a grep? bah copie moi si cest la meme »* | Présente le résultat attendu |

| | *Avoir un lieu* | Exemple | *Définition* |
|---|---|---|---|
| | **lien vers ressources pédagogiques** | *« https://forum.ubuntu-fr.org/viewtopic.php?id=419800 j'ai regarder ici »* | Met en relation avec des ressources externes permettant de contribuer à la résolution du problème |
| | **instrumentale** | *« Ca commence au tout début du code »* | Indique une information ou des fonctionnalités particulières dans l'outil informatique |
| | **confirmation** | *« normalemntˆ »* | Confirme l'efficacité d'une solution antérieure |
| | **orthographique** | *« read je cros » → « crois »* | Donne une correction orthographique d'un mot |
| | **ne sait pas** | *« aucune idée, je ne sais pas » ; « Humm, je réflechis »* | Exprime l'état de non savoir dans une situation donnée |
| | **erreur** | *« ca ne marche pas »* | Fait signifier l'absence ou l'échec de bonne solution dans l'essai d'une résolution |
| **Aide acceptée / refusée** | | | |
| | **acceptée exécutive** | *« Caq, compris, Ah ! »* | Dit qu'il a compris maintenant la consigne |
| | **acceptée témoignage** | *« ah bah je vais tester » ; « venez voir, »* | Dit qu'il a déjà testé la solution proposée et qu'elle fonctionne |
| | **acceptée méthodologique** | *« OK, je teste » ; « Je vais essayer »* | Dit qu'il va essayer, cad suivre la procédure proposée |
| | **acceptée remerciement** | « OK » ; « Merci » ; « OK thx, merci » | Dit Merci |
| | **acceptée frustration** | *« ha non cela ne va pas »* | Dit que cela ne marche pas |

| | *Avoir un lieu* | Exemple | *Définition* |
|---|---|---|---|
| | **acceptée congratulations** | *« dis toi que t'es meilleurs que nous deux :') » ; « bien vu »* | Se congratule lui-même de sa réussite |
| | **refusé bilan/frustration** | *« ca ne marche pas du tout, »* | Dit que cela ne fonctionne pas et qu'il est déçu (car il croyait bien y arriver) |
| | **refusé exécution** | *« je ne comprends toujours pas »* | Dit qu'il n'a toujours pas compris la consigne/ce qu'il fallait faire |

## ANNEXE 10. Étude 3

**Fiche THEDRE - ÉTUDE 3**




| ♻️ CONTEXTES | |
|---|---|
| 🎓 Académique | Institutions d'enseignement supérieur : IUT |
| ⚙️ Technique | Outil de tableau blanc partagé synchrone et asynchrone |
| 👭 Sociétal | Accompagner les individus dans le déploiement de formes d'intelligences collectives |

| 1 PLANIFICATION | | |
|---|---|---|
| 📚 Bilan de l'existant | focus travail collectif | 👩‍🎨 👩‍🔬 👩‍💻 |
| 🕹️ Scénario pédagogique | IHM & ergonomie | |
| 🎯 Objectifs | mieux comprendre l'activité pendant la collaboration | |
| 🔧 Instrumentation | tableau blanc partagé | |

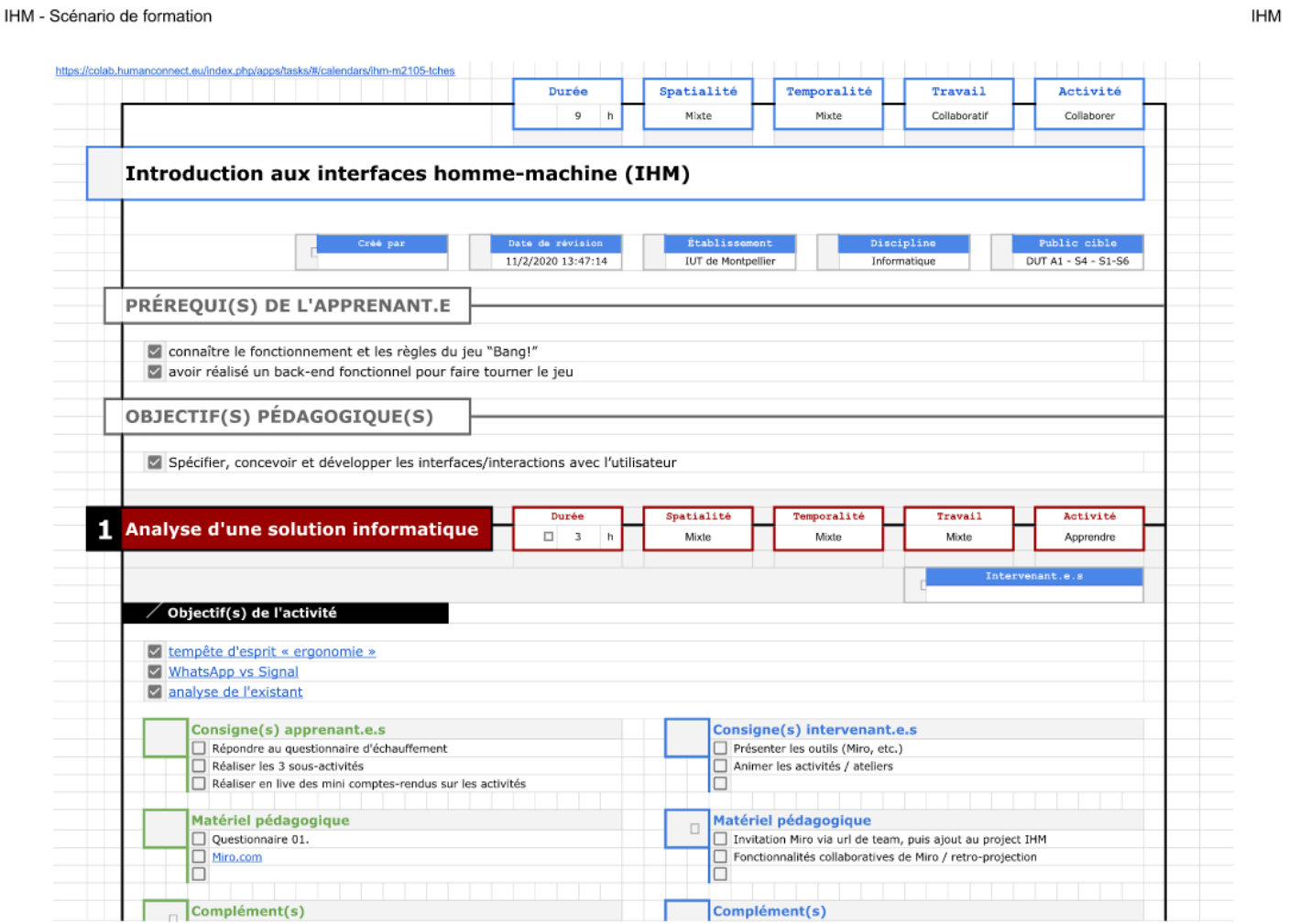
| | |
|---|---|
| **2 EXPÉRIMENTATION** | |
| Participants | DUT 2ème année Info (n=153) |
| Tâche | réalisation d'un escape game virtuel |
| Matériels et méthodes | grille de lecture + traces |
| Analyses et résultats | analyse de contenu + sondage |
| **3 CONTRÔLE** | |
| Discussion | difficulté de recueil de données |
| Limites | échantillon, approche quali, non comp. |
| **4 ADAPTATION** | |
| Contributions | méthodo, pédago, instru |
| Perspectives | vers ingénierie de la formation |
| **VALORISATION** | |
| | Compuscrip+ |
| repositionnement de la question de recherche | |

Enseignant Chercheur Ingénieur Méthodologue Apprenant

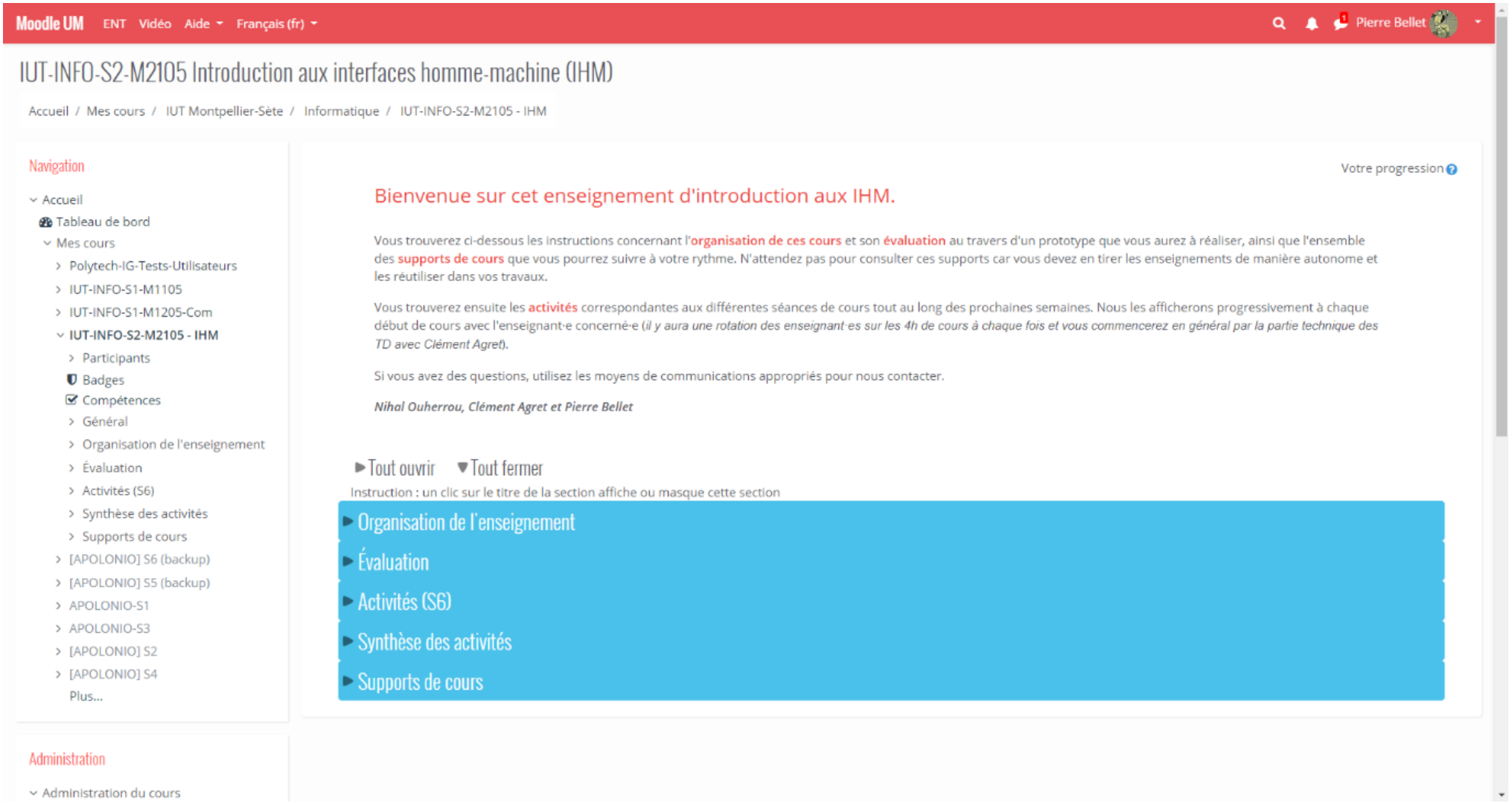
| **Fiche technique - ÉTUDE 3** | | |
|---|---|---|
| Type de recherche | Exploratoire ?<br>(quoi ?) | |

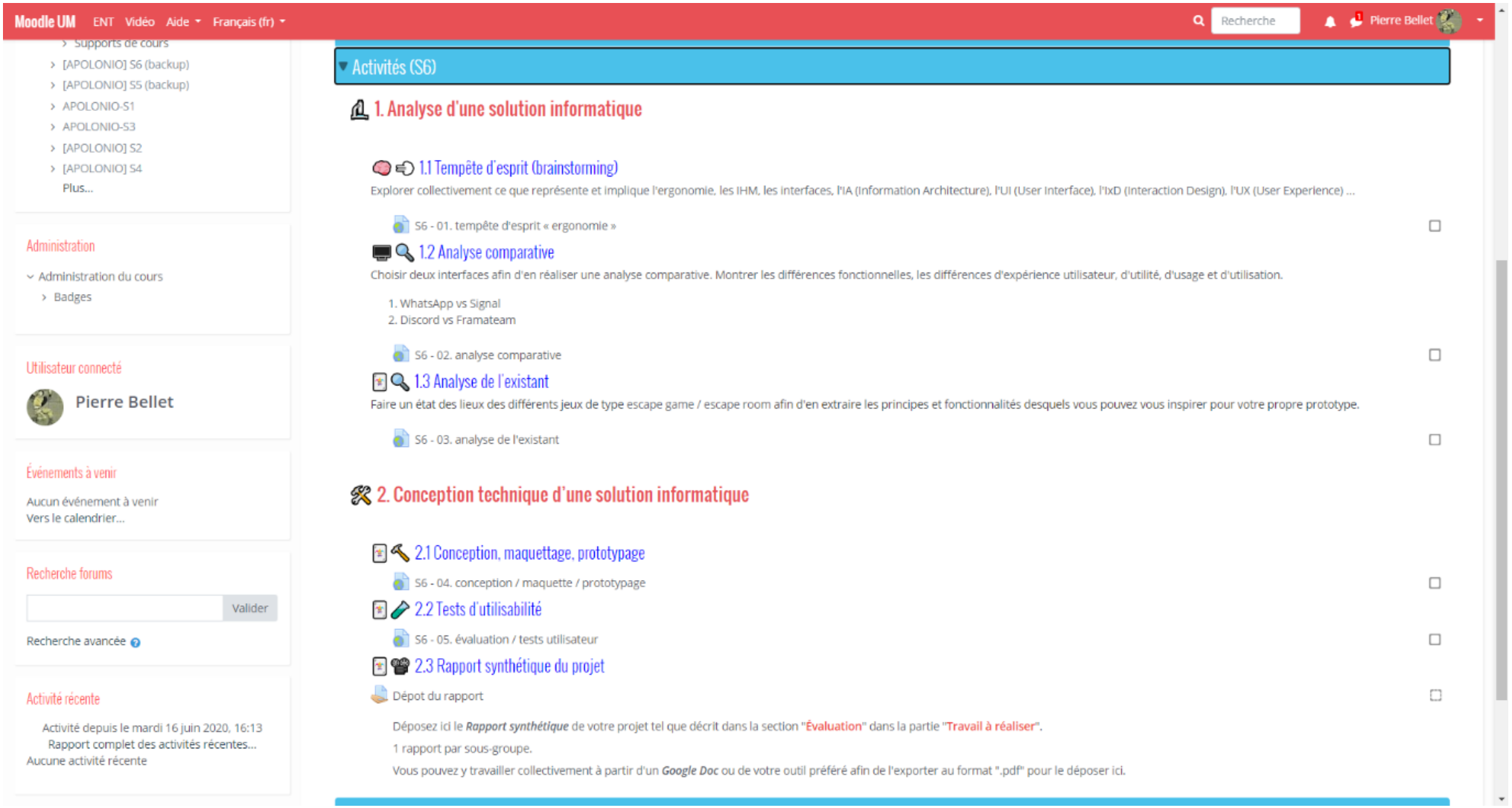
| | | |
|---|---|---|
| 🔎 Modèle de recherche | Mixte : parallèle et convergent<br>QUAN + QUAL | |
| 👥 Population | Étudiants en 1ère année de DUT Info | n=153 (n=74 après nettoyage) |
| 🕹️ Scénario pédagogique | Conception et production d'un escape game | |
| 🔧 Instrumentation | - Tableaux collaboratifs : miro.com + Moodle (contrôlé)<br>- Discord et Gitlab pour la coélaboration et la communication (non contrôlable) | |
| 🤔🔍 Questions de recherche | • Comment observer, mesurer, apprécier et accompagner l'IC ? | |
| 🎯 Hypothèses | Sur l'évolution des sentiments et variables mesurées (A1., A2., A3., A4, A5.) en lien avec les interactions et une observation comparative du collectif à l'équipe, au groupe, à l'individu (A6.) | |
| 📐 Mesures | • Questionnaire (SIC) avant / après<br>• Évaluation de la performance (tri-partite, multi-disciplinaire) | |
| 👣 Traces | • reconstruction des logs d'interactions via miro<br>• interactions verbales incomplètes via discord | |
| 🔎 Analyses | Statistiques, de contenu et d'ARS | |
| 📊 Résultats | Un SIC capable de déceler des formes d'émergences d'IC, observable dans le résultat de la production et corrélables avec les interactions de groupe et de communautés. | |
| 💢 Limites | - confinement / covid19 ?<br>- extension illimité des outils et instrumentations possibles (hors de contrôle) | |

# ANNEXE 11. Modèle de scénario pédagogique



# ANNEXE 12. Instrumentation du scénario pédagogique dans Moodle




Moodle UM
ENT
Vidéo
Aide
Français (fr)
Recherche
Pierre Bellet
Supports de cours
[APOLONIO] S6 (backup)
[APOLONIO] S5 (backup)
APOLONIO-S1
APOLONIO-S3
[APOLONIO] S2
[APOLONIO] S4
Plus...
Administration
Administration du cours
Badges
Utilisateur connecté
Pierre Bellet
Événements à venir
Aucun événement à venir
Vers le calendrier...
Recherche forums
Valider
Recherche avancée
Activité récente
Activité depuis le mardi 16 juin 2020, 16:13
Rapport complet des activités récentes...
Aucune activité récente
Activités (S6)
1. Analyse d'une solution informatique
1.1 Tempête d'esprit (brainstorming)
Explorer collectivement ce que représente et implique l'ergonomie, les IHM, les interfaces, l'IA (Information Architecture), l'UI (User Interface), l'IxD (Interaction Design), l'UX (User Experience) ...
S6 - 01. tempête d'esprit « ergonomie »
1.2 Analyse comparative
Choisir deux interfaces afin d'en réaliser une analyse comparative. Montrer les différences fonctionnelles, les différences d'expérience utilisateur, d'utilité, d'usage et d'utilisation.
1. WhatsApp vs Signal
2. Discord vs Framateam
S6 - 02. analyse comparative
1.3 Analyse de l'existant
Faire un état des lieux des différents jeux de type escape game / escape room afin d'en extraire les principes et fonctionnalités desquels vous pouvez vous inspirer pour votre propre prototype.
S6 - 03. analyse de l'existant
2. Conception technique d'une solution informatique
2.1 Conception, maquettage, prototypage
S6 - 04. conception / maquette / prototypage
2.2 Tests d'utilisabilité
S6 - 05. évaluation / tests utilisateur
2.3 Rapport synthétique du projet
Dépot du rapport
Déposez ici le Rapport synthétique de votre projet tel que décrit dans la section "Évaluation" dans la partie "Travail à réaliser".
1 rapport par sous-groupe.
Vous pouvez y travailler collectivement à partir d'un Google Doc ou de votre outil préféré afin de l'exporter au format ".pdf" pour le déposer ici.

Moodle UM ENT Vidéo Aide Français (fr) Pierre Bellet

Navigation

- Accueil
  - Tableau de bord
  - Mes cours
    - Polytech-IG-Tests-Utilisateurs
    - IUT-INFO-S1-M1105
    - IUT-INFO-S1-M1205-Com
    - IUT-INFO-S2-M2105 - IHM
      - Participants
      - Badges
      - Compétences
      - Général
      - Organisation de l'enseignement
      - Évaluation
      - Activités (S6)
      - Synthèse des activités
        - #1 - Questionnaire d'autoévaluation sur le Sentime...
        - **Synthèse des tempêtes d'esprit (brainstorming)**
        - Synthèse des analyses comparatives
        - #2 - Bilan du cours sur les IHM
      - Supports de cours
    - [APOLONIO] S6 (backup)
    - [APOLONIO] S5 (backup)
    - APOLONIO-S1
    - APOLONIO-S3
    - [APOLONIO] S2
    - [APOLONIO] S4
    - Plus...

# Synthèse des tempêtes d'esprit (brainstorming)

Vous pouvez consulter ici l'ensemble des tableaux réalisés par toutes les sections de la promo.
Cliquez sur le titre en dessous de l'embed du tableau pour l'ouvrir dans une nouvelle fenêtre.

## Tempête d'esprit (brainstorming) sur les notions d'ergonomie, d'IHM, et des termes reliés dans le milieu professionnel

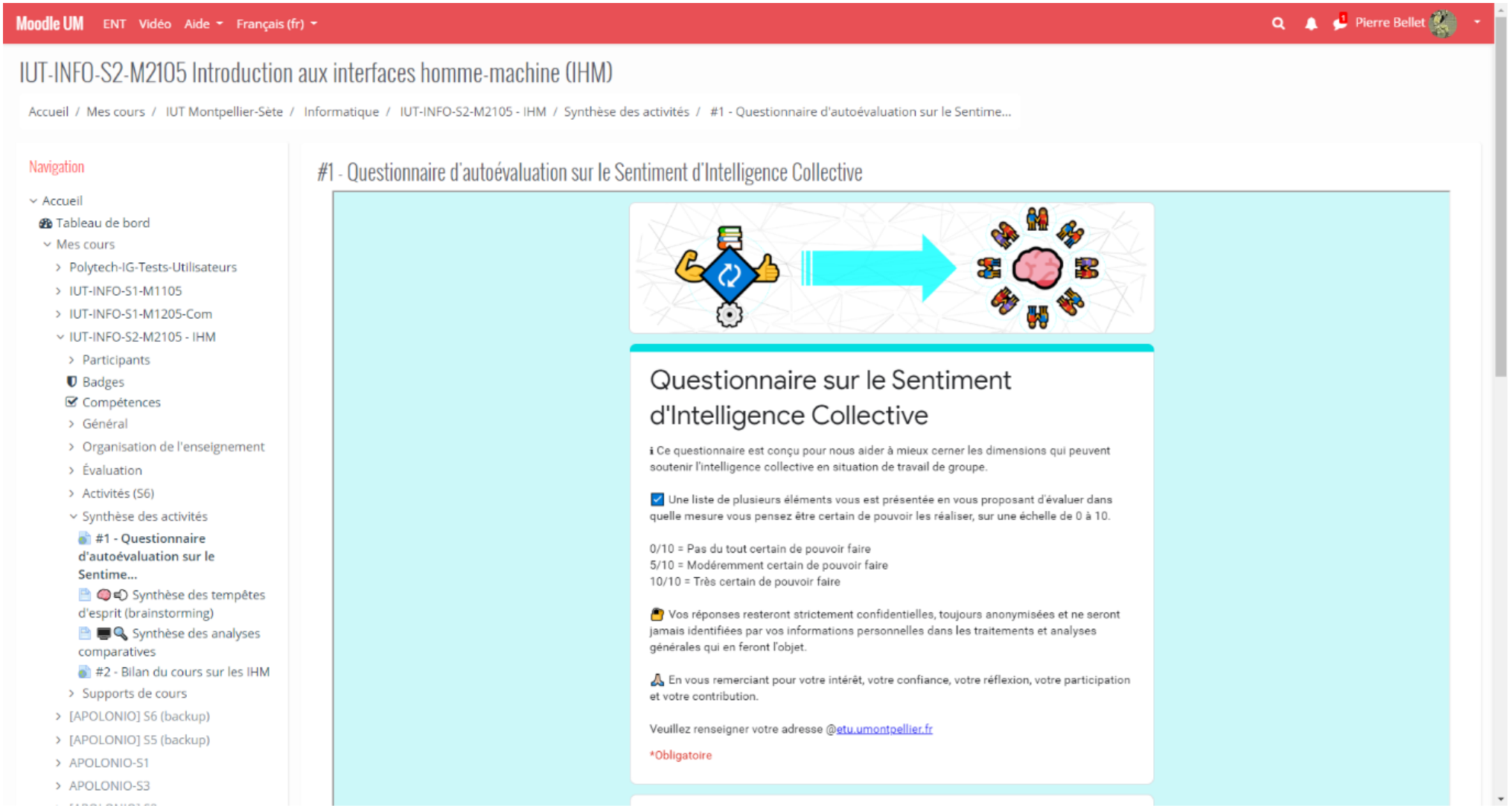
### S1




S1 - 01. tempête d'esprit « ergonomie »
Miro.com

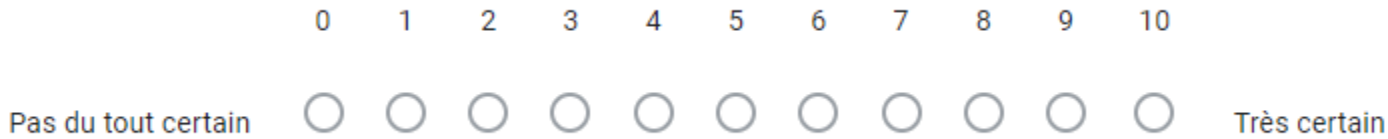
### S2

## ANNEXE 13. Questionnaire sur le travail collectif et le SIC



**Items du SIC commun au pré-test et post-test**

Sur une **échelle Likert** en 10 points de : *Pas du tout certain de pouvoir faire* à *Très certain de pouvoir faire*




| | |
|---|---|
| 🌀 Comprendre les éléments de mon environnement | 🧠 **Cognition** |
| 🎓 Apprendre à partir de nouvelles situations | 🧠 **Cognition** |
| ♻️ M'adapter à de nouveaux contextes | 🧠 **Cognition** |
| 🔗 Mettre à contribution mes compétences générales<br>Exemples : qualités de rédaction, de synthèse, aptitude à la résolution de problèmes, esprit d'initiative, etc. | 💼 **Compétences** |
| 🖇️ Mettre à contribution mes aptitudes spécifiques<br>Exemples : programmation dans un langage, création multimédia avec un outil en particulier, utilisation d'une méthode, etc. | 💼 **Compétences** |
| ❤️‍🔥 Mettre à contribution mes qualités humaines<br>Exemples : empathie, optimisme, savoir faire confiance, altruisme, communication, discernement, modestie, etc. | 💼 **Compétences** |
| ✂️ Copier, m'inspirer, dupliquer... | 🎨 **Créativité** |
| 🔨 Transformer, créer, produire... | 🎨 **Créativité** |
| ⚖️ Combiner, associer, relier... | 🎨 **Créativité** |
| 🍕 Travailler individuellement sur une petite partie d'un travail de groupe qui est constitué de la somme de plusieurs parties | ↕ **Coopération** |
| 🤝 Me sentir responsable de la réussite (ou non) d'un travail collectif | ↔ **Collaboration** |
| 🎯 Organiser des moyens pour distribuer le travail en fonction de la finalité à atteindre | 🔀 **Coordination** |
| 🌌 Répartir des informations dans le temps et l'espace pour réussir à travailler collectivement | 🔀 **Coordination** |
| ✨ Contribuer à un travail collectif en ressentant un résultat plus fort que si j'y avais travaillé tout seul | 🔁 **Synergie** |

| | |
|---|---|
| 🌞 Savoir ce que je dois faire dans un travail de groupe à partir de ce que les autres font et de ce qui est produit | 🔃 **Stigmergie** |
| 🔧 Modifier l'utilisation que j'ai d'un outil en fonction de ses potentialités et contraintes | ⬅️ **Instrumentation** |
| ⚙️ Adapter un outil en fonction de mes propres besoins | ➡️ **Instrumentalisation** |
| 🧐 Trouver du sens à ce que j'accompli | 🙌 **Valorisation** |
| 😁 Me satisfaire du travail accompli | 🙌 **Valorisation** |
| 🏆 Mettre en valeur ma force de travail | 🙌 **Valorisation** |
| 🤞 Obtenir de la reconnaissance de la part des autres | 🙌 **Valorisation** |
| 🕛 Me mettre au travail en persistant dans mes efforts | 🎀 **Volition** |
| ☔ Entretenir ma motivation afin de me surpasser dans mes accomplissements | 🎀 **Volition** |

**En complément, ces 3 questions :**

| Sur une **échelle Likert** en 10 points de : *Pas du tout* à *Tout à fait*<br>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | |
|---|---|
| Estimez-vous que les questions auxquelles vous venez de répondre sont pertinentes pour réfléchir sur le travail collectif ? | *Pertinence du questionnaire* |
| Estimez-vous être suffisamment formé au travail collectif dans votre parcours d'apprentissage ? | *Formation à l'IC* |
| Ce questionnaire vous a-t-il fait penser à d'autres dimensions que vous jugez importantes pour définir le travail collectif ? | *Ouverture dimensions de l'IC* |

**Sur le post-test uniquement, ces 5 items extrait de** (Harding et Engelbrecht, 2015)

| Sur une **échelle Likert** en 10 points |
|---|

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pas du tout | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | Tout à fait |

| | |
|---|---|
| Sur une échelle de 0 à 10, à combien estimeriez-vous votre engagement dans le travail produit ? | ✊ *Motivation liée au but commun* |
| Sur une échelle de 0 à 10, à combien estimeriez-vous votre appartenance au(x) groupe(s) de travail constitué(s) ? | 🤚 *Sentiment d'appartenance* |
| Sur une échelle de 0 à 10, à combien estimeriez-vous l'efficacité de la communication au travers des différents moyens et outils utilisés ? | 📣 *Opportunités de communication* |
| Sur une échelle de 0 à 10, à combien estimeriez-vous le fait d'avoir pu communiquer vos idées et opinions sans crainte de conflit face à la contradiction ou aux membres du groupe ? | 🗣️ *Liberté d'expression* |
| Sur une échelle de 0 à 10, à combien estimeriez-vous votre ouverture aux différentes propositions et votre acceptation de celles-ci ? | 👐 *Exposition à différentes perspectives* |

**En complément, sur le post-test, ces deux questions ouverte :**

| |
|---|
| Selon vous, à combien de personnes se trouve la limite d'un groupe pour réussir à travailler efficacement ensemble ? |
| Une dernière remarque ou autre chose à rajouter ?<br>Ce travail vous a-t-il fait penser à d'autres dimensions que vous jugeriez importantes pour réussir un travail collectif ? |

**Retours sur la question ouverte liée à d'autres dimensions susceptibles de définir le travail collectif :**

| |
|---|
| L'échange de connaissances |
| La communication et psychologie |

| |
|---|
| Pour ma part, je trouve que le plus compliqué dans un travail en groupe est l'implication des autres que nous ne pouvons pas contrôler. En effet, à l'école que nous nous investissions ou pas , cela n'est pas assez « puni » . Par conséquent , à chaque travail de groupe que j'ai pu faire durant ma scolarité il y avais au moins 1 personne qui ne travailler pas ou peu par rapport au autres .. |
| Le système de colaboration de GitHub, ces fonctionnalité facilite grandement la contribution/participation au sein d'un projet. |
| On comprend mieux la science sociologique (si je peut appeler ça comme ça) qu'il y a à travers ces fonctionnalité. |
| Oui. Il y a eu certains côté dans un travail de groupe que je n'avais pas encore perçu. |
| Bien sûr, c'est important de penser aux autres dimensions pour définir le travail collectif. Il y a pleins de chose à voir, et à analyser quand on travaille avec d'autre personne. |
| Être capable de gérer un groupe, selon les capacités et goûts de chacun |
| L'entraide |
| Dans travail collectif j'ai entendu travail à 3 personnes ou plus, car travailler en binôme n'engage pas du tout les mêmes compétences.<br>Dans mon cas je suis plutôt bon dans le travail en binôme, meilleur que seul. Mais lorsque que le nombre de personnes augmente, mes capacités sont clairement diminué au point où c'est moins efficace que si j'étais seul |
| l'investissement de chacun, on dépend des autres et ils dépendent de nous, de part notre rôle mais aussi au niveau moral |
| La pré-disposition à se placer en tant que leader/suiveur |
| L'idée qu'on a de soi-même vous parez importante, je ne pense pas, pour moi, le plus important reste la motivation. |
| Dans ce questionnaire on ne parle pas du fait qu'on ne choisit parfois pas avec qui on travaille |
| Le contact humain avec les autres membres d'un projet ? |
| Peut être savoir comment récupérer le meilleur des compétences d'une personne pour les mettre au profit collectif ? |

**Retours sur la question ouverte liée à d'autres dimensions susceptibles d'être ajoutée dans la réussite du travail collectif :**

| |
|---|
| Je pense que comme tout travail, il est essentiel d'y trouver de l'intérêt, et c'est d'autant plus difficile si il faut que le travail suite de l'intérêt chez plusieurs personnes différents à la fois |
| Ne pas obliger les gens à travailler avec ceux qui veulent pas (il y a des classes qui s'entendent pas vous savez) |
| Dans les cours supérieurs et travaux en groupes, ce ne sont pas les motivés qui tirent les autres vers le haut mais plutôt les motivés qui sont freinés et tirés vers le bas. Dans chaque groupe, il y aura toujours une minorité qui devra travailler pour le reste du groupe et c'est dommage. |
| j'ai l'impression que javafx est un peu limité et nous force à nous "surpasser", on dirait que javafx n'est pas un go to pour créer des jeux mais c'est mon opinion. On a créé un jeu ce qui est plus simple à faire en groupes et une dimension importante est qu'on a aussi du beaucoup s'aider d'internet. |
| Ayant déjà plusieurs expériences de travaux collectifs autour de la programmation, j'ai trouvé ce projet très similaire à ce qu'on peut trouver dans le monde projet. Bien joué aux organisateurs ! 💪 |
| Je pense que ce travail ne convient pas à toutes les classes, et notamment la nôtre qui n'était pas très complice. Ceci a d'ailleurs grandement affecté le projet en lui même puisque nous n'avons même pas pu relier toutes les scènes. C'était dommage. Il y a eu un gros problème de communication entre tous les groupes de la classe. |
| LA COMMUNICATION !! |
| Non, je savais déjà comment m y prendre. |
| Très bon expérience, surtout avec l'escape game. Dommage que certaines personnes ne sont pas tout aussi motivées que nous.<br>Je pense que pour réussir un travail collectif, il faudrait que tous les membres aient la volonté de travailler |
| J'ai trouvé que nous étions trop nombreux et donc qu'il n'y avais pas assez de travail pour tout le monde |
| Faudrai penser a faire des notes individualisées pour motiver tous les eleves |
| C'était une expérience très enrichissante, donc je voulais vous remercier pour ce cours. MERCI ! |
| C'etait un travail tres enrichissant, et la liberté qui nous a été donné etait vraiment bénéfique |
| Il faudrait un suivi personnel de chacun pour savoir ce qu'il a fait durant le projet afin de motiver TOUT LE MONDE et pas seulement 10 personnes sur 27 a qui, au final, on doit le projet entier. |

| |
|---|
| J'ai compris qu'il fallait au maximum aider les autres, en effet, javafx c'était tout nouveau, on s'est donc entre aidé pour utiliser ce logiciel. |
| Il est dommage que la non-implication de certains ne leurs soit pas 'nuisible' à cause de la note partagée par le groupe (annoncé au début). Cela pourrait provoquer un relâchement de certaines personnes qui se diraient que de toute façon elle aurons une note raisonnable. |
| Pas bon, pour moi un travail comme celui-ci ne peut pas être réaliser efficacement sans hiérarchie. Il aurait fallu, à mon avis, désigner des portes paroles et des chefs d'équipe ainsi qui chef général pour que tout s'arrange efficacement |

**Questionnaire de passage en seconde année** (Préparation deuxième année de DUT, $n$ = 39)

| **Travailler en groupe**<br>*Comme en première année, les enseignants vont vous demander de travailler en groupe. Mieux connaître vos représentations de ce type de travail peut nous permettre de mieux l'appréhender pédagogiquement.* | |
|---|---|
| Sur quels critères choisissez-vous les étudiant·e·s avec qui vous souhaitez travailler en projet ? (niveau d'amitiés, niveau de compétences, force de travail, capacités d'organisation, disponibilité, esprit d'équipe, initiative, créativité, proximité géographique, ...) | *Question ouverte* |
| Sur une **échelle Likert** en 5 points de : *Pas du tout d'accord* à *Tout à fait d'accord*<br> | |
| Il est important pour moi de bien m'entendre avec les membres de mon équipe, car une ambiance positive rend le travail et la collaboration plaisante | |
| Il est important pour moi d'apprendre des membres de mon équipe car je pourrais m'enrichir et m'améliorer grâce au talent de mes pairs | |
| Il est important pour moi de répartir la charge de travail équitablement et que chaque membre de l'équipe ait | |

| | |
|---|---|
| l'opportunité de contribuer au travail | |
| Il est important pour moi d'avoir des afinités avec les membres de mon équipe et de prévoir d'autres activités à réaliser ensemble que le projet | |
| Il est important pour moi de toujours travailler avec les mêmes personnes, même sur des projets différents pour se répartir le travail entre plusieurs cours | |
| Il est important pour moi de comprendre les idées des autres quand on travaille sur un projet | |
| Il est important pour moi de savoir que les membres du groupe vont pouvoir s'entraider en cas de problème | |
| Il est important pour moi que le travail de groupe me permettent d'améliorer mes résultats au diplôme | |
| Il est important pour moi d'apprendre grâce aux discussions qui vont avoir lieu pour résoudre le problème posé dans le projet à réaliser | |
| Pour vous, quels sont les avantages de travailler à plusieurs sur des projets ? | |
| Pour vous, quelles sont les difficultés du travail en groupe sur des projets ? | |
| A votre avis, quelle est la taille du groupe idéale pour travailler efficacement en équipe ? | |
| Comment pensez-vous que l'évaluation du travail de groupe doit être réalisée ? | |

## ANNEXE 14. Grille de coévaluation du scénario pédagogique au niveau des communautés et des groupes pour la coconception et la coproduction de jeux virtuels en JavaFX sur la thématique de l'escape game

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **TRAVAIL COLLECTIF : (10/20)** | 8.5 | 6.5 | 7 | 8 | 9 | 7.25 |
| *Travail dans Git : 4/10* | 3 | 2.75 | 2.5 | 3 | 3.75 | 3.75 |
| *Travail sur Miro : 4/10* | 3.75 | 3 | 4 | 3.5 | 4 | 2.5 |
| *Gestion collective : 2/10* | 1.75 | 0.75 | 0.5 | 1.5 | 1.25 | 1 |

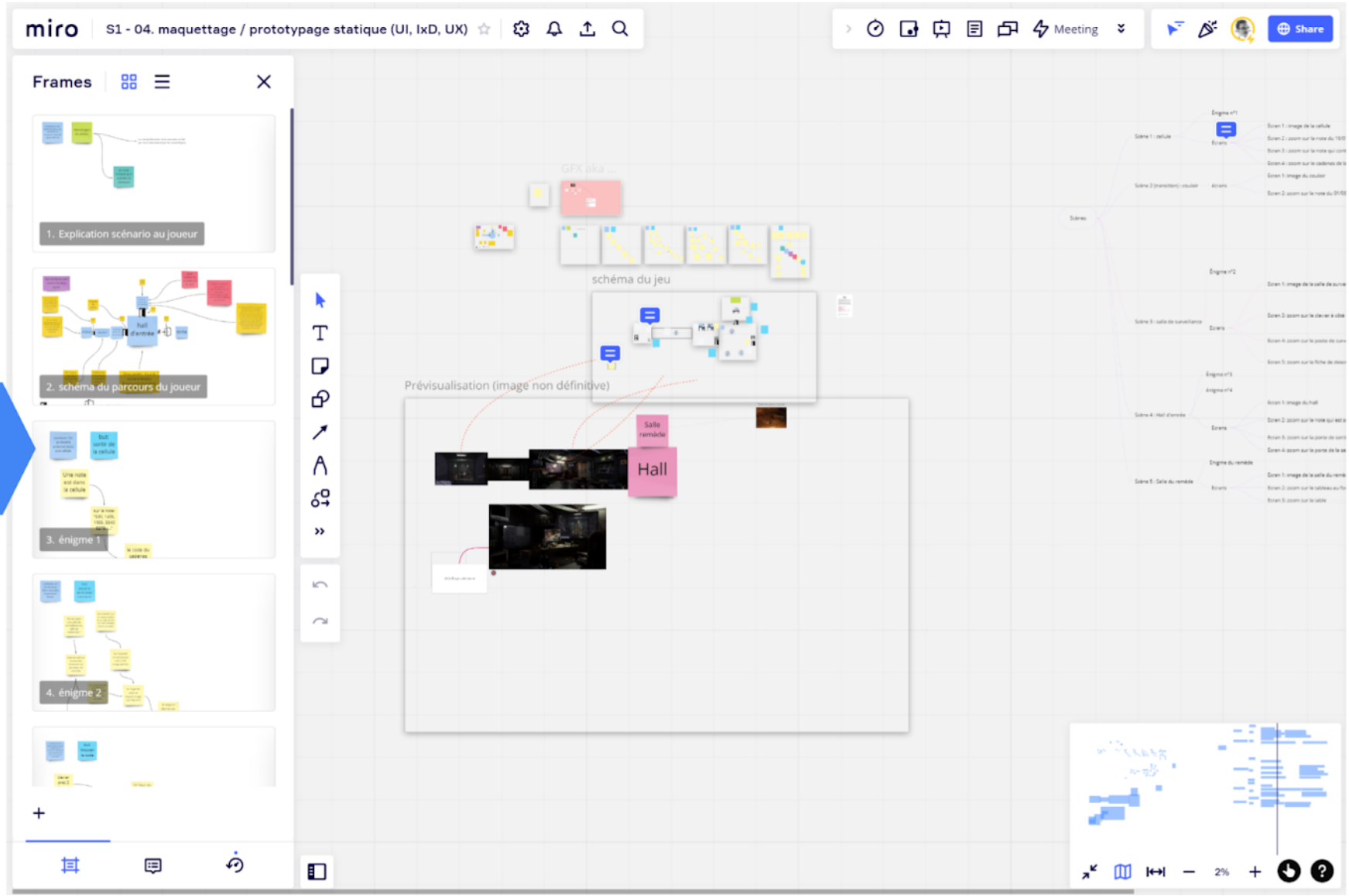
| TRAVAIL EN SOUS-GROUPES : (10/20) | 8.8125 | 6.375 | 8 | 8.3125 | 7.9 | 7.0375 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ergonomie (maquettage, tests utilisateurs) : 3/10* | 2.5 | 2 | 3 | 2.5 | 2.5 | 2 |
| *Technique (code, CSS, Java, JavaFX) : 5/10* | 4.8125 | 2.875 | 3.5 | 4.0625 | 4.25 | 4.0375 |
| *Rapport synthétique : 1/10* | 0.75 | 0.75 | 0.5 | 0.75 | 0.15 | 0.5 |
| *Présentation devant jury : 1/10* | 0.75 | 0.75 | 1 | 1 | 1 | 0.5 |
| NOTE CO-CONCEPTION | 17.3125 | 12.875 | 15 | 16.3125 | 16.9 | 14.2875 |
| **PARTIE TECHNIQUE (5/20)** | | | | | | |
| *Ouverture d'un Stage* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Ouverture d'une Scene* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Fermeture d'une Scene* | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Integration CSS* | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| *Fonctionnalités Sup* | 2.75 | 1.5 | 2 | 2 | 2 | 2.5 |
| *Organisation Commune JavaFX* | 5.75 | 1 | 3 | 5 | 5 | 4 |
| *Bonus divers* | 1.75 | 1 | 1 | 1.25 | 1 | 1 |
| NOTE TECHNIQUE | 19.255 | 11.5 | 14 | 16.25 | 17 | 16.15 |

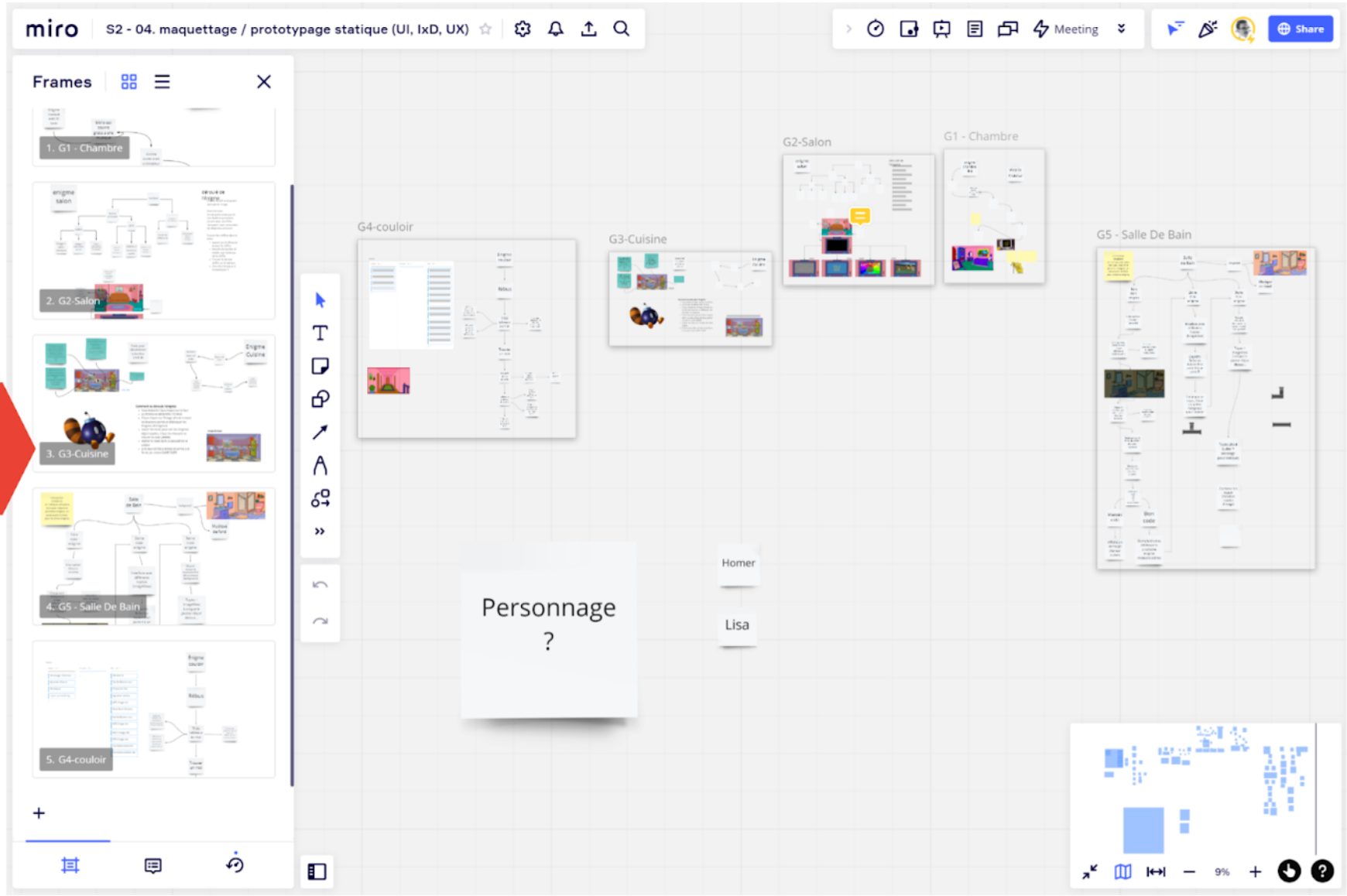
Note. Cette grille est parvenue à un consensus évaluatif inter-juge donnant lieu à une note individualisée sur 20 pour les besoins administratifs et techniques notamment

## ANNEXE 15. Aperçus des tableaux blanc partagés issus de la plateforme Miro.com

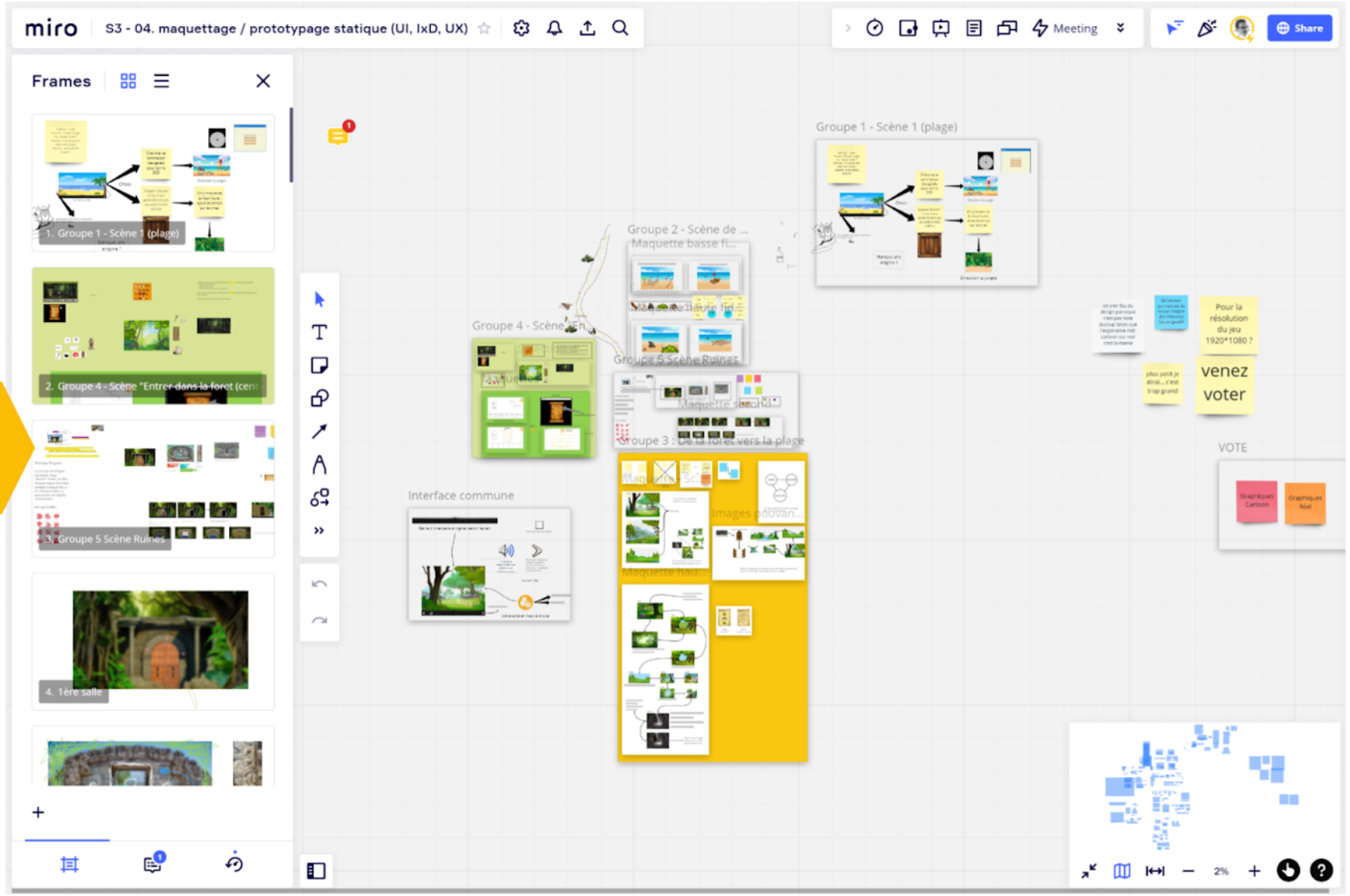


C1

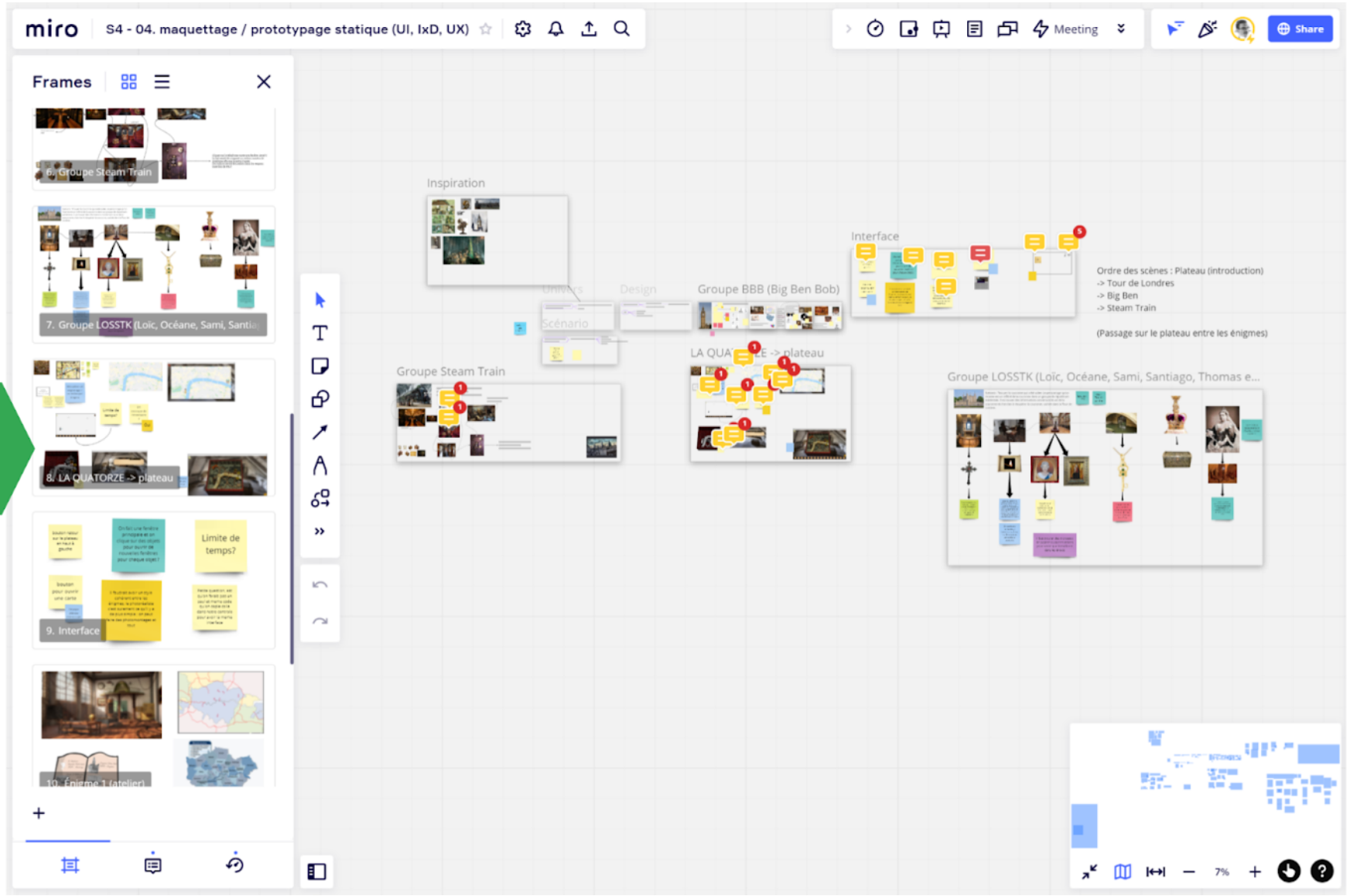

miro
S1 - 04. maquettage / prototypage statique (UI, IxD, UX)
Meeting
Share
Frames
1. Explication scénario au joueur
2. schéma du parcours du joueur
3. énigme 1
4. énigme 2
schéma du jeu
Prévisualisation (image non définitive)
Hall
Salle remède
2%

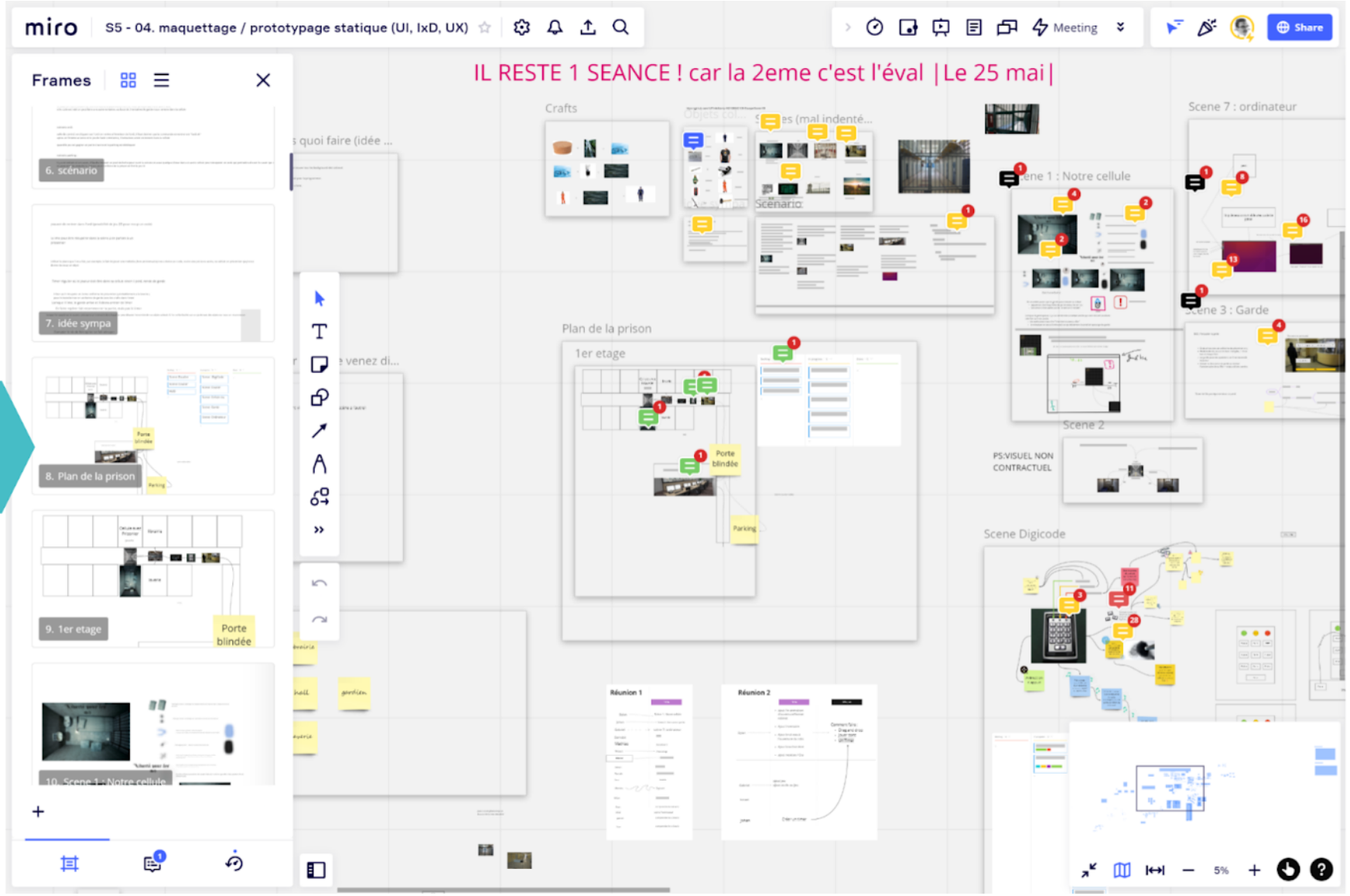

C2
miro
S2 - 04. maquettage / prototypage statique (UI, IxD, UX)
Meeting
Share
Frames
1. G1 - Chambre
2. G2-Salon
3. G3-Cuisine
4. G5 - Salle De Bain
5. G4-couloir
G4-couloir
G3-Cuisine
G2-Salon
G1 - Chambre
G5 - Salle De Bain
Personnage ?
Homer
Lisa
9%

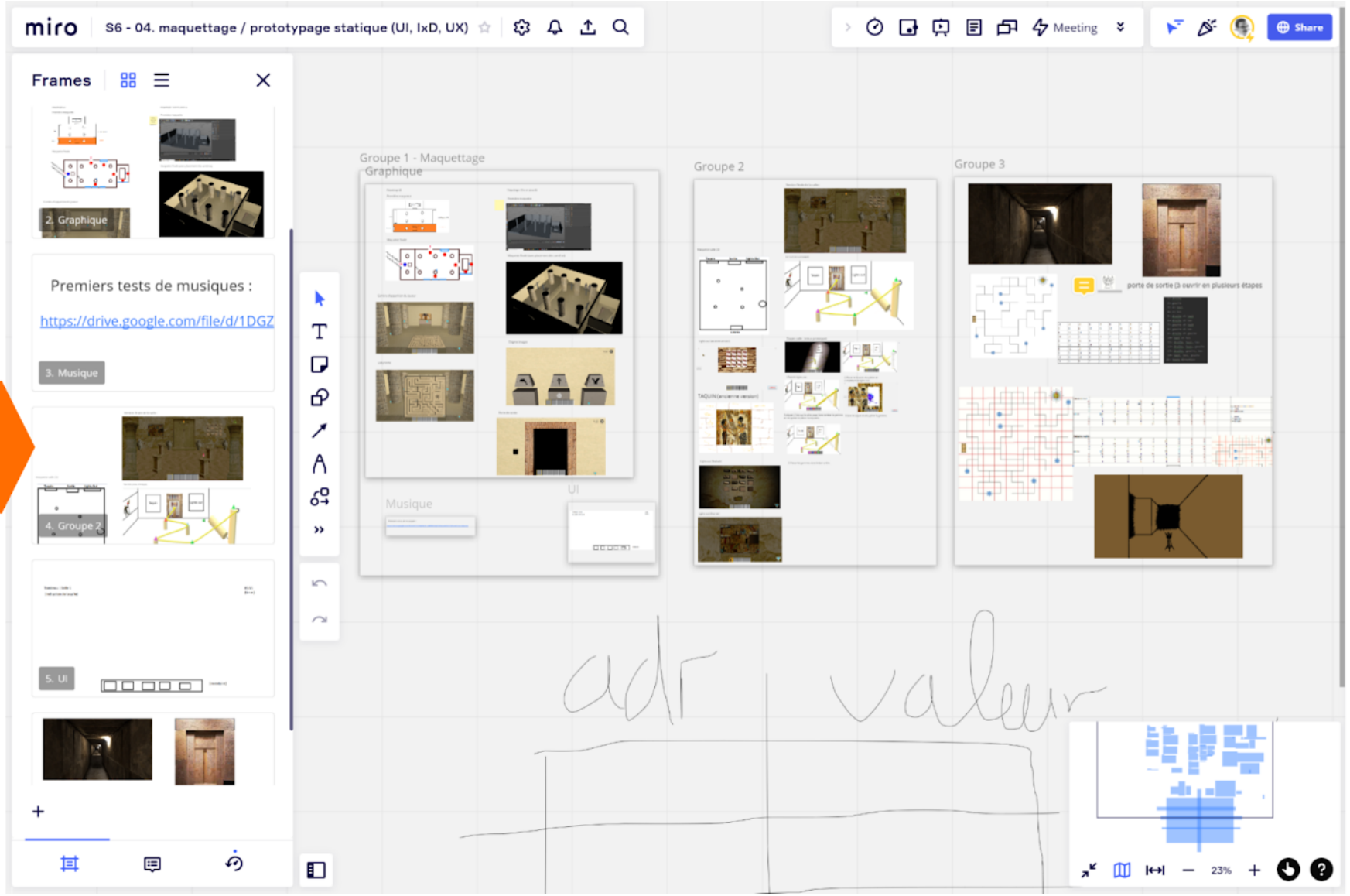
C3


miro
S3 - 04. maquettage / prototypage statique (UI, IxD, UX)
Meeting
Share
Frames
1. Groupe 1 - Scène 1 (plage)
2. Groupe 4 - Scène "Entrer dans la foret (cent
3. Groupe 5 Scène Ruines
4. 1ère salle
Groupe 1 - Scène 1 (plage)
Groupe 2 - Scène de ...
Maquette basse fi...
Groupe 4 - Scène "En...
Groupe 5 Scène Ruines
Groupe 3 : De la foret vers la plage
Interface commune
Pour la résolution du jeu 1920*1080 ?
venez voter
VOTE
2%

C4


miro
S4 - 04. maquettage / prototypage statique (UI, IxD, UX)
Meeting
Share
Frames
6. Groupe Steam Train
7. Groupe LOSSTK (Loïc, Océane, Sami, Santia
8. LA QUATORZE -> plateau
Limite de temps?
9. Interface
10. Énigme 1 (atelier)
Inspiration
Scénario
Design
Groupe BBB (Big Ben Bob)
Interface
Ordre des scènes : Plateau (introduction)
-> Tour de Londres
-> Big Ben
-> Steam Train
(Passage sur le plateau entre les énigmes)
Groupe Steam Train
LA QUA E -> plateau
Groupe LOSSTK (Loïc, Océane, Sami, Santiago, Thomas e...
7%


C5
miro
S5 - 04. maquettage / prototypage statique (UI, IxD, UX)
Meeting
Share
Frames
IL RESTE 1 SEANCE ! car la 2eme c'est l'éval |Le 25 mai|
6. scénario
7. idée sympa
8. Plan de la prison
9. 1er etage
10. Scene 1 : Notre cellule
Crafts
Scenario
Plan de la prison
1er etage
Porte blindée
Parking
Scene 1 : Notre cellule
Scene 2
Scene 3 : Garde
Scene 7 : ordinateur
PS:VISUEL NON CONTRACTUEL
Scene Digicode
Réunion 1
Réunion 2
5%


miro
S6 - 04. maquettage / prototypage statique (UI, IxD, UX)
Meeting
Share
Frames
2. Graphique
Premiers tests de musiques :
https://drive.google.com/file/d/1DGZ
3. Musique
4. Groupe 2
5. UI
Groupe 1 - Maquettage
Graphique
Musique
UI
Groupe 2
Groupe 3
porte de sortie (à ouvrir en plusieurs étapes
adr
valeur
23%

C6

## ANNEXE 16. Extrait du corpus des interactions issues de la plateforme Miro.com

| timestamp | Name | activity | content | pom | action | object |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020/05/04 10:45:00 | Solomon Gamber | deleted text | | − | deleted | text |
| 2020/05/04 10:45:00 | Rufus Dolby | deleted text | Analyse de l'existant | − | deleted | text |
| 2020/05/04 10:45:00 | Rufus Dolby | deleted text | | − | deleted | text |
| 2020/05/04 10:45:00 | Rufus Dolby | created shape | Plusieurs option pour le jeu : | + | created | shape |
| 2020/05/04 10:46:00 | Rufus Dolby | added line | | + | added | line |
| 2020/05/04 10:46:00 | Rufus Dolby | added line | | + | added | line |
| 2020/05/04 10:46:00 | Solomon Gamber | deleted text | test | − | deleted | text |
| 2020/05/04 10:46:00 | Rufus Dolby | created shape | 2D | + | created | shape |
| 2020/05/04 10:46:00 | Rufus Dolby | created shape | 3D | + | created | shape |
| 2020/05/04 10:47:00 | Solomon Gamber | deleted text | | − | deleted | text |
| 2020/05/04 10:47:00 | Rufus Dolby | created shape | Nous somme directement le perso et on cherche des indice dans la page ( | + | created | shape |
| 2020/05/04 10:47:00 | Rufus Dolby | created shape | Perso incarné par un objet a l'écran (genre mario) | + | created | shape |
| 2020/05/04 10:49:00 | Rufus Dolby | added line | | + | added | line |
| 2020/05/04 10:49:00 | Rufus Dolby | added line | | + | added | line |
| 2020/05/04 10:54:00 | Rufus Dolby | added shape | point and click | + | added | shape |
| 2020/05/04 10:54:00 | Rufus Dolby | added line | | + | added | line |
| 2020/05/04 10:54:00 | Rufus Dolby | created shape | point and click | + | created | shape |
| 2020/05/04 10:57:00 | Freddy Nebel | commented object | C'est mieux ça | 💬 | commented | object |
| 2020/05/04 10:57:00 | Freddy Nebel | edited shape | Nous somme directement le perso et on cherche des indice dans la page ( | ✎ | edited | shape |

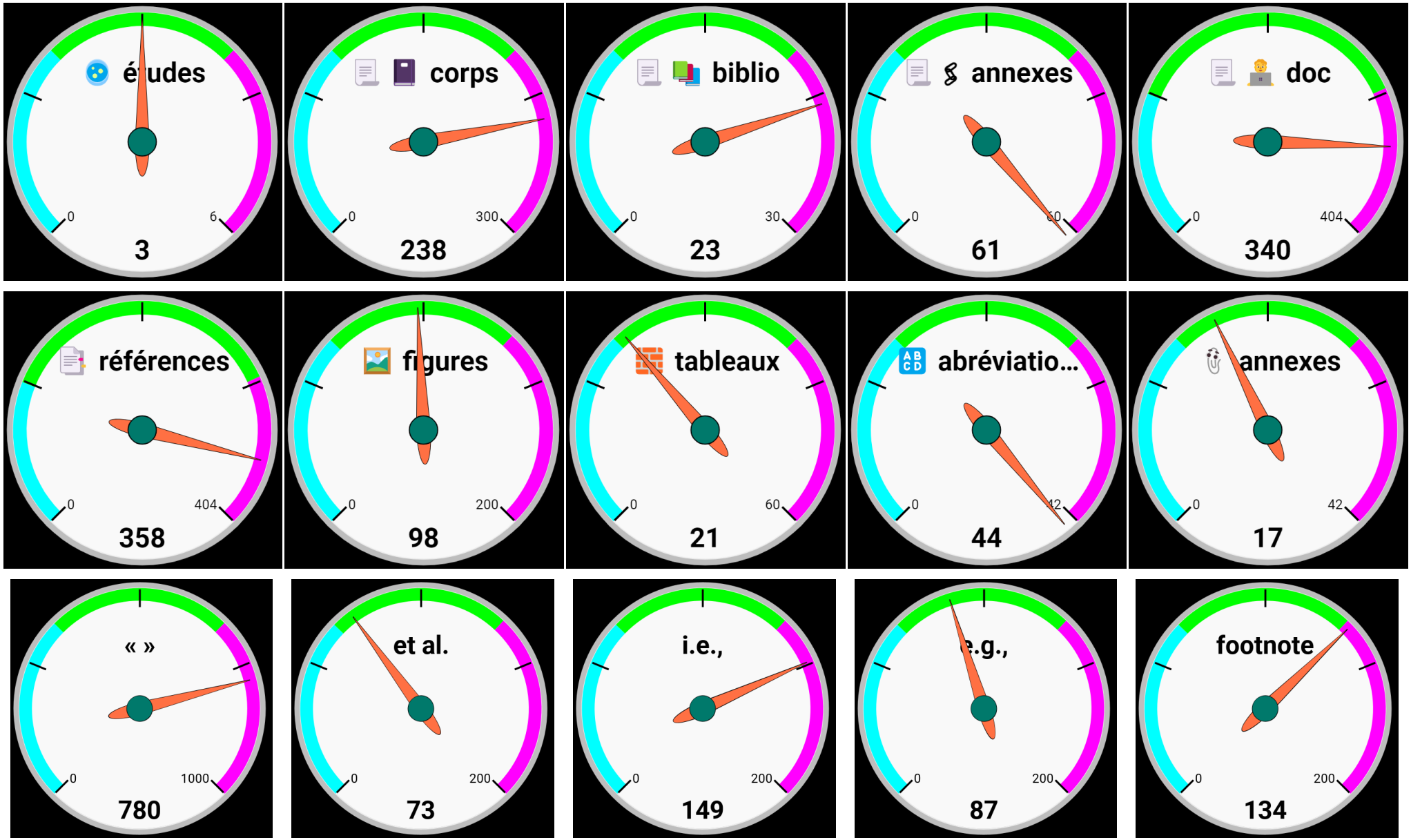
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2020/05/04 10:58:00 | Solomon Gamber | deleted shape | Type d'énigmes | − | deleted | shape |
| 2020/05/04 10:58:00 | Rogelio Burcham | added line | | + | added | line |
| 2020/05/04 10:58:00 | Solomon Gamber | deleted text | | − | deleted | text |

# ANNEXE 17. Analyses statistiques

- Analyses et Résultats
  - ÉTUDE 1 (EPA)
  - ÉTUDE 2 (Lab4CE)
  - ÉTUDE 3 (IHM)

- CR-Analyses&Résultats (version 01).docx

## Quelques indicateurs de production (IP, i )



## Langage visuel compuscriptationnel

Ce compuscrit a été structuré et rédigé en fonction des normes et cadres en vigueur, tout en cherchant à augmenter les possibilités de lecture et de navigation non linéaire du texte. Les principes de liens internes au document sont compatibles selon le format source (Google Docs), la copie et le téléchargement du format source avec ou sans les commentaires éventuels, et ses exportation au format .docx, .odt, .pdf ou .epub, consultable depuis tout type de périphérique conservent ces fonctionnalités augmentées et facilitées de parcours du texte (*a contrario* de l'impression qui nécessite plus de papier et réduit à néant toute interactivité).

- les **QR Codes** renvoient à des figurations qui ne rentrent pas dans le support mais qui peuvent être consultées parallèlement sur un appareil mobile (téléphone, tablette)
- les **Figures** et **Tableaux** numérotées selon la forme et les recommandations de l'APA, en suivant le chiffre de premier niveau pour indiquer le chapitre et le chiffre de second niveau pour indiquer le numéro de figure à l'intérieur de son chapitre parent.
- des liens internes permettent de naviguer entre les références, les figures, les tableaux, les abréviations et les index, en général de manière unilatérale (la version **Compuscrip+** résout ce problème et augmente les liens possibles de lecture plus ou moins non linéaire)
- l'utilisation de la couleur est de rigueur (dans le **Compuscri+**, elle suit le spectre inversé de couleurs visibles, du chaud au froid ; dans les figures et autres représentations, elle guide la lecture d'un parcours transversal du spectre interprétable de l'observé)
- les normes de citation utilisées dans le corps du texte et dans la bibliographie sont une adaptation française de Couture, M., (2021), et du partage de son fichier .csl) des normes de l'APA d'après la 7e édition du *Publication manual* (2020)
- utilisation instrumentalisées de tous les symboles de l'Unicode v14.0 dont Unicode Emoji
- quelques associations de symboles à des significations utilisées dans la structuration et le corps du présent *compuscrit* sont reportées dans le tableau suivant pour indexation non exhaustive et interprétation associée de leur signification
- d'autres sont à vocation plus ou moins explicite dans les titres et sections constituant le plan et la table des matières de ce document, afin de mettre en valeur la structure normée, récursive, itérative, redondante et progressive du texte

| Symbole Unicode 14.0.0 | Signification |
|---|---|
| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | Numérotation |
| 🔁 | Itération |
| ▶️ | Début |
| ⏹️ | Fin |
| ☑️ | Tâche |
| 👬 | Groupal |
| 🧍 | Individuel |
| 👥 | Alter, autres, participants |
| 👤 | **Sujet** |
| 👷 | Concepteur |
| 🧑‍🏫 | Formateur,  Enseignant |
| 👨‍💻 | Ingénieur, Développeur |
| 🧑‍🔬 | Méthodologue |
| 🤳 | Utilisateur |
| 👨‍🔬 | Chercheur |
| ♻️ | **Contexte** (souvent *écologique*) |
| 👫 | Sociétal |
| ⚙️ | Technique |
| 🎓 | Académique |
| 🔗 | **Objet** |

| Symbole Unicode 14.0.0 | Signification |
|---|---|
| 📚 | Connaissance scientifique |
| 🔧 | Outil |
| 🔬 | Instrument |
| 🧪 | Matériel expérimental |
| ⏲️ | **Indicateur** |
| 🎯 | Objectif |
| 💎 | Activité |
| 🔹 | Production |
| 🟦 | Quantitatif (QUAN) |
| 🟥 | Qualitatif (QUAL) |
| 🔮 | **Prédicteurs**, cause présumée, variable indépendante (**VI**), invoquée, assignée « *chose qui explique* », pour expliquer, explicative, $X$, $X_1$, $X_2$, $X_3$, $X_n$ |
| 🎊 | **Résultats**, effet observé/évalué/mesuré, variable dépendante (**VD**), manipulée, provoquée « *chose qui est expliquée* », à expliquer, $Y$, $Y_1$, $Y_2$, $Y_3$, $Y_n$ |

# 🚀 ENCARTS

## ENCART 1. Parcours initial et posture scientifique.

Ce travail de recherche autour de l'IC, s'inscrit successivement dans un parcours au sein duquel nous avons été accueilli dans différents laboratoires et équipes de recherches, nous permettant ainsi d'adopter différentes perspectives et regards sur un objet de recherche aujourd'hui encore bien indéfini. Et pour cause, nous avançons comme préconception, que la variabilité des phénomènes en action et la somme non moyennée de leurs interrelations, font appel à l'appréhension d'une complexité dont les liens restent et resteraient toujours à explorer. L'humanité n'étant ni une représentation figée, ni un concept fixe, ni un construit stable, elle se co-construit notamment par des groupes d'individus qui agissent en concert et par moments, selon des croyances personnelles et des objectifs communs ; qui la rendent aussi indéfinissable qu'un objet quantique dont les cordes représenteraient la variabilité exhaustive des comportements humains. Déterminer les invariants qui dessinent les contours d'un phénomène aussi relatif et socialement construit représente alors un véritable défi selon la perspective et l'échelle temporelle à laquelle on souhaite l'observer.

À l'origine de notre entrée dans un parcours très multidisciplinaire de recherche, il s'agit du laboratoire en *Sciences du Langage*, **Praxiling**, UMR 5267 rattaché à l'**U**niversité **P**aul **V**aléry Montpellier 3 (UPVM) et au CNRS. Les axes de recherche de Praxiling sont d'appréhender le langage en tant que pratique sociale et nous nous y sommes intégré dans l'équipe « *Praxis, Interactions, Médiations et Humanités Numériques* » sur les programmes « *Éducation et Humanités numériques* » et « *Interactions médiées* », à la croisée entre les *Sciences du Langage* (07), l'analyse de discours situé et les *Sciences de l'Éducation* (70).

Nous avons ensuite rejoint le laboratoire **LHUMAIN** (**L**angages **HU**manités **M**édia-tions **A**pprentissages **I**nteractions **N**umériques), né d'une nuance d'approche paradigmatique avec la vision de Praxiling ; sur l'axe de travail « *Pratiques interactionnelles sociotechniques : dispositifs numériques et instruments* » avec un questionnement pluridisciplinaire, croisant les domaines des *Sciences du Langage* (07), des *Sciences de l'Éducation et de la Formation* (70), de la *Psychologie* (16), de l'*Ergonomie Cognitive* (16) ainsi que des *Sciences de l'Information et de la Communication* (71).

Enfin, nos travaux se sont liés à ceux du laboratoire **ADEF** (**A**pprentissage, **D**idactique, **É**valuation, **F**ormation), UR 4671, de l'**U**niversité **A**ix-**M**arseille (AMU) sur le programme « *Artefact de formation* ». Et plus particulièrement, du fait de notre cursus en ingénierie pédagogique à l'**U**niversité **P**aul **V**aléry Montpellier 3, notre contribution à la mise en œuvre du parcours « *Ingénierie Pédagogique Numérique* » (NEO) du Master MEEF « *Pratiques et Ingénierie de Formation* » (PIF) de l'**I**nstitut **N**ational **S**upérieur du **P**rofessorat et de l'**É**ducation (INSPÉ) d'AMU.

Ainsi venant d'une expérience professionnelle antérieure davantage orienté sur la *R&D* et la recherche appliquée dans le secteur privé du numérique, nous nous sommes demandé, dans une démarche de réorientation plus ou moins tardive, dans quel milieu notre empreinte pourrait être une contribution, tout aussi modeste soit-elle, afin de mettre à profit la valeur d'un parcours que nous pensons riche en enseignements très divers et plus finement transférable et partageable sur ce qu'il y aurait de bon à retenir dans cette expérience. S'agit-il de revenir sur l'éducation de l'enfance, avec des individus en plein développement progressif d'une autonomie relative ; sur le secondaire dans lequel les savoirs se fixent et se spécialisent pour préparer le futur d'adultes en devenir, ou encore dans le supérieur avec des individus affirmant leur autonomie et se préparant à leur intégration imminente au monde professionnel et aux exigences de la société ? Ou bien, finalement, dans le domaine de la formation de ceux qui forment les futurs formés de demain ? Quelqu'en soit la mesure, tout ceci semble relativement et systémiquement lié, nous laissant supposer qu'il convient d'en aborder la complexité avec le plus de fidélité possible au sens d'un construit qui soit valide (pour le moins sur sa validité apparente en temps que phénomène circonscrit). Nous nous référons ici aux notions de validité et de fidélité au sens de la rigueur de la démarche scientifique et empirique qui questionnent en premier lieu cette validation « *où les chercheurs déterminent le degré de confiance qu'ils accordent aux inférences associées aux réponses des personnes à un outil de mesure* » (Streiner et Norman, 2008 cités par Corbi et Larivière, 2014, p. 593). Nous reviendrons par la suite sur ces éléments lorsque nous traiterons des méthodes et de la méthodologie pour opérationnaliser nos études en situations naturelles.

Nous sommes-nous quelque peu dispersé en cours de route, sur ces chemins de la science, face à la multiplicité des possibles pour contribuer à l'augmentation des connaissances, dans des visions paradigmatiques, épistémologiques et méthodologiques parfois si divergentes ? Nous pensons au contraire, que cette diversité nous a permis de nourrir de manière enrichissante un regard et une approche plus pragmatique de la recherche : une approche ouverte, transparente et axée sur la création et l'utilisation de savoirs nouveaux pour une société en constante actualisation.

Ainsi, nous attachons à ce parcours, cette inspiration, aspiration, mission ou vocation de suivre, si ce n'est de rattraper, d'explorer et d'innover dans les limites de ce que l'on rapporterait en termes plus macroscopiques à la notion de « *frontière technologique*[118] ».

Cette limite, ce bord du cadre dans lequel nous restons proche des contours, est notre terrain d'étude, dans lequel nous cherchons à jouer (dans les allers et retours) avec les traits d'un périmètre qui pourrait sembler plus flou depuis l'endroit de ceux qui l'observent en son centre, quelque soit la démarche.

## ENCART 2. Reconnaissance de la profession d'ingénierie pédagogique en France.

En France, au niveau du Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois (ROME), l'ingénierie pédagogique se situerait à la frontière entre la formation professionnelle (*K2111*), la coordination pédagogique (*K2102*) et le conseil en formation (*K2101*). Cette reconnaissance professionnelle donne lieu en juillet **2019** à l'accréditation d'organismes de formation (notamment *OPENCLASSROOM*) sur la fiche *RNCP34050*[119] correspondant à « *Responsable d'ingénierie pédagogique* » par France Compétences (*i.e.*, l'autorité nationale de financement et de régulation de la formation professionnelle et de l'apprentissage). Et pour autant, il ne s'agit pas d'un domaine de soutien à l'enseignement si nouveau, il évolue en parallèle depuis l'intégration des TIC dans les enseignements, et s'enseigne à l'université dans de nombreuses formations initiales et continues. Quelques exemples de ces formations au métier d'IP, notamment dans les masters des Métiers de l'Éducation[120], l'Enseignement et de la formation (MEEF), nous permettent également de distinguer les différents types d'ingénieries : pédagogique, numérique, technologique ; pour les enfants, les adolescents, les adultes, les personnes à besoins éducatifs particuliers, *etc.*

[118] La frontière technologique désigne le niveau le plus avancé de la recherche technologique, à un moment donné, selon un classement des pays, actuellement plutôt incarnés par des acteurs tels que les ÉUA ou le Japon.

[119] https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/34050/ en passe de devenir /36652/

[120] Masters de l'INSPÉ de l'Académie de Nancy-Metz, de Montpellier, de Toulouse Occitanie-Pyrénées, d'Aix-Marseille. de Strasbourg, de Créteil, *etc.*

## ENCART 3. Sur l'échelle méta des communautés de communautés.

Le projet *Aristote*[121] de *Google* (**2012**) est fort intéressant, car il nous permet de nous extraire des standards académiques pour voir comment cette question de l'IC des équipes de travail est étudiée dans les entreprises les plus « *performantes* » et les plus méthodiques dans leur auto-analyse et recherche d'auto-efficience en tant que « *tout plus grand que la somme de ses parties* ». Une équipe scientifique composée de statisticiens, chercheurs, sociologues, psychologues et ingénieurs est constituée pour mener une étude sur ce qui fonde l'efficacité du travail d'équipe au sein des ressources humaines de l'entreprise *Google*. En se basant sur les données de l'ensemble de leurs équipes de travail répartis à travers le monde, ils se concentrent sur **180** équipes (de haute et de faible performance) et plus de **250** items d'indicateurs (liées aux données d'évaluation annuelles, sondages, *gDNA*[122] et autres variables longitudinales relatives à l'*efficacité* et la *performance*) renseignant sur des construits tels que les traits de personnalités[123], les compétences, l'intelligence émotionnelle[124] ou les dynamiques de groupe. Par combinaison des données, les chercheurs ont pu ainsi améliorer leur compréhension interne en croisant données quantitative (des mesures d'équipes concrètes manquant de mise en contexte situationnelle) et qualitatives, en identifiant plusieurs dynamiques explicatives de l'efficacité des équipes : la « ***sécurité psychologique*** », la « ***dépendance partagée des responsabilités*** », la « ***clarté et la structure des objectifs*** » et « ***attentes de résultat*** », l'« ***expression de sens au niveau individuel*** » et les « ***effets positifs*** » sur les différents niveaux de *groupes* et d'*organisations*.

Toujours sur le plan « *corporate* » orienté vers l'innovation et les organisations apprenantes, moyennant un peu plus de qualitatif dans l'approche des traces, les travaux de Lee et Jin (2019), se basent sur l'étude d'un échantillon de **1500** membres d'équipes de travail en entreprise, pour étudier la performance de l'IC au travers de leurs systèmes d'information (SI) internes en ligne (*online communities*). Les auteurs s'intéressent particulièrement aux contributions sociales et personnelles, en lien avec la motivation et les facteurs de co-construction de l'IC qu'ils identifient principalement autour de la « ***participation*** », du « ***partage*** » et de la « ***co-création*** ».

Sur des voies encore plus qualitatives et mixtes, Knauf et Falgas (2020), étudient à l'aide d'*analyses de réseaux sociaux* (ARS) réalisées sous *Gephi* (Bastian, Heymann et Jacomy, 2009), les enjeux de l'hybridation sur l'*apprentissage coactif* notamment pour développer de l'IC. Leurs visualisations

[121] https://rework.withgoogle.com/print/guides/5721312655835136/
[122] le gDNA est le nom de l'étude longitudinale de *Google* sur la qualité du travail et de la vie
[123] basé sur le *Big Five personnality assessment (OCEAN)* : https://www.ocf.berkeley.edu/~johnlab/bfi.htm
[124] basé sur le *Toronto Empathy Questionnaire* : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2775495/

permettent de mettre en valeur les croisements entre différentes populations étudiantes dont une IC émerge autour d'une tâche de veille et de curation collaborative avec une instrumentation numérique spécifique.

Et sur d'autres terrains, plus restreints, plus internes, plus privés, d'autres pratiques se développent, autour des « *praticiens* » *de l'*IC, des « *facilitateurs* » en IC, des formations qui les y forment à en être les futurs formateurs (Collignon *et al.*, 2022), comme pour l'*apprendre à apprendre* — et comme pour une activité professionnelle d'*accompagnement* qui s'apparente à la mission de l'IP sur des problématiques de résistance, conflit, ou enjeux de changement liés aux contextes sociétal, organisationnel, académique, technique, technologique ou numérique.

Nous voyons ici un parallèle possible avec ces nouvelles activités humaines émergentes de l'activité des réseaux sociaux numériques, ces nouveaux métiers, tels que celui d'« *influenceur* », influenceurs de **communautés**, de réseaux ou encore les « *community managers* » ; ces personnes qui auto-construisent (*self-made*) ou trafiquent l'interaction humaine-machine pour leur notoriété ou réputation (ou celle d'une entité sociale) afin parvenir à un résultat qui leur est proprement mesurable. Ces nouveaux indicateurs d'autorité, issus d'instrumentations et instrumentalisations numériques de notre société actuelle, ce sont les métriques tels que les « *likes* », les « *followers* », et les interactions (click, vue, temps consommé) qui confortent le « *self* » et la communauté).



Ce succès et cette popularité n'est en fait qu'une forme d'ingénierie sociale à très large échelle, capable de s'adapter aux différences interculturelles et aux spécificités analysées en temps réel du local au global. Pour l'expliquer, il suffit de revenir quelques années en arrière pour établir un parallèle de la mesure ; à une époque que nous nous n'aurons probablement pas eu le temps d'appréhender avant d'avoir été absorbé et conditionné par l'itération continuée suivante d'un système adaptatif, évolutif et centré sur l'exploitation maximale du temps d'utilisateur disponible (le *famous MAU*, « *Monthly Active Users* », le genre de chiffres dont rêveraient les indicateurs d'efficacité des *MOOCs*).

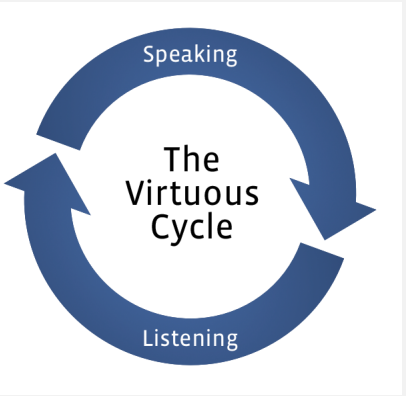
Pour un exemple nommé et bien qu'en relatif déclin de nos jours, le réseau social *Facebook* dépassait en **2008** les **100** millions d'utilisateurs inscrits, en **2012** il dépassait le **milliard** et en **2022**, *Meta* subissait sa pire panne informatique sur l'ensemble de ses plateformes (*Facebook*, *Instagram*, *WhatsApp*) internationales, *desktop* et *mobile,* affectant ainsi près de **3** milliards d'utilisateurs sur la planète. Voici donc, les chiffres du résultat d'une mesure, suffisamment signifiante pour créer de la valeur. L'histoire moins connue, c'est cette forme d'*auto*-genèse permanente de ces plateformes qui croissent dans une logique très déterminée et déterministe, notamment, de la (*data*) science qui la nourrit et l'inspire en profondeur,

avec des psychologues et autres socio-comportementalistes œuvrant pour la bonne appropriation et promotion (voire instrumentalisation) de ces réseaux[125].




Un exemple pour clore et ouvrir en même temps une réflexion sur ces chiffres, serait celui de celui que l'on appelait le « *Social Design Evangelist* » dans les années **2010** (*product designer*, précédemment *évangélisateur* chez *Apple* et antérieurement *architecte de l'information* pour le moteur de recherche de *Google*), Fisher E.[126], inspirateur des « *Social Design Guidelines* » de *Facebook* pour le développement des communautés, des interactions et des individus interconnectés.

De cette genèse difficilement accessible dans son historicisation, laissant plus clairement apparaître les anecdotes de « *la vie des écureuils au coin du quartier* »[127], il ne restera de trace que cette page de 2011 du blog officiel des *developers*[128] de *Meta,* pointant vers 6 pages introuvables et refermant ainsi la boîte noire de tout ce qui pourrait expliquer ce succès (*e.g.*, dans les chiffres, dans la popularité de ces réseaux, dans leur valeur économique).



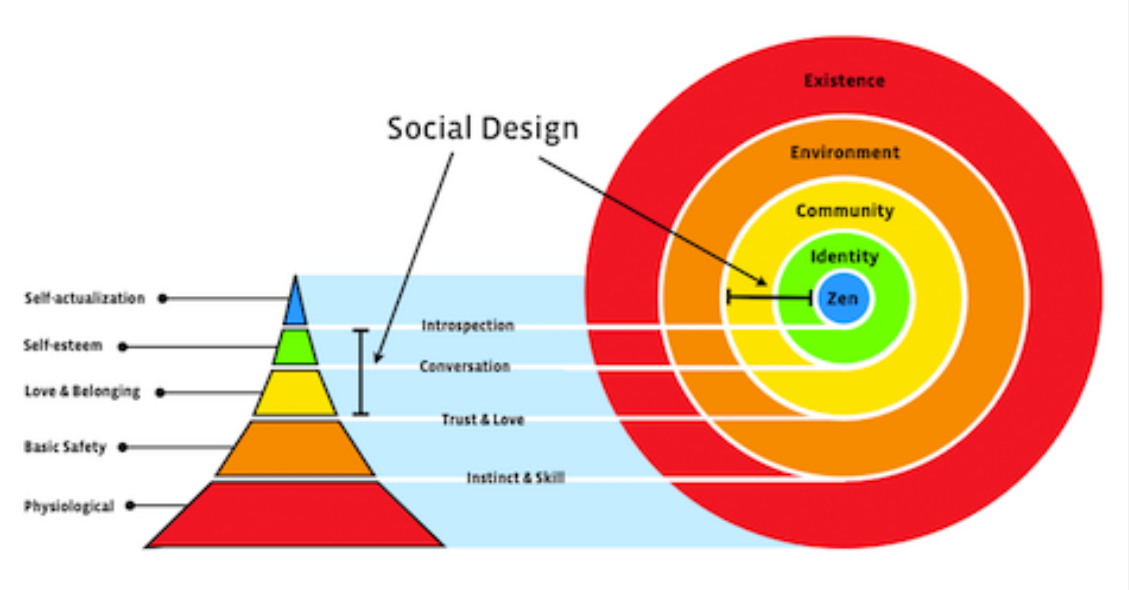

Voici quelques images d'archives extraites du web pour nous rappeler la similitude inspirationnelle des modèles scientifiques utilisés pour cette ingénierie, transformée en produit et interface digitale.

[125] Voir une explicitation de cette genèse et ces fonctionnements algorithmiques en 180 secondes dans les années 2010.

[126] Social Design and the Search for Self: Eric Fisher at TEDxCoMo

[127] « *A squirrel dying in front of your house may be more relevant to your interests right now than people dying in Africa.* » — Mark Zuckerberg, faisant allusion au fonctionnement des algorithmes de personnalisation du contenu « social » de Facebook.

[128] Social Design Guidelines to help you build great social experiences ; le web étant bien fait, voici les versions archivées de ces urls, pour la transparence des propos : Social Design Guidelines ; users' trusted communities ; encourages conversation ; sense of identity ;




Ainsi, la question sous-jacente de ce pas de côté sur l'environnement numérique macro qui nous renvoie à notre contexte sociétal, est de savoir ce que ces modèles (de réussite et de performance) peuvent nous inspirer pour les environnements d'apprentissage. Comment, avec la même approche ingénierique et sociale, pourrait-on améliorer les environnements numériques pour maintenir l'attention sur des objets d'apprentissages ?

## ENCART 4. Les translinguismes de la littérature scientifique.

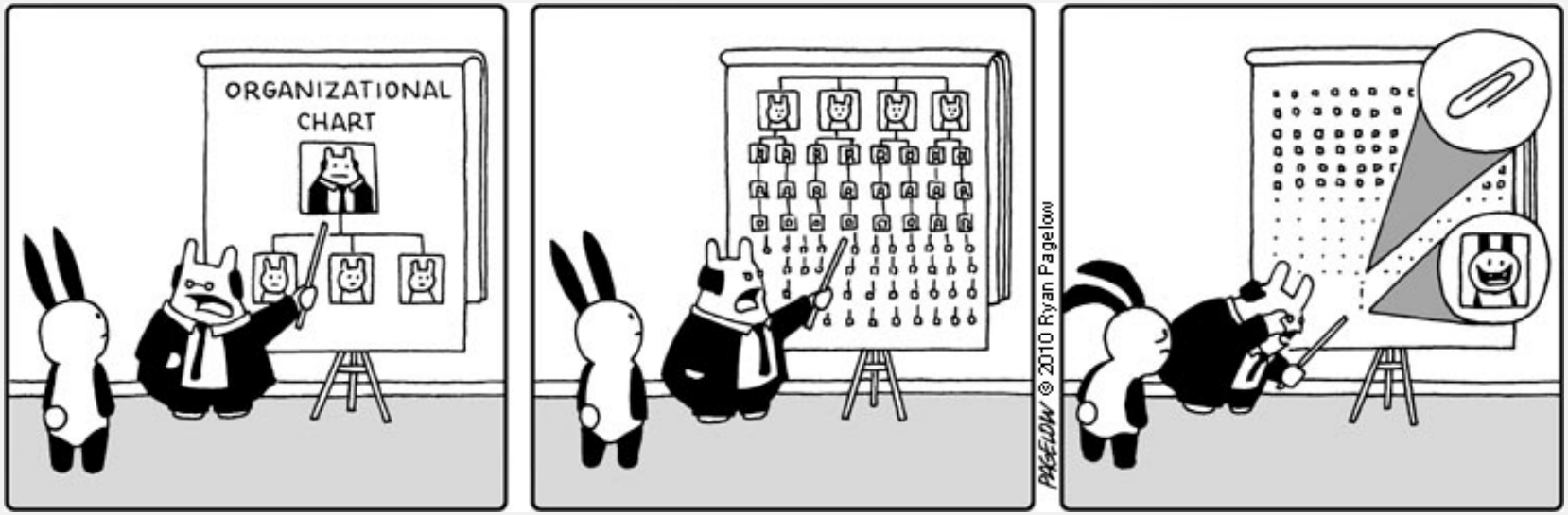
Nous pensons, qu'ici et là encore, se glissent peut-être des *translinguismes*[129] ou connotations historiques dans le sens et le choix des mots d'un côté de l'Atlantique à l'autre (d'une région du monde à une autre), d'une discipline à une autre, d'une typologie de population (*e.g.*, enfants, adultes, actifs) à une autre. On constatera ainsi que les anglophones ont beaucoup moins de difficulté à parler de « **collaboration** » (*e.g.*, *collaborative work*, *collaborative learning*, *collaborative team*, CSCL ; alors qu'en francophonie, on utilisera préférentiellement l'autre terme de « **coopération** » voire d'EIAH.

Dans d'autres domaines de langage, d'autres curiosités paradoxales apparaissent : dans les « *jeux de société coopératifs* », coopératif semble en réalité référer à des jeux qui se gagnent collaborativement ; dans les modes de jeu vidéo en ligne, le mode « *co-op* » semble souvent référer à un mode de jeu collaboratif (s'il l'un ou l'autre échoue, tout le monde peut échouer).

Dans les modèles de gouvernance horizontale d'organisations de type *SCOP* (Boissin *et al.*, 2015), SCIC, ONG, associations ou autres formes de sociétés coopératives, dans lesquelles le partage des responsabilités et le sens du but commun relèvent de la « collaboration » moins que d'une division du travail ou d'un découpage de tâche, pour lesquels chacun prendrait individuellement sa part unique de responsabilité collective indissociable de l'effort commun.

Dans les domaines et organismes plus institutionnels, académiques ou politiques, les nuances et interprétations de ces termes utilisés couramment sont plus diverses ; elles correspondent néanmoins à des systèmes hierarchiques et des structures de décision et de prise de responsabilités et de pouvoirs qui sont autrement et clairement définies au travers de missions et d'objectifs souvent mesurables et opérationnalisables.

[129] notons d'ailleurs, que la plupart de nos termes sont de parfaits homonymes homophones et homographes multilingues : *cooperation / collaboration / coordination / communication / organisation / interaction / information / action etc.* ; ils s'écrivent exactement de la même manière en anglais et en français (voire en espagnol), ainsi qu'au travers de nombreuses disciplines, en tant que concepts, qui leurs attribuent chaque fois des signifiés sensiblement différents




Note. © Buni n°119, Pagelow, R. (08/01/2010)

## ENCART 5. Démarche instrumentale et positionnement translittératique.

Dans le chapitre sur la méthodologie, nous avons souhaité revenir sur ce qui caractérise la recherche scientifique en général afin d'expliciter nos choix méthodologiques pour la construction de notre propre recherche dans le cadre de ce « *compuscrit* » (Kugler, 2001). Le terme *compuscrit* est ainsi adopté, à la nuance du *manuscrit* qui a pu faire couler beaucoup d'encre par le passé, ou du *tapuscrit* symbole d'un passage à la machine à écrire pour produire ces textes supports de la connaissance organisée dans des temporalités bien différentes de ce que proposent nos technologies actuelles. Ici, le *compuscrit* représente à la fois l'artefact qui sert à

produire le « support textuel » et l'artefact qui sert à le consulter au sens non linéaire d'une translittératie (numérique), décrite et articulée avec les postures et méthodes de recherche par Bourdeloie (2012, 2014) et Michelot (2020).

Pour l'étudiant du **XXI**e siècle, il serait alors bien fastidieux de s'imaginer revenir en arrière sur certaines pratiques désormais sociocognitivement intégrées, mais ce qu'implique l'informatique n'est pas seulement lié au traitement du texte, mais aussi au traitement de l'information d'une manière plus générale. L'ordinateur nous permet de traiter de l'information ; de remettre, voire de créer de l'ordre et du lien dans l'ensemble des connaissances produites, rendues accessibles sous forme numérique et calculable. Il ne s'agit plus seulement de lire ou d'écrire des textes, mais de chercher à l'intérieur, d'utiliser des opérations telles que la recherche d'une occurrence, le copier/coller, la vérification multi-sources, les calculs ou la production de figures et ressources assistées par ordinateur, *etc.*

Si nous y gagnons en qualité et rapidité, d'autres écueils apparaissent ; la synthèse d'une accumulation de connaissances exponentielles, le risque de plagiat plus ou moins maladroit, détecté automatiquement par des machines apprenantes capables d'une précision de détection supérieure à la faillibilité humaine, la paraphrase qui se retrouve déjà paraphrasée par de multiples autres auteurs, amenant à des déformations de propos ou des approximations de traduction, qui peuvent parfois semer le trouble dans l'origine et l'articulation des connaissances.

Il en va de même pour les calculs, au sens statistique notamment, qui demandaient autrefois de solides connaissances en mathématiques et qui aujourd'hui, grâce à la maîtrise de leur usage et aux outils appropriés permettent d'obtenir des résultats en seulement quelques clics.

Il est attendu dans un travail de recherche que tout ceci soit explicité, notamment dans une perspective de vérification et de répétabilité.

Un exemple qui nous a longtemps interrogé et qui continue de nous interroger avec plus de vingt années de recul et tout « ce que nous savons ou ne savons pas » des progrès de l'intelligence artificielle (*i.e.*, *machine learning*, *deep learning*…) est celui d'une

démonstration[130] que faisait *Philip M. Parker* au début du **XXI**e siècle avec un brevet[131] permettant de mimétiser les comportements cognitifs des humains dans des situations de recherche et de synthèse d'information. Il s'agissait d'une méthode (sur la base du principe statistique dit de « longue traîne », *i.e.*, la prise en compte de la queue ou la portion la plus éloignée de la valeur centrale d'une loi de probabilité) pour générer des contenus automatiquement à partir de diverses sources, qu'il s'agisse de rapports sur la base d'écrits scientifiques, ou de jeux vidéo-ludiques pour l'éducation. Parker, aujourd'hui chercheur à l'INSEAD, travaille depuis sur la base de cet algorithme pour rendre accessible la connaissance disponible du monde numérique aux populations et langues les moins bien desservies de la planète[132]. Son programme au travers de l'action d'ONG et de financements privés tel que la *Bill & Melinda Gates Foundation*, aurait déjà produit plus d'un million de contenus. En 2022, la suite de ces travaux se concrétise par l'aboutissement et le rattrapage logique des acteurs principaux de l'économie de l'information (tel que *Google*, *Bing*, *Qwant*, *etc.*) en proposant en novembre la version beta d'un moteur de recherche extrêmement personnalisable et renforcé par une IA d'aide à l'individualisation pertinente du contenu pour son utilisateur. Cette plateforme[133] est sans surprise basée sur le moteur même de *Wikipédia* (*i.e.*, *MediaWiki*) et propose de l'augmenter par des robots au service de l'utilisateur et des longues traînes dont la découverte par sérendipité conduit souvent à la rareté et la qualité des trouvailles. La question posée — partant du principe qu'une série d'algorithmes pouvait éventuellement rédiger notre thèse en une vingtaine de minutes — est de savoir ce que nous pouvions apporter comme valeur ajoutée en tant que chercheur humain, intéressé par l'humain et sa faillibilité non programmée. La réponse se trouve probablement dans la collecte des données ainsi que leur interprétation remise dans un contexte avec l'approche par complexité d'une généralisation plus ou moins plausible, voire plus ou moins souhaitable. Lorsque nous parlerons de généralisations, il s'agira alors de généralisations d'ordre conceptuelles et méthodologiques pour, rappelons-le, mieux cerner les contours de ce que l'on appelle l'IC humaine, à la hauteur d'une créativité sur laquelle nous pensons pouvoir encore largement surpasser la machine, dans une logique coopétitive Humain-Machine.

[130] Patent on "Long Tail" for automated content authorship.
[131] https://patents.google.com/patent/US7266767B2/
[132] Can Big Data authors end poverty? Phillip Parker at TEDxSeattle (2013)
[133] https://www.botipedia.org/

## ENCART 6. De l'imprimerie de Guttenberg à l'hypertexte de Berners-Lee : et ensuite ?

Pour exemple de l'un de ces artefacts numériques propres à nos nouveaux médiums hypertextuels, décrivons *TiddlyWiki*, un carnet de notes personnel non-linéaire se matérialisant par un simple fichier html consultable et archivable de manière universelle. Un exemple d'utilisation d'un tel artefact à des fins de recherche s'illustre parfaitement dans la communauté francophone avec le carnet de notes[134] de Molina (2013). Ce type de support de l'information, nous le voyons comme l'héritage de nos moyens d'écriture et de lecture classiques (basés sur des normes d'imprimerie) et une alternative digne d'un nom de « *Compuscript* » : c'est-à-dire, un support comprenant intelligiblement une forme de navigation transdisciplinaire nécessaire, de manière augmentée, dans la lignée des travaux de Molina, Heutte ou Fenouillet *ou* Parker (pour ne reciter quelques uns qui s'emparent de technologies hypertextuelles) et utilisant, à l'instar des travaux du *TEL Thesaurus* (voir CHAPITRE 2, Section 2.1), des outils capables de représenter les réseaux de connaissances avec toutes les métadonnées nécessaires pour produire une hypermédiatisation originale, utile, et conforme à un paradigme technologiste dans le courant des humanités numériques.

Cette instrumentalisation (via *TiddlyWiki*, notamment) nous a permis de concevoir plusieurs briques artefactuelles soutenant l'augmentation, en information, en données, en reliance, en interactivité et en dynamisme des représentations choisies, pour faire du lien au travers de la complexité poursuivie dans ce manuscrit (qui reste néanmoins issu de mains humaines).

Les liens vers ces artefacts hébergés en ligne via *Github* (pour des raisons pratiques de mise à jour, d'archivage et d'historicisation), sont généralement fournis en note dans le corps du présent texte (*e.g.*, CHAPITRE 2, Section 3.1.2, Section 5.3)

[134] https://tesis.tiddlyspot.com

## ENCART 7. Les architectures de l'invisible.

Nous aimerions emphaser sur ces fonctions plus ou moins visibles des environnements constituants à l'intérieur desquels l'on peut observer un objet de recherche : celles des *architectes*, des *concepteurs*, des *créatifs*, des *visualistes*, des *designers*, des *graphistes* et de tous ceux qui réfléchissent du point de vue des interfaces, des IHM, des *architectures invisibles* des EIAH, autres environnements numériques et des interactions entre individus et objets de savoirs médiatisés par des instrumentations numériques. Nous pensons à l'*architecture de l'information* (***IA***), celle qui précède à l'analyse, qui pré-conçoit les systèmes d'informations (SI), d'objets, de connaissances liées aux diverses *ingénieries*, mais nous pensons aussi aux aspects plus visuels, engageants, susceptibles de créer un intérêt, une attractivité, une curiosité, une motivation supplémentaire pour s'intéresser à un apprentissage, un objet, une démarche (***ID***, ***UX***, ***UI***, ***IxD***) ; et l'intégrer en devenant actif de celui-ci, avec d'autres, ensembles, conjointement.

Ces disciplines de l'ombre, elles sont également à associer à toutes les dynamiques de ludification et de *gamification* (*récompense, badges, rangs, niveaux, parcours, quêtes*…), en lien avec des apprentissages progressifs, structurés, opérationnalisés sur des modèles de compétences finement évaluables, intégrativables et favorables aux acquisitions de conaissances et développements de pratiques.

Cette démarche, on la trouve en général peu ou pas documentée alors qu'il y aurait fort à parier que celà joue un rôle essentiel sur l'émergence d'un *climat positif d'apprentissage*, de facteurs susceptibles d'encourager et de favoriser la *motivation*, l'*engagement*, la *réussite* et le sentiment d'accomplissement commun.

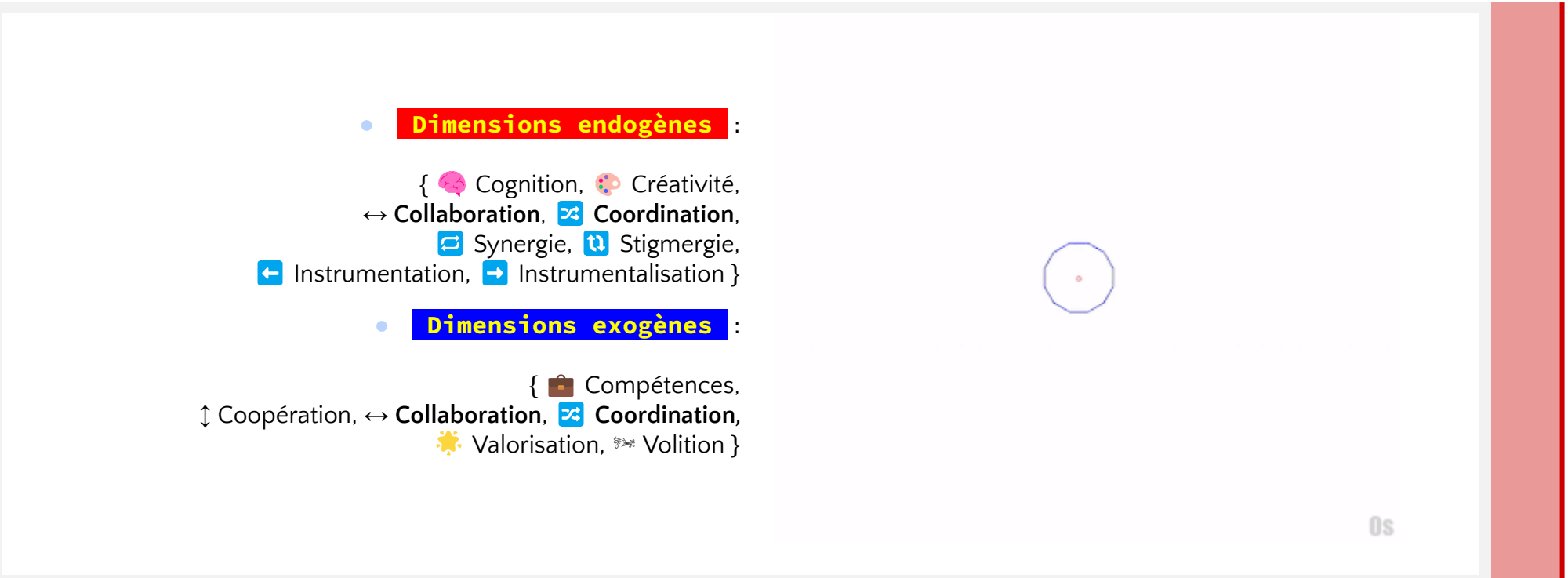
En définitive, nous dirions que les situations que nous avons instrumentalisées et observées nous ont bien permis d'observer l'émergence du phénomène de l'IC en SACI, qui se traduirait sous différentes formes et modèles interprétables et discutables mais somme toute convergents vers une même finalité d'observation.

Il existe ainsi une variété de méthodes pour explorer de manière plus ou moins circulaire (2D), plus ou moins englobante (3D), les différentes facettes de ce phénomène que nous cherchons à mieux comprendre. Nous en avons ainsi sélectionné quelques-unes que nous pensions pouvoir mettre en œuvre et observer, en tâchant d'en rendre compte par différentes méthodes et mesures.

Nos résultats sur ces quelques dimensions nous ont ainsi conduit, par le biais des analyses factorielles exploratoires (AFE) de notre dernière étude, à pouvoir (ré)identifier deux grandes catégories de facteurs parmi nos douze dimensions. Nous avons cherché une cohérence externe sur ces regroupements de facteurs et en sommes revenus, finalement, assez binairement, à cette dichotomie que nous avions identiffié autour de la compréhension des phénomènes gravitant avec l'analyse de l'individu, de l'artefact et de l'objet dans un environnement. Il semble en effet, que nous pourrions retrouver dans ces facteurs, des dynamiques plutôt caractéristiques de variables **endogènes**, ou de ressources internes, quelque chose produisant de l'**information** (« *ce qui est* ») ; et des variables plutôt caractéristiques de facteurs **exogènes**, ou de ressources externes et opérationnelles, quelque chose produisant de l'**interaction** (« *ce qui devient* »).

Nous reprenons ainsi, dans la lignée des schémas précédents, une version dynamique de l'apparition des variables par leur ordre d'importance significative dans notre contexte. À **droite** se situent les dimensions endogènes et à **gauche**, les dimensions exogènes selon nous (Figure 9.2).

**Figure 9.2** Dimensions **exogènes** et **endogènes** de l'**IC** (*modèle dynamique animé*).

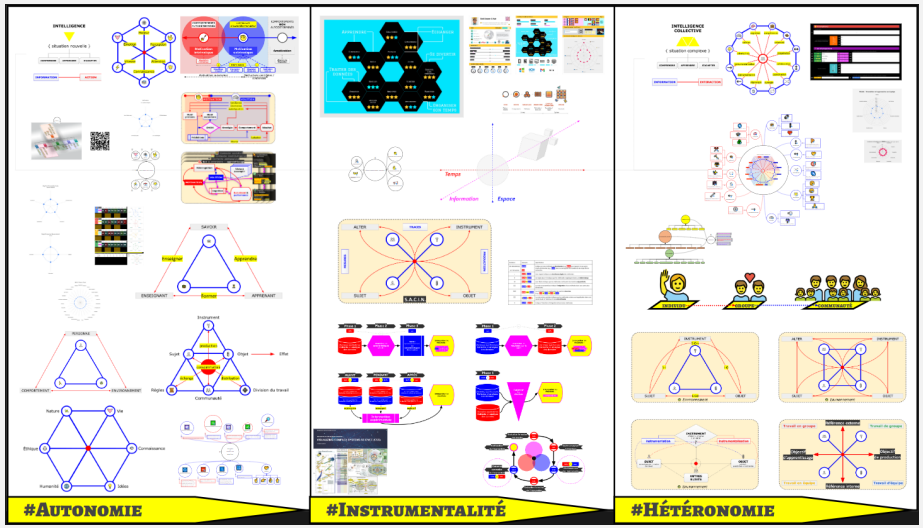



Nous relevons ici également la curiosité qui fait apparaître les processus de **collaboration** et de **coordination** dans les deux catégories de facteurs, semblant ainsi montrer leur rôle pivot et leur hiérarchisation dans le travail collectif, comme nous l'avions soulevé dans la revue de la littérature.

Ces perspectives nous invitent à ce stade à continuer d'itérer des situations d'observations qualitatives permettant de générer ainsi différentes formes d'IC, qu'il conviendrait de mieux définir et qualifier dans leur hétérogénéité, toujours au travers des interactions et traces de l'activité, sans cesse plus finement capturée, analysée, articulée et réingénierisée.

Nous nous proposons donc une **métamodélisation** (voir Figure 9.3), en un mot, tout en insistant sur le « *meta-* », à enrichir par de l'information et de la **donnée** ; et le « *-ation* », signifiant le **processus**, la **construction** et non quelque chose de *fini* et d'*absolu* en aucun moment. Ce triptyque synthétique et mnémonique reprend ainsi l'ensemble des cadres conceptuels tels que nous les avons abordés et cernés durant ce travail.

**Figure 9.3** - **M**étamodélisation de l'**IC**.



**Compuscript [** version numérique **]**

vu.fr/pierrebellethese

**Compuscrip+ [ augmenté ]**

[ [ { { TiddlyWiki } } ] ]

vu.fr/CompuscriptONE

# *Affidavit*

Je soussigné, Pierre Bellet, déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique de Stéphanie Mailles Viard Metz, dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisés dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche ainsi que des chartes d'Aix-Marseille Université et Université Paul Valéry Montpellier relative à la lutte contre le plagiat.

Ce travail n'a pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire à un organisme examinateur.

Aucune affiliation d'aucune sorte n'est à déclarer avec aucun des noms de marques mentionnés dans ce texte.

Fait à Marseille, le 01/10/2022.

Signature : P.B.

# *Affidavit*

I, undersigned, Pierre Bellet, hereby declare that the work presented in this manuscript is my own work, carried out under the scientific direction of Stéphanie Mailles Viard Metz, in accordance with the principles of honesty, integrity and responsibility inherent to the research mission. The research work and the writing of this manuscript have been carried out in compliance with both the French national charter for Research Integrity and the Aix-Marseille University and Paul Valéry University Montpellier charters on the fight against plagiarism.

This work has not been submitted previously either in this country or in another country in the same or in a similar version to any other examination body.

No affiliation of any kind is to be declared with any of the brand names mentioned in this text.

Place Marseille, date 01/10/2022.

Signature : P.B.




Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la
Licence Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation Commerciale – Pas de Modification 4.0 International.

Note. Everything is a Remix.
We took the same old beats and made a new song.

Pour citer cette œuvre :

Bellet, P. (2022). *De l'efficacité collaborative à l'intelligence collective : mise en œuvre instrumentale en situation d'apprentissage*. Université Paul Valéry Montpellier (UPVM).