Université Paris Nanterre

200 av. de la République
92001 Nanterre Cedex
www.parisnanterre.fr

École doctorale 395 : Milieux, cultures et sociétés et passé et du présent
UMR 7041

Membre de l'université Paris Lumières

Sophie CLEMENT

Les techniques de percussion : Un reflet des changements techniques durant l'Acheuléen ?

Thèse présentée et soutenue publiquement le 22/05/2019
en vue de l'obtention du doctorat de Préhistoire de l'Université Paris Nanterre
sous la direction de M. Sylvain Soriano (CNRS)

Jury :

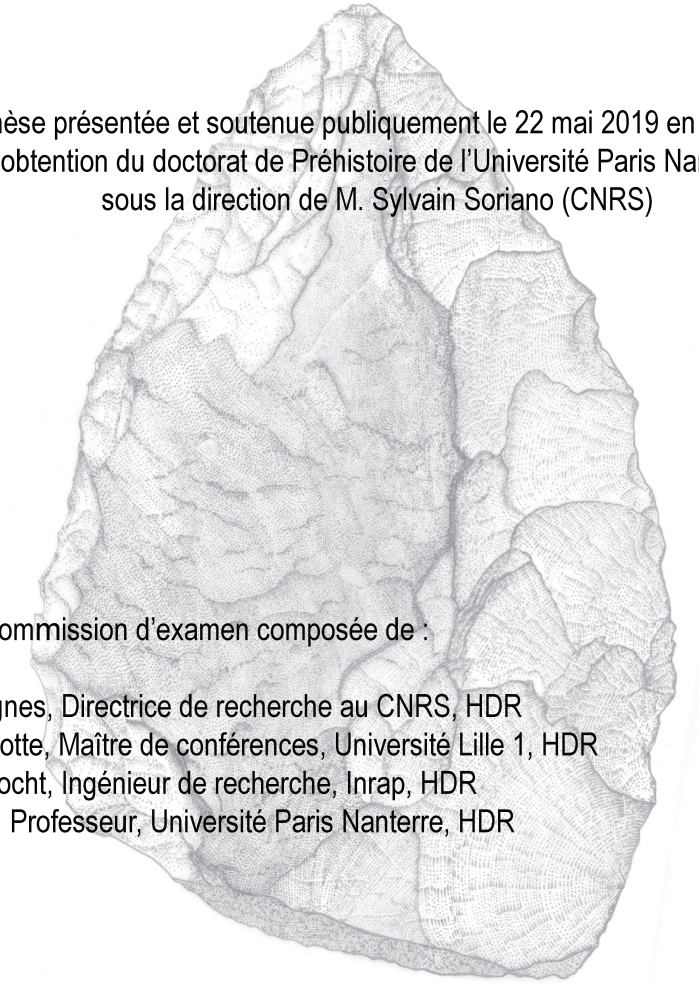
Rapporteure :	Madame Anne Delagnes	Directrice de recherche au CNRS, HDR
Rapporteure :	Madame Agnès Lamotte	Maître de conférences, Université de Lille 1, HDR
Membre du jury :	Monsieur Jean-Luc Locht	Ingénieur de recherche à l'Inrap, HDR
Membre du jury :	Monsieur Eric Boëda	Professeur, Université Paris Nanterre

Université Paris Nanterre
Ecole doctorale 395 : Milieux, culture
et société du passé et du présent

UMR 7041, AnTET

Les techniques de percussion : Un reflet des changements techniques durant l'Acheuléen ?

Thèse présentée et soutenue publiquement le 22 mai 2019 en vue de
l'obtention du doctorat de Préhistoire de l'Université Paris Nanterre
sous la direction de M. Sylvain Soriano (CNRS)



Devant la commission d'examen composée de :

Anne Delagnes, Directrice de recherche au CNRS, HDR	Rapporteure
Agnès Lamotte, Maître de conférences, Université Lille 1, HDR	Rapporteure
Jean-Luc Locht, Ingénieur de recherche, Inrap, HDR	Examinateur
Eric Boëda, Professeur, Université Paris Nanterre, HDR	Examinateur

A ma mère, Jocelyne Clément†

A mon amie, Sandrine Henry-Duplessis†

« Nous savons que nous serons accueillis avec scepticisme; c'est naturel et d'ailleurs utile. On dira que les hommes préhistoriques n'avaient pas des règles et des compas pour tailler leurs pierres. On disait de même, il n'y a pas encore très longtemps, devant les sculptures, les dessins et les peintures de l'Age du Renne : ce n'était que du mauvais travail, l'enfance de l'art; les attitudes de certains animaux paraissaient puériles. La photographie instantanée et la cinématographie vinrent nous montrer notre erreur. C'est nous qui ne savons plus voir, de nos yeux dégénérés. Oui ! Notre face s'est atrophiée pendant que notre crâne se développait. Notre front sait, notre menton veut ; mais il nous faut employer des instruments de précision pour suppléer à l'insuffisance de notre vue et de notre toucher. Eux, les Préhistoriques, avaient la règle dans les doigts et le compas dans l'œil. »

Alfred Barnes et André Cheynier, 1935

Avant-propos

Le travail de thèse est par définition long et rarement tranquille. Il ressemble à un chemin sinueux au milieu d'une nature plus ou moins hostile, tantôt pourvoyeuse de solutions, tantôt créatrice d'obstacles. Le sujet proposé ici n'a pas échappé à ces écueils et le chemin parcouru entre sa « naissance » et la thèse présentée dans ce mémoire a connu plusieurs étapes qu'il convient d'évoquer ici, pour en éclairer le développement.

Ainsi, ce sujet est né en plein milieu du Turkana, zone semi-désertique du Nord du Kenya, lors de la première mission du West Turkana Archaeological Project à laquelle j'ai participé en 2006, à l'inviation d'Hélène Roche. Il était encore balbutiant et ressemblait plus à une question un peu naïve : si les artisans de l'Acheuléen ont taillé les roches avec des « percuteurs tendres organiques », quel bois ont-ils bien pu utiliser ?
Toute simple qu'elle soit, cette interrogation est restée centrale au début de ma recherche et m'a conduit à appréhender certains aspects du sujet sous forme d'une enquête. Les connaissances sur l'environnement végétal des sites paléolithiques au Kenya étant très lacunaires en raison de la médiocre conservation des pollens fossiles, j'ai donc commencé par entamer une récolte des essences actuelles en parallèle d'une modeste enquête anthropologique et ethnologique sur l'utilisation, par les populations turkana, des différents arbres et arbustes de leur région. Ce long travail fastidieux mais passionnant m'a non seulement familiarisé avec la région semi-désertique actuelle, mais m'a également permis d'entrevoir les concepts de chaîne opératoire, d'invention ou de connaissances du milieu à travers les habitudes d'une ethnie bien différente de moi ou des homininés de l'Acheuléen. Soutenue par Hélène Roche (CNRS, UMR 7055), avec l'autorisation de Dr Emma Mbua (Head of Earth Sciences, NMK), Dr Purity Kiura (Head of Archaeology, NMK) et Richard Potts (Smithsonian), j'ai pu accéder aux anciennes collections de Glynn L. Isaac de quelques sites d'Olorgesailie (Kenya) au National Muséum of Kenya de Nairobi. Ce séjour d'étude d'un mois sur place a été possible grâce au soutien d'une bourse Aires Culturelles obtenue en 2008. Grâce au soutien de Pierre-Jean Texier (CNRS, UMR 5199) et aux autorisations de Mme Mamitu Yilma (Director of National Museum of Ethiopia), M. Yonas Beyene (Collection director of National Museum of Ethiopia) et M. Marcello Piperno (La Sapienza), j'ai également eu l'occasion d'étudier une sélection de productions lithiques issues des sites de Garba I et Gomboré II. Le séjour en Éthiopie a été possible grâce aux soutiens financiers de l'UMR 7055 et du Centre Français des Études Éthiopiennes en 2010.

La recherche en dehors de la France demande des financements non négligeables et du temps, qui en s'accumulant, se transforment rapidement en années. Les obligations professionnelles ou personnelles sont venues s'immiscer dans ce travail de longue haleine et les épreuves de la vie ont également grippé certains rouages.

Cependant, après plusieurs années, face à la difficulté d'accéder à des collections de référence africaines dont les états de surface des éclats étaient satisfaisants pour observer les stigmates des techniques de percussion, la possibilité de voir mon projet soutenu par l'Inrap m'a conduit à réorienter de façon assez fondamentale, l'angle d'observation à partir duquel je pouvais aborder la question des techniques de taille dans le façonnage de l'Acheuléen africain. Avec l'insertion de matériaux européens et avec une contribution expérimentale majeure, la problématique de cette recherche s'est trouvée à la fois élargie et plus précise.

Ainsi, en prenant comme fil conducteur les matières premières microgrenues et tenaces répertoriées dans les sites acheuléens africains comme français, les données que j'avais collectées ont été enrichies par l'accès à des collections issues de l'archéologie préventive. À cette fin, l'Inrap m'a accordé plusieurs congés de recherche pour mener à bien ce projet doctoral. L'axe de recherche collectif n°1 coordonné par Michel Brenet et Marc Jarry, que l'institut soutient, m'a autorisé l'accès aux ensembles expérimentaux produits dans ce cadre et j'ai ainsi pu construire une nouvelle méthodologie, pour présenter la thèse que je défends aujourd'hui. Ces changements expliquent les éventuels décalages entre certains articles publiés au début de ces travaux de recherche et les résultats présentés dans ce mémoire. Ils témoignent de l'évolution du regard que j'ai porté à cette question et j'espère que le lecteur ne m'en tiendra pas rigueur.

Remerciements

Le moment des remerciements est agréable à rédiger car il annonce le terme de l'exercice, mais il est certainement aussi le plus difficile, tant on voudrait qu'il soit à la hauteur des soutiens dont on a bénéficié. Le parcours du doctorant pour construire sa thèse est éminemment solitaire et relève parfois, à s'y méprendre, du parcours initiatique… Et cependant, il favorise les rencontres, mêle professeurs, intimes ou collègues, dans de réelles et précieuses aides intellectuelles, morales ou tout simplement humaines. Ces remerciements seront donc à l'image du temps et du chemin parcouru pour ce projet, vaste comme les plaines d'Afrique…

En premier lieu, je remercie chaleureusement le directeur de ce mémoire, Sylvain Soriano, pour la confiance qu'il m'a accordé. J'ai eu la chance de bénéficier de sa bienveillante rigueur, de ses conseils avisés et de ses connaissances sur les productions lithiques. Je le remercie également de m'avoir initié au monde mystérieux et inconnu pour moi de la statistique, quitte à éprouver parfois sa patience. Qu'il soit assuré de mon estime et de ma reconnaissance.

Je suis très reconnaissante aux membres du jury d'évaluer ce travail. Je suis honorée de la présence de Jean-Luc Locht et Eric Boëda ainsi que d'Anne Delagnes et Agnès Lamotte qui ont accepté d'en être les rapporteurs.

Cette thèse a également été soutenue par l'Inrap et je tiens à remercier l'institution de m'avoir permis de mener à bien ce projet en parallèle de mon activité professionnelle. Je remercie également Pôle Mixte de Recherche de Campagne de m'avoir offert un accès aux collections et pour leur accueil dans leur locaux en 2015 pendant l'étude du matériel. Mes remerciements sincères à Patrice Buraud pour son accueil et à David Colonge, Christophe Fourloubey et Nathalie Fourment pour leurs autorisations nécessaires à l'accès des collections.

L'équipe de la Mission Préhistorique au Kenya et du West Turkana Archaeological Project tient une place particulière dans ce travail. Je remercie Hélène Roche et Pierre-Jean Texier de m'avoir accueillie au sein de l'équipe.
A Sonia Harmand-Lewis et Jason E. Lewis : merci de m'avoir soutenue, accompagnée, entourée pour rendre cet aboutissement possible. Je vous suis sincèrement reconnaissante de la confiance que vous m'avez accordée et consciente de l'immense privilège que j'ai eu de travailler à vos côtés et de bénéficier du support logistique et scientifique du WTAP, notamment pour la réalisation de l'expérimentation.
Je ne peux, par ailleurs, pas évoquer ce projet sans mentionner Sammy John Achilia Lokorodi, prospecteur de fossile kenyan d'origine Turkana, compagnon de route de premiers instants de ce projet qui m'a accompagné dans mes périples botaniques et patiemment appris le nom des arbres de l'ouest du lac Turkana. Il m'a enseigné les us et coutumes de son ethnie, leur rapport à la végétation environnante. Il a également servi d'émissaire diplomate auprès des *Wazee* Turkana souvent

septiques, parfois intrigués voire amusés par nos campagnes d'échantillonnages dans les lagas ou la montagne. Jamais je n'aurais pu entreprendre ce travail sans son aide, sa patience et son dévouement.
L'expérience du terrain en Afrique m'a permis de rencontrer des chercheurs et des fouilleurs formidables, qui m'ont toujours apporté conseils, soutien et bienveillance et je les remercie chaleureusement : Xavier Boes, Nick Taylor, Vincent Arrighi, Sandrine Prat, Craig S. Feibel, Christopher J. Lepre, Rhonda L. Quinn, Hillary Duke, Franck H. Brown†, ainsi que l'équipe de fouille dont Ali M. Mutisya, Frederic Mwanza, David Masika, Francis Emekwi, Bernard K. Mulwa, Leeyio P. Martin, Seth Sila et Christopher Kirwa.

Il me faut exprimer à Michel Brenet ma plus sincère gratitude, pour avoir accepté de réaliser les expérimentations qui sont au cœur de cette réflexion, toujours dans la bonne humeur et le conseil. Merci d'avoir cru à ce projet, d'avoir taillé sans relâche ni a priori.

David Colonge tient une place spéciale dans ces remerciements. Non seulement il m'a permis d'avoir accès aux séries lithiques du sud-ouest de la France étudiées dans ce mémoire, mais surtout, c'est lui qui m'a transmis le virus de l'Acheuléen et des matières premières « ingrates », il y a longtemps, sur le plateau de Lannemezan. Je lui suis extrêmement reconnaissante de sa disponibilité, de sa pédagogie et d'avoir participé à ma formation d'archéologue de terrain et de recherche.

La conquête des Acacias et des « bois durs » d'Afrique m'ont amené à croiser la route d'autres spécialistes qui ont accueilli mes recherches avec enthousiasme et bienveillance et je tiens à exprimer ma gratitude à Doris Barboni (CNRS, CEREGE), Raymonde Bonnefille (CNRS, CEREGE), Denis Depommier (CIRAD) pour les conseils et les informations qu'ils m'ont apportés.

Je souhaite remercier M. Eric Boëda qui m'a accueillie au sein de l'équipe AnTET, m'offrant un cadre pour finaliser ce projet. Cela a été pour moi l'occasion d'échanger et de participer à divers projets qui ont contribué à affiner ma réflexion, avec plusieurs membres de cette équipe dont Amélie Da Costa « ma compagne de galère », Marine Massoulié (à ton tour !), Benoit Chevrier, Louis de Weyer, David Hérisson, Guillaume Porraz et Eva David.
La Préhistoire n'a pas de frontière et les soutiens dont j'ai bénéficié à l'université vont au-delà de ma propre équipe de recherche. Un grand merci à Nejma Goutas pour les relectures et corrections assidues et l'énergie positive, à Armance Dupont-Delaleuf, Roxane Rocca, Alexandra Legrand, Elisa Nicoud, Caroline Hamon, Emilie Goval, Hélène Djema, Stéphanie Bonilauri, Sol Sanchez Dehesa Galan, Héloïse Koehler et Boris Valentin pour leurs encouragements.

Mon expérience professionnelle au sein de l'Inrap est l'occasion de travailler avec des archéologues de terrain, auprès desquels j'ai appris l'intérêt et la valeur du collectif dans la recherche. Le soutien de mes collègues a été essentiel pour

garder le cap pendant cette longue aventure et je tiens à remercier sincèrement et particulièrement Séverine Hurard, Bénédicte Souffi, Pascale Souvant, Sandrine Henry-Duplessis†, Pascal Raymond, Mehdi Belarbi, Christel Delozanne, Isabelle Abadie, Jean-Luc Locht, Miguel Biard, Nicolas Samuelian, Thibaud Guiot, Vincent Arrighi, David Colonge, Vincent Mourre, Michel Brenet, Laurence Bourguignon, Mercedes Maya-Pion, Sandrine Deschamps, Anaïck Samzun, Richard Cottiaux, Cécile Monchablon, Mathieu Duplessis†, Christine Chaussé, Céline Coussot, Fred Blaser, Jacques Legriel, Iliana Pasquier, Julia Wilson et Zelda Hugon. Une mention spéciale à Corinne Charamond, Sylvie Serre et tous les camarades de Richelieu !

Ce travail n'aurait pas eu la même saveur ni la même valeur sans vous, mes ami(e)s. Un très grand merci à Cédric, mon Frangin, Noémie, Séverine, Marie-France, Fab, Sylvie, Amandine, Chris, Agnès, Aurélie B. (mon amie de 30 ans !), Nick, Sonia, Jason, Sandrine, Arnaud, Sylvain, Sophie, Kalem, Aline, Céline, Nico P., Romain, Nicolas P.-G., Pau, Gaëlle, Emma, Gilles, Zabou, Roms, Flo, Sab, Aurélie C., Vince, Sarah, Pierre et Seb pour les moments de détente, les encouragements et même les gentilles moqueries !
À Monique & Jacques et Cécile & Pascal : merci de m'avoir fourni des refuges bretons douillets et isolés pour la rédaction de ce mémoire.

Je suis honorée que Romain Lecocq, Arnaud Clément et Maya Lecocq m'aient fait cadeau de leur vision artistique de mon travail et je les remercie pour les illustrations qui rythment les différentes parties du mémoire.

Enfin et depuis toujours, j'ai la chance de bénéficier d'un soutien sans faille de ma famille, qui a cru en moi, en mes projets, sans jamais douter ni juger. Un énorme merci à mes parents, en particulier ma mère, soutien inconditionnel de ce projet.

Pour terminer, l'aboutissement de ce mémoire n'aurait pas été possible sans vous trois, qui avez accepté tous les compromis, avec entrain et bonne humeur. Vous qui m'avez soutenu chacun à votre manière. Vous êtes mes racines sans lesquelles je ne pourrais grandir et m'épanouir. Merci.

Glossaire

Homininés : Terme correspondant à la sous-famille des hominidés et qui comprend le genre *Homo*, les espèces éteintes (*Australopithecus*, *Paranthropus*, *Ardipithecus*, *Kenyanthropus*, *Orrorin*, *Sahelanthropus*), le genre *Pan* et selon les définitions, parfois le genre *Gorilla*.

Laga : (*Swahili*) Au Kenya, désigne le lit d'une rivière temporaire à sec, équivalent de l'oued pour l'Afrique du Nord.

Ma : Million d'années

OIS : Oxygen Isotopic Stage ou stade isotopique de l'oxygène. Période définie à partir des variations isotopiques de l'oxygène en fonction du temps mesurées dans un sédiment marin ou dans la glace. (Modifié d'après Foucault, Raoult, 2001)

OSL et Thermoluminescence : « *Les méthodes de datation par luminescence s'appuient sur la capacité des minéraux tel que le quartz à accumuler dans leurs défauts cristallins de l'énergie radioactive, sous forme d'électrons piégés, et de la restituer en émettant de la luminescence lorsqu'ils sont soumis à une stimulation optique (on parle alors d'OSL) ou thermique*. […] *Étant donné que cette irradiation est, de manière générale, relativement constante au cours du temps, la relation entre temps écoulé et quantité d'électrons piégés est bien établie. Le quotient « taux d'irradiation sur irradiation totale » correspond alors au temps qui s'est écoulé depuis le dernier vidage des pièges, qui correspond à l'âge de l'échantillon* ». (Hernandez, Mercier in : Colonge 2012)

Proxy : Le sens du terme « *proxy* » que nous utilisons est équivalent à celui utilisé en paléoclimatologie, c'est-à-dire un indicateur composé de caractéristiques physiques du passé, préservées, et que l'on peut mesurer afin d'en construire la chronologie. Autrement dit dans notre problématique, un enregistrement immuable sur les vestiges, de changements techniques, qui serait mesurable.

Rift : Rift continental, ou fossé d'effondrement (graben) limité par des bords surélevés, avec une activité volcanique plus ou moins forte (ex. fossé rhénan entre Vosges et Forêt Noire ; « Rift Valleys » et graben où se trouvent les grands lacs africains.) (Foucault, Raoult, 2001)

Introduction

La relativité du temps s'exprime de façon particulière en Préhistoire. Il est même parfois désigné par certains auteurs comme un « temps long », ce qui, à première vue, peut paraître tautologique, mais qui souligne cette distorsion temporelle particulière à laquelle chaque préhistorien est confronté. Pour mieux l'appréhender, on utilise parfois une projection de la chronologie depuis la création de la Terre et les évènements majeurs qui ont marqué son histoire jusqu'à l'apparition de l'Homme sur 24 heures. Dans cette image contemporaine et originale, l'espèce humaine, qui émerge dans les dernières minutes avant minuit, se révèle finalement bien « jeune » par rapport à l'histoire et la chronologie déjà impressionnante de son lieu de vie et la distorsion du temps entre les deux évènements est illustrée de manière explicite. Si on transpose cette métaphore à la chronologie propre à l'espèce humaine, la durée des périodes où nos ancêtres ont occupé certains territoires semble tout aussi disproportionnée entre les premiers homininés, apparus vers 7 millions d'années et l'Homme dit « moderne » du XXIème siècle. De la même façon, la Préhistoire, qui commence avec l'apparition des premiers outils taillés, autour de 3,3 MA (Harmand *et al.* 2015) couvre une durée plus longue que l'Histoire.

Suivons cette métaphore au sein de la Préhistoire : le rapport entre les premières périodes et les dernières phases de celles-ci souffre également de ce déséquilibre. Ces portions de temps, dans lesquelles se développent des techno-complexes plus ou moins homogènes, donnent parfois des impressions de lenteur ou de temps long, dont la perception est accentuée par le rapport même au temps qui s'exprime dans notre société moderne, plutôt inscrite dans des notions d'immédiat et donc de temps court. Ainsi, les différentes phases chrono-culturelles (Oldowayen, Acheuléen, Moustérien, etc.…) marquent des sortes de ralentis dans le déroulement de la Préhistoire. L'évolution des techniques qui est liée à ces différentes phases, semble aussi parcourir un chemin saccadé et c'est en partie par elle que ces périodes vont être définies.

La période de l'Acheuléen, dans son sens le plus large, dont les expressions les plus anciennes sont identifiées sur le continent africain, nous intéresse particulièrement. D'abord parce que c'est la période sur laquelle nos premiers travaux de recherche universitaires ont été construits depuis plusieurs années. Les problématiques liées à cette période sur le continent africain sont multiples. Mais surtout, parce que ce terme est internationalement reconnu et on pourrait le penser bien défini. Or, les études des dernières années sur le sujet relèvent beaucoup de questions sur sa définition et sa reconnaissance, notamment parce qu'il est assujetti à la présence d'un outil proche du « fossile directeur » : le

biface. Cet outil, qu'il soit issu de séries européennes ou africaines est lui-même sujet à controverse dans sa nature et sa/ses fonctions. Le caractère globalisant des termes employés par tous les préhistoriens étant remis en question, leurs contours deviennent flous. Aujourd'hui, il est fréquent de voir l'Acheuléen remis en question dans les différentes publications. Malgré cela, il existe encore beaucoup de récurrences dans les résultats d'études des assemblages lithiques de cette période.

Un constat revient souvent sur les pièces bifaciales façonnées, quels que soient les sites étudiés et les aires géographiques concernées : il existe des bifaces frustres et des bifaces dont la finesse de réalisation est quasi artistique voire « *harmonique* » (Le Tensorer 2006), tant les symétries et l'équilibre des plans bifaciaux sont précis.
Pour expliquer ce changement remarquable, le recours à l'idée d'une transformation de la morphologie du biface grâce à l'utilisation d'une nouvelle technique de percussion est récurrent. Cette idée existe depuis les premiers travaux sur l'expérimentation et les premières réplications d'outils en pierre. Les études pionnières nous permettent aujourd'hui de pousser la réflexion plus avant, en nous attachant aux outils analytiques qui nous permettent de déterminer les techniques de percussion et surtout le rôle de celles-ci dans les changements techniques plus globaux. Car, même si cette apparente nouvelle technique de percussion (souvent réduite à une nature organique du percuteur) représente une éventuelle innovation pour le groupe qui l'utilise, serait-elle pour autant responsable d'un changement radical de l'outil le plus emblématique de l'Acheuléen et ce, pour tous les autres groupes, contemporains ou non ?

Loin d'avoir un avis négatif sur le postulat de départ, on observe un glissement sémantique qui mêle « changement de percuteur » à « innovation technique globale ». Quels sont alors, les outils à notre disposition pour comprendre ces changements techniques ? Avons-nous les bons proxys pour définir ces changements et finalement de quels changements parlons-nous ?

Pour apporter des pistes de réflexion un travail en plusieurs étapes est nécessaire. Nous proposons de nous appuyer sur un travail expérimental pour mesurer ce que chaque technique de percussion peut apporter dans la chaîne opératoire du façonnage et pour évaluer comment nous, hommes modernes, pouvons appréhender ces différences sur le matériel archéologique. Les résultats ainsi obtenus seront confrontés à la réalité d'assemblages qualifiés d'Acheuléen afin d'en éprouver la validité, dans des perspectives synchroniques et diachroniques.

Le mémoire s'articulera ainsi en quatre parties. La première, divisée en trois chapitres, présentera le contexte scientifique et géographique de la recherche, ainsi que les écueils et questions soulevées par ce changement de technique de percussion pour présenter la problématique du sujet. La deuxième partie, après une présentation du site d'Isenya et des apports des données archéologiques et expérimentales de ce site majeur, s'attachera à détailler l'expérimentation mise en place et l'analyse des données extraites à partir des différents outils mis en

place. La troisième partie confrontera ces résultats à des séries issues de fouilles archéologiques pour tenter de définir le statut du changement et les impacts, réels ou supposés des techniques de percussion sur l'outillage façonné. Enfin, la quatrième et dernière partie proposera une synthèse de ces données et mettra en perspective les réponses obtenues par rapport au questionnement sur l'Acheuléen et sa définition.

Première partie

Cadre général, méthodologie et problématiques



A chaque évolution ou saut technique visible sur le matériel archéologique, différents comportements ou conceptions des fabricants de ces objets vont être reconnaissables et donc définissables, leurs sériations construisant au fur et à mesure la chronologie du Paléolithique.

Parmi ces changements, la définition et l'appréhension des techniques de percussion au sein des sociétés préhistoriques nous interpellent et en particulier, le passage d'une percussion minérale dite dure, apparemment exclusive, à un éventail plus large d'outils percussifs et de gestes techniques pour transformer la matière. Ce changement que l'on considère intervenir aux alentours de - 700 000 ans, s'opère au cours de l'Acheuléen, période qui représente le cadre chronologique et culturel de notre étude. Pour circonscrire une zone géographique moins vaste et parce que les premières évidences d'une «culture acheuléenne» ont été attestées en Afrique de l'Est, nous limiterons notre réflexion à ce territoire, néanmoins étendu. Pour comprendre les enjeux de la problématique, la définition des différents aspects de l'Acheuléen africain et sa spécificité par rapport à l'Acheuléen européen vont être abordées dans cette première partie.

Depuis la naissance de la discipline, les préhistoriens se sont questionnés sur les façons de faire les outils en pierre. Cette question du *comment*, sans doute guidée par les scepticismes des premiers temps qui remettaient en cause le caractère anthropique de ces pierres étranges, a permis de fonder une autre discipline : la technologie lithique (*lato sensu*). Grâce aux travaux précurseurs de différentes disciplines (expérimentation et technologie lithique), nous allons essayer de comprendre comment l'idée d'un changement technique a pu cristalliser autour d'un changement de nature de percuteur. A partir de ce constat, nous interrogerons donc les outils à notre disposition pour comprendre les changements techniques.

Par ailleurs, cette recherche est volontairement orientée sur les matières premières microgrenues et tenaces, qui représentent la quasi-totalité des corpus archéologiques africains et qui sont souvent présents dans les assemblages français ou européens. Les différentes questions et problèmes soulevés par cette première partie nous permettrons d'asseoir la méthodologie et la problématique proposée pour aider à la compréhension du mécanisme de changement technique durant l'Acheuléen.

1. CADRE GENERAL DE LA RECHERCHE

1.1. L'Acheuléen : un cadre chronologique, culturel ou technologique ?

1.1.1. Aux origines de l'Acheuléen

1.1.1.1. Le biface et l'impasse du fossile directeur

L'Acheuléen désigne un moment du Paléolithique[1] au cours duquel des groupes d'homininés ont produit des outils tranchants, en particulier des bifaces en pierre. Depuis sa création par Gabriel de Mortillet au XIXème siècle, ce mot, si pratique au départ car permettant enfin de désigner quelque chose de tangible dans une Préhistoire naissante, souffre aujourd'hui d'une accumulation de notions vagues et multiples qui déstabilisent sa définition.

« *[…] l'Acheuléen est un type, un techno-type, un complexe d'industries, une culture, une période, qui fait état d'une grande variabilité.* » (Nicoud 2011, p. 39)

La désignation des industries à bifaces sous un terme unique a donné un cadre trop rigide et une simplicité artificielle à cette entité, dont on ne connaissait pas encore à l'époque, l'étendue chronologique et la diversité technique. Les assemblages, la plupart du temps composés de produits de débitage et de pièces façonnées sur deux faces, se sont révélés, au fur et à mesure des découvertes, de plus en plus divers. Souvent mises en avant, les variabilités techniques et typologiques sont nombreuses et soulignent le manque d'adéquation avec les notions de culture ou de période.
A cause de sa forme insolite, symétrique, le biface a été érigé en symbole de cette phase ancienne de la Préhistoire et la notion de fossile directeur lui a été appliquée de manière plus ou moins forte, ce qui a conduit à définir des assemblages acheuléens, par sa seule présence **(figure 1)**, sur presque tous les continents et sur une période chronologique douteusement longue. Ainsi, on peut opposer à cette apparente simplicité d'identification culturelle, la découverte de bifaces dans

1 Généralement attribué de la fin du Pléistocène ancien au début du Pléistocène moyen.

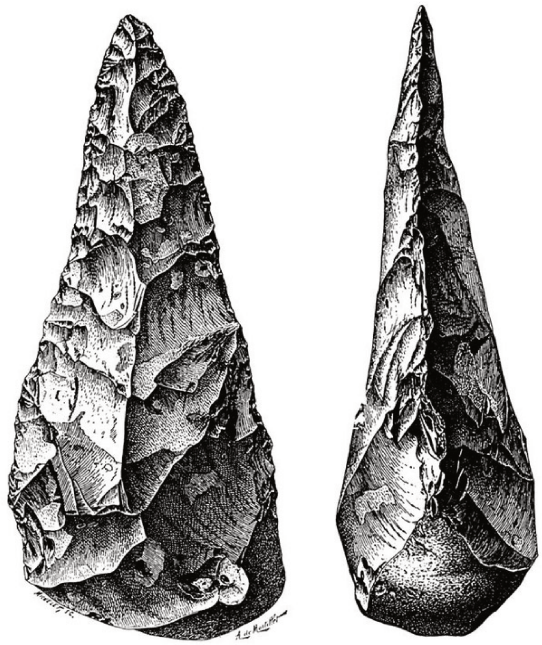


Figure 1. Dessin d'un biface en silex de Saint-Acheul (Somme, France) de G. de Mortillet.

des séries du Paléolithique moyen ou même le fait que les ébauches de haches néolithiques soient typologiquement des bifaces. Ces observations rendent ainsi obsolète la notion de fossile directeur. Il reste que c'est à travers cet outil symbole que la période va être décrite, d'un point de vue évolutionniste, par la typologie. Ainsi, plusieurs « phases », vont être caractérisées et l'Acheuléen sera « *ancien* », « *moyen* » « *supérieur* » et dans certains cas « *évolué* » (Bordes 1961; Bordes 1984).

Cette méthode de classification plus que nécessaire en ces premiers temps d'analyse des données de la Préhistoire, est sous-tendue par des jugements de valeurs très présents à l'époque, qui soulignent un caractère « primitif » pour les premiers moments de la période et qui confèrent des notions « d'esthétisme » aux phases les plus récentes donc plus évoluées car plus proches de nous.

« *1° Un Acheuléen ancien constitué par des limandes épaisses et des bifaces lancéolés assez grossiers.*
2° Un Acheuléen moyen avec pièces ovoïdes ou limandes à base tranchante et grands bifaces cordiformes plus évolués.
3° Un Acheuléen supérieur avec beaux bifaces lancéolés et cordiformes et petites limandes.
En général, ce dernier outillage est très soigné et la finesse de certaines pièces dénote une grande habileté de la part des ouvriers. » (Pottier 1938, p. 69).

Cette classification sera formalisée par l'Abbé Breuil (Breuil et Kelley 1954). Elle reste en vigueur encore aujourd'hui et parait parfois difficile à appliquer à la réalité de variabilité des assemblages. On voit donc apparaître d'autres qualificatifs : « *acheuléen moyen archaïque* », « *acheuléen classique* », « *acheuléen*

méridional » (Bordes 1984; Turq 2000). Ce foisonnement de types d'acheuléens tient surtout à l'outil d'analyse utilisé pour la classification : la typologie. Outil de différenciation physique des outils préhistoriques, la typologie est devenue inopérante *«lorsqu'il a fallu donner un sens aux différences »* (Boëda 2013, p. 28). En effet, comment comprendre l'évolution d'un outil sans en connaître les propriétés techniques et son devenir fonctionnel ? La typologie, en nommant souvent les objets retouchés par analogie avec des outils contemporains, s'est limitée à une vision minimaliste, à l'échelle de l'objet voire de la morphologie de l'objet, sans prendre en compte le contexte technique global dans lequel ces outils ont été pensés, fabriqués et utilisés. Peut-on affirmer qu'un biface lancéolé est un outil fonctionnellement différent d'un biface amygdaloïde sans analyser la structuration technique globale de ceux-ci en rapport avec leur contexte global ? Si elle reste un outil nécessaire de sériation, la typologie n'est pas le moyen adéquat pour définir ou comprendre une période chrono-culturelle et plus globalement les comportements et les choix des artisans préhistoriques.

1.1.1.2. L'Acheuléen : phénomène unique ? La théorie évolutionniste/diffusionniste

Les accumulations sémantiques et les limites de l'outil typologique ont confronté les chercheurs à des impasses scientifiques et intellectuelles dès les balbutiements de la notion d'Acheuléen (Nicoud 2011). A travers la lecture des différentes études, deux scénarios d'évolutions se dessinent. Le premier considère l'Acheuléen, à la lecture des productions lithiques, comme un phénomène global et unique. Il s'inscrit dans une continuité technique depuis un point de départ plutôt africain (Carbonell *et al.* 2001) qui diffuse suivant plusieurs itinéraires géographiques des concepts communs : c'est la théorie du « *Out of Africa* » qui est appliquée aux objets à travers le filtre d'une théorie de peuplement des continents. Afin de se détacher d'un vocabulaire trop ancré géographiquement (l'Acheuléen, éponyme de Saint-Acheul dans la Somme devient difficile à transposer dans d'autres lieux et surtout dans d'autres continents), G. Clark créé une définition d'ordre plus technologique, qu'il veut applicable à toutes les industries sans distinction chronologique (Clark 1969). Il définit ainsi des modes techniques pour désigner les types de production des assemblages. Le *mode 1* désigne les industries sur éclats, le *mode 2* les industries à outils façonnés, le *mode 3* celles à débitage varié, le *mode 4* qualifie les industries à débitage laminaire et le *mode 5* fait référence aux industries à microlithes. Malgré une présentation en parallèle des grandes divisions chronologiques de la Préhistoire, le but de G. Clark est de se défaire des frontières établies pour revenir à l'objet **(tableau 1)**.
Cette nouvelle définition, qui se veut plus pratique, va engendrer dans la littérature contemporaine une traduction différente de celle voulue par l'auteur, qui est éminemment chronologique et va ainsi rapidement trouver ses limites notamment parce que, comme la définition princeps le rendait possible, plusieurs modes peuvent coexister au sein d'un même assemblage (Schick et Clark 2003).

Dominant lithic technologies	Conventional divisions of the Older Stone Age (éd.1969) Temporal divisions (éd.1977)
Mode 5: Microlithic components of composite artefacts	Mesolithic
Mode 4: Punch-struck blades with steep touch	Upper Palaeolithic
Mode 3: Flake tools from prepared cores	Middle Palaeolithic
Mode 2: Bifacially flaked hand-axes	Lower Palaeolithic
Mode 1 Chopper-tools and flakes	

Tableau 1. Tableau des modes techniques de G. Clark.

Or rapidement, les modes ont acquis de réels sens chronologiques suivant les auteurs et deviennent synonyme de périodes chrono-culturelles. Par exemple, le *mode 2* équivaut à l'Acheuléen d'Europe (Carbonell *et al.* 2001) et le *mode 3* au Moustérien à débitage Levallois en Grande Bretagne (Foley et Lahr 1997; Wymer 1999). Dans les théories des modèles de peuplement, ces modes technologiques s'appliquent bientôt à des groupes de population et le bagage technique qu'elles sont censées véhiculer devient également le moteur de leur déplacement, suivant un scénario toujours évolutionniste et diffusionniste. Ainsi, selon certains auteurs, les populations de *mode 1*, n'acceptant pas la technologie des populations de *mode 2,* sont forcées de quitter le continent africain et diffusent ainsi leur technique au Levant (Carbonell *et al.* 2010) Désormais, le système de G. Clark, qui écrivait « *To ask where the hand-axe was invented and what regions witnessed the first appearence of differents stages in its evolution is not particulary meaningfull* »[2], a été vidé et détourné à jamais de cette fonction première, pour être mis au service d'une évolution chronologique et linéaire des techniques. C'est devenu un outil obsolète et inopérant pour définir les séries et les grandes tendances techniques de la Préhistoire.

1.1.1.3. L'Acheuléen : phénomène multiple ? La théorie de la réinvention

Dans des études plus récentes, la possibilité d'émergence de foyers multiples de différentes technologies bifaciales est avancée. Elles apportent un regard neuf sur la théorie de « *l'Out of Africa* », interrogent la possibilité même de ce trajet et la définition de l'évolution de l'Acheuléen qui en découle (Nicoud 2011; Chevrier 2012). A travers les études techno-fonctionnelles des pièces façonnées et des débitages de plusieurs séries archéologiques, sont décomposées les évolutions structurelles et technologiques de l'outillage acheuléen. Il en ressort que ces évolutions ne suivent pas un chemin graduel et parallèle à la chronologie. Cela souligne l'idée que

2 « *Demander où le biface a été inventé et quelles régions ont été témoins de la première apparition des différentes étapes de son évolution, n'a pas vraiment de sens* » (Clark 1977, p. 30)

l'histoire technique se construit indépendamment de la géographie et du temps. Tout en concluant que le changement de terminologie pour l'Acheuléen reste nécessaire mais impossible à l'heure actuelle, les auteurs de ces études arrivent à définir des comportements techniques structurellement plus complexes qu'on ne le croyait (différenciation pièce bifaciale outil/pièce bifaciale support d'outil qui discrimine certaines périodes ou certaines zones géographiques (Nicoud 2011) ; concrétisation de certains type de pièces bifaciales (Chevrier 2012) ; interrelation du façonnage avec le débitage (Soriano 2000; Rocca 2013). La diversité des ensembles dit « acheuléens », la rareté des sites bien documentés/stratifiés et la difficulté de dater selon des méthodes absolues les sites, nous empêchent pour le moment d'avoir une restitution précise de ce qu'est l'Acheuléen et de sa chronologie aussi bien pour l'Europe que pour les autres pays. Les résultats confirment cependant des éléments de différenciation dans la grande famille des bifaces, notamment par la définition de deux structures différentes : les pièces bifaciales supports d'outils, qui regroupent sur une même pièce plusieurs fonctionnalités et les pièces bifaciales outils, qui, souvent accompagnées d'un panel d'outils sur éclat, sont des objet dit concrets[3], avec une idée précise de sa fonction dès sa mise en forme (Nicoud 2011). Pour l'Europe comme pour l'Afrique le premier concept semble apparaître avant le deuxième.

En analysant la structure de plusieurs centaines de bifaces, en utilisant des sites bien calés dans la chronologie, E. Nicoud parvient à démontrer qu'une réinvention de la pièce bifaciale est envisageable. L'entité à priori tangible du biface, serait donc plutôt l'expression de plusieurs inventions ou réinventions d'un même concept technique. Si on le considère du point de vue de l'histoire des techniques, il y aurait donc plusieurs conceptions d'outils bifaciaux possibles, au sein de l'Acheuléen.

Un tel concept est-il envisageable ? Peut-on raisonnablement imaginer que le biface devenu un « *iconic symbol*[4] » (Gowlett 2011, p. 94) a pu être inventé plus d'une fois ?

Dans la mesure où, pour produire des outils tranchants à partir de matières minérales taillées, il n'y a que deux méthodes possibles : le façonnage ou le débitage, alors la probabilité devient effectivement très forte. Si on s'interroge sur la forme particulière de ces objets et sur la récurrence de la pointe, on note le besoin prégnant d'un tranchant plus aigu à un endroit de la pièce. Or la convergence des bords qui est liée à l'ergonomie et la cinématique de l'outil, entraîne *de facto* un amincissement de la zone travaillée et permet d'obtenir le tranchant recherché. Si on considère le point de vue de foyers multiples d'invention ou de réinvention des

3 Selon la définition de Gilbert Simondon, l'objet technique concret est un objet dont « *aucune des parties ne peut être complètement séparée des autres sans perdre son sens* », chaque partie qui le compose est en synergie avec les autres ; à l'inverse de l'objet technique abstrait, dont les différentes parties sont additionnées et peuvent remplir des fonctions différentes au sein d'une même structure. (Simondon 1989)

4 « Symbole emblématique »

La pièce bifaciale support d'outil

C'est une pièce à deux faces et dont le pourtour va être aménagé en plusieurs outils. Le plus souvent fait à partir d'éclats plano/convexes, la transformation est faite *a posteriori*. La morphologie finale de la pièce n'est pas le résultat d'une volonté précise, mais plutôt des réaffutages des différentes parties actives. (Boëda 1997)

« *La pièce bifaciale considérée comme un support d'outils est potentiellement capable de recevoir «x» nombre d'outils sur sa périphérie et, éventuellement, des réaffûtages successifs en différents endroits. […] la pièce bifaciale doit alors posséder certains critères techniques qui, combinés entre eux, vont permettre ces aménagements. […] le schéma de façonnage produit des pièces bifaciales qui joueront le rôle de supports prédéterminés aux dépens duquel seront réalisés un ou plusieurs outils […]. Mais surtout, ces supports sont aussi prédéterminés par leur structure pour la durée du fonctionnement de l'outil : plusieurs affûtages pourront être réalisés.*» (*Ibid.*, p. 71). Cet outil a une structure abstraite « *constituée d'éléments juxtaposés, c'est une solution composite* » (Ibid., p. 31).

La pièce bifaciale outil

C'est une pièce qui est « pensée » dès l'acquisition du support et dont le façonnage tend toujours vers la forme voulue au départ. Les deux faces, la périphérie et le volume sont traités de manière égale et participent pleinement à produire l'outil désiré que l'on pourra réaffûter sans transformer autre chose que sa taille. (Boëda 1997) « *[…] la morphologie de la pièce est étroitement liée à sa fonctionnalité. Les éléments qui la structurent sont intégrés dans une synergie de formes, de fonction et fonctionnement appelée hypertélique […] Archéologiquement, les pièces bifaciales « synergiques » coexistent toujours avec des outils sur éclats provenant soit d'un schéma opératoire de débitage, soit de façonnage. » (Ibid., p. 72, 73). Ici, le support, composé de tout le volume de la pièce, est l'outil : « sa fonctionnalité est inscrite dans le volume de l'objet et non uniquement dans sa périphérie ». Sa structure est concrète, c'est-à-dire qu'elle est « constituée d'éléments intégrés les uns dans les autres dans une synergie de forme, de fonction et de fonctionnement.* » (*Ibid.*, p. 31).

Le réaffûtage de ce type de pièce bifaciale implique tout le volume de la pièce, non pas seulement de la périphérie. Parfois, il est impossible ou alors nécessite de refaçonner toute la pièce de façon à recréer un volume identique. La conséquence directe est la réduction forte des dimensions de la pièce initiale, donc une possibilité limitée de réaffûtages. (Nicoud 2011)

outils, alors *« la longue période de l'Acheuléen ne doit plus être considérée comme un unique moment mais comme la succession de plusieurs […] qui présentent chacun des aspects particuliers»* (Nicoud 2011).

L'un de ces aspects particuliers qui a été mis en avant par d'autres recherches et qui sert souvent à différencier des moments de l'Acheuléen, est le changement de technique de percussion. Les premiers témoignages de ce changement ont été découverts en Afrique de l'Est dans le milieu des années 1980 et sont datés à environ -700 000 ans.

1.1.2. L'Acheuléen africain : une caractérisation basée sur un antagonisme

1.1.2.1. Les caractéristiques technologiques

Tantôt désigné comme un *« paradigme confus »* (*Ibid.*, p. 39) ou encore une *« définition impossible »* (Tuffreau 2004, p. 27), l'Acheuléen est pour l'Afrique, LE terme assigné aux sites à bifaces compris entre 1,7 MA et 300 000 ans. Il est bien entendu directement influencé par les études européennes. Comme pour le continent européen, il est considéré comme une des premières cultures à l'intérieur de la période appelée Early Stone Age (ESA), terme préférentiellement utilisé pour le continent africain plutôt que celui de Paléolithique inférieur. Dès 1983, M. Locko s'interroge cependant sur *« la pertinence et la validité du terme acheuléen, […] appliqué à des industries de Saint-Acheul, en réalité postérieures à celles d'Afrique »* (Locko 1984). Pourtant, sous l'impulsion de plusieurs découvertes de bifaces ou de sites « à biface » sur le continent africain, la diversité caractéristique de cette notion acheuléenne va voir émerger un nouveau type : l'**Acheuléen africain**.
D'un point de vue globlal, il existe peu de sites acheuléens identifiés et répertoriés au regard de l'étendue du continent africain. Ce biais peut s'expliquer en partie par la présence de grandes zones désertiques, de forêts denses ou de zones de conflits qui rendent les terrains difficilement accessibles. Cependant, il semble surtout que les recherches sur l'Acheuléen aient connus un ralentissement à partir des années 1990.

Peu d'études ont été faites dans le but affirmé d'apporter une définition de l'Acheuléen africain. Les sites utilisés le plus régulièrement dans les publications et comparables d'un point de vue chronostratigraphique sont essentiellement localisés en Afrique de l'Est, même si l'Afrique du Sud en compte un nombre non négligeable. Il s'agit principalement de Melka Kunturé en Éthiopie, Isenya et Olorgesailie au Kenya et Olduvai en Tanzanie.
La comparaison des différents résultats des études de ces sites a permis à J. Chavaillon de proposer une définition spécifique à l'Acheuléen africain, dans le

dictionnaire de la Préhistoire dans le Monde, où il est précisé que celui-ci serait caractérisé par la présence de bifaces, de hachereaux, de racloirs, de denticulés et de polyèdres (Chavaillon 1992).

Dans les premiers temps des découvertes archéologiques préhistoriques de l'Afrique, l'enregistrement stratigraphique exceptionnel du site d'Olduvai (Tanzanie) a permis à M.D. Leakey de proposer, sur la base des travaux précurseurs de M.R. Kleindienst (Kleindienst 1962), une détermination des techno-complexes du début du Paléolithique basée sur la classification typologique directement inspirée des travaux de Bordes, en y ajoutant des classes de représentation quantitative des outils (Leakey 1971). L'Oldowayen et l'Acheuléen ont ainsi été défini en même temps, par comparaison de la composition de leurs assemblages respectifs supposés et des pourcentages des différentes catégories d'outils. Les deux auteures ont proposé des divisions « culturelles » appelé Oldowayen, Oldowayen développé A, B et C et Acheuléen (qui doit comporter au moins 40% de bifaces au sein de la série pour être défini comme tel). Ainsi, la coexistence de sites Oldowayen développé C et Acheuléen (différenciés entre autres par le nombre de bifaces) au sein de la même période ou d'une même unité stratigraphique, se justifie pour M.D. Leakey par l'expression de différents groupes possédant des traditions techniques distinctes.
Si la définition de l'Oldowayen et son outillage lourd sans biface est bien adoptée par la communauté scientifique, la méthode d'analyse ainsi que la définition de l'« Oldowayen développé » et ses multiples faciès avec ou sans bifaces se sont rapidement révélés inopérants. Le terme a largement été discuté et finalement abandonné au profit de l'Acheuléen. Le consensus sera accepté par la communauté de chercheurs et le terme d'« Oldowayen développé » va finalement disparaître (Stiles 1979). Par ailleurs, les méthodes d'analyse des assemblages se concentrent à partir de ce moment, plus sur les caractéristiques techniques des outils et offrent de nouvelles perspectives. L'expérimentation et l'approche technologique des bifaces d'Olduvai (Jones 1994), suggèrent en effet que l'« Oldowayen développé » ne serait qu'un faciès de l'Acheuléen, c'est-à-dire que les deux industries seraient fabriquées par les mêmes groupes mais que les sites auraient une fonctionnalité différente.
Les termes Oldowayen et Acheuléen ont été préservés, malgré leurs imperfections et leur histoire chargée de sens divers.

Ainsi l'Acheuléen africain est devenu une entité à part entière, caractérisée par deux fossiles directeurs, le biface (Gowlett 2011) et le hachereau **(figure 2)**, dont certains n'hésitent pas à faire *« un outil africain »* (Chavaillon 1992). Ces deux fossiles directeurs sont parfois rejoints par un troisième outil réalisé par piquetage : la bola **(figure 3)**.
Ces grands outils ont la particularité d'être façonnés sur des éclats-supports prédéterminés de très grandes dimensions, à l'exception bien sûr, des bolas qui seraient issues de la chaîne opératoire des polyèdres (Roche et Texier 1991). Cette normalisation des éclats supports est peut être la caractéristique la plus récurrente dans l'Acheuléen africain (Mourre et Colonge 2010). La raison est expliquée selon certains auteurs par la nature de la matière première (Villa


10cm
0

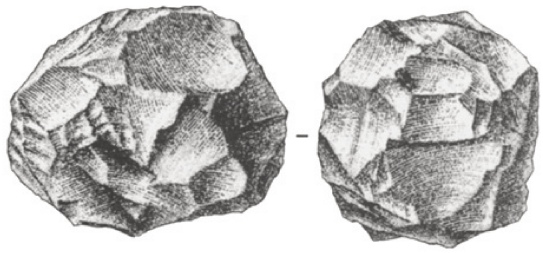
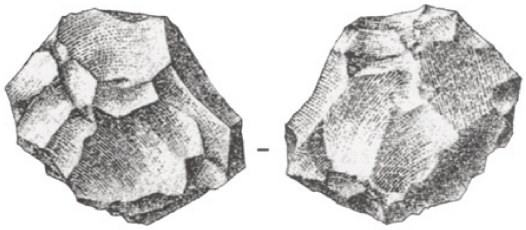


Figure 2 (page précédente). Exemple de hachereau provenant du site de Garba 1b et de pièces bifaciales issues du site DE89 d'Olorgesailie. Photos S. Clément.



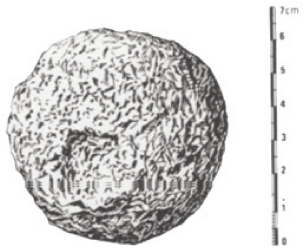


Figure 3. Dessins de polyèdres et d'une bola, du site d'Isenya. Roche et al. 1988b.

1981; Mourre 2003; Sharon 2008). Produire des grands éclats, de surcroît des éclats Kombewa est le moyen d'arriver au plus près du volume pressenti pour la réalisation de la pièce bifaciale. Cela revient à ajuster le schème de réalisation par rapport aux contraintes des matières premières tenaces et grenues. Si tel est bien le cas, ce schème doit être en rapport avec les techniques de façonnage en vigueur à ces moments précis.

Ces grands outils façonnés sont plus largement nommés « Large Cutting Tools[5] » (LCT) dans la littérature anglo-saxonne, terme assez récent qui comporte un sens plus technologique. Leur présence au sein des assemblages est devenue d'ailleurs selon certains auteurs, un critère de détermination de ce qui est « Acheuléen ».

"We consider an assemblage to represent the early Acheulean technology when the following attributes are present: the production of large flake blanks (>10 cm and frequently exceeding - 20 cm) and modification of these large blanks and similar-sized cobbles into tools with some degree of shape consistency to typologically qualify as picks, handaxes, and cleavers»[6]. (Beyene *et al.* 2013, p. 1587)

5 Le terme LCT regroupe parfois, selon les auteurs, toutes les terminologies typologiques des grandes pièces façonnées, dont le hachereau (Noll 2000) et englobe parfois également les grands éclats supports bruts qui participent de leur chaîne opératoire (Gallotti *et al.* 2010).

6 *« Nous considérons un assemblage représentatif de la technologie de l'Acheuléen ancien, lorsque les attributs suivant sont représentés : une production de larges éclats bruts (>10 cm et excédant souvent 20 cm) et une modification de ces supports et blocs de mêmes dimensions en outils composés d'un tranchant que l'on peut qualifier de pics, bifaces ou hachereaux, au sens typologique ».*

Ce critère, déjà souligné par M.D. Leakey en 1971, peut même devenir gage d'Acheuléen africain. Ainsi, les hachereaux de la péninsule ibérique ou du sud de la France sont considérés comme étant d'influence africaine (Santonja et Villa 2006; Santonja et Pérez-González 2010) tout comme les grands outils sur éclats, dont les hachereaux de Gesher Benot Ya'akov (Goren-Inbar et Saragusti 1996). Cela permet de soutenir par la même occasion, la théorie de la « sortie d'Afrique » par le Proche-Orient des représentants d'*Homo erectus*. Cette théorie a été développée jusqu'à créer une nouvelle entité spatio-temporelle nommée *« Large Flake Acheulian »* (LFA) (Sharon 2010), qui apparaîtrait il y a environ 1 MA en Afrique de l'Est et s'étendrait à l'Afrique du Nord, la péninsule Ibérique, le Proche-Orient et l'Inde. Mais cette apparente unité, qui aurait pu remplacer le terme inapproprié d'Acheuléen, se base uniquement sur la similarité des supports de certains des outils typologiquement classés en tant que bifaces ou hachereaux. Peut-on rendre identiques des objets ayant uniquement le même support (et peut être pas la même fonction !) ? Ce terme ne nous semble pas plus satisfaisant que le terme global d'Acheuléen africain, car il aurait pour conséquence de limiter la variabilité technique qui existe à cette période, d'induire des théories de diffusion des peuplements qui amèneraient aux mêmes écueils que l'utilisation des modes de G. Clark et de se limiter à *« une échelle particulière en oubliant les autres »* (Chevrier 2012, p. 759).

Soumis, comme toute les périodes de la Préhistoire, au paradigme de *« l'identité culturelle »* et à *« la relation intime entre objet matériel et culture »* (Zammit 2007, p. 289), l'Acheuléen africain est donc perçu comme une période chrono-culturelle. Par-dessus cet imbroglio, une notion évolutionniste inhérente à l'étude des périodes anciennes, amène les préhistoriens a également le diviser en trois stades, à l'image des divisions appliquées pour les périodes de la Préhistoire en France dès le début du XIXème siècle (Chavaillon 1992) :

- **Inférieur** : avec un matériel oldowayen encore très présent, des bifaces et hachereaux épais façonnés sur galets.
- **Moyen** : bifaces ovales ou cordiformes, souvent sur éclats, pièces sur galets et éclats retouchés divers.
- **Supérieur** : bifaces et hachereaux sur éclats très « plat », ovale ou elliptique et de petit outillage sur éclats.

Parfois, comme à Melka Kunturé, l'Acheuléen final est évoqué, mais avec des productions de type Levallois qui peinent à le distinguer formellement des techno-complexes du Middle Stone Age (MSA). On peut même parfois lire que des sites sont rattachés à un Acheuléen terminal comme celui d'Amanzi en Afrique du Sud (Deacon 1970; Roche 1999). Directement inspiré de la typologie de F. Bordes, ces dénominations portent des notions fortes d'évolution de «l'archaïque » vers « l'évolué » (Bordes 1961). Dans la littérature plus récente (Gallay (ed.) 1999, Noll 2000, Soressi et Dibble 2003, Beyene *et al.* 2013, de la Torre *et al.* 2014), il semble que ces divisions classiques aient laissé place à un antagonisme plus général : un Acheuléen ancien représenté par des bifaces larges, peu symétriques, fait sur des supports épais et une panoplie persistante dite « oldowayenne », face

à un Acheuléen plus récent – encore qualifié parfois de « moyen », « évolué » ou « final » - composé de bifaces plus raffinés, préférentiellement sur éclats larges, peu retouchés mais aussi d'éclats retouchés (ce qui faisait également partie des critères de différenciation de l'Oldowayen développé et de l'Acheuléen).

Si le biface distingue l'Acheuléen africain des autres périodes qui n'en ont pas produits, comme l'Oldowayen qui le précède, ou le MSA qui lui succède et qui dans sa définition princeps n'en compterait pas non plus (Goodwin et Van Riet Low 1929), on peut aussi parfois rencontrer des assemblages contemporains sans biface.

« In one of the many Acheulean paradoxes hand-axes themselves are seen to be both common and rare[7] *»* (Gowlett 2011, p. 99)

Tout comme pour l'Europe (Ashton *et al.* 1994), c'est la thèse de la différence fonctionnelle du site qui entre alors en jeu pour justifier l'appartenance d'une série sans biface à l'Acheuléen.

Il semble donc que l'Acheuléen africain soit aujourd'hui divisé en deux parties : une première partie avec des productions décrites comme plus ou moins grossières et une deuxième partie représentée par des objets d'aspect plus évolué. Cependant, d'autres critères, plus fugaces au regard du nombre de sites évoqués, définissent également cette période.

1.1.2.2. Les fabricants, les modes de vie et la maîtrise du milieu

Les sites bien conservés de l'Afrique de l'Est et la considération de l'Acheuléen comme une culture (Tuffreau 2004) ou, par raccourci sémantique, une civilisation (Roche 1989) ont conduit à l'analyse de plusieurs autres aspects des occupations de ce techno-complexe, notamment sur la fonctionnalité des sites qui semblent se complexifier par rapport aux périodes précédentes (Chavaillon *et al.* 1978). Il faut d'abord souligner que si *Homo habilis* était considéré jusque récemment comme le premier fabriquant des outils en pierre et donc, l'artisan des premières industries oldowayennes, l'Acheuléen est attribué, un peu par défaut, à l'unique espèce *Homo erectus*, renforçant l'idée d'une culture qui serait propre à un type d'individu (avec tout ce que cela peut impliquer). Ce lien direct avec l'évolution de la lignée *Homo* et les capacités de cognition prétendues pour chacun de ces fossiles homininés, vont parfois être mis en relation avec les capacités techniques de ces fabricants et vont conférer aux industries lithiques et aux techniques employées, une fois encore, des caractères évolutifs. De même,

7 « Faisant parti d'un des nombreux paradoxes de l'Acheuléen, les bifaces eux-mêmes sont à la fois perçus comme communs et rares ».

les hypothèses sur la fonctionnalité des sites et l'adaptation au milieu vont souvent être mises en exergue selon l'espèce concernée.
Ainsi, M.D. Leakey, lorsqu'elle propose la théorie du *« Home base »* (Leakey 1971) pour expliquer l'organisation spatiale des sites oldowayens et leur « fonctionnalité », sur la base d'observations ethnologiques des chasseurs-cueilleurs modernes, insiste sur la différenciation entre *Homo habilis* - déjà un peu « de la famille » - et les singes. Des activités de boucherie décelées sur les sites d'Olorgesailie et d'Isimila (Kenya), renforceront ces idées de comportements « humains ». Le terme de *Home base* sera repris pour la désignation des sites acheuléens qui présentent une plus grande diversité et aussi une relation moins dépendante mais toujours forte avec les matières premières et la fabrication de bifaces. Sur la base de ses travaux à Koobi Fora, dans l'Est Turkana, Kenya, G. Isaac, très impliqué dans les questions de subsistance des groupes préhistoriques, propose trois types d'occupations possibles **(figure 4)**. Le type A, est le lieu de production d'outils, à proximité ou non des sources de matières premières, le type B est composé de vestiges lithiques et de restes osseux d'un seul spécimen, interprété comme un site d'exploitation de carcasses et le type C comporte des vestiges lithiques ainsi que des restes de plusieurs espèces animales, interprétés comme des camps de base, de la même manière que les sites de chasseurs-cueilleurs plus récent.

Ces trois types de sites sont considérés comme typiques des occupations acheuléennes, car synonyme d'une acquisition de chaînes opératoires plus complexes. Une plus grande maîtrise de l'environnement semble donc être un changement majeur par rapport à la période précédente. Par exemple, le Bed III d'Olduvai a livré un site d'extraction de sel, apparemment acquis par évaporation (Leakey et Roe (eds.) 1994). De même, les stratégies de prédation (par chasse ou charognage), évaluées par l'enregistrement des restes fauniques au sein des assemblages, semblent bien assimilées. Par ailleurs, les artisans

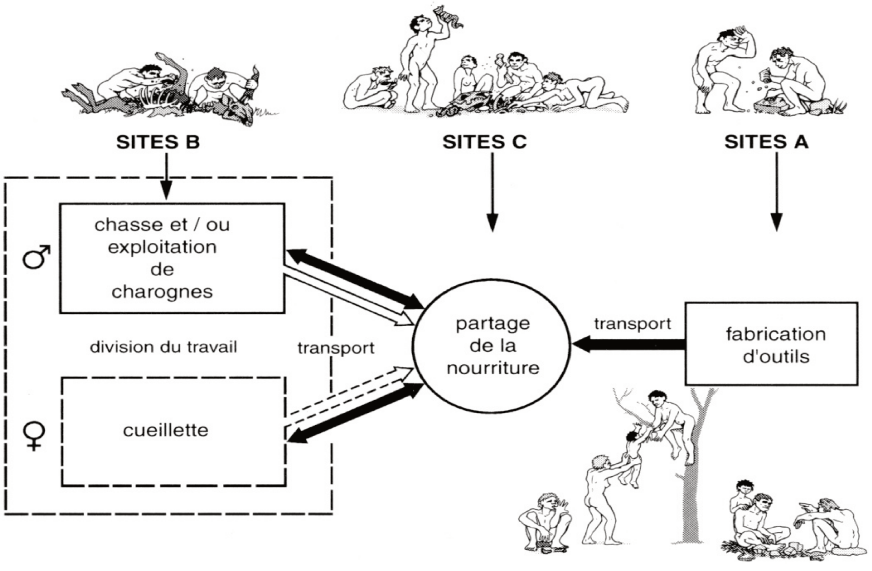


Figure 4. Représentation de la théorie du Homebase, d'après Gallay, 1999.

de l'Acheuléen étaient moins dépendants des sources de matière première que leurs prédécesseurs, démontrant une anticipation des besoins, particulièrement aux alentours de 1 MA (Feblot-Augustins 1997), tout en ayant une plus grande exigence dans la qualité des matériaux sélectionnés.
Enfin, la récurrence de la localisation des sites près de sources d'eau, soit sur des petits cours d'eau pérennes ou temporaires (Isenya, Olorgesailie, Melka Kunturé), soit en marge de lacs (Lagano, Olorgesailie, East et West Turkana) semble marquer une différence avec les occupations plus anciennes selon plusieurs auteurs (Chavaillon 1992; Roche 1989; Gallay (ed.) 1999). Il semble donc que la définition de l'Acheuléen africain se soit aussi construite par comparaison voire en opposition à l'Oldowayen, tant dans la composition des assemblages que dans le mode d'utilisation de l'espace et de l'organisation des activités.

La théorie du « Home base »
Cela met en avant l'utilisation d'un site principal, point névralgique du groupe d'où partent et reviennent tous les jours les différents membres, où la nourriture est partagée et les outils ou la matière première acheminée. Cette théorie met également en avant la division sexuelle du travail. Ce modèle, renommé « central place foraging » par G. Isaac (Glynn L. Isaac 1984; Glynn Llywelyn Isaac (ed.) 1997), a été fortement contesté par L.R. Binford (Binford 1980). L'hypothèse la plus récente, développée par R. Potts, est celle des *« multiple place foraging »* (Potts 1994), qui expliquent la formation des sites du Bed I autour d'accumulations ou de *« caches »* de pierres. Il considère celle-ci comme des réserves de matières premières ou des zones de fabrication d'outils en vue de traiter dans un second temps, les carcasses ramenées sur site. Cette théorie, qui abandonne définitivement l'idée de division sexuelle du travail, comprend l'occupation successive d'un même site et a été adoptée et confirmée par plusieurs chercheurs (Gallay (ed.) 1999; Harmand 2005).

Le site d'Olorgesailie

Situé à environ 60 km au sud ouest de la capitale du Kenya, Nairobi, Olorgesailie est un complexe de sites stratifiés, découverts et fouillés par L.S.B. Leakey en 1943, puis par G. L. Isaac dans les années 60/70 et enfin repris dans les années 80 par une équipe du Smithsonian Institute dirigé par Rick Potts. La formation d'Olorgesailie est composée de 80 m de sédiments lacustres, fluviaux, de plaines d'inondations et de couches volcaniques formant plusieurs unités géologiques appelées membres, très bien conservés, datés entre 1.2 Ma et 0.2 Ma. Ce complexe de sites est caractérisé par un nombre très élevé de vestiges désignés sous le terme LCT et représente une référence dans la détermination de l'Acheuléen africain nommé par Isaac ***Acheulean Industrial Complex of eastern africa*** (*Ibid.*, p. 213). Nous avons pu étudier les sites nommés DE89 A, DE 89 B, Mid Site et Meng, qui sont tous localisés dans le membre 6/7s, daté à 0.9 Ma ($^{40}Ar/^{39}Ar$) **(figure 5)**.

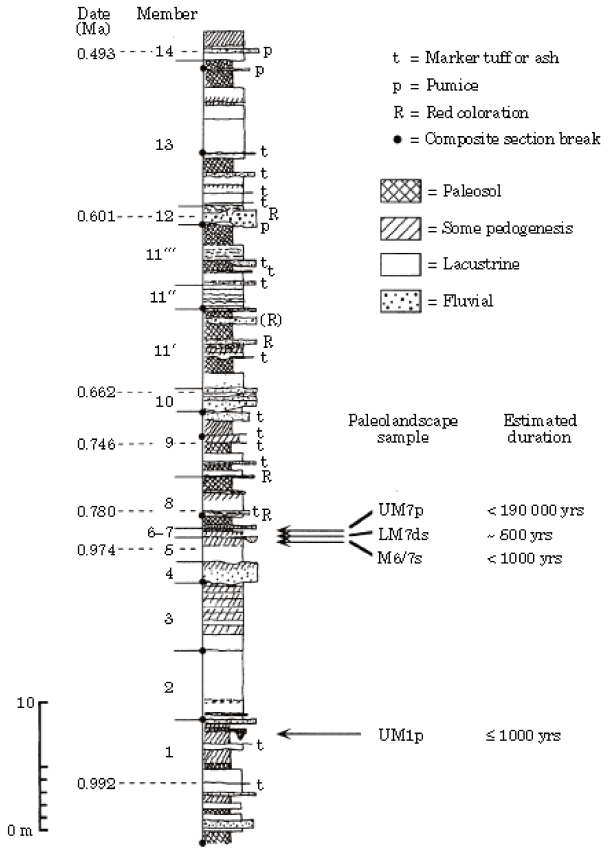


Figure 5. Synthèse de la stratigraphie d'Olorgesailie, in Potts et al. 1999.

1.1.2.3. Une rupture morphologique des bifaces dans l'Acheuléen : un constat récurrent

Glynn Isaac : la fonctionnalité du biface et du site

Dans cette entité acheuléenne africaine réelle ou supposée, mais qui constitue le cadre de nombreuses études, on décèle une récurrence dans la description des assemblages. L'Acheuléen africain est ainsi considéré comme composé de deux parties : une « archaïque », et une seconde appelée « évoluée ». Cette différence est mise en exergue par la variabilité exceptionnelle des pièces bifaciales que l'on peut rencontrer (**annexe 1**). Les différences de formes, de « types », dans cette catégorie d'objets a soulevé l'intérêt des préhistoriens depuis de nombreuses années. La typologie a clairement illustré cette variabilité, d'abord dans celle établie par F. Bordes (Bordes 1961), où le biface compte 13 types et 48 sous-types, tandis que la publication d' « *Objets de pierre taillée* » (Brézillon 1968), en

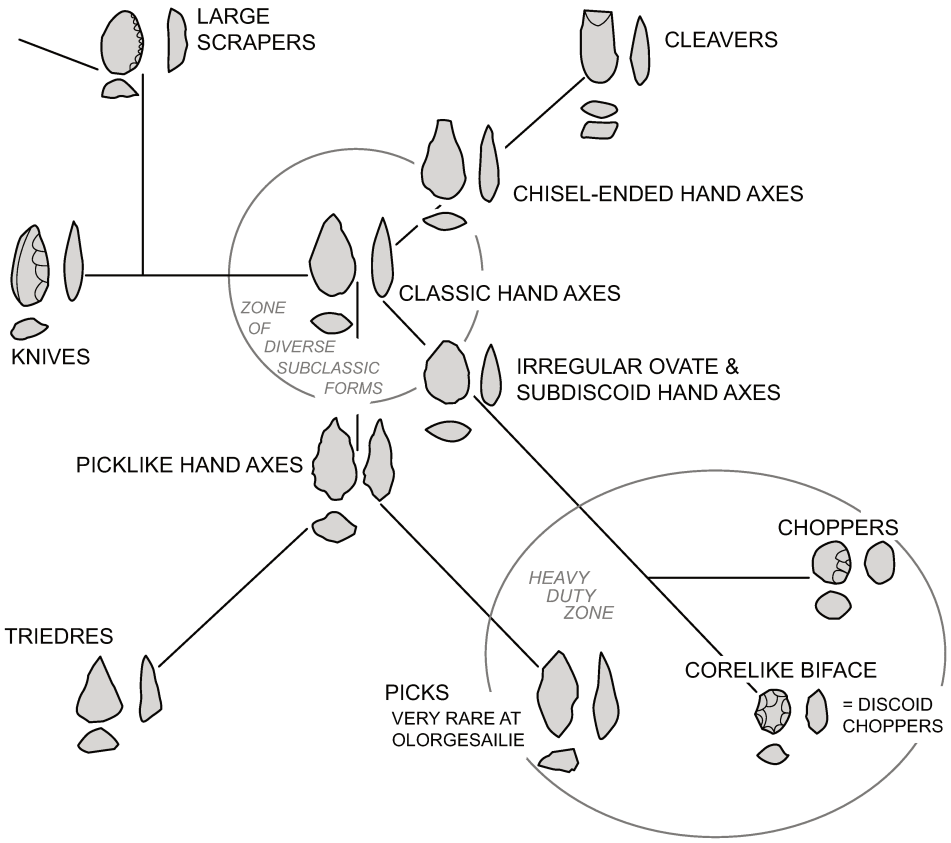


Figure 6. Diagramme illustrant le concept de différentes catégories d'outils larges formant des groupes au sein d'un champ de gradients morphologiques. D'après Isaac, 1977

compte pas moins de 52 !... Alors comment expliquer cette opposition archaïque/évoluée. Est-ce l'expression d'une évolution technique « naturelle » de l'objet ? Ou son origine est-elle davantage liée à sa fonction ?
Le continent africain n'échappe pas à cette spécificité et la variabilité dans le façonnage est soulevée par G. Isaac, qui, pour tenter d'aller au-delà de la typologie dont il souligne déjà les limites, l'étudie à travers la morphologie des bifaces du site d'Olorgesailie (Isaac 1977).

Grâce à des prises de mesures systématiques sur les bifaces (longueur, largeur, épaisseur, nombre d'enlèvements sur les faces, etc.) et les différents rapports qu'il a pu établir dans les proportions des pièces, il créé des catégories par type de pièces bifaciales. Selon lui, il existe un continuum dans cette variabilité, qui tend toujours vers le « biface classique ». Autour de celui-ci s'organisent différentes « zones », qui ne sont que des gradations transitionnelles **(figure 6)**. Il ajoute que c'est la catégorie des « bifaces classiques » qui montre le plus haut degré de standardisation. La césure entre l'Acheuléen ancien et l'Acheuléen récent est visible selon lui, surtout dans le nombre d'enlèvements sur les pièces façonnées (Isaac 1977) : les bifaces de la phase ancienne étant « robustes » avec peu d'enlèvements, tandis que ceux de la phase récente sont plus grands, avec un nombre élevé d'enlèvements et présentent une plus grande variabilité. Il conclut d'ailleurs que ce qui lui apparaît important au regard de cette étude, ce ne sont pas les divisions chronologiques qu'elle peut éventuellement éclairer, mais plutôt la variabilité de la morphologie des bifaces au regard de leur fonction et plus généralement de la fonction des sites.

Il est vrai que l'abondance de sites à bifaces dans le complexe d'Olorgesailie, en particulier DE89, interroge sur la signification et la fonction des objets ainsi abandonnés. Si aucune réponse n'a pu être apportée à travers cette sériation de la variabilité des outils bifaciaux, les travaux plus récents de l'équipe du Smithsonian Institut dirigée par R. Potts ont apporté de nouveaux éclairages à ces interrogations. D'abord les études sédimentologiques et environnementales ont confirmé que l'accumulation de ces grands outils était liée à l'activité humaine et non à un phénomène naturel (Potts, Behrensmeyer et Ditchfield 1999) et corroboré ainsi les hypothèses de Isaac selon lesquelles les hommes préhistoriques seraient venus régulièrement au même endroit pour tailler des bifaces, principalement à cause de la présence de matière première. De même des analyses morphométriques ont révélé, à l'instar de ce que G.L. Isaac avait proposé dans sa monographie, que les pièces bifaciales doivent leur variabilité entre autre, aux différentes matières premières utilisées (Noll 2000) et que ces variations morphologiques ne sont pas stylistiques mais bien fonctionnelles (*Ibid.*; Potts 2011).
Trop peu de séries africaines ont été étudiées selon un axe purement fonctionnel, principalement parce que la discipline est bien plus jeune que la plupart des séries existantes, mais aussi parce que la recherche sur l'Acheuléen africain est quasiment au point mort depuis les années 1990. Le rôle fonctionnel des outils acheuléens africains restent largement méconnu aujourd'hui. Peu d'études sur ce sujet en particulier ont été conduites et la plupart des matières premières utilisées ne se prêtent pas ou peu aux analyses tracéologiques. Néanmoins de récents

travaux sur des industries du Paléolithique moyen ou sur des matières premières grenues et tenaces ouvrent une voie nouvelle à cette discipline et ont soulevé des problématiques essentielles sur l'économie de subsistance et sur la fonction des hachereaux (Claud *et al.* 2013, Claud *et al.* 2015) qui nous laissent entrevoir de meilleures perspectives pour les études à venir sur l'Acheuléen (Taylor 2009).

Isenya : la technique de percussion et les chaînes opératoires complexes

C'est dans ce contexte de première définition et l'émergence de cet Acheuléen africain qu'une équipe française dirigée par Hélène Roche publie à la fin des années 80, les résultats d'une fouille d'un site de plein air : Isenya, au Kenya à quelques kilomètres à l'Ouest d'Olorgesailie. Plusieurs niveaux d'occupations superposés, datés à environ 700 000 ans avant notre ère, ont livré des restes fauniques et une multitude de vestiges lithiques, dont beaucoup de bifaces et de hachereaux accompagnés de différentes chaînes opératoires de débitage d'éclats. La plupart des pièces bifaciales ont été façonnées sur de grands éclats-supports en général prédéterminés. La matière première principalement utilisée pour ces objets est la phonolite de Kapiti, décrite comme étant de *« qualité médiocre »* (Roche *et al.* 1984), mais privilégiée car disponible en abondance sur place. D'autres matières premières, notamment la néphélinite d'Olorgesailie (gisement à 7 km) de meilleure

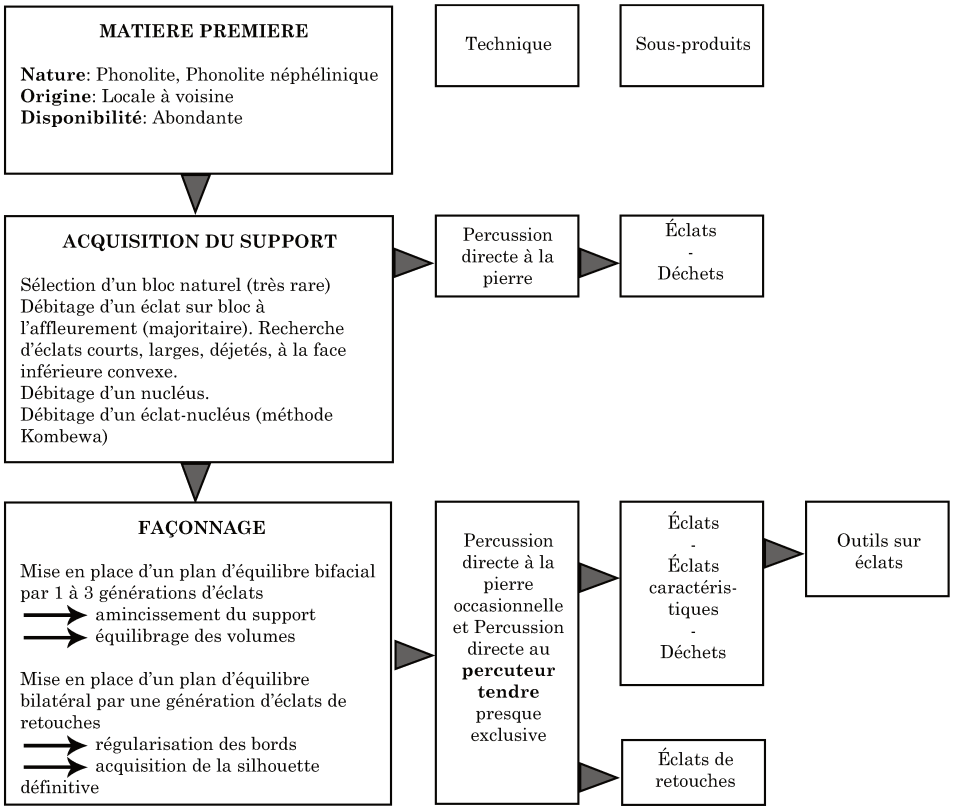


Figure 7. Schéma opératoire de la production de bifaces sur le site d'Isenya, d'après Roche et Texier 1991.

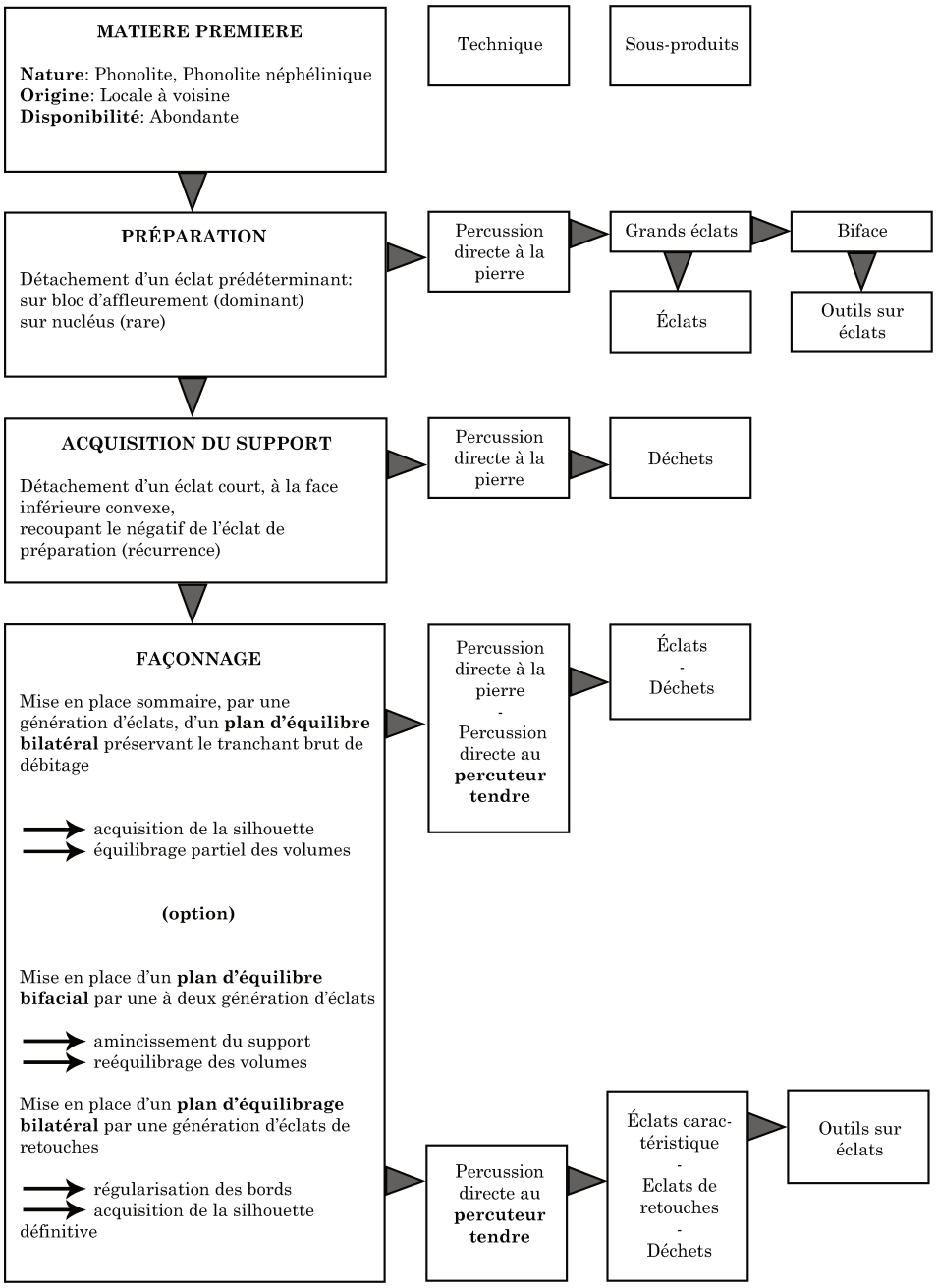


Figure 8. Schéma opératoire de la production de hachereaux sur le site d'Isenya, d'après Roche et Texier 1991.

qualité, *« a permis de produire des pièces bifaciales plus achevées »* (Roche *et al.* 1988b, p. 44). Pour déterminer les comportements techniques visibles au sein de la série, ils étudient la chaîne opératoire du façonnage de ces pièces mais aussi du débitage, à travers trois approches : les remontages, l'analyse technologique, et l'expérimentation. La chaîne opératoire des grandes pièces bifaciales est ainsi retranscrite **(figure 7)** (Roche et Texier 1991) :

- le prélèvement des supports se fait directement sur la coulée ou sur des nucléus, à l'aide de percuteurs lourds (3-4 kg), pour obtenir des éclats susceptibles de devenir des bifaces longs de 18 à 20 cm une fois terminés (éclats courts, larges, déjetés, à la face inférieure convexe).
- Mise en place d'un plan d'équilibre bifacial et bilatéral à l'aide de la percussion directe à la pierre (occasionnelle) ou au percuteur tendre.

Alors que les hachereaux ont pu être façonnés entièrement grâce à une technique de percussion appelée minérale dure **(figure 8)**, il semble que les bifaces aient été façonnés avec une technique différente : la percussion tendre organique.

Grâce à l'expérimentation, les auteurs ont pu constater que la matière comprenant de grands phénocristaux et sensible à la résonnance de l'onde de choc, réagit de façon plus contrôlée avec un percuteur en bois (buis ou élan) (Roche *et al.* 1984). L'utilisation de cette technique allonge la chaîne opératoire qui se complexifie. Partant du principe que la complexité d'une chaîne opératoire se mesure grâce au schéma conceptuel, au schéma opératoire et à la prépondérance de l'un sur l'autre, ils classent les différentes chaînes opératoires d'Isenya ainsi : le petit débitage avec un degré de complexité 0, les polyèdres, sphéroïdes, sub-sphéroïdes (PSSB) dont la chaîne opératoire devient plus complexe, les bifaces avec un degré encore plus complexe dont le schéma opérationnel s'étoffe par « allongement » et les hachereaux avec un schéma opérationnel court mais élaboré (parce qu'il y a une grande prédétermination des éclats supports, la chaîne opératoire se complexifiant ici par « raccourcissement ») et un schéma opérationnel long semblable à celui des bifaces (Roche et Texier 1995).
Ces degrés de conceptualisation différents illustrent la variabilité de concept et de technique pour une série que l'équipe rattache par convention à l'Acheuléen moyen et qui constituerait donc un changement par rapport à ce qu'on peut trouver antérieurement. C'est aussi la première fois que la technique de percussion appelée tendre organique est évoquée pour des périodes aussi anciennes. C'est pour cette raison que l'on considère la date de son apparition aux alentours de - 700 000 ans.

Ces deux sites emblématiques de l'Acheuléen d'Afrique de l'Est, à travers des méthodes de fouilles et d'analyses radicalement différentes, pointent une fois de plus cette rupture de morphologie des bifaces, au sein d'un techno-complexe Acheuléen africain pourtant considéré comme une entité.

Le site d'Isenya

Située sur les hauts plateaux au sud de Nairobi, Isenya est constitué de plusieurs niveaux sédimentaires en stratigraphie, principalement alimentés par l'action de la rivière temporaire qui traversait le site durant la Préhistoire. La rivière actuelle au nom éponyme a permis la mise à jour des vestiges et leurs découvertes. Plusieurs chaînes opératoires ont été observées sur le matériel archéologique et le débitage d'éclats ainsi que de petits outils retouchés côtoient le façonnage de grands outils tel que les bifaces ou les hachereaux. La forme des bifaces d'Isenya est reconnaissable et assez typique, avec une partie apicale particulièrement fine et allongée **(figure 9).** On y observe un très fort degré de normalisation des outils. Une autre chaîne opératoire complexe sur les polyèdres et bolas, a également été identifiée. (Roche et al. 1988b).



Figure 9. Exemple de biface typique du site d'Isenya. Photo S. Clément.

1.1.3. Quel bilan de l'Acheuléen africain aujourd'hui ?

1.1.3.1. Une chronologie et un cadre géographique aux contours flous

On constate, à travers les publications de sites attribués à l'Acheuléen en Afrique, que ceux-ci le sont soit par la typologie des assemblages, soit par la chronologie. Si ce continent africain est considéré comme le berceau de cette période, avec une multitude de localités apparentées à l'Acheuléen africain, il existe néanmoins peu de sites fouillés, stratifiés et datés éligibles à le définir et à permettre une synthèse sur la question. Aujourd'hui, il souffre du même consensus que l'Acheuléen européen en général. Il est plutôt considéré comme une *« tradition technique du Paléolithique ancien propre à l'Europe, l'Afrique et le Proche-Orient comprenant notamment de nombreux outils taillés sur leurs deux faces, appelés bifaces.»* (Coppens et Picq 2001).

Pour le seul continent africain, l'Acheuléen couvre une période de près de **1 million d'années,** bien qu'il soit difficile de l'affirmer car le consensus sur l*'ante quem* n'a pour l'instant pas été trouvé (Gowlett 2011). On peut citer, sans controverse, un premier site au Kenya, Kokiselei 4, daté à 1,76 Ma (Lepre *et al.* 2011). Si pour ses débuts le consensus semble acquis, il faut souligner que la fin de l'Acheuléen africain et la transition avec le MSA, appelé Early Middle Stone Age (EMSA), reste difficile à circonscrire (Douze 2014). Pour les sites les plus récents, une longue transition entre Acheuléen et MSA est proposée pour le site de Kapthurin entre 200 000 et 300 000 ans avant le présent (Tryon et McBrearty 2002; McBrearty et Tryon 2006). En effet, nombre de sites du MSA comprennent une forte composante de bifaces acheuléens tandis que les dates du MSA sont généralement comprises entre 290 000 et 40 000 BP *(Ibid.)* et recoupent celles de l'ESA.

Géographiquement, on ne peut présenter l'Acheuléen comme ayant conquis la totalité du continent africain, car beaucoup de sites sont controversés (dans leurs datations, leurs contextes stratigraphiques). De larges régions du continent sont également dépourvues de sites, alors que le biface est éminemment reconnaissable et pourrait laisser *a minima,* des indices. Les sites en grottes du sud de l'Afrique sont également difficiles à dater. Par ailleurs, un manque cruel d'intérêts scientifiques pour cette période en Afrique de l'Ouest, un temps étudiée puis abandonnée, crée un vide artificiel sur la potentielle carte archéologique de la Préhistoire de l'Afrique (Clément 2004). Cependant, d'anciens indices évoqués dans les années 1980, par exemple dans la moyenne vallée du Sénégal (Camara et Duboscq 1990), sont aujourd'hui exploités et permettent d'apporter de nouvelles données sur les stratigraphies et les datations (Mayor *et al.* 2018). La région la plus

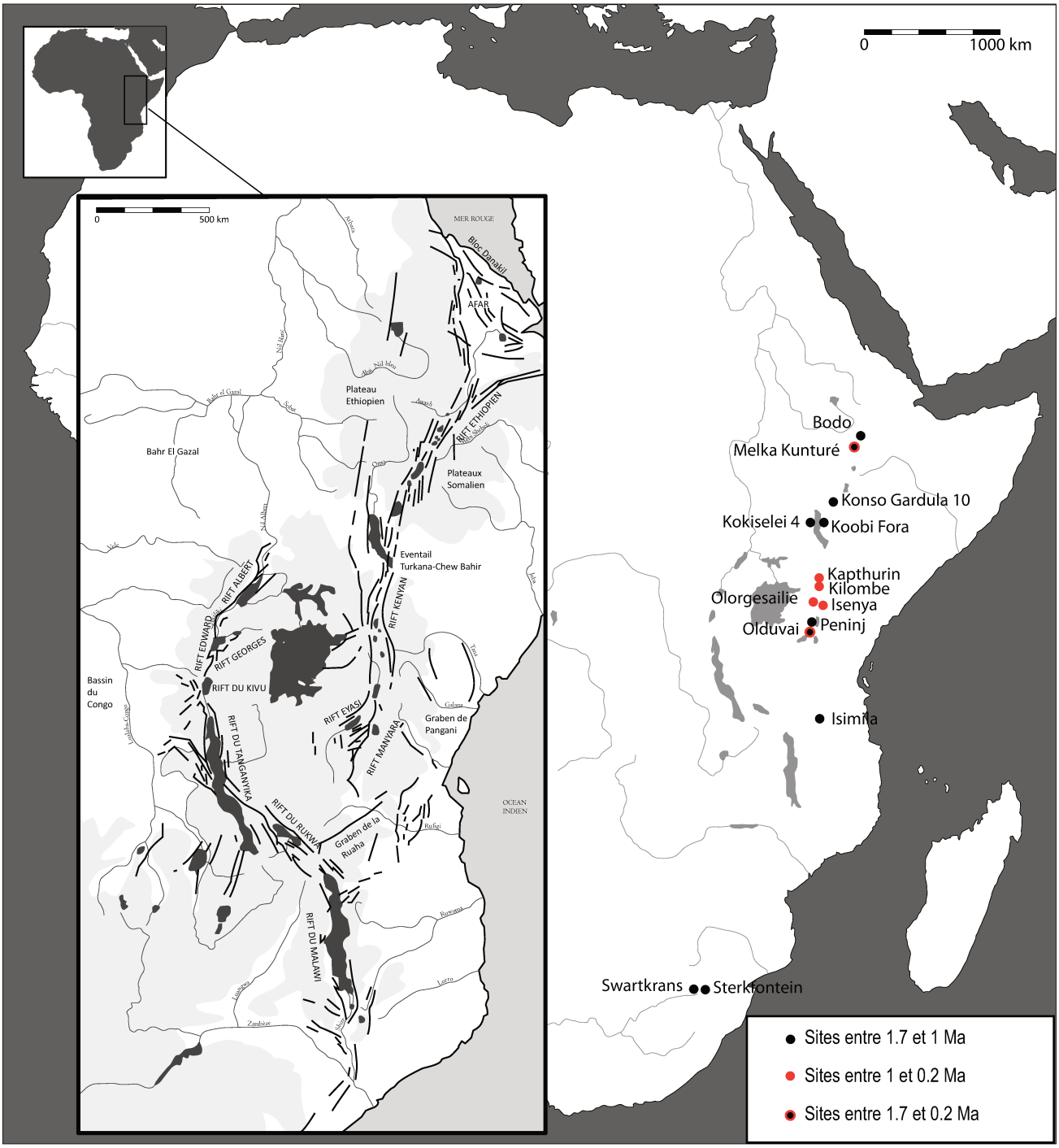


Figure 10. Principaux sites acheuléens en Afrique, en parallèle de la vallée du Rift (d'après Gallay et al. 1999)

pourvoyeuse de témoignages reste celle de la grande vallée du rift, comprenant l'Éthiopie, le Kenya et la Tanzanie **(figure 10)**. C'est à cette échelle géographique et chronologique que notre réflexion devra se concentrer.

1.1.3.2. Quelques sites pour définir une période pour un continent

Comment l'Acheuléen africain a-t'il été défini et à partir de quels sites ? L'inégalité des sites de référence pour le continent africain, en termes d'enregistrement des données, de datations ou de qualité des assemblages force à en nuancer la définition.

Afin d'illustrer le nombre des sites sur lesquels on peut fonder une définition de l'Acheuléen africain, nous proposons un document de synthèse sous forme de tableau, des principaux sites de la zone géographique définie précédemment, avec les surfaces fouillées, les contextes, les dates et méthodes de datations, ainsi que la faune associée. Nous avons également recensé les matières premières, car c'est sur ces observations que nous fonderons nos choix pour l'expérimentation. Nous avons délibérément écarté les sites dont l'estimation chronologique était appuyée sur l'analyse typologique (Garba 1b, Melka Kunturé, Éthiopie), les sites non datés ou dont les dates ne faisaient pas consensus (Isimila, Kenya), les sites dont le contexte stratigraphique ou la position du matériel ne semblait pas satisfaisant (Sterkfontein, Swartkrans, Afrique du Sud) et ceux dont les assemblages étaient définis comme non caractéristiques de la période (Bodo, Chari member, Éthiopie).

Enfin, afin d'orienter notre étude sur une zone géographique cohérente et circonscrite, nous avons exclu les sites de l'Afrique du sud pour concentrer nos recherches sur la partie nord de la vallée du Rift. C'est pour cette raison que certaines localisations n'apparaissent pas. Il aussi faut noter que pour certains sites, comme Peninj, plusieurs localités sont rassemblées sous un même nom.

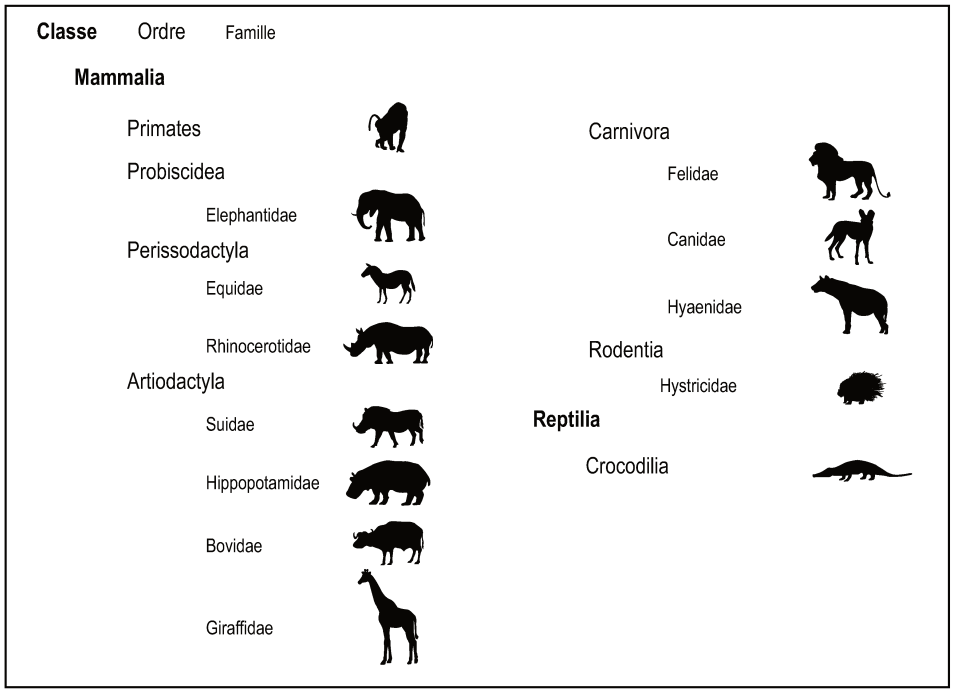
Ces sites sont effectivement exceptionnels, mais leur nombre est faible au regard de la zone concernée. En effet, ils ne permettent d'amorcer qu'une vision micro-régionale ou régionale. Une vision globale d'un Acheuléen monolithique étendue au continent semble impossible à ce stade de la recherche et nécessiterait beaucoup plus de données comparables à celles déjà existantes **(figure 11).** Il reste d'ailleurs difficile d'en trouver une définition catégorique.

A travers la littérature les sites acheuléens africains, bien que peu nombreux, sont considérés comme partageant certains aspects :

- Une grande diversité technique avec une production lithique composée de grandes pièces bifaciales façonnées, d'outillage lourd et de débitage de supports pour un outillage plus petit.

Âge en Ma	Sites	Pays	Dates et méthodes	Attributions culturelles	Fonction/activité sur site	Environnement	Faune	Nombre de vestiges associés / m² fouillés	Matières premières minérales	Références bibliographiques
0,2										
	Kapthurin	Kenya	**0,285 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Transition Acheuléen final / MSA	—	Savane ouverte avec réseaux de rivières		14125 / 790m²	Trachyte, Basalte	Tryon, Mc Brearty 2002, Cornelissen et al.1990
0,5										
	Isenya	Kenya	**0,7 Ma** Corrélation stratigraphique	Acheuléen moyen	Zone d'activités variées	Berges de rivière		7500 / 151 m²	Phonolite, Chert, Quartz, Quartzite	Roche et al. 1988
	Nadung'a 4	Kenya	**0,7 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen ou contemporain	Boucherie	—		6797 / 53 m²	Rhyolite, Phonolite, Basalte, Trachyte	Delagnes et al. 2006
	Kilombe	Kenya	**0,7 Ma** Paléomagnétisme	Acheuléen	—	—		1351 / _ m²	Trachyphonolite, Trachyte, Obsidienne	Gowlett 1993, Gowlett 2015
	Gomboré II (Melka Kunturé)	Ethiopie	**0,84 Ma** Paléomagnétisme	Acheuléen moyen	Boucherie ?	Prairie humide		2901 / 1035m²	Basalte, Obsidienne	Chavaillon, Piperno 2004, Gallotti et al. 2010
	M6/7 (Olorgesailie)	Kenya	**0,9 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen	Stockage de nourriture carnée	chenaux saisonniers superficiels		16843 / 524m²	Trachyte, Néphéline, Trachyandésite, Basalte	Isaac 1977, Potts et al. 1999
	M1 (Olorgesailie)	Kenya	**0,990 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen	Boucherie, exploitation de végétaux	Milieu ouvert		6450 / 750m²	Trachyte	Isaac 1977, Potts et al. 1999
1	**Garba XIII** (Melka Kunturé)	Ethiopie	**Entre 1 et 0,8 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen	—	Savane avec zones humides permanentes		496 / 15 m²	Basalte, Ignimbrite, Obsidienne	Gallotti et al. 2014
	Peninj	Kenya	**1,2-1,1 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen ancien	Activités de percussions, production d'éclats, travail du bois	Plaine alluviale		710 / 43 m²	Basalte, Quartz	Diez-Martin et al. 2014
	FxJj63 (Koobi Fora)	Kenya	**1,3-1 Ma** Corrélation stratigraphique	Acheuléen	—	Alternance plaine d'inondation / petits chenaux saisonniers	—	1036 / 20 m²	—	Isaac 1997
	Konso Gardula 10	Ethiopie	**1,4 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen ancien	—	—		_ / _ m²	Quartz, Basalte	Asfaw et al. 1992, Beyene et al. 2013
1,5	**Garba IVD** (Melka Kunturé)	Ethiopie	**1,5 Ma** $^{40}Ar/^{39}Ar$	Acheuléen ancien	Boucherie	Savane avec zones humides permanentes		12401 / 100 m²	Obsidienne, Basalte, Trachybasalte, Trachyandésite, Ignimbrite	Gallotti 2013
	Kokiseilei 4	Kenya	**1,7 Ma** Paléomagnétisme	Acheuléen ancien	—	—		191 / 19m²	Phonolite	Lepre et al 2011
2										

Figure 11 (page précédente). Bilan synthétique des sites identifiés comme acheuléen en Afrique de l'est.



Légende de la figure 11.

- Des pièces considérées comme typiques sur grands éclats-support comme le biface et le hachereau ou sur d'autres supports comme les bolas.
- Le seul représentant d'hominidé qui a pu produire ces objets est *Homo erectus,* bien que la relation n'ait jamais été confirmée.
- La fonctionnalité des sites se complexifie et s'étoffe par rapport à ceux de l'Oldowayen.
- L'interaction avec les grands mammifères est récurrente.
- La présence de cours d'eau pérennes ou temporaires joue un rôle important (certainement en liaison avec la présence de grands mammifères).

Lorsqu'on observe la **figure 11**, on remarque également qu'à l'exception des sites de Melka Kunturé où l'obsidienne est utilisée, les matières premières, toutes d'origine volcanique, sont tenaces et grenues.

Mais comme J. Gowlett le souligne *« there is no real formal Acheulean definition »*[8]. Les caractéristiques listées ci-dessus, même si l'essai de synthèse est loin d'être satisfaisant, n'en dessinent que quelques contours. Notre présent travail ne vise pas à modifier cette définition, mais plutôt à apporter des clés de lecture différentes pour les séries concernées. Quoi qu'il en soit et en l'absence d'autres propositions, nous nous appuierons sur ces critères lorsque nous parlerons d'Acheuléen africain.

8 « Il n'y a pas de réelle définition formelle de l'Acheuléen » (Gowlett 2011, p. 99)

CIVILISATION DU BIFACE			
Acheuléen	ancien	I	Débitage sur «enclume», trièdres, hachereaux
		II	Découverte du percuteur tendre («élastique»). Trièdres, bifaces lancéolés
		III	Débitage de «blocs dormants» du substratum. Bifaces lancéolés. Trièdres
	moyen	IV	Apparition du nucléus préparé
		V	Développement de la méthode du nucléus préparé. Industrie osseuse
		VI	Bifaces amygdaloïdes
	évolué	VII	Nucléi Levallois. Utilisation systématique du percuteur tendre. Bifaces ovalaires, «Apogée de l'Acheuléen marocain»
		VIII	Nucléi Levallois proches des types atériens. Usage du feu

Tableau 2. Tableau de la classification de l'Acheuléen, avec les techniques correspondantes, d'après Balout 1967

Finalement, si on ne conserve que les sites bien datés, dont la stratigraphie n'est pas remise ne cause, dans une fourchette chronologique entre 1,7 Ma et 300 000 ans, il reste à peine plus d'une douzaine de sites pour définir l'Acheuléen dans la région circonscrite, en particulier les comportements techniques et sociaux censés le caractériser.

1.1.3.3. Un changement de morphologie de l'outillage bifacial lié à une innovation ?

Un constat de changement de morphologie des grands outils façonnés entre le début et la fin de l'Acheuléen a récemment été fait sur d'autres assemblages que ceux déjà cités (Olorgesailie, Isenya, Melka-Kunturé, Olduvai), au sein de la formation de Bouri (Schick et Clark 2003). Ce complexe de sites éthiopiens, au sud de Bodo, le long de la rivière Awash, est partie intégrante d'un enregistrement stratigraphique important allant de 2.5 Ma à 100 Ka. Plusieurs séries retrouvées dans les différents membres de la formation géologique sont présentées comme appartenant soit à un Acheuléen ancien avec un débitage d'éclats dominant, accompagné de bifaces larges, asymétriques, comptant peu d'enlèvements, réalisés exclusivement au percuteur dur et très peu d'outils retouchés ; soit à un Acheuléen récent composé majoritairement de bifaces plus symétriques, soignés, voire raffinés, de plus petite taille, façonnés à la percussion tendre, accompagnés de

débitage d'éclats et de nombreux outils retouchés. Les différences morphologiques de façonnage des bifaces rentrent clairement en jeux pour attribuer les outils à l'un ou l'autre des faciès chronologiques et le type de percussion est mis en avant pour justifier l'aspect final de ces outils.

Ce changement technique, tel qu'évoqué ici, représenterait-il alors une rupture dans le comportement technique des acheuléens ? Cette hypothèse, déjà proposée par Biberson en 1961 comme un marqueur de l'Acheuléen évolué (Biberson 1961a;Biberson 1961b; Balout 1967) **(tableau 2)**, mais aussi par F. Bordes pour séparer l'Abbevillien de l'Acheuléen (Bordes 1968), semble prendre racine dans la littérature, où on retrouve ce changement, par glissement sémantique, érigé au rang de l'innovation.

*«[…] la qualité de finition de bon nombre de ces pièces est liée à une **innovation** technique d'importance qui s'affirme au milieu du Paléolithique inférieur, vers 500 000 ans : pour retoucher la pierre, on utilise un matériau plus tendre qu'elle (bois animal ou végétal, os, corne) qui permet un travail plus précis et plus délicat, des retouches plus longues et plus plates. »* (Roche 1989, p. 62)

*« …Plusieurs **innovations** importantes ont été adoptées […] : la maîtrise de la notion de symétrie (aussi bien bifaciale que bilatérale), l'émergence du concept de prédétermination (dont découlera la « méthode Levallois ») […], l'adoption du percuteur « tendre », bois végétal ou animal, qui permet un travail de la pierre beaucoup plus fin. »* (Roche 1999, p. 21)

*« … un certain nombre **d'innovations** confèrent aux nouvelles industries, un statut particulier. Sur le plan technique, la taille au percuteur doux, os ou fragment de bois, s'ajoute au percuteur de pierre »* (Gallay (ed.) 1999, p. 72)

«The complexity of the project and the technical innovation (direct percussion with ironwood hammer) that accompanied its realization, are two revealing elements of a profound change in the relationship of the knapper to the raw material[9].» (Texier 2018, p.50).

Une innovation qui marquerait donc un avant et un après « percussion tendre ». Cette discontinuité dans le choix des techniques de percussion est-elle réelle ou supposée ? Il est probable l'impression de rupture soit un artefact, au sens princeps, soit liée au caractère discontinu de l'enregistrement archéologique pour cette période. En effet les ruptures de temps entre les enregistrements peuvent rendre abrupt un changement technique en réalité plus progressif.

9 «La complexité du projet et l'innovation technique (percussion directe avec un percuteur de bois dur) qui accompagnent ces réalisations, sont deux éléments qui révèlent un profond changement entre le tailleur et la matière première.»

On ne peut contourner ce sujet car il soulève la question des critères qu'on utilise pour déterminer cette rupture. En effet, un changement que l'on va percevoir à une échelle de court terme, ne sera pas forcément visible et significatif si on l'analyse sur une échelle plus globale (Perlès 2012). Autrement dit, l'échelle spécifique de la technique de taille dans une chaîne opératoire donnée peut-elle être transposée à une échelle aussi large que l'Acheuléen dans son ensemble ?

Pour mieux comprendre les enjeux qui découleraient d'une telle rupture technique, il est nécessaire d'interroger non seulement les techniques de percussion mais aussi les outils analytiques utilisés pour les définir. Le facteur déterminant de la césure entre l'Acheuléen ancien et récent décrite depuis plusieurs années est-il la technique de taille ? On peut également s'interroger sur les conséquences d'un changement de méthode sur la morphologie des bifaces. Est-ce qu'une organisation différente des enlèvements avec une même technique aurait une incidence de ce type? Depuis les premières expérimentations (Müller 1903, Coutier 1929, Bordes 1947) on connait le rôle fondamental des différentes techniques de percussion sur la morphologie, la qualité des éclats produits et une binarité percussion dure/ percussion tendre est établie. Dans le cas d'un changement technique, peut-il y avoir un remplacement total d'une technique par une autre ?

Une fois le constat avéré, on peut se demander pourquoi un tel changement intervient dans cette entité apparemment homogène qu'est l'Acheuléen africain. Y-a-t'il un gain dans ce changement technique ? Si oui lequel et est-il purement technique ? A-t'il ouvert un nouveau registre culturel et /ou fonctionnel ? Est-il induit par des capacités cognitives ou physiques nouvelles ?
Avant de pouvoir répondre à ces questions, il est nécessaire de définir ce qu'est la « technique » au sein d'un assemblage lorsqu'on aborde un site archéologique principalement à travers les vestiges lithiques et les notions qui façonnent ce terme.

1.2. La technique

1.2.1. Une définition à multiples notions

1.2.1.1. Jacques Tixier et la définition princeps

Le terme de « technique » tel qu'il est défini dans le dictionnaire de la langue française désigne *« l'ensemble des procédés et des moyens pratiques propres à une activité »* (Dictionnaire Larousse, 2015). Ce choix de vocabulaire dans la terminologie de la technologie lithique revêt un sens légèrement différent.

Dans ce contexte, la *technique* - implicitement l'application de l'énergie qui induit la fracturation (percussion ou pression) - se distingue de la *méthode,* qui rassemble l'ensemble des gestes de taille et l'organisation des enlèvements aboutissant au produit voulu, laissant entrevoir ainsi la démarche raisonnée (Tixier 1967, p. 807) ou systématisée (Pelegrin 2000, p. 74) du maître d'œuvre. Selon la définition publiée par Jacques Tixier en 1967 et majoritairement utilisée, la technique est le moyen de détacher des éclats de façon contrôlée, à partir d'un bloc de matière première minérale, ou encore le moyen élémentaire d'action sur la matière (Leroi-Gourhan 1973, p. 13). Elle se décline en trois points distincts et complémentaires :

1- le **mode d'application** de la force (directe ou indirecte, notre étude ici ne concerne que la percussion directe)

2 - la **nature** et la **forme** des outils de taille

3 - la **position du corps**, le **geste**, le **maintien** de la pièce

1.2.1.2. L'enrichissement des années 1990

L'évolution de la discipline et la confrontation à une multitude de savoir-faire ont conduit les spécialistes de la technologie lithique à faire évoluer la définition de ce vocabulaire spécifique. Ainsi, la technique peut aussi indiquer certains procédés particuliers comme celui du « coup de tranchet » ou du « microburin » (Inizan *et al.* 1995). La conséquence de cet enrichissement du terme est que ce mot comporte aujourd'hui de multiples notions qui nous obligeraient presque à toujours devoir l'employer au pluriel. Ainsi, de manière générale, on peut lire d'une pièce qu'elle a été confectionnée « à la percussion directe au percuteur dur », par exemple, ce qui renseigne sur les deux premiers paramètres de Tixier, mais pas du tout sur le troisième. Des essais de clarifications ont été tentés : E. Boëda la décompose en deux notions distinctes, l'action et le moyen.

« Le terme de technique est le plus difficile à définir car il est polysémique. Nous n'échappons pas à cette cacophonie, puisque nous donnons nous même deux sens à ce terme. L'un, d'ordre général, reprend la définition du dictionnaire Petit Robert (p.1754) : « Ensemble des procédés employés pour produire une œuvre ou obtenir un résultat déterminé*. » […] Dans ce cas, le terme de technique ne désigne pas une chose précise dans le processus opératoire. L'autre est un sens plus restreint qui porte sur l'acte de transformation d'un objet non organique. Il correspond alors à l'action et au moyen nécessaire au détachement de tout enlèvement sur un nucléus, une pièce bifaciale ou un outil. L'action peut être une percussion ou une pression, percussion interne ou tangentielle, directe ou indirecte ; le moyen étant l'utilisation d'un percuteur : minéral, végétal ou animal. »* (Boëda 1997, p. 33)

Il faut cependant être vigilant car le terme de moyen ici repris et qui désigne uniquement le percuteur, n'a pas la même définition que les moyens de Tixier. Cependant, cette définition présente l'avantage de différencier le mode d'application/geste de la matière/du type du percuteur.

1.2.1.3. Retour aux sources

Cette définition en trois points difficile à circonscrire a été appliquée dans sa totalité dans une étude récente. Afin de déterminer le type de production des assemblages de type Howiesons Poort à Rose Cottage en Afrique du Sud (Soriano, Villa et Wadley 2007) la production lithique a été analysée en appliquant une méthodologie basée, entre autre, sur l'idée princeps de Jacques Tixier : une classification des attributs des techniques de percussions directes - uniquement présentes dans l'assemblage - selon deux axes : un axe horizontal déterminant la dureté du percuteur et un axe vertical informant sur la position du point d'impact sur la surface de plan de frappe (d'une position interne à une position marginale par rapport au bord de plan de frappe) **(figure 12)**. Cette grille d'analyse permet de considérer dans un deuxième temps, le geste du tailleur, qui peut être tangentiel (le contact se faisant préférentiellement sur la marge du plan de frappe) ou rentrant (le contact percuteur/plan de frappe localisé plus à l'intérieur) et remet ainsi le troisième paramètre de Tixier à niveau égal des deux premiers. La technique est donc étudiée dans la totalité de son concept.

Ici la désignation de la technique fait référence à la dureté du percuteur, à la situation du point d'impact par rapport au plan de frappe et au geste requis pour extraire un éclat. Cette troisième définition nous intéresse dans son identification

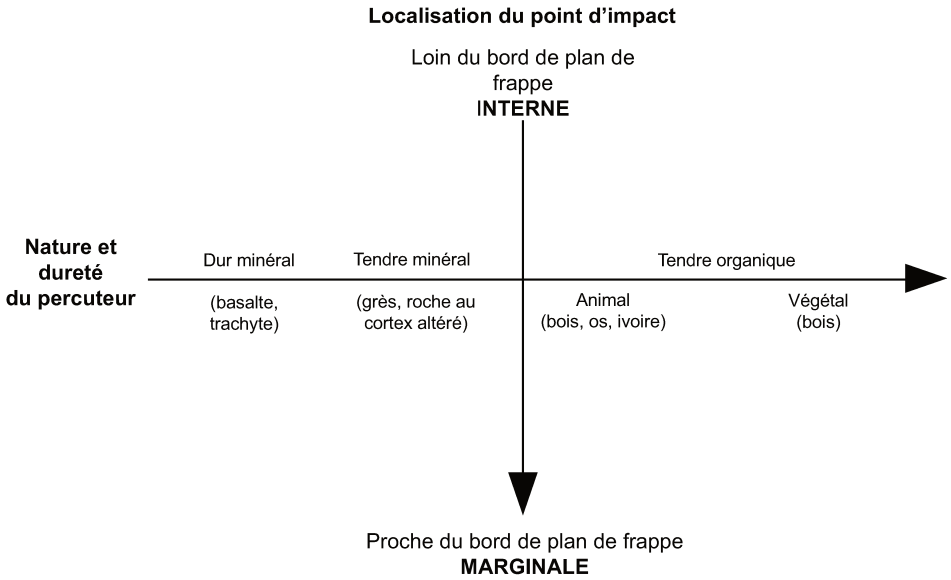


Figure 12. Schéma de la technique de percussion selon deux axes , d'après Soriano, Villa et Wadley, 2007.

de la nature du percuteur et la gradation de dureté. Afin de ne pas enfermer la terminologie de la technique de percussion dans un cadre trop statique nous utiliserons les termes suivants: percussion rentrante/tangentielle au percuteur minéral/végétal. La redondance peut être pénible mais elle est ici essentielle pour bien distinguer chaque geste, une percussion tangentielle pouvant être effectué de manière interne au plan de frappe.

Le vocabulaire précis défini, il est également important de comprendre les moyens de reconnaissance de ces techniques sur le matériel archéologique. Cette analyse n'est possible aujourd'hui que grâce à des années d'observations et d'expérimentations qui ont alimenté les réflexions et la construction de cette discipline ardue qu'est la technologie lithique. Il est donc nécessaire de revenir sur l'historique de la recherche pour bien définir les outils que nous avons à disposition pour répondre à notre problématique.

1.2.1.4. Les percuteurs en contexte archéologique

Quelles sont les informations que nous pouvons extraire des faits archéologiques concernant les outils percussifs? D'une manière générale, les percuteurs, même de pierre, sont des outils rarement retrouvés sur les sites paléolithiques. Par ailleurs, il est peu fréquent de retrouver des percuteurs minéraux utilisés de manière intensive. La plupart du temps, les éléments retrouvés portent quelques traces de piquetage souvent ponctuelles (Faivre *et al.* 2010), qui orientent l'interprétation vers l'acitivité de percussion, sans pouvoir vraiment démontrer qu'il s'agit bien de percuteurs dans un cadre de production de mobilier lithique. Différents degrés de dureté peuvent être soulignés pour les percuteurs minéraux, qui selon les sources seront qualifiés selon la durété supposée (e.g. tendre) ou par leur nature pétrographique (e.g. calcaire).

Concernant les percuteurs organiques, le biais de conservation joue évidemment un rôle majeur dans leurs découvertes. Cependant, on peut noter que plusieurs exemples de percuteurs en os ont été identifiés sur des sites corrélés au Paléolithique moyen comme La Quina (Henri-Martin 1906, Henri-Martin 1907, Vincent 1993). On peut également rappeler, par exemple, qu'une cheville osseuse de bison, exposée au Musée de Solutré, est caractérisée comme percuteur. Le plus ancien percuteur en bois animal a été découvert sur le site de Boxgrove en Angleterre (Roberts et Parfitt 1999). Ils restent cependant très rarement mis au jour dans des sites archéologiques du Paléolithique (Breuil et Barral 1955, Bordes 1974, Averbouh 1999, Goutas 2004). Quant aux percuteurs en bois végétaux, ils n'ont jamais été identifiés et encore moins découverts, même de manière indirecte, en contexte archéologique. Leur utilisation est induite et supposée d'après les expérimentations modernes des tailleurs d'aujourd'hui .

1.2.2. La reconnaissance des techniques de percussion : une longue histoire semée d'embuches

1.2.2.1. Les pionniers

Si les pionniers de la Préhistoire comme l'Abbé Breuil, se sont intéressés assez tôt aux procédés de réalisation des outils de pierre, il faudra attendre le début du vingtième siècle avec les premiers essais expérimentaux de percussion directe dure minérale pour voir apparaître des expérimentations documentées (Müller 1903).
Avec l'essor de la Préhistoire en Dordogne et les découvertes des occupations en grotte dont le site de La Quina, le Dr Henri Martin est le premier à évoquer d'autres natures de percuteurs possibles, notamment l'utilisation de l'os (actif ou dormant) (Henri-Martin 1906, Henri-Martin 1907), rapidement suivi par d'autres érudits (Bourlon 1907, Giraux 1907). L'efficacité de cette matière tendre dans le façonnage sera confirmée par l'expérimentation des années plus tard, grâce aux travaux d'Anne Vincent (Vincent 1993).

Par la suite, Léon Coutier **(figure 13)** publie en 1929, un premier travail expérimental de caractérisation des techniques de taille dans lequel il essaie des percuteurs de



Figure 13. Léon Coutier lors d'une expérimentation en juin 1947 à Londres, où il utilise du buis pour la finition d'un biface. © Illustrated London News Ldt/Mary Evans..

nature différente dont le robinier (*Robinia pseudoacacia L.*, communément appelé Acacia en France). Il y décrit brièvement la morphologie des éclats (Coutier 1929). Il continuera ses éxpérimentations en testant et découvrant plusieurs techniques comme la percussion indirecte (Cabrol et Coutier 1932), qu'il exposera devant les membres de Prehistoric Society de Londres (Texier et Meignen 2011) et que l'on peut découvrir dans un film réalisé en juin 1947 à l'Institute of Archaeology, disponible en ligne.

À partir de ces premiers travaux, les études sur l'identification des techniques vont essentiellement passer par l'expérimentation et l'observation des récurrences de morphologies d'éclats, d'accidents de taille et de points d'impacts. La nature des outils de percussions se divise tout de suite entre la percussion minérale dite « dure » et la percussion organique appelée « tendre » qui comprend les matières végétales et animales. Une terminologie pour la description des éclats et des marques laissées par les différents percuteurs lors de la fracturation de la matière va être proposée (Barnes et Cheynier 1935). Elle sera retravaillée dans les multiples travaux de Jacques Tixier, Don Crabtree et François Bordes, jusqu'à la publication d'un lexique plus global de terminologie et de technologie lithique en 1980 (Tixier *et al.* 1980), remis à jour en 1995 (Inizan *et al.* 1995) et restant aujourd'hui l'une des principales références en la matière, non seulement en français, mais également en anglais.

Lorsque François Bordes entreprend de décrire les marques et la morphologie des éclats obtenus par la percussion dans la roche (Bordes 1947), les éclats issus de la percussion tendre sont décrits comme : *« plus longs et plus minces. Plan de frappe étroit, peu oblique, parfois déversé. Conchoïde le plus souvent diffus. Pas de cône de percussion, ni de point d'impact marqué. Esquille présente ou non »* (*Ibid.*, p. 13-14). La présence d'une lèvre sur ce type d'éclats, quoique non systématique, est observée par Crabtree alors que Bordes, par exemple, n'y faisait pas allusion (Crabtree 1970). Ainsi, au fur et à mesure, plusieurs observations, faites par les différents acteurs de cette discipline en ébulition, vont conduire à définir des stigmates propres à chaque type de percuteur et servir de base aux futures études d'assemblages lithiques. Tous ces travaux seront réalisés sur des matières premières en silex.

1.2.2.2. Expérimentations lithiques : humain vs machine

Dans les années 1980, un expérimentateur danois propose sur la base de ses travaux, une nouvelle technique de percussion - la pierre tendre - ouvrant de nouvelles perspectives aux études sur le matériel du Paléolithique supérieur (Madsen 1983). A la suite de ces travaux, des critères de diagnoses visant à caractériser les stigmates de percussion pour des assemblages du Tardiglaciaire, sont précisés par des expérimentations sur silex (Pelegrin 2000).

Percussion directe à la pierre dure	Percussion directe au percuteur tendre organique	Percussion directe à la pierre tendre
Talon épais	Absence de marque d'impact sur le talon	1 - Angle de bord aigu
Point d'impact de petite dimension	Talon d'épaisseur réduite	Aspect général de la percussion directe tendre
Fines rides dans les premiers mm du talon	Epaisseur et lèvre régulière	Nombreux talons réduits avec lèvre souvent réduite mais parfois épaisse
	Angle global talon/ axe de débitage généralement inférieur à 80°	MAIS d'autres talons sont extrêmement minces, avec point d'impact visible parfois détouré et suivi de micro-rides
	Bulbe peu proéminent voire absent	Emoussé nettement développé sur la ligne antérieur du talon
		Occurrence faible de deux accidents évocateurs: rides fines et serrées sur face inférieure, esquillement du bulbe
		2 - Angle de bord obtu, talon facetté
		une certaine part des produits est frappée plus à l'intérieur MAIS d'autres talons sont très minces, avec un fort émoussé de la ligne antérieure, et point d'impact visible, suivi de quelques rides fines et serrées

Tableau 3. Récapitulatif des stigmates de percussion directe selon différents percuteurs, d'après Pelegrin 2000.

Trois types de percussions distincts sont isolés : la percussion directe à la pierre dure, la percussion directe au percuteur tendre organique, et la percussion directe à la pierre tendre. Plusieurs stigmates ont été définis et « traduisent » les réactions de la matière en fonction de la technique utilisée, exprimés dans le tableau ci-contre **(tableau 3).**

Il reste très difficile de déterminer précisément une technique de percussion éclat par éclat, car les stigmates de diagnose sont loin d'être systématiquement inscrits sur chacun d'eux. L'auteur souligne lui-même que certains stigmates, de la percussion à la pierre tendre par exemple, ont une occurrence « faible et variable de quelques % à 20% » (*Ibid.*, p. 79) sur ses séries expérimentales.

Cette remarque nous permet d'avancer que le taux de reconnaissance des pièces effectivement diagnostiques sur le matériel archéologique doit être faible, car celui-ci est rarement restitué dans sa globalité et peut avoir subi des altérations et déformations en tout genre, surtout quantitativement. Il est cependant difficile d'aller plus avant dans la réflexion, car le total des pièces analysées n'est pas renseigné.

Par ailleurs, la présentation des résultats suggère que la percussion directe à la pierre dure est *de facto* rentrante, « l'impact du percuteur doit porter à l'intérieur du plan de frappe » (*Ibid.*, p. 75) et que la percussion directe au percuteur tendre organique est *de facto* tangentielle, « *sauf exception* ». En ce qui concerne la percussion directe à la pierre tendre, elle est la seule pour laquelle l'auteur propose deux gestes différents : un qu'il définit comme une percussion dure « les coups sont portés en profondeur du plan de frappe pour des enlèvements relativement épais » (*Ibid.*, p. 77), que nous appellerons interne et un geste qui accroche le bord du plan de frappe, dans notre sémantique marginale « comme un percuteur tendre organique » (*Ibid.*, p. 78).

Cependant, dans certains cas, les stigmates de percussion définis pour chaque type de percuteur peuvent se recouper ou être difficilement discernables. C'est le cas sur le site de Notre Dame de l'Isle dans l'Eure, où l'examen des talons des supports produits (lames), dans un contexte Tardiglaciaire, laissait penser à l'utilisation de percuteur tendre organique (animal ou végétal) (Biard et Prost 2015). Cependant, la présence au sein de l'amas, d'un percuteur en calcaire, a amené nos collègues à tester ce type de percuteur pour une production similaire. Ils arrivent à la conclusion que l'utilisation de ce percuteur en calcaire est probable car *« la lecture des traces de percussion provoquée par ce matériau laisse des stigmates identiques à celle de la percussion tendre organique »* (*Ibid.*, p. 72).

Par ailleurs, grâce à des expérimentations contrôlées en laboratoire avec des machines mécaniques, trois types d'initiations de la fracture ont été identifiés : la fracture hertzienne (ou conchoïdale), la fracture non conchoïdale (de type split) et la fracturation par flexion (Cotterell et Kamminga 1987). Mais les résultats de ces études apportent une autre dimension. Ils montrent également que le mode d'initiation de la fracture peut changer en fonction du geste et de l'emplacement du point d'impact. La conséquence directe est le détachement d'un produit différent, car plus le point d'impact sera éloigné du bord de plan de frappe, plus l'éclat sera épais et large. Cette observation a également été soulignée pour le Mésolithique (Rozoy 1997) où, pour des groupes techno-économiques contemporains utilisant les mêmes modalités de débitage, la morphologie des supports est différente spécifiquement à cause du geste de percussion tangentielle suivant qu'il est interne ou marginal.

« Dans un cas, la percussion permet d'obtenir des produits plutôt fins, dans l'autre, des produits plutôt épais et en moyenne plus larges. L'ensemble des modalités techniques sont identiques. » (Ibid., p. 488)

1.2.2.3. Les résultats récents sur les techniques de percussion

Face à cette difficulté récurrente de trouver des stigmates uniques, propres à une technique et qui induit une impossible identification pièce à pièce d'une technique de taille, d'autres méthodes d'analyse ont été proposées, notamment l'expérimentation conduite pour le site de « Chez Pinaud » à Jonzac en Charente-Maritime (Roussel, Bourguignon et Soressi 2009). L'assemblage, rapporté à du Moustérien de type Quina, comporte entre autres des pièces bifaciales, dont les produits de façonnage ont été documentés lors d'une précédente étude et apparentés à une percussion tendre tangentielle. La présence dans le même niveau de boules de calcaires portant des traces d'utilisation et de percussions ont amené l'équipe à s'interroger sur une éventuelle fonction de percuteur.

Plusieurs expérimentateurs ont testé sur du silex local et non local, des percuteurs en quartzite, en bois animal (*Cervus elaphus)*, en bois végétal *(Buxus sempervirens)* et en calcaire. Des stigmates s'exprimant négativement pour un seul type de percuteur n'ont pas été jugés assez discriminant pour la diagnose, étant donné que parfois, ils ne se révèlent pas non plus pour les autres percuteurs. Quant aux stigmates qui s'expriment positivement, leur trop faible pourcentage de représentation (5%) dans la série expérimentale a conduit les auteurs à prendre en compte des *« combinaisons de stigmates »* (*Ibid.*, p. 233). Les données croisées ont permis d'identifier le type de percussion de près d'un quart de l'échantillon d'éclats archéologiques. Ces résultats donnent donc une piste supplémentaire dans les moyens d'identification des techniques de percussion.

D'autres travaux, notamment sur les modalités d'application de la percussion directe au percuteur dure (Faivre *et al.* 2010), soulèvent des paramètres liés à la forme, mais surtout à la «touche» du percuteur, c'est à dire la zone de contact entre l'outil percussif et la matière à transformer. Cette touche peut entrainer la formation de bulbes prononcés quand elle est convexe alors qu'une touche rectiligne produira des éclats sans bulbe.

Les travaux sur les techniques de percussion ont donc débuté très tôt et ont été la préoccupation des préhistoriens pendant de nombreuses années. Les précurseurs ont posé les bases des connaissances qui ont été exploitées pour bon nombre d'études d'industries lithiques européennes mais aussi africaines. Aujourd'hui, les nouvelles études expérimentales et l'identification d'une diversité d'outils de taille pour des périodes de plus en plus récentes, en Europe notamment, ainsi que les limites méthodologiques, nous invitent à reconsidérer les connaissances en la matière pour l'Acheuléen africain.

1.2.3. La reconnaissance des techniques dans les assemblages acheuléens d'Afrique orientale

1.2.3.1. L'influence de l'Europe

La technique de percussion dans les assemblages d'Afrique orientale, comme la typologie avant elle, ou l'appréhension des cultures et de la chronologie, a été abordée par de nombreux archéologues souvent sur la base des travaux effectués en Europe. Sur le site d'Olorgesailie (Kenya), exceptionnel en terme de nombre de pièces bifaciales, G. L. Isaac oppose différents types de percuteurs pour la fabrication des outils bifaciaux et remarque que les bifaces désignés comme appartenant à l'Acheuléen ancien sont frustres, avec de grosses retouches « typiques » liées à la technique de percussion à la pierre alors que ceux attribués à l'Acheuléen supérieur semblent plus raffinés avec des finitions « typiques » de la technique de percussion cylindrique[10]. Ce terme précisé quelques années plus tard sera traduit comme l'utilisation d'un percuteur en forme de bâton, de toute autre matière que la pierre (Crabtree 1972). G. L. Isaac confirme dans la monographie du site que cette notion de variabilité des techniques de percussion est belle et bien présente sur le site d'Olorgesailie en écrivant :

« One would guess that a wide range of techniques is represented: anvil, forceful percussion, and controlled percussion with a rounded soft stone, or a wood or bone mallet[11] ». (Isaac 1977, p. 177)

S'il ne vérifie pas sa thèse par des expérimentations, la sous-représentation des éclats dans les séries d'Olorgesailie, en particulier des grands éclats de façonnage ne permet pas de confirmer cette conclusion qui s'approche plus d'une intuition que d'une réelle observation. Par ailleurs, les rares éclats conservés sont souvent altérés soit chimiquement selon la dégradation naturelle des laves, soit mécaniquement par érosion éolienne ou par ruissellement, ce qui limite considérablement les observations des stigmates, en particulier sur les talons.

10 Ce terme est également utilisé par H. Bertouille pour différencier la forme et surtout le point de contact du percuteur. Celui-ci sera « ponctuel » pour un sphéroïde et « linéaire » pour un cylindre, appelé également percuteur oblong. (Bertouille 1989)

11 *« On peut deviner qu'une grande variété de technique est représentée : l'enclume, la percussion violente et la percussion contrôlée avec un percuteur de pierre tendre arrondi ou un maillet en bois ou en os. »*

MATIERES PREMIERES TESTEES	Pièces bifaciales au percuteur tendre	Lames au percuteur tendre	Lames pression	Retouches parallèles pression	Amélioration chauffe
Obsidienne (U.S.A., Japon, Islande, Italie, Turquie, Grèce, Kenya, Ethiopie, Mexique, Guatemala, Equateur)	+ +	+ +	+ +	+ +	-
Ignimbrite (U.S.A.)	+ +	+	+	+ +	-
Résinite (France)	+	+	/	+	-
Quartz hyalin, Améthyste (France, Brésil)	+ +	/	/	+	-
Silex translucide (France, Angleterre, Belgique, Danemark, Maroc, Algérie, Tunisie, Sénégal, Liban, Qatar)	+ +	+ +	+	+ +	+ +
Silex opaque (Europe, Afrique, Asie du Sud-Ouest, Amérique du Nord et du Sud)	+	+ +	/	+	+ +
Calcédoine (France, Algérie, U.S.A.)	+ +	+ +	+	+	+ +
Jaspe (France, Grèce, U.S.A.)	+ +	+ +	/	+ +	-
Lydite (Algérie)	+ +	/	/	+ +	+ +
Opalite (France)	+ +	+ +	/	+ +	+ +
Agate (Egypte, Afrique du Sud)	+	/	+	+	-
Dacite verte (Niger)	+ +	+ +	/	+	+
Bois silicifié (U.S.A., Algérie, Niger)	+	+	/	-	+ +
Basalte (France, U.S.A., Brésil, Kenya)	+	-	/	+	/
«Sanukite» (Andésite) (Japon)	+ +	-	/	+	/
Quartzite, Grès (France, U.S.A., Algérie) Arénite silicifiée (Brésil)	+ +	+	/	+	/
Rhyolite (Algérie)	+	+	/	-	/
Calcaire siliceux (France, U.S.A.)	+	+	/	/	-
Novaculite (U.S.A.)	+	/	/	-	+ +

Taille	Chauffe
+ + : très bien	+ + : très améliorée
+ : assez bien	+ : peu améliorée
- : mal	- : pas améliorée
/ : non testée	/ : non testée

Tableau 4. Tableau non exhaustif de l'aptitude à la taille des roches, d'après Inizan et al. 1995.

1.2.3.2. L'apport de la fouille d'Isenya

L'archéologie en générale et la Préhistoire en particulier sont rythmées par des découvertes qui modifient et remettent en cause les idées établies : c'est le cas de la fouille d'Isenya, au Kenya, dans les années 1980. Pendant longtemps, les périodes anciennes semblaient frappées du sceau de la simplicité puisqu'il était communément admis que seule la percussion directe au percuteur dur minéral était utilisée pendant la Préhistoire ancienne, à savoir essentiellement le Paléolithique inférieur (Coutier 1929; François Bordes 1947). Ce n'est que plus tard, que la panoplie technique de percussion va s'étoffer et l'on évoquera les percussions bipolaires sur enclume ou les techniques sur percuteur dormant (Alimen 1963; Leakey 1971; Chavaillon 1979).

Concernant l'Afrique, encore une fois les travaux de l'équipe d'Hélène Roche sur les chaînes opératoires des séries d'Isenya au Kenya (Roche *et al.* 1988b) remettent en lumière la complexité et la variabilité des techniques aux alentours de - 700 000 ans. Les bifaces en amande ou lancéolés, à pointes fines, caractéristiques du site ont été façonnés dans une matière première grenue et tenace : la phonolite de Kapiti, matériau très fin mais avec de grands phénocristaux. Cette matière première est très sensible aux ondes de chocs et la percussion dite dure, expérimentée au cours de ces travaux, n'a pas produit les résultats attendus.
Elle n'a eu pour effet que de briser la matière sans que la taille ne puisse être totalement contrôlée. L'aptitude des matériaux à la taille peut en effet être très différente et les réactions de la matière première aux techniques de percussion également, ce qui contraint le tailleur à s'adapter (qu'il soit contemporain ou non !) **(tableau 4)**. Pour les phonolites utilisées à Isenya, les inclusions de cristaux dans la lave forment des discontinuités dans la matière qui constituent autant de plans de fracture potentiels beaucoup plus sensibles aux ondes de chocs violentes (dans le cadre d'une percussion interne au percuteur de pierre par exemple). P.-J. Texier décrit son expérimentation dans le rapport de fouille de 1984 et souligne que :

« Comparativement à une matière première comme le silex, il faut, pour obtenir de bons résultats, avoir une grande vitesse de percussion, tout en conservant la précision indispensable. Il s'agit d'un matériau qui ne souffre pas l'hésitation d'un débutant. La finesse et la qualité technique moyenne de l'outillage exécuté à partir d'un matériau aussi grossier sont là pour en témoigner. Comme les expériences de taille l'ont montré, il est également possible d'envisager une finition des outils au percuteur tendre. Enfin nous avons constaté, au cours de ces expériences, que les accidents Siret étaient extrêmement fréquents. Il n'est pas rare d'en obtenir plus d'une douzaine au cours de l'exécution d'un biface. » (Roche *et al.* 1984, p. 41)

De cette étude, la chaîne opératoire va être décomposée précisément et ainsi divisée en plusieurs parties **(figure 7 et 8)**, décrites également sur d'autres sites acheuléens :

- la production d'éclats-supports prédéterminés, visiblement en dehors du site même, puisque des nucléus pouvant les produire ne sont pas retrouvés (Isaac 1977, Roche et Texier 1995, Potts, Behrensmeyer et Ditchfield 1999, Mora et de la Torre 2005, Lepre *et al.* 2011, Beyene *et al.* 2013, Gallotti 2013, Gallotti *et al.* 2014, Behrensmeyer et Ditchfield 1999, Mora et de la Torre 2005, Lepre *et al.* 2011, Beyene *et al.* 2013, Gallotti 2013; Gallotti *et al.* 2014). Il faut cependant noter que récemment, la publication de l'étude du site de Mieso en Éthiopie présentait quelques nucléus à grands éclats trouvés à proximité et pouvant aller jusqu'à 6 kg (de la Torre *et al.* 2014)
- un premier façonnage à la pierre dure.
- une série de retouches au percuteur tendre organique, qui permet de façonner la pointe avec moins de risque d'accident. C'est la plus grande difficulté technique à résoudre car les bifaces d'Isenya ont un indice d'allongement des plus élevés et un indice d'épaisseur les plus bas parmi les sites acheuléens d'Afrique de l'Est et du Sud.

Ces résultats ont bouleversé les idées reçues sur ces artisans acheuléens surtout en matière de cognition. En effet, la percussion tendre organique était, jusqu'à cette expérimentation, attestée pour des périodes plus récentes mais pas pour les premiers temps de la Préhistoire. De fait, cette nouvelle complexité dans la chaîne opératoire a conforté les auteurs dans l'attributioon de cette invention nouvelle à *Homo erectus*, dont les restes sont les seuls connus pour les périodes concernées (Roche et Texier 1995). Ces interprétations ont conféré alors à la « percussion tendre » une dimension de progrès technique, impliquant un progrès cognitif. Depuis, la percussion tendre est donc présentée comme permettant une meilleure maîtrise de la matière, la production d'éclats plus fins, qui filent mieux. Bien qu'involontaire, cette projection de la technique sur une perspective évolutive va considérablement limiter la vision de la potentielle « trousse à outils » des hommes de l'époque et le champ des possibles des études ultérieures.

2. LES LIMITES SEMANTIQUES ET METHODOLOGIQUES

2.1. Interprétations diverses et dérives

2.1.1. De la modification de la définition originelle…

Si elle n'est pas fondamentale dans les études des assemblages lithiques en général, la technique est néanmoins souvent évoquée de manière plus ou moins précise. Lorsqu'on fait un tour de la littérature spécialisée sur ces études, on remarque rapidement que la désignation des techniques de taille est rarement appliquée avec la rigueur que proposait J. Tixier décrite ici précédemment (1.2.1.1), où en tout cas, avec une partie seulement des notions qu'il lui appliquait.
En effet, il est fréquent de constater que seul le mode d'application et la matière du percuteur sont en général renseignés mais rarement le geste et ce, pour toutes les périodes de la Préhistoire. S'il peut, à première vue, s'agir d'un raccourci sémantique, il reste possible que ce raccourci cache un problème méthodologique concernant la méthode de reconnaissance de la technique. Ainsi, la technique de percussion est souvent désignée de la manière qui suit dans la littérature spécialisée.

« La retouche est fine et légère, ce qui dénote l'emploi certain d'un ***percuteur tendre****. »* (Gragueb et Bourgou 1988, p. 30)

« Les bifaces […] dénotent une simple amélioration de la minceur et de la régularité de la silhouette, progrès auxquels n'est sans doute pas étrangère la pratique du ***percuteur tendre****. »* (Pigeot 1991, p. 184)

« Le détachement des produits est effectué, selon le cas, par un ***percuteur dur ou tendre*** *probablement en percussion directe. »* (Célérier 1993, p. 9)

« Plusieurs essais par ***percussion*** *directe* ***tendre*** *échouent clairement à produire régulièrement de telles lamelles […] »* (Deloge, Pelegrin et Alix 1995, p. 192)

« Cependant, parmi cet ensemble, un grand nombre de supports comportent des stigmates attribuables à une percussion directe au ***percuteur tendre*** *[…]. L'ensemble de ces critères est rarement réunis sur lames ; les talons sont proportionnellement plus épais et plus larges et comportent parfois des points d'impacts caractéristiques d'une* ***percussion directe au percuteur de pierre****. »* (Slimak 1999, p. 100)

« Sur certaines pièces, la retouche envahissante, réalisée au ***percuteur tendre*** *et destinée à donner une certaine symétrie à la pièce, rappelle celle des bifaces »* (Turq 2000, p. 179)

« Ces seules données, malheureusement non croisées, indiquent à l'envie que plusieurs techniques sont présentes, ce qui est aussi le cas, nous l'avons souligné, dans le Chalcolithique de Mehrgarh III7, où à la fois pression et percussion indirecte, au bois de cervidé et au cuivre sont connues, sans compter l'ubiquiste ***percussion directe à la pierre*** *et des indices de* ***percussion directe tendre****. »* (Inizan et Pelegrin 2002, p. 106 -107)

« Un premier examen des stigmates de percussions sur les lames montre par ailleurs l'utilisation de percuteurs de pierre plus tendre. […] La technique employée pour le plein débitage est ***la percussion à la pierre tendre*** *(grès). »* (Hinguant et Biard 2004, p. 599)

« les lames régulières et standardisées obtenues par ***percussion indirecte*** *ou par* ***percussion directe tendre*** *sont un trait suffisamment important pour que soient mises en place des importations de silex à longues distances »* (Marchand, Pailler et Tournay 2006, p. 520)

« Parallèlement ou antérieur, un aménagement bifacial de la moitié proximale a été réalisé par ***percussion tendre.*** *»* (Perrin, Ihuel et Plisson 2007, p. 549)

« Il s'agit de produits assez larges […] et relativement épais […] détachés au ***percuteur tendre*** *(sept évidences) »* (Binder 2008, p. 9)

Cette rapide revue bibliographique, volontairement non exhaustive et diachronique, n'a pas pour but de dénoncer un manque méthodologique ou de souligner une faute quelconque. Elle met surtout en lumière un fait capital : la séparation geste/nature du percuteur mise en exergue par J. Tixier disparaît, quelle que soit la période étudiée. Plus gênant pour l'analyse de la technique dans son ensemble, un amalgame se créée entre la nature du percuteur (dur/tendre) et le geste de percussion (rentrant ou tangentiel).

« L'utilisation d'un percuteur « doux », bois ou os, d'invention plus tardive, permet de mieux ajuster son coup et de régulariser des tranchants en frappant tangentiellement ce dernier » (Gallay (ed.) 1999, p. 44)

Ce dernier exemple issu d'une publication de synthèse sur la Préhistoire africaine soulève une confusion supplémentaire : un lien de cause à effet entre la nature du percuteur et la précision de la frappe, ce qui nous semble relever surtout du savoir-faire du tailleur. La première conséquence de cet imbroglio est qu'on ne sait plus qui de la matière de l'outil ou du geste produit les résultats, ce qui renforce une fois de plus ce postulat qui voudrait que la percussion directe au percuteur dur serait

Effectif Gomboré 2					
	Localité 1	Localité 3	Localité 4	Localité 5	TOTAL
	N	N	N	N	
Enclume	4	4	3	3	14
Galets percutés	16	0	0	0	16
Galets cassés	224	111	16	29	380
Galets taillés	13	0	0	0	13
Choppers	16	20	10	14	60
Polyèdres	10	26	1	2	39
Bolas	1	0	0	0	1
Rabots, gros grattoirs	6	0	3	2	11
Outils sur galets cassés	0	0	2	1	3
Bifaces	69	63	11	31	174
Hachereaux	1	12	0	1	14
Pics	0	0	1	1	2
Nucléus	9	24	2	4	39
Eclats bruts	148	227	50	73	498
Eclats utilisés	2	123	7	8	140
Racloirs	9	36	10	18	73
Grattoirs	3	4	1	1	9
Poinçons	1	3	1	1	6
Eclats à retouches inverses	0	0	0	1	1
Couteaux à dos	0	0	1	3	4
Coches	3	0	2	1	6
Denticulés	12	0	5	6	23
Petit outillage bifacial	8	14	0	0	22
Eclats retouchés	111	73	6	10	200
Autres	0	2	0	1	3
Débris	0	0	2	0	2
TOTAL	666	742	134	211	1753

Tableau 5. Récapitulatif des effectifs de Gomboré 2, d'après Piperno et Chavaillon 2004.

Effectif DE89b		
	Leakey	**Isaac**
Outils façonnés	103	581
Modifiés ou cassés	16	127
Tranchants abîmés	10	109
Percuteurs	2	21
Nucléus	37	141
Eclats	32	668
Fragments anguleux	132	2782
TOTAL	332	4429
Composition des outils façonnés divisés en sous classe		
	Leakey	**Isaac**
Bifaces	1	2
Bifaces pics	27	245
Bifaces ciseaux	0	0
Hachereaux	34	148
Couteaux	1	33
Large Cutting Tools cassés	6	7
Pics et trièdres	1	9
Choppers	6	18
Grattoirs nucléus	0	3
Grattoirs sur grands éclats	4	38
Bifaces nucléus	2	0
Autres outillage lourd	3	20
Petits grattoirs (simple)	6	29
Petits grattoirs (double)	1	21
Autres petit outillage	3	0
Sphéroïdes	8	8
TOTAL	103	581

Tableau 6. Récapitulatif des effectifs du site DE89 d'Olorgesailie, d'après Isaac 1977.

Effectif Isenya				
	Niveau V		Niveau VI	
	N	%	N	%
Nucléus	45	4,2	255	4
Eclats	691	64,39	3326	52,02
Fragments	41	3,82	321	5,02
Petit outillage sur éclat	35	3,26	335	5,24
Bifaces	139	12,95	418	6,24
Hachereaux	17	1,58	948	14,83
Bifaces-Hachereaux	4	0,37	90	1,41
Fragments de pièces bifaciales et divers	8	0,74	47	0,56
Polyèdres	12	1,11	92	1,43
Sphéroïdes	29	2,7	196	3,06
Disques			6	0,09
Pics, Trièdres			4	0,06
Gros racloirs, rabots	2	0,18	14	0,22
Choppers			9	0,14
Percuteurs, bolas	21	1,95	98	1,53
Ebauches	8	0,74	80	1,25
Blocs, galets travaillés	21	1,95	155	2,42
TOTAL	1073	100	6394	100

Tableau 7. Récapitulatif des effectifs du site d'Isenya, d'après Roche et al. 1988b.

forcément appliquée avec un geste rentrant et la percussion tendre forcément appliquée de façon tangentielle.

2.1.2. … Aux dérives interprétatives dans les études des sites africains

D'une manière générale, il n'y pas eu d'études spécifiques dédiées aux techniques dans les assemblages africains, mis à part les travaux concernant Isenya. Dans la plupart des études publiées sur l'Acheuléen d'Afrique orientale, la question des techniques est peu ou pas abordée. Cependant, les résultats des travaux sur Isenya - dont l'évocation de l'utilisation d'un percuteur tendre organique renforçait surtout l'idée du degré d'anticipation (Texier 2018) - renforcés par les travaux d'expérimentations en Europe et transposés sur les matériaux africains, ont amené les chercheurs à faire état, ces dernières années de plusieurs indices, stigmates

ou preuves (considérées comme telles) de l'utilisation de la percussion tendre organique sur le matériel archéologique. Certains, prudents, ont émis l'hypothèse d'une éventuelle utilisation du percuteur tendre organique pour les phases d'amincissement des bifaces d'Olorgesailie à partir d'un talon avec lèvre dans la série du membre 11, mais sans pour autant l'affirmer de manière formelle (Tryon et Potts 2011). A l'extrême, on peut parfois lire de simples évocations ou impressions d'utilisation de cette technique, les critères discriminants n'étant pas exposés ou démontrés. Le résultat ainsi exprimé parait *de facto* totalement injustifié.

« At least two stages of façonnage (which, in some instances, seem to be made with soft hammer) can be observed[12] *»* (de la Torre *et al.* 2014, p. 13)

On observe ainsi à travers la bibliographie, un certain nombre de raccourcis qui, au fur et à mesure des années sont devenus des postulats, voire des axiomes:

- La percussion tendre devient synonyme de « percussion tendre organique », qui se réduit même parfois uniquement à l'utilisation de « bois végétal » comme le suggèrent les figures publiées dans différents articles (Texier et Roche 1995; Roche et Texier 1995). Un fois encore, seule la notion de matière/nature du percuteur est retenue, renforçant cette idée que seule la matière du percuteur modifie l'effet de la percussion sur les matières taillées (Roche 2005).
- La matière du percuteur semble liée au geste, la percussion dure ne pouvant être appliquée que de manière interne et la percussion tendre ne pouvant être que tangentielle, comme vu précédemment.
- Un glissement interprétatif des critères de diagnoses sur la morphologie et la dimension des éclats : la percussion tendre permet d'obtenir des éclats plus fins et plus longs, donc les éclats fins et longs traduisent une percussion tendre.
- Une notion évolutionniste et diffusionniste liée à la chronologie s'est immiscée dans les études et tend à prouver que lorsqu'une nouvelle technique est inventée, elle est transmise depuis un point A, à l'intérieur de groupes plus ou moins larges, pour arriver au point B de manière linéaire (Inizan *et al.* 1995), sans qu'une notion de réinvention, ou d'invention à « foyer multiple » ne soit évoquée. Ces notions d'évolutions et de diffusions semblent s'appliquer aussi sur d'autres sujets (type d'outils, stratégie de subsistance, etc.)

Par ailleurs, il faut noter qu'une dérive sémantique semble s'installer au travers de la bibliographie, limitant inexorablement le discours à une dichotomie de percussion dure *vs* percussion tendre où seule la matière des percuteurs semble entrer en ligne de compte dans les critères d'analyse et les relations de causes à effets. Or, nous l'avons vu dans les différentes notions données dans la définition

12 « Au moins deux étapes (lesquelles, dans certains cas, semblent être réalisées à l'aide d'un percuteur tendre) ont pu être observées. »

de la technique, le geste et le maintien de la pièce sont des critères de qualité égale à la nature du percuteur et ils ont des implications fortes dans la forme et les propriétés des produits obtenus (Tixier 1982, Pelegrin 1991, Cotterell et Kamminga 1987, Pelcin 1997, Rozoy 1997).

2.1.3. Les biais des collections de référence

Ce qui est étonnant pour les sites acheuléens d'Afrique de l'Est, c'est que le diagnostic de technique de percussion se fait sur des corpus d'éclats très limités. En effet, au sein des assemblages des sites de références, ils sont en général largement en deçà de ce qu'ils devraient être au regard du nombre de produits façonnés ou débités. Quant aux éclats de façonnage *stricto sensu*, ils sont, lorsqu'ils sont décrits comme tels, également inférieurs en nombre à ce qu'ils devraient. Si on compare les inventaires **(tableaux 5, 6 et 7)** de quelque sites de référence[13], on constate que seul Isenya a un ratio éclats/bifaces cohérent pour du façonnage sur place, sachant bien sûr que tous les éclats ne sont pas issus de ce système de production. Les sites de Gomboré II et DE89b d'Olorgesailie sont largement déficitaires. Garba 1b est décrit comme un site dont la fonction n'est pas un atelier de débitage, mais plutôt un endroit où on aurait utilisé les bifaces et les hachereaux (Chavaillon 1972). Ceci traduit probablement un déficit en éclats bruts, car d'autres éclats sont présents pour le petit outillage sur éclat et évoqués pour une *« utilisation systématique des déchets de taille ou de retaille des bifaces »* (Chavaillon *et al.* 1978, p. 110).
Mais si ces assemblages sont exempts, ou presque, d'éclats et que les stigmates définis sur le matériel expérimental les concernent principalement, comment comparer les séries archéologiques et expérimentales et obtenir des résultats cohérents ?
Les estimations de ces différentes techniques ont donc reposé essentiellement jusqu'ici sur les produits de façonnage et non sur les sous-produits. Dans ce cas comment procéder ? En regardant les négatifs des derniers enlèvements ? Oui, mais l'information sera forcément tronquée et il ne pourra s'observer réellement que la longueur de l'éclat et éventuellement l'angle d'éclatement de celui-ci. Les critères qui supposent une technique différente entre les pièces bifaciales ne reposent donc principalement que sur la morphologie de celles-ci, voire sur leur volumétrie.

13 Sauf pour Garba 1b, car l'inventaire par classe d'objet n'a pas été publié.

2.2. Limites de la méthode de diagnose du type de percussion

2.2.1. Le risque de surinterprétation de l'expérimentation : les exemples des sites de Corbiac, de Roc de Combe et de La Côte

Toute méthode a ses limites et l'étude de la technologie lithique par l'expérimentation n'échappe pas à la règle. Un exemple marquant, soulignant une certaine limite méthodologique dans l'application à trop large échelle d'une expérimentation réalisée dans le cadre d'une problématique propre à un site est celui de Corbiac (Dordogne). Dans un article publié en 1969, François Bordes et Donald Crabtree font la démonstration, expérimentation de Jacques Tixier à l'appui, de l'utilisation de la percussion indirecte pour la fabrication des lames du site gravettien de Corbiac (Bordes et Crabtree 1969). Rapidement, par une interprétation abusive des résultats propres à ce site par la communauté scientifique, les lames standardisées du Paléolithique supérieur vont devenir synonymes d'utilisation de la percussion indirecte, même si la possibilité d'obtenir de tels produits avec des techniques différentes a été évoquée dès 1975 (Newcomer 1975). Ainsi de nombreux diagnostics des techniques employées pour cette période, postérieurs à la publication de ces résultats, ont été interprétés comme de la percussion indirecte sur différents assemblages. Ils se sont finalement avérés inexacts, à la lumière de nouvelles expérimentations et d'une nouvelle interrogation du matériel archéologique de Corbiac (Pelegrin 2011).
Un autre exemple d'erreur de diagnostic dans la reconnaissance des techniques de percussion a été évoqué pour le Châtelperronien, où l'utilisation de la percussion tendre organique avait été reconnue dans un premier temps (Pelegrin 1995). J. Pelegrin a lui-même souligné cette erreur de diagnostic intervenue dans son travail de doctorat, ayant depuis constaté une utilisation préférentielle de la pierre tendre. Il est essentiel de rappeler ici qu'à l'époque de sa thèse, les percuteurs en pierre tendre n'avaient pas encore été expérimentés et n'étaient donc jamais évoqués comme étant une possibilité à envisager (Pelegrin 2011).
Par conséquent, ces erreurs de diagnostics et d'interprétations doivent nous obliger à être modeste face à nos résultats et nous invitent à rester prudents, notamment quant à leur transfert à d'autres continents, d'autres périodes ou d'autres matières premières. Elles nous obligent surtout à rester ouverts à toutes les éventualités possibles en termes d'acquisitions de matière première, de concept ou d'outil potentiellement utilisés par les différents groupes humains paléolithiques.

Il est également possible qu'une vision trop évolutionniste voire gradualiste des techniques de percussion, empêche également la reconnaissance de certaines d'entre elles pour les périodes anciennes (Texier 1996). En effet, dans le classement volontaire ou involontaire des outils de taille, certains exercices de style littéraire

nous invitent également à penser que la percussion au percuteur tendre serait plus « noble » que la percussion au percuteur dur.

« […] la pierre tendre devenait rapidement, dès les premières expressions de l'azilianisation, la technique de débitage exclusive des industries tardiglaciaires, bientôt abâtardie en percussion à la pierre plus dure, portée en retrait, avant de se raffiner brillamment dans les industries belloisiennes et peut être laboriennes » (Pelegrin 2011, p. 143)

Cependant, si on considère que les techniques s'adaptent au but recherché sur une matière donnée, qu'est-ce qui aurait interdit aux artisans du Paléolithique inférieur d'utiliser des percuteurs en pierre tendre à l'instar des artisans de Jonzac au Paléolithique moyen ?

La prudence reste donc de mise quant aux traductions que l'on peut faire d'une expérimentation moderne sur un assemblage archéologique qui a son propre contexte, ses propres contraintes et possibilités environnementales ou techniques, et surtout, des artisans bien différents de nous. La nécessité de mener, pour chaque problématique, des expérimentations directement en relation avec le contexte archéologique du matériel étudié et de la problématique n'en est que plus essentielle.

2.2.2. Caractérisation pièce à pièce : une impasse méthodologique ?

2.2.2.1. Sur les séries européennes

Comme nous l'avons déjà vu, l'expérimentation dédiée au site « Chez Pinaud » à Jonzac (Roussel, Bourguignon et Soressi 2009), a considéré des combinaisons de stigmates plutôt que certains stigmates dits « caractéristiques », pour pouvoir passer outre les stigmates positifs ou négatifs s'exprimant pour plusieurs techniques différentes. Cela a notamment permis de nuancer le degré d'affirmation dans la reconnaissance des techniques de taille et surtout de confirmer l'utilisation de percuteurs tendres minéraux dès le Paléolithique moyen, ce qui n'était jusque là, documenté que pour le Paléolithique supérieur *cf. supra* (Pelegrin 2000). Cette méthode a surtout répondu à l'écueil de la détermination du type de percussion pièce par pièce. En effet, comment individualiser sur le matériel archéologique, des stigmates discriminants s'ils s'expriment de manière similaire avec plusieurs types de percussions ? Sachant que tous les éclats ne sont pas diagnostics, ni sur le matériel expérimental, ni sur les assemblages archéologiques. De plus, les attributs jusque-là définis (point de percussion, préparation du talon, lèvre/bulbe, ridules, épaisseur du talon, obliquité, etc.), ont été étoffés par un nouvel attribut : la ligne postérieure du talon. On le retrouve également dans les travaux sur le

Howiesons Poort sous le terme « délinéation postérieure du talon » (Soriano, Villa et Wadley 2007). Cet attribut, qui concerne la ligne de fracturation entre le plan de frappe et le talon de l'éclat détaché, présente l'avantage de comprendre plus en détail le mode de fracturation de la roche et d'en préciser le mécanisme, qui peut ainsi être mis en parallèle avec le geste de percussion.
Les stigmates sont parfois discrets ou en tout cas s'expriment de manière plus ou moins marquée. Le moyen de faire ressortir ces caractères discrets est d'analyser leur fréquence dans une approche qualitative ET quantitative. Les deux études précédemment citées proposent ainsi des tableaux de fréquences de stigmates qui consolident leurs critères de diagnoses, tout en admettant que l'interprétation doit rester prudente.

2.2.2.2. Sur les séries africaines

Si on se concentre désormais sur les premières industries de l'Acheuléen africain et leurs matières premières d'origine volcanique, on peut s'interroger également sur la pertinence de l'individualisation des stigmates éclat par éclat. Premièrement, il y a souvent un problème de déficit d'éclats sur les sites et la détermination des techniques de percussion est plus souvent liée a la morphologie des produits de façonnage qu'aux stigmates effectivement observés sur les talons des sous produits.
Par ailleurs, si sur des matériaux à grain fin, où la lisibilité est en générale optimale, on se heurte aux recouvrements décrits ci-dessus entre les stigmates de percussions, les rendant *de facto* non discriminants, qu'en est-il de ces mêmes critères sur les matériaux grenus et tenaces ? Certaines des caractéristiques qui s'expriment plutôt bien sur le silex, comme les stries ou les ridules, ne s'expriment que très peu voire absolument pas sur des matières comme la phonolite ou le quartzite. A contrario, on peut imaginer que d'autres stigmates, inexistants sur le silex, sont régulièrement visibles sur les matériaux grenus. Enfin, il faut tenir compte de l'altération chimique profonde que peuvent subir certaines collections en laves, inhérente à la composition du matériau et qui empêchent généralement toutes distinctions d'abrasions ou de préparations superficielles du plan de frappe, censées indiquer l'utilisation d'un percuteur tendre par exemple. La grille d'analyse pour ces nombreuses collections produites aux dépends de matériaux autres que le silex, doit donc être renouvelée afin de mieux correspondre à l'objectif recherché et au matériel étudié.

2.3. Référentiel expérimental : limites et obsolescence

2.3.1. Critiques méthodologiques

2.3.1.1. L'incontournable « environnement » des séries étudiées

Les expérimentations conduites pour l'étude du site d'Isenya (Roche *et al.* 1984, Roche *et al.* 1988a et b, Roche et Texier 1991, Texier et Roche 1995) basée sur les chaînes opératoires définies à partir du matériel archéologiques, apportent plusieurs faits indéniables sur lesquels nous basons notre réflexion. Premièrement, la présence dans la matière première (phonolite de Kapiti) de grands phénocristaux entraîne des discontinuités, qui lorsqu'on utilise une percussion directe dure minérale (interne), forment des plans de fracture, rendant cette technique inopérante par façonnage bifacial des grands bifaces typiques du site. Deuxièmement, cette difficulté inhérente à la matière première disponible peut être surmontée par l'utilisation d'un percuteur tendre organique de buis, *Buxus sempervirens* (dont on suppose que la percussion est tangentielle **et** marginale). Enfin nous ajouterons que lorsqu'on façonne des bifaces uniquement avec un percuteur minéral en percussion interne, le processus de façonnage s'inscrit dans une structuration volumétrique différente et dans une fonctionnalisation également différentes des parties actives à venir que lorsque le façonnage est exercé avec des gestes tangentiels (Boëda 1997, p. 69).

Revenons désormais sur plusieurs points d'ordres méthodologiques. Les études sur la végétation environnante des sites archéologiques en Afrique de l'est au Pléistocène ont été réalisées notamment par le biais de la palynologie. Plusieurs facteurs entrent en compte dans les conditions climatiques et végétales de cette région, en particulier celle du rift et notamment le *« contexte tectonique du rift [qui] influe sur la répartition des écosystèmes en altitude, indépendamment du climat »* (Lézine 2008, p. 59). Cela signifie que la végétation se répartie différemment en fonction de l'altitude, les essences de type forestier préférant les zones de montagnes aux plaines recouvertes plutôt de graminées **(figure 14)**. Les variations de proportions au sein des espèces présentes sur ces différents étages sont très dépendantes des précipitations, des saisons des pluies et du degré d'humidité disponible en général (Bonnefille *et al.* 2018). La végétation au Pléistocène était très proche de celle que nous connaissons actuellement, en particulier pour les régions proches du lac Turkana, au Kenya comme en Éthiopie, quoique légèrement plus humide (Bonnefille 1972, Bonnefille 1976, Bonnefille et Riollet 1980, Vincens 1982, Bonnefille et Vincens 1985, Bonnefille 1999). L'aridification de la région au cours du temps a surtout modifié la densité de la

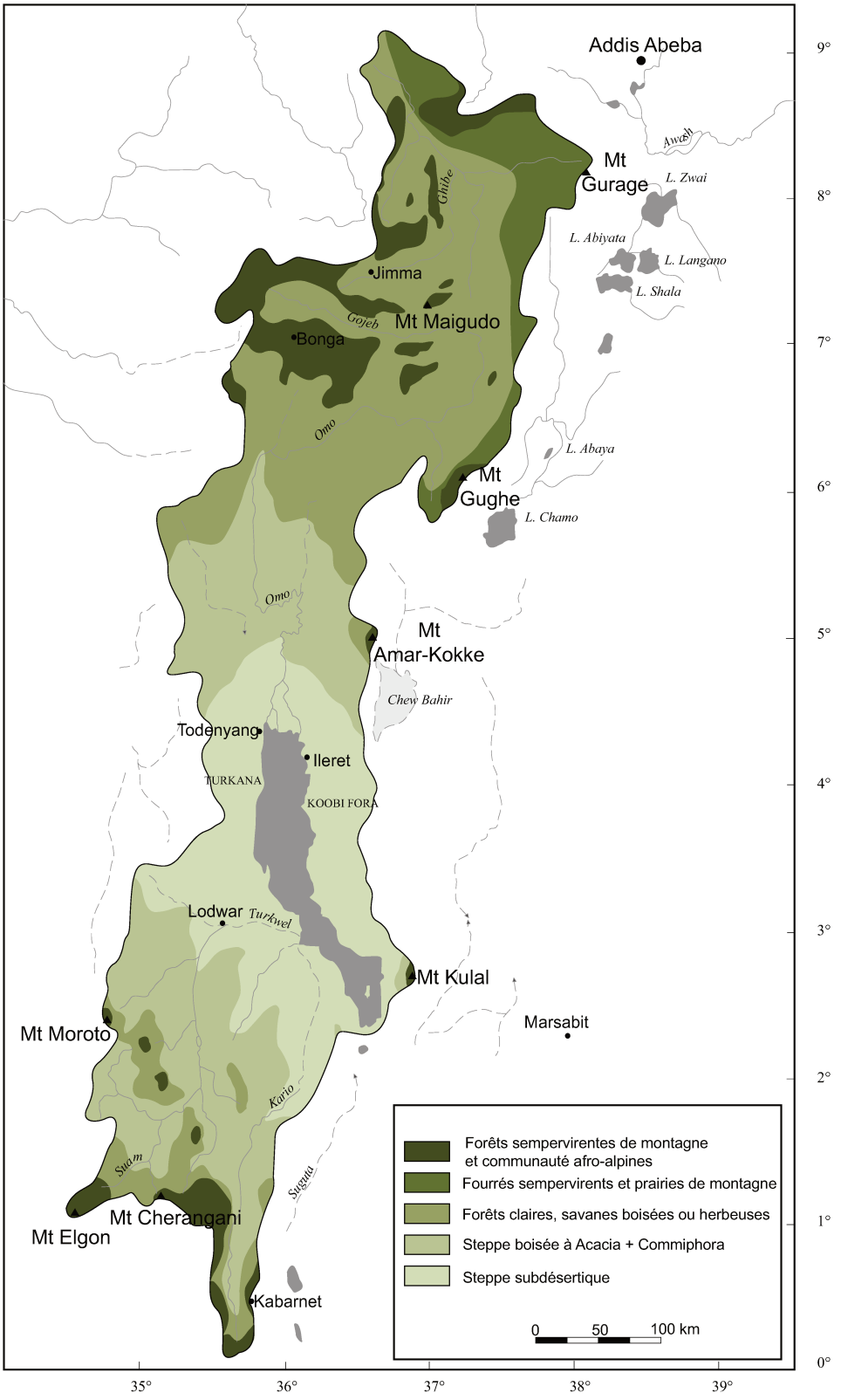


Figure 14. Exemple de variations de végétation en fonction de l'altitude, dans la région du bassin du Turkana, Kenya/Ethiopie. D'après Vincens, 1982.

couverture (moins de savanes herbeuses et plus de forêts à des altitudes plus basses qu'aujourd'hui) plutôt que sa composition.

La présence de forêt galerie le long des cours d'eaux ou en marge des lacs peut amener les forêts denses, type forêt riveraine, dans les altitudes dédiées aux herbacées (Lézine 2008). Néanmoins, les types d'essences restent très proches de ceux connus aujourd'hui sous ces latitudes (Bonnefille comm. pers.). Les essences majoritaires dans les savanes qui entourent les sites de l'Est africain sont les *Acacias* et les *Commiphora*.

Quoi qu'il en soit, ces études indiquent des conditions climatiques trop sèches et ensoleillée pour une éventuelle implantation du buis, par ailleurs espèce principalement européenne, et ne font état d'aucun pollen de *Buxus sempervirens*. Si le bois utilisé par les expérimentateurs d'aujourd'hui n'existait pas dans cet environnement pléistocène est-africain, on peut évoquer l'hypothèse que les tailleurs du Pléistocène ont utilisé une essence de bois dur équivalent (Texier 2018). On pourrait aussi proposer que ce percuteur qui ne peut être « minéral dur » soit d'origine animale, comme en Europe par exemple. Seulement, comme aujourd'hui, l'Afrique du Pléistocène moyen ne compte pas parmi sa faune, d'animaux pourvus de bois (Guérin 1999). Dans ce cas et puisqu'il n'y a d'autres moyens qu'une percussion tendre équivalente à celle testée en 1984 (Roche *et al.* 1984), quel est donc le percuteur utilisé? Les homininés ont-ils taillé à l'aide d'un bois ou de toute autre matière organique que nous ne connaissons pas ? Ont-ils utilisé un percuteur d'une autre nature que l'organique ?

Au regard de nos interrogations sur les changements techniques, il devient nécessaire de renouveler le référentiel expérimental, en intégrant des percuteurs de nature différente de ceux utilisés auparavant, en essayant d'être plus proche des ressources disponibles autour des sites de la région et de la période étudiée.

2.3.1.2. Chronologie des techniques : des limites invisibles

Un des travers de l'étude des techniques, que nous pouvons aujourd'hui observer est notre tendance à calquer l'histoire technique sur un mode d'évolution continue et linéaire en relation directe avec les représentants d'homininés. Ce courant de pensée, lié aux origines de la discipline Préhistoire est largement induit par les travaux d'André Leroi-Gourhan qui positionne une évolution des techniques en cohésion avec celle de l'Homme[14].

« […] les techniques paraissent suivre le rythme de l'évolution biologique, et le chopper, le biface semblent faire corps avec le squelette. Au moment où

14 Elle-même très linéaire à l'époque des écrits de l'auteur.

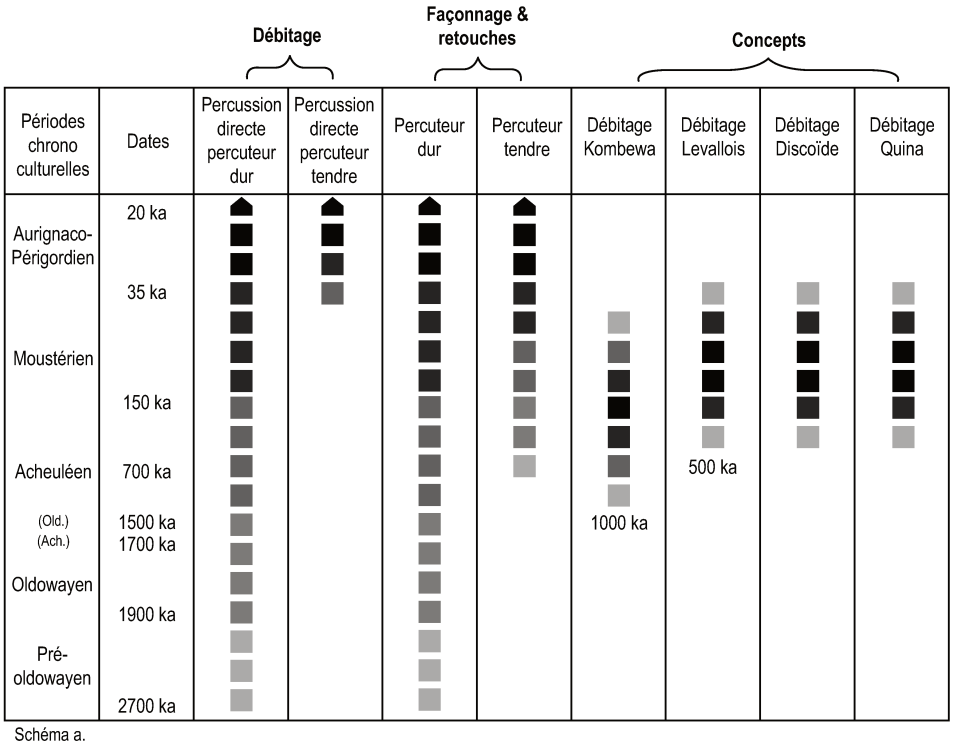


Schéma a.

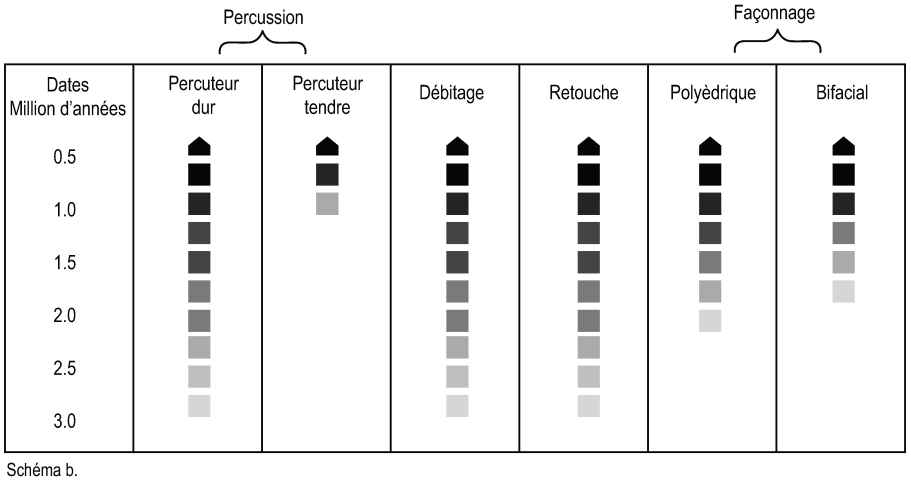


Schéma b.

Figure 15. Schéma a. Chronologie indicative des techniques et principaux concepts de débitage, d'après Texier 1996.

Schéma b. Indications chronologiques des modes de fracturation et actions basiques de taille, d'après Roche 2005.

émergent des possibilités cérébrales nouvelles, les techniques s'enlèvent dans un mouvement ascensionnel foudroyant, mais elles suivent des lignes qui miment à tel point l'évolution phylétique qu'on peut se demander dans quelle mesure elles ne sont pas l'exact prolongement du développement général des espèces. » (Leroi-Gourhan 1964. p.152)

Si l'évolution des techniques est surtout *« un concept logique, classificatoire, permettant la mise en ordre des documents de manière à rendre possible une connaissance, et ceci malgré notre ignorance des contextes sociaux de*

production et d'usage des premiers outils, malgré aussi le caractère très lacunaire des documents que nous possédons. » (Guchet 2008, p. 7), il apparaît tout de même que cette assertion sur les liens étroits entre évolution technique et évolution biologique est encore appliquée dans la recherche actuelle. Ainsi, même si des associations directes de vestiges n'ont pas confirmé cette hypothèse, il est courant de lire que l'Acheuléen serait l'œuvre d'Homo erectus, tout comme le MSA devrait son émergence aux premiers représentants de l'Homme moderne. Ces hypothèses induisent que les outils seraient le reflet de l'expansion des espèces à travers les continents, etc.… Mais nous voyons au travers des travaux récents que ces idées, qui ne sont parfois qu'évoquées, volent en éclats. Un exemple frappant s'exprime avec la découverte d'outils datés à 3,3 millions d'années dans le nord du Kenya (Harmand *et al.* 2015). Cette nouvelle donnée remanie irrémédiablement des connaissances sur le premier fabricant d'outils qui était jusqu'à cette découverte, le bien nommé *Homo habilis* (Lewis, Harmand, 2016), dont les premiers représentants n'apparaitront qu'à partir de 2,8 Ma, soit 700 000 ans plus tard (Villmoare *et al.* 2015). Le fait archéologique fait ainsi perdre sa place de premier tailleur de l'humanité à *Homo habilis*, en même temps que la fonction « habile » qui le rendait spécifique au sein de l'espèce *Homo*. Il détruit également le lien supposé de l'outil avec le fossile d'homininé.

Bien que cette vision linéaire soit fortement remise en question et révisée pour les fossiles d'homininés, ce carcan évolutionniste voire gradualiste est toujours en vigueur pour la technique. En effet, à l'instar d'un biface inventé dans une localité et dont le concept se diffuserait à travers le monde, il semble que les techniques de percussion soient en proie au même écueil. Ainsi la percussion dite tendre apparaît en Afrique vers -700 000 ans, et coexiste avec la percussion dite dure minérale. Elle ne s'applique qu'au façonnage et plutôt pour les phases de retouche. Quand le façonnage disparaît, au cours du Paléolithique moyen, elle fait de même, mais réapparaît dans des phases de débitage, uniquement à partir du Paléolithique supérieur ancien en Europe. L'utilisation de la percussion marginale à la pierre tendre dans les assemblages Howiesons Poort est un exemple d'une invention sans suite qui ne réapparaîtra pas avant le LSA. La théorie de la réinvention est donc une hypothèse plausible en ce qui concerne les techniques de percussion.

Au-delà des interrogations que cette synthèse soulève, le caractère évolutif et surtout linéaire involontairement plaqué sur l'histoire des techniques empêche certaines hypothèses de voir le jour. Les tableaux de synthèse présentés ici traduisent une notion chronologique qui limite, *de facto*, l'existence des techniques à certaines périodes **(figure 15)**. Est-ce pour cela que la percussion tendre minérale est restée si longtemps cantonnée au Tardiglaciaire ? Nous avons vu que ces frontières ont été récemment remises en question par plusieurs études et qu'elles sont vouées à disparaître (Rozoy 1997; Roussel, Bourguignon et Soressi 2009), mais jusqu'où peut-on repousser les limites chronologiques des techniques?

2.3.2. La percussion tendre minérale pendant l'Acheuléen ? Une hypothèse crédible !

2.3.2.1. Une technique attestée dans des sites de plus en plus anciens

Si on regarde les différents travaux récents sur le façonnage bifacial et les expérimentations qui ont été conduites en parallèle, il semble que la technique de percussion au percuteur minéral dit tendre soit tout à fait adaptée à la finalité que l'on prête au percuteur organique : obtenir des éclats moins épais et plus envahissants pour amincir la pièce sans consommer trop de matière périphérique par rapport à la percussion interne dite dure, du fait de l'épaisseur des talons. Des exemples ont été attestés pour le Solutréen du site des Maîtreaux (Indre et Loire, France) (Aubry *et al.* 2008), ou encore pour le Néolithique au Qatar (Pelegrin et Inizan 2013), corroborés par des expérimentations sur les matières premières concernées qui n'ont pas fait état de problèmes particuliers quant à son utilisation (Biard et Prost 2015). Pour des périodes plus anciennes et plus proche géographiquement des sites d'Afrique de l'Est, l'exemple de Sibudu Cave apporte des arguments tout aussi convaincants. La description de traces d'ocre observées à plusieurs reprises sur les talons d'éclats de façonnage de pointes bifaciales et l'étude systématique et rigoureuse de marques de taille, ont permis de déduire que les nodules d'ocres présents sur et à proximité du site, ont été utilisés parfois comme abraseur, parfois comme percuteur. La densité et l'état de surface des nodules d'oxyde de fer, correspondent aux caractéristiques des percuteurs de pierre tendre (Soriano, Villa et Wadley 2009, p. 50). Enfin l'exemple, déjà cité, d'utilisation de boules de calcaire comme percuteurs sur le site Chez Pinaud, ouvre la possibilité d'utilisation de cette technique pour du façonnage bifacial dès le Paléolithique moyen (Roussel, Bourguignon et Soressi 2009).

Ce constat nous amène à reconsidérer les possibilités en termes de techniques de percussion pour les périodes anciennes, mais surtout à s'interroger sur l'évolution continue ou discontinue de celles-ci. Quels critères utilisons-nous pour identifier les continuités ou les ruptures dans ces champs d'action et surtout à quelle échelle les appliquons-nous ? Est-ce qu'une évolution technique discontinue traduit nécessairement une rupture dans le système technique global ?

2.3.2.2. Quelles possibilités concrètes pour les matières premières d'Afrique de l'Est

Si cette percussion minérale tendre est attestée dans le façonnage bifacial des périodes plus récentes, pourquoi ne serait-elle pas envisageable pour l'Acheuléen ? Les notions de valeur chronologique attribuées à tel ou tel type de percuteur ne doivent ici plus entrer en compte. Si des percuteurs de ce type existent dans l'environnement proche des sites archéologiques acheuléens, il faut alors les prendre en considération. Mais les exemples que nous avons en Europe, ou en tout cas pour tailler les roches siliceuses, ne paraissent pas adaptés aux matières premières tenaces que nous avons évoquées. En effet, il est peu probable de pouvoir façonner un biface en phonolite ou en basalte avec un percuteur en grès ou en ocre, sans risquer de voir ce dernier finir pulvérisé sous le choc. Il faut donc trouver une matière assez dense et résistante, mais qui aurait la faculté d'absorber le choc lors du contact, à l'instar d'un grès ou d'un calcaire. Or nous savons que certaines roches volcaniques, en se dégradant chimiquement, subissent une altération plus ou moins invasive des couches superficielles de la matière (Harmand 2005), modifiant ainsi la texture du contact transformatif d'un éventuel percuteur.

On peut donc envisager la possibilité de percuteurs minéraux, que nous décrirons comme ayant un **néocortex altéré,** qui auraient tous les critères d'inertie et d'état de surface nécessaires pour détacher des éclats sur des matières premières grenues et tenaces comme la phonolite à la manière d'un percuteur tendre.

Cependant, au regard de l'historique de la recherche concernant la reconnaissance des stigmates de percussion, pouvons-nous considérer que la matière du percuteur est vraiment le seul paramètre à changer pour résoudre les contraintes spécifiques liées à la matière première ? Comment pouvons-nous rendre compte du geste utilisé sachant que ce dernier peut avoir une grande incidence sur la morphologie de l'éclat obtenu ?
Au-delà de savoir quel type de percuteur est utilisé, il faut s'interroger sur l'origine et la finalité de ce changement.

3. METHODOLOGIE GENERALE ET PROBLEMATIQUE

3.1. Comment définir le changement de technique de percussion ?

3.1.1. L'apport de la philosophie des techniques

3.1.1.1. Appréhender la technique de percussion comme une entité mixte

Comme nous l'avons vu, il semble qu'un parallèle se soit établi dans la littérature entre l'évolution des bifaces et l'apparition de la percussion tendre. La structuration de l'Acheuléen africain dans ce concept évolutif s'appuie sur les antagonismes morphologiques des bifaces. Mais ce type de classification est aussi proposé pour l'Europe et d'une manière générale pour toutes les industries lithiques préhistoriques. Ces industries, en particulier celles à bifaces, évolueraient-elles donc toutes de la même façon ?
En parallèle, l'apparition et l'utilisation d'un **nouveau percuteur ou en tout cas d'une technique de percussion différente**, présentée comme une innovation, semble marquer une rupture dans la conception que l'on a actuellement du phénomène et de l'identification que nous avons de l'évolution des techniques.
Y-a-t'il un lien réel entre les deux phénomènes ou bien le caractère apparemment abrupt de ce changement technique, tel qu'évoqué pour Isenya par exemple, n'est-il pas accentué par notre perception et notre formalisation sémantique des techniques de taille, avec une opposition binaire dur/tendre ?

Pour tenter de répondre à ces questions, il faut donc trouver des outils pour définir ce changement technique. Pour nous aider à trouver des clés de lecture sur le matériel archéologique, nous emprunterons quelques bases à la philosophie des techniques.
Si comme P. Rabardel, on considère que la technique est *« constitutive du milieu humain et des moyens de transmission des acquis de l'espèce »* (Rabardel 1995, p. 37), elle peut donc être un instantané représentatif du système technique dans lequel elle a été créée et dans lequel elle évolue. Dans le même temps, le percuteur, tout comme l'outil, correspond chez Rabardel à l'*instrument* c'est à dire une entité mixte composée de l'artefact et d'un ou plusieurs schèmes d'utilisation auquel Boëda ajoute l'énergie qui le maintien en action (Boëda 2013). P. Rabardel définit l'instrument ainsi :

« L'instrument n'est pas seulement un objet de forme particulière, aux propriétés physiques déterminées, il est surtout un objet social, avec des modalités d'emploi élaborées au cours du travail collectif. Il est porteur des opérations de travail qui sont comme cristallisées en lui.» (Rabardel 1995, p. 29).

Il peut donc être ainsi, une sorte de reflet non seulement du système dans lequel il s'insère, mais aussi des gestes techniques qui lui sont associés et de l'environnement dans lequel il a été créé.

« […] l'évolution humaine se fait par la voie de la fixation des acquis de l'espèce au sein des phénomènes externes de la culture matérielle et intellectuelle. » (Ibid.)

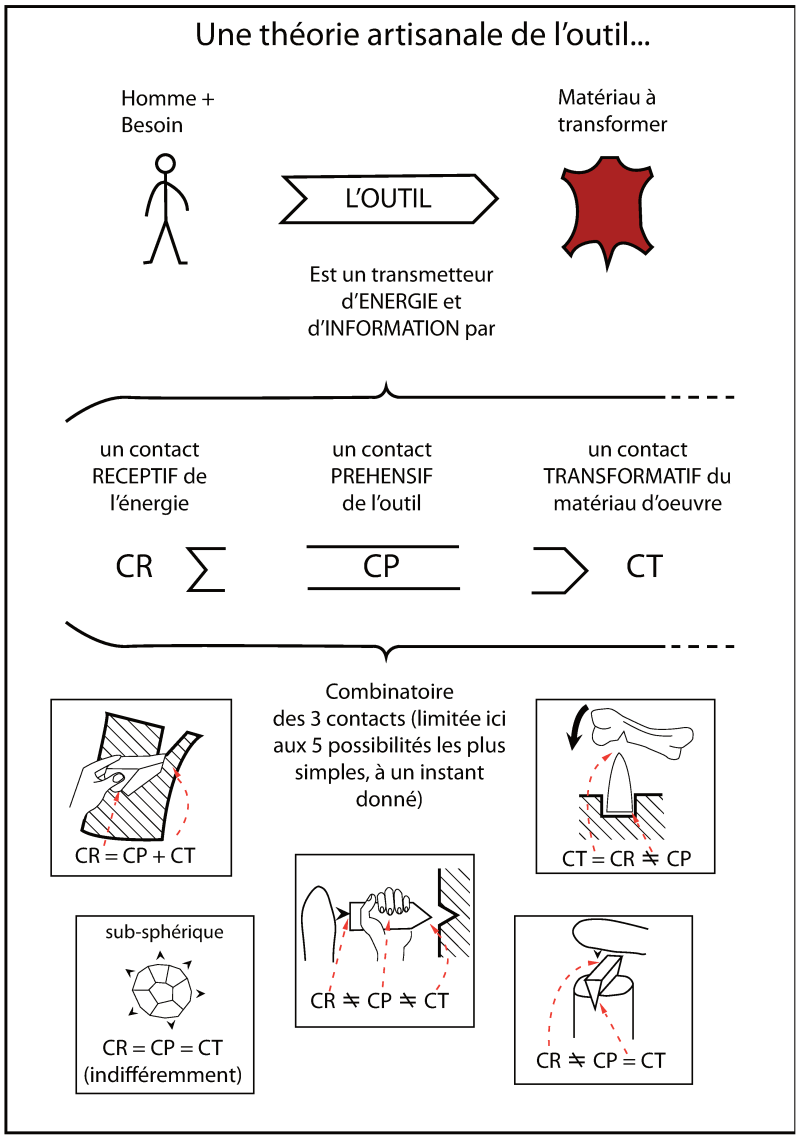


Figure 16. Théorie artisanale de l'outil. Définition des différents sous-systèmes composant un outil, d'après Lepot 1993.

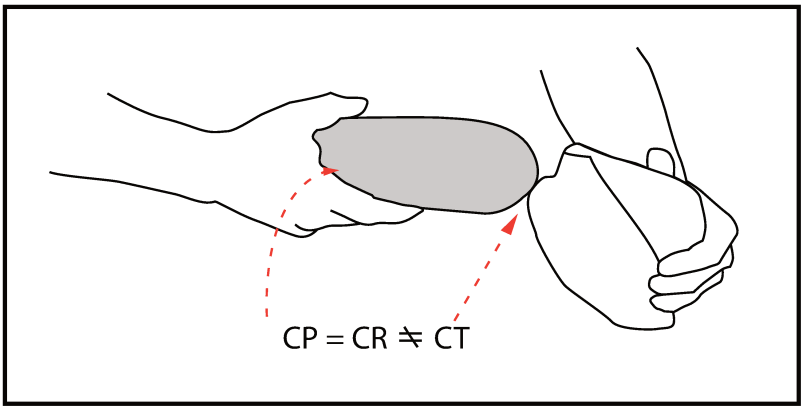


Figure 17. Exemple de sous-système appliqué à un percuteur tenu en main.

Appliquée pour les techniques de percussion, on peut le traduire par le fait que l'invention ou du moins l'utilisation d'un nouvel outil entraîne nécessairement une adaptation à celui-ci et que ces nouveaux acquis sont repérables sur les productions de cultures matérielles, ce qui est la base de l'archéologie en générale et de l'étude des productions lithiques en particulier. Mais il ne faut pas perdre de vue, le « pourquoi » de ces techniques, c'est-à-dire, la finalité, car comme il le précise également :

« La finalisation est constitutive de la conception de l'artefact[15] *»* (*Ibid.*, p. 49)

C'est le but recherché qui va amener l'artisan à utiliser tel outil plutôt que tel autre, ou tel geste plutôt que tel autre. Il va ainsi apporter une solution à un problème donné.
De la même façon qu'un éclat ou une pièce bifaciale, un percuteur n'est jamais qu'un outil, donc un instrument. Il a une matière, une forme, une utilisation propre au rôle qu'il doit remplir et qui a été pensée en amont. Rabardel considère que celui-ci est partie intégrante de l'environnement global (social, technique, économique, naturel) dans lequel il est créé et utilisé. Les éléments qui composent cet instrument sont associés dans une relation d'indépendance relative. Ainsi, un schème d'utilisation va pouvoir s'appliquer à plusieurs artefacts, aussi bien qu'un artefact peut s'assembler avec *« une multiplicité de schèmes d'utilisation qui vont lui attribuer des significations et parfois des fonctions différentes »* (*Ibid.*, p. 95).

On assiste alors à une recombinaison de schèmes autour du même artefact. Il n'y a alors pas de discontinuité technique réelle, mais plutôt un changement continu inséré dans un ensemble technique plus large et des activités variées (Perlès 2012).

15 Utilisé au sens anthropologique du terme, c'est-à-dire « *toute chose ayant subie une transformation, même minime, d'origine humaine* » (Rabardel 1995, p. 49).

3.1.1.2. La théorie artisanale de l'outil : penser l'outil autrement

Si la fonction des sites a été souvent abordée dans les études sur l'Acheuléen africain, la question de la fonctionnalité des objets a été aussi source d'interrogation. La typologie les désigne par des noms d'outils actuels et donc induit des fonctions précises sur des formes, sans que l'action réelle de ces mêmes objets ne soit prise en compte, puisqu'on ne les connaît pas précisément. Elle n'est d'ailleurs pas créée dans ce but et se défend d'énoncer des vérités sur la fonction. Il reste très difficile de déceler les fonctionnalités de ces outils de pierre.

Cependant, c'est pour ces fonctions inconnues ou supposées qu'ils ont été façonnés, débités, retouchés… Afin de les considérer autrement que par la typologie, M. Lepot a proposé la théorie artisanale de l'outil. Il définit l'outil comme *« un transmetteur d'énergie et d›information entre un homme et un matériau, pour satisfaire un besoin du premier par la transformation du second »* (Lepot 1993, p. 28). Il considère que l'outil est conçu comme un système divisé en trois sous-systèmes **(figure 16)**, nommées par la suite Unités Techno-Fonctionnelles (UTF) (Boëda 1997) que sont les :

- **Contact Réceptif** de l'énergie (CR)
- **Contact Préhensif** de l'outil (CP)
- **Contact Transformatif** du matériau (CT)

Cette structuration correspond également à celle des percuteurs ; le CR et CP correspondant au même ensemble dans le cas de percuteurs tenu en main **(figure 17)**. La particularité des outils préhistoriques résidant dans la présence récurrente d'un tranchant (à l'exception du matériel de percussion), un outil incisant pourra alors être composé à minima de deux UTF : une préhensive et l'autre transformative (Boëda 2013, p. 54).

La théorie artisanale de l'outil porte un regard particulier sur les tranchants des outils en s'intéressant à leurs angles (selon la théorie du «tranchant d'abord»). Partant du principe avéré qu'un ciseau à bois n'a pas le même profil qu'un hachoir de boucher, les tranchants si importants des outils préhistoriques peuvent donc avoir de réelles spécificités qu'il convient de représenter par des plans en section et leur translation le long d'un fil coupant.
Cette importance du tranchant et de l'angle nécessaire à son action doivent être mises en parallèle avec l'outil qui le fabrique. Ainsi, est-ce que l'une ou l'autre technique de percussion peut produire des tranchants spécifiques, de la même façon qu'elle peut produire des éclats aux spécificités morpho-techniques différentes?

Dans l'Acheuléen africain, la technique de percussion marginale tangentielle à l'aide d'un percuteur tendre n'est reconnue que pour un seul schéma opératoire : le concept du façonnage bifacial. Seulement, la structure de ces pièces bifaciales n'est pas toujours exactement la même. Grâce à cette grille de lecture techno-fonctionnelle des différences ont bien été identifiées dans de nombreux assemblages est-africains (Chevrier 2012), notamment entre les pièces bifaciales-outils et les pièces bifaciales supports d'outils[16], comme c'est aussi le cas dans l'Acheuléen européen (Nicoud 2011) ou les industries du Proche-Orient (Boëda 1997).

Ces changements conceptuels ont-ils un lien avec le changement de technique de percussion, ou sont-ils la conséquence ? En d'autres termes, la technique de percussion est-elle un moteur ou une conséquence du changement structurel des outils bifaciaux ? Pourrait-elle alors devenir un proxy pour comprendre ces changements ?

3.1.2. Une nouvelle expérimentation

3.1.2.1. Quel contexte prendre en compte ?

Les outils de la Préhistoire sont des objets qui n'existent plus dans l'environnement[17] direct dans lequel ils ont été créés. Il n'y a plus de « mémoire vivante » de la fabrication et/ou du fonctionnement de ces objets (*Ibid.*). Seulement, comme cela a été souligné par A. Leroi-Gourhan *« […] l'outil n'est réellement que dans le geste qui le rend techniquement efficace »* (Leroi-Gourhan 1965, p. 35). C'est-à-dire que le geste, ou plus largement l'action détermine l'outil en lui-même.

L'expérimentation de manière générale consiste alors à reproduire le plus fidèlement possible les gestes techniques dont on observe l'enregistrement de stigmates sur les vestiges et permet de définir la faisabilité, l'enchaînement des étapes ou toute autre implication dans le processus de fabrication. Elle impose ainsi, des allers-retours constants entre les séries archéologiques et le travail expérimental, qui seront visibles tout au long du présent manuscrit (Pelegrin 1995). Elle permet ainsi d'évaluer les contraintes et les gains liés aux différentes techniques de percussion, de confirmer ou d'infirmer des hypothèses (Bourguignon 1997).

Comme évoqué en amont, la technique de percussion tendre organique, la seule testée jusqu'à présent pour les séries africaines, s'est heurtée à des incohérences factuelles d'accès aux matières premières (pas de buis ni de bois animal). Les

16 Respectivement désignées par l'auteur comme **Pièce Façonnée Outil** (PFO) et **Pièce Façonnée Matrice** (PFM). (Chevrier 2012, p. 143 et p.542)

17 Dans le sens global du terme, c'est à dire environnement technique, social et naturel.

corpus expérimentaux dédiés à la reconnaissance des techniques de percussions évoquent également des recouvrements récurrents de certains stigmates pour des types de percussion différents. Des stigmates s'expriment parfois de façon ténue et ils ont tous été produits et identifiés sur du silex.
Plusieurs questions émergent de ces constats :

- Les matières premières concernées par l'Acheuléen africain (matière volcanique tenace et grenue à l'exception de l'obsidienne qui réagit de façon similaire au silex) réagissent-elles de la même façon que le silex face aux différentes techniques de taille ?
- Les stigmates s'expriment-elles également de façon similaire ?
- Si le buis n'existe pas en Afrique et qu'il n'y a pas d'animaux pourvoyeurs de bois, les homininés peuvent-ils tailler avec d'autres matériaux non testés jusqu'à présent (autres essences de bois, minéraux tendres ou os) ?
- Les gestes de taille rentrants et tangentiels sont-ils réalisables avec tous les types de percuteurs ?
- Et surtout, quels sont les résultats de l'utilisation de ces percuteurs sur cette matière première particulière ?

Un corpus expérimental a donc été créé en remettant en contexte l'objet technique. En partant du principe que la technique de percussion est l'association d'un instrument (percuteur) à un schème d'utilisation (posture, geste du tailleur), à une fonction (production d'outil) dans un milieu associé (minéral, végétal, animal ET humain), l'expérimentation sera réalisée dans le cadre suivant :

- une matière première à tailler identique à celle des sites évoqués en amont (roches volcaniques tenaces de type basalte, phonolites, trachytes)
- des matières premières pour les outils percussifs disponibles ou supposées disponibles à l'époque des sites étudiés (source végétale : bois dur africain de type *Acacia*, source minérale et source animale)
- Différents gestes appliqués et analysés pour comprendre la relation entre le geste de percussion et la réaction de la matière.

A travers ce travail expérimental, nous attendons de pouvoir éclairer les réactions de la matière première taillée, dans un premier temps, mais aussi de savoir si on peut distinguer, à travers les stigmates de fracturation de la roche, la nature du percuteur et/ou le geste de percussion. Enfin et surtout, il convient de définir ce qu'apportent, en termes d'avantages ou d'inconvénients, ces différentes techniques sur les matières premières concernées pour comprendre à quels besoins elles répondent.

3.1.2.2. Un outil d'identification des techniques renouvelé

Nous l'avons vu dans les chapitres précédents, il est nécessaire d'interroger les outils d'identification jusqu'ici utilisés pour les techniques de taille. L'efficience de la reconnaissance pièce à pièce des stigmates de percussion a plusieurs fois été remise en cause. En partie parce que les attributs n'étaient pas satisfaisants (même stigmates pour plusieurs techniques), mais également parce que la lecture des matières premières n'est absolument pas égale entre le silex et les roches grenues. Il est donc nécessaire de redéfinir une grille d'analyse qui devra surmonter ces obstacles. Élaborée à partir des observations faites sur le matériel expérimental et uniquement sur des matériaux grenus, une série d'attributs concernant la morphologie, la face ventrale, le talon et la face dorsale de l'éclat a été retenue.

Gérée comme une base de données, cette grille sera le point de départ de notre réflexion sur les techniques et leurs conséquences sur la matière. De même les produits de façonnage obtenus feront l'objet d'une analyse techno-fonctionnelle directement mise en relation avec la base de données des éclats. Le terme d'innovation sera ainsi interrogé par rapport à ces résultats, au regard des différences ou des similitudes avec le matériel. L'impossibilité de pouvoir comparer ces données à un assemblage issu d'un enregistrement archéologique continu et le déficit d'éclats dans les séries évoquées dans le bilan, nous oblige à traiter cette question d'un point de vue théorique.

Ce nouvel outil ne se présente pas comme un essai de modélisation à l'échelle de l'Acheuléen, puisqu'il remet en question l'idée même d'un outil unique, mais il nous permettra de proposer plusieurs pistes concernant les techniques de percussion, ce qui les distingue et le statut que l'on peut leur attribuer.

3.1.3. Analyser le fait technique

3.1.3.1. A l'aide d'un point de vue diachronique

Nous l'avons vu, le changement de technique de percussion et l'avènement de la percussion dite « tendre organique » a été invoqué pour expliciter les changements morphologiques et typologiques des pièces bifaciales durant l'Acheuléen et ce aussi bien pour le continent africain que pour l'Europe (même si ce n'est pas un critère exclusif). Pourtant, ce sont deux histoires chronologiquement distinctes. Cette récurrence nous autorise à penser que cette histoire technique peut être

déconnectée de son cadre chronologique, au moins pour un temps, afin d'en analyser les mécanismes.

Il est donc essentiel de pouvoir comparer nos données avec d'autres contextes. Tout en restant dans les mêmes attributions culturelles, nous avons choisi une échelle chronologique et géographique différente en proposant d'intégrer à notre problématique l'étude d'assemblages plus récents situés dans le Sud-ouest de la France. Ce parti pris nous permet de nous affranchir de la chronologie et de ses implications évolutives pour nous concentrer sur le fait technique. ***L'axe qui relie les séries africaines et françaises sera celui des matières premières qui sont grenues et tenaces***. Les sites aquitains présentent également la particularité d'avoir des matières premières siliceuses, de type silex, ce qui enrichit l'éventail des possibles et permet de voir les choix techniques des tailleurs. Les séries du Sud-ouest de la France sont issues de fouilles préventives Inrap préalables à la construction de l'autoroute A65 (Colonge 2012; Fourloubey 2013). Elles sont composées chacune de pièces façonnées (bifaces, hachereaux), de polyèdres, nucléus, éclats, qui permettent aux archéologues les ayant étudié, de les attribuer à l'Acheuléen dans son faciès pyrénéo-garonnais (Colonge et Texier 2005; Mourre et Colonge 2007; Colonge 2012).
Les caractéristiques de l'Acheuléen africain, en tout cas d'un point de vue morpho-typologique, recoupent celles de ce faciès particulier, bien présent dans le Sud-ouest de la France (présence de pièces bifaciales sur grands éclats, de hachereaux).

3.1.3.2. Étendre la problématique aux matières premières microgrenues

Comment effectuer des allers-retours entre expérimentation et séries archéologiques, lorsque le corpus d'éclats de celles-ci est largement insuffisant ?

Nous avons vu précédemment que les séries de référence pour l'Acheuléen africain présentent de grandes lacunes dans la représentation des éclats de façonnage. La confrontation directe des stigmates de percussion de la série expérimentale avec ces séries archéologiques africaines biaisées ne sera donc pas possible. Afin de consolider la méthodologie et tester la nouvelle grille d'analyse, nous utiliserons également les données d'une expérimentation conduite dans le cadre de l'axe de Recherche n°1 (2007-2010) de l'Inrap: *Le Paléolithique inférieur et moyen : synthèse des données de fouilles récentes et comparaisons sud-ouest – nord-ouest – Projet 141 : « Le Paléolithique antérieur au Dernier Glaciaire dans le Sud-ouest de la France : nouvelles données sur l'émergence et la diversité des systèmes techniques dans leur contextes environnementaux et économiques »*, coordonné par M. Brenet et M. Jarry. Réalisée par plusieurs expérimentateurs, avec des matériaux grenus provenant exclusivement de l'environnement proche du site de Duclos (Pyrénées-Atlantiques), cette série expérimentale nous permettra de comprendre les différences inhérentes aux matières premières et aux techniques

et de comparer dans un même cadre expérimental rigoureux les techniques de percussion et leurs incidences sur les produits.

Cette méthodologie et les différentes étapes qui la composent devraient nous permettre de répondre à plusieurs questions qui forment la problématique de notre étude.

3.2. Questions principales et problématique

3.2.1. Pourquoi une nouvelle technique ?

3.2.1.1. Une nouveauté qui ne remplace pas l'ancien

Si on constate une rupture dans le façonnage bifacial à l'Acheuléen africain, quelle qu'en soit l'origine, le débitage ne semble pas bénéficier de cette innovation technique. Les études sont rarement présentées selon un point de vue global, souffrant de la sériation en fonction du type de vestiges et la relation d'interdépendance entre façonnage et débitage au sein d'un même assemblage est rarement mis en exergue. On peut néanmoins affirmer, grâce aux différentes études (Roche *et al.* 1988b, Roche et Texier 1991, Gallotti *et al.* 2010, Diez-Martín *et al.* 2014), que le débitage, tout comme le façonnage, bénéficient encore de la technique de percussion minérale dure malgré l'avènement d'une nouvelle percussion dite tendre organique. Il n'y a pas de caractère exclusif d'une technique sur l'autre.

C'est donc plus une addition technique qui s'opère et uniquement dans le schéma opératoire du façonnage bifacial. Bien que façonnage et débitage soient deux schémas conceptuels différents, la relation forte entre l'outillage façonné et l'outillage sur éclat a été démontrée pour les assemblages européens et la complémentarité forte de ces deux types de productions (Soriano 2000, Nicoud 2011, Rocca 2013), pose la question suivante :
Est-il possible que l'application d'une percussion différente pour le façonnage et pour le débitage soit liée à une conception particulière de l'outil à produire? Dans ce cas le changement fondamental est lié à la méthode plus qu'à la technique.
Enfin, face à cette idée de modification radicale de la technique de percussion, une question se pose :

« Doit-on considérer cette nouvelle technique de percussion comme un progrès intellectuel fondamental ? » (Pigeot 1991, p. 184)

En effet, peut-on considérer que l'on place le changement sur le bon concept ? Si on se réfère aux études récentes, des changements ont été visibles dans les outils façonnés acheuléens pour l'Afrique et l'Europe, surtout dans la structuration intrinsèque de ceux-ci (Chevrier 2012, Nicoud 2011). La relation entre le changement de technique de percussion et le façonnage ne semble pas, pour l'instant, être lié.

« L'utilisation du percuteur tendre ne paraît pas être une condition nécessaire à la création des pièces bifaciales. » (Chevrier 2012, p. 274)

Mais la relation entre le changement structurel de l'outil et la technique de percussion existe peut être, notamment pour Isenya :

« Il faut encore préciser que le volume et les UTF des PFM sont obtenus par percussion tendre. Les PFO peuvent être réalisées par percussion dure interne, éventuellement marginale […] et/ou par percussion tendre […]. Cette utilisation de la percussion tendre renforce le caractère intégré des pièces en permettant au tailleur un meilleur investissement de la pièce par la longueur et le profil des enlèvements et par le « lissage » du volume des PFM ou des zones traitées sur les PFO. […] Notons aussi que les pièces « peu élaborées » peuvent présenter un façonnage de leurs différentes parties par percussion tendre : ce comportement est systématique sur les PFM, non systématique sur les PFO. Cette observation indique encore une cohérence technique de l'assemblage malgré, parfois, des degrés d'élaboration inférieurs. » (*Ibid*., p. 390)

Cette piste peut être corroborée par l'analyse de l'historique de la recherche sur la reconnaissance des techniques. Pour la période acheuléenne le constat récurrent réside dans ce changement de technique de percussion invoqué, de manière plus ou moins explicite, afin d'expliquer le changement de morphologie des outils bifaciaux, aussi bien pour ceux d'Afrique que d'Europe. Or leurs histoires respectives se déroulent sur des chronologies différentes et des contextes différents. Dans ce cas, le changement de technique de percussion serait plus une conséquence d'un changement de structure des outils façonnés, lié à leur évolution intrinsèque, donc à un nouveau besoin ? Nouveau besoin qui recouvre à la fois le potentiel fonctionnelmais la façon dont on va utiliser les outils dans l'espace et le temps (mobilité, raffûtage, etc...).

Les données expérimentales croisées avec les contextes africains et français permettront d'éclaircir plusieurs points :

- Quelle est la relation entre structure technique et technique de percussion ?
- Le changement de technique de percussion dans le système bifacial acheuléen est-il constitutif du changement structurel des pièces façonnées ?

3.2.1.2. Parce que l'outil bifacial le vaut bien ? Quel est le gain ?

Les techniques de percussion étant partie prenante des chaînes opératoires, on peut considérer que comme elles, elles sont régies, si ce n'est par un objectif, au moins par un besoin déterminé, qui les amène à être choisies plutôt qu'une autre. Il faut donc trouver ce qui les différencie les unes des autres, en particulier sur ces matières premières tenaces.
Pour comprendre l'aspect de complémentarité, puisque l'une des techniques n'exclue pas l'autre, il faut également pouvoir définir ce que chacune permet ou ne permet pas. Il y a bien des propriétés distinctes à chaque technique. Celles-ci ont été définies pour le silex, mais sont-elles similaires sur les matières plus tenaces ? De même, ces propriétés ont-elles des incidences sur la structure, le volume ou même le caractère fonctionnel de la pièce façonnée ?
L'expérimentation et la base de données qui en découle doivent nous permettre de comprendre ces apports en termes de fonctionnalités du percuteur. Elles doivent également éclairer la place de ce choix dans la chaîne opératoire. Si le changement de technique de percussion est un changement majeur, à ce moment il sera le point de départ d'un nouveau système technique et d'une nouvelle structure des pièces bifaciales. Si au contraire, il s'avère être un changement mineur, il aura une faible incidence sur les structures en place. Cela nous permettra de définir la nature de ce changement technique dans son appréciation en tant qu'innovation/ invention ou conséquence de la modification d'un concept.

Quels sont les apports de l'une et l'autre technique de percussion ? Ces différences sont-elles réellement liées au changement de percuteurs ?

> L'Acheuléen africain est une longue période chrono-culturelle jalonnée de changements divers. L'invention des différentes techniques de percussion a été présentée dans les différentes références bibliographiques des études de sites africains comme un marqueur déterminant dans l'avancée cognitive des tailleurs. L'application de cette nouvelle technique présentée comme mieux adaptée au système de façonnage bien présent dans les assemblages, aurait pour conséquence de changer la morphologie des bifaces, « outils vitrines » de la période, créant ainsi une rupture au regard des bifaces façonnés avec une autre technique de taille.
> Cette notion de changement doit être analysée en interrogeant cette rupture. Au travers du prisme de ces techniques de percussion, le présent travail s'appliquera à évaluer la « valeur » des changements techniques. Il s'agit de comprendre s'il est légitime de parler d'innovation ou de changement technique de manière globale, de considérer s'il y a une réelle discontinuité technique avec ce qui se faisait avant. En d'autres termes, le changement est-il bien là où on l'attend ?

3.2.2. Les résultats attendus ou le fil d'Ariane…

Le changement n'a de sens que lorsque son analyse s'opère en fonction du temps dans lequel il existe, en fonction des conditions historiques dans lesquels il « naît ». Cette question autour d'une innovation dans les techniques de taille durant l'Acheuléen et qui serait visible sur la morphologie des bifaces peut se traiter selon deux échelles temporelles. Une échelle à long terme qui se situe au niveau du phénomène acheuléen tel qu'il a été décrit en amont et une échelle à court terme qui se concentre autour de la chaîne opératoire (Perlès 2012). Si la seconde nous permet d'identifier s'il y a changement, la première nous permet de dire si ce changement est effectivement une rupture, une discontinuité dans l'environnement technique de l'Acheuléen ou s'il s'agit d'un changement continu (*Ibid.*)
La question du moyen terme pourrait être traitée si nous avions la possibilité d'étudier un enregistrement archéologique long et continu sur une même localité et donc nous positionner en diachronie sur une échelle régionale ou micro-régionale. Mais nous n'avons pas, pour le moment, une telle opportunité. Aussi, nous nous en tiendrons aux résultats du long et court terme.
Avant d'entamer la réflexion sur les données établies par notre méthodologie, nous pouvons d'ores et déjà exprimer les résultats que nous pouvons envisager à ce stade.

Pour appréhender l'échelle du court terme, il est nécessaire de se concentrer sur la chaîne opératoire et la technique de percussion en tant que telle. La révision des méthodes d'identification qui s'impose et l'introduction de critères plus adaptés nous permettent d'interroger ces techniques et leurs conséquences immédiates sur des matières premières particulières. Il ne s'agit pas de donner une grille de reconnaissance de telle ou telle technique, applicable à loisirs de manière globale, mais bien de soulever des pistes de réflexion sur l'éventail des possibles et d'alimenter de nouvelles problématiques.

Nous attendons de pouvoir ainsi identifier les sauts qualitatifs techniques. L'avantage de l'expérimentation est de pouvoir enregistrer toutes les informations tout au long de la chaîne opératoire. Elle nous permet de bien identifier chaque étape. Y a-t'il des étapes que l'on ne perçoit pas ou qu'on ne peut percevoir sur le matériel archéologique ? Ce travail doit nous permettre de proposer le champ des possibles concernant ces techniques de percussion.

Comment ces données s'intègrent alors dans une échelle à long terme, que nous désignerons comme l'Acheuléen? Ces changements visibles dans les chaînes opératoires sont-ils toujours évidents avec un autre niveau de lecture ? Ce degré d'analyse plus large nous aidera à savoir à quelle niveau se situe ce changement et à savoir s'il y a une réelle rupture ou plutôt une adaptation des schèmes opératoires au sein de certains assemblages.

D'une manière générale, notre travail devra nous permettre de questionner le choix des proxys, c'est à dire les critères discrets mais à haute résolution/signification, que nous utilisons pour définir les continuités, les ruptures, à toutes les échelles et plus largement le changement. Car ce sont bien ces proxys, qui permettent, en Préhistoire, de nommer et de reconnaître les sociétés, les périodes, les cultures du passé. La pertinence même de nos analyses et des interprétations qui en découlent est donc éminemment fonction de la pertinence de ces critères d'analyses.

Deuxième partie

Volet est-africain



Comme nous l'avons présenté dans la première partie, les critères de reconnaissance des stigmates de percussion jusque là définis pour une matière première essentiellement en silex, nécessitent une adaptation pour les matières premières qui nous intéressent dans notre problématique, c'est-à-dire des matières minérales microgrenues et tenaces. Ainsi, afin de remettre en contexte le point de départ de la problématique, il est indispensable d'appuyer la réflexion sur les données archéologiques. Le site d'Isenya ainsi que son expérimentation jouent ici un rôle centrale et permettent de poser les bases des apports et les zones d'ombres laissées par cette approche de la question des changements de percussion et sur l'extrapolation à l'ensemble des productions bifaciales issues de sites similaires. Ainsi, après une présentation rapide du site et de ses problématiques, nous reviendrons sur cette expérimentation et sur les informations qu'elle apporte aux questions préalablement posées.

Dans un deuxième temps, à partir du constat dressé, nous présenterons les choix méthodologiques d'une nouvelle expérimentation nécessaire pour aborder ce sujet. En partant du principe de ne solliciter que les matériaux potentiellement disponibles dans l'environnement direct des sites, le protocole sera détaillé. Par ailleurs, afin de pouvoir mesurer le degré d'impression des stigmates sur les matières premières microgrenues et tenaces, un calibrage est nécessaire. Pour cela, un référentiel expérimental sur des roches siliceuse à grain fin a été réalisé et sera également présenté. Enfin, les modalités d'acquisition des différentes matières ainsi que les limites de l'exercice seront discutées.

Les résultats présentés selon des critères d'analyse renouvellés et spécifiques pour les matières premières africaines permettront d'observer les percuteurs, les gestes, les réactions des matières premières, les gains et les écueils de chaque technique de percussion sur les produits et les sous-produits de façonnage.

Ceux-ci seront ensuite synthétisés et discutés au regard de la problématique pour déterminer si les résultats sont conclusifs ou si des zones d'ombres persistent, auxquels cas, il sera nécessaire d'effectuer un retour vers des séries archéologiques.

4. LES DONNEES ARCHEOLOGIQUES

4.1. Isenya

4.1.1. Contexte de la recherche

Nous l'avons déjà évoqué, la fouille du site d'Isenya dans l'histoire des changements de technique de percussion durant l'Acheuléen de l'Afrique de l'Est tient une place centrale, puisque c'est grâce aux travaux de l'équipe de la Mission Préhistorique au Kenya (MPK) dirigée alors par Hélène Roche, que preuve a été faite de l'utilisation probable de percuteurs organiques dans la chaîne opératoire bifaciale. Afin de replacer dans son contexte cette découverte et l'expérimentation dont elle découle, il est indispensable de présenter le site, ses caractéristiques et les problématiques qui l'entourent. Dès le commencement des fouilles en 1983, la méthodologie et l'approche scientifique se veut résolument interdisciplinaire et axée sur la compréhension de la mise en place des sites anciens, alors au cœur des préoccupations scientifiques pour cette archéologie en Afrique de l'Est (Roche *et al.* 1988a). Aussi, plusieurs études sont venues compléter la collection de vestiges issus de ce site et nous les présentons ici rapidement pour comprendre les enjeux liés à cette découverte.

4.1.1.1. La localisation du site

Le nom d'Isenya vient d'un affluent de la rivière Athi qui a mis à jour les premiers vestiges d'abord découverts par Louis Leakey. Situé à environ 55 km au sud de Nairobi, dans le district de Kajiado, c'est un des rares sites acheuléens implanté sur les Hauts Plateaux à environ 1650 m d'altitude (plaine d'Athi-Kaputiei) (**figure 18**). Il a été fouillé pendant 5 ans sur une surface de 151 m² et a livré près de 7500 pièces (hors tamisage). Compte tenu de la localisation en berge, une méthode de fouille consistant à effectuer un décapage de la surface d'occupation couplé avec des carrés fouillés en stratigraphie jusqu'au socle a permis une approche microstratigraphique et taphonomique satisfaisante du site, notamment pour la compréhension de la préservation du site et des phénomènes d'érosion.

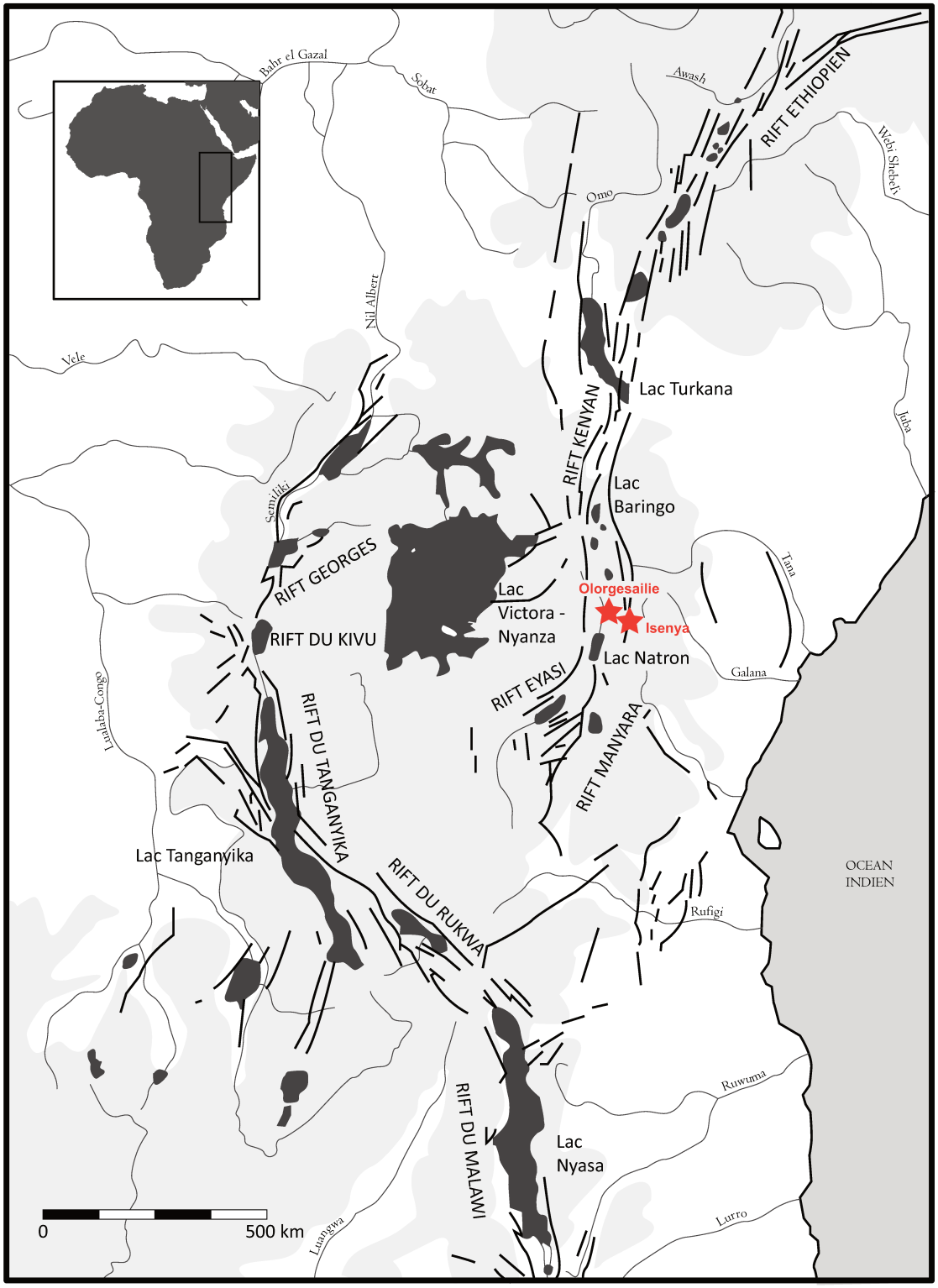


Figure 18. Localisation des sites d'Isenya et d'Olorgesailie (Kenya).

Unités sédimentaires	Séquence	Description
Unité 5 présence localisée, chenal emboîté dans les Unités 4, 3, 2 et le sommet de 1		conglomérat hétérométrique à stratifications entrecroisées et à granoclassement vertical, surmonté de sables et de limon argileux
Unité 4 présence localisée, unité emboîtée dans les Unités 2 et 1, sans contact avec l'Unité 3		conglomérat hétérométrique à blocs, galets et graviers dans une matrice à nodules carbonatés
Unité 3 présence localisée sous forme de cuvette aux dépens du tuf et de l'Unité 2		sédiment limono-argileux avec des précipitations carbonatées
Unité 2 présence discontinue sous forme de cuvettes aux dépens de l'Unité 1	séquence 2.2	« tuf », cinérite correspondant au dépôt dans les cuvettes sous-jacentes de cendres volcaniques remaniées probablement par les pluies
	séquence 2.1	cuvettes d'argile limoneuse avec des précipitations carbonatées en réseau
Unité 1 présence continue	séquence 1.2	sables grossiers passant latéralement à des conglomérats à galets-graviers tronquant les sables 1.1 et précédant des lits sableux à stratifications planes contenant l'industrie acheuléenne, niveaux V, VIa, VIb et VIc
	séquence 1.1	blocs de phonolite, sédiments lités composés de sables grossiers, graviers et galets auxquels succèdent des sables fins et des limons, localement argileux
Substrat		épanchement de phonolite de Kapiti, d'âge miocène (13 Ma) et témoignant de l'importante activité volcanique liée à la formation du Rift Gregory

Tableau 8. Synthèse de la stratigraphie d'après Roche *et al.* 1988b, Mourre 2003.

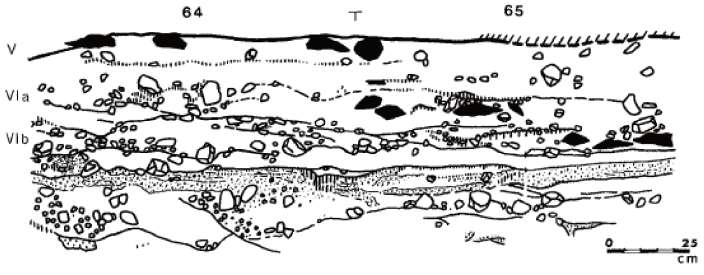


Figure 19. Détail des couches V, VIa et VIb, d'après Roche *et al.* 1988b.

4.1.1.2. Stratigraphie

Cinq unités stratigraphiques ont été identifiées reposant sur un socle de phonolite de Kapiti, largement exploité par les tailleurs préhistoriques d'Isenya, puisqu'affleurant par endroit (**tableau 8**). Caractéristiques des sédimentations fluviatiles, elles sont dites lenticulaires et diffèrent suivant la localisation des observations, par des variations latérales liées à la dynamique du cours d'eau. L'unité 1.2 se compose de trois niveaux de sables dont les deux plus anciens contiennent les niveaux archéologiques VI et V d'où provient l'intégralité des vestiges (**figure 19**). L'étude lithostratigraphique et micromorphologique suggère une topographie de type barre sableuse appuyée contre un chaos phonolithique affleurant et une installation du groupe d'homininés au moment où le niveau de la rivière est au plus bas. Ces groupes avaient alors accès facilement à l'eau et à la matière première nécessaire à leur production d'outils (Roche *et al.* 1988a). L'étude taphonomique faite à partir des observations de terrain, de l'absence de direction privilégiée des pièces allongées, de l'état de fraîcheur du matériel lithique et de la faune révèle que l'enfouissement a été rapide et que les différentes couches où le matériel a été abandonné par les homininés n'ont subi aucune perturbation majeure. Toutefois *« La forte sensibilité à l'altération de ces roches volcaniques, tout autant que l'action fluviatile, peut être à l'origine de l'élimination physique des éclats les plus minces »*. (Roche *et al.* 1988b p. 43)

4.1.1.3. Datation

Dans un premier temps, des corrélations typo-morphologiques des outils lithiques avec des collections déja connues et datées avaient conduit l'équipe de la MPK à proposer une hypothèse de datation aux alentours de -200 000 ans. Ultérieurement, le tuf présent dans la stratigraphie (trop altéré pour être soumis à datation radiométrique), a été été étudié selon sa composition chimique. Les résultats ont permis de le corréler avec celui d'Olorgesailie (Bed 10) daté 0,662 Ma (Roche *et al.* 1990, Deino et Potts 1990, Texier et Roche 1995, Roche et Texier 1996). Cette date corrobore les hypothèses préalablement avancées par l'étude de la faune et la présence d'*Elephas recki* (voire *Elephas recki recki*), d'*Hipparion* et de *Megalotragus* qui indiquaient une datation dans une phase ancienne du Pléistocène moyen (Roche *et al.* 1988b).

4.1.2. Environnement végétal et animal

L'environnement direct du site d'Isenya peut être reconstitué grâce aux études des vestiges osseux qui représentent un peu plus de 30% du corpus global des vestiges archéologiques. La présence de cette faune est uniquement d'origine anthropique

et fournit également des indications sur des activités de boucherie. Si certaines espèces comme les hippopotames, les crocodiles ou les poissons indiquent des milieux aquatiques proches, d'autres (rhinocéros, éléphant, *Bovidae*, *Suidae*, *Equidae*) au contraire témoignent de milieux plus secs de type forêt et savane. La présence d'*Alcelaphini* et *Antilopini* au sein des *Bovidae* souligne quant à elle l'existence de prairie ouverte et de savane. En conclusion, l'environnement direct des artisans d'Isenya devait ressembler à l'actuel, c'est à dire de grandes plaines de savane arbustive avec « *une eau peut-être pérenne avec une ripisylve plus ou moins développée* » (Roche *et al.* 1988a) qui suggère tout de même un climat légèrement plus humide (Roche *et al.* 1984). Cette dernière hypothèse laisse entrevoir la possibilité de trouver à proximité du site, différentes essences nécessaire aux éventuels besoins techniques des tailleurs.

4.1.3. Les vestiges lithiques

4.1.3.1. Présentation générale

Le matériel lithique est en majorité taillé aux dépens des affleurements de lave présents à proximité immédiate du site. Majoritaire (70% du corpus), la phonolite dite de Kapiti constitue le socle sur lequel repose les dépôts sédimentaires. C'est une roche magmatique porphyrique très tenace qui comporte des phénocristaux d'olivine ou de plagioclase (feldspath) et avec une aptitude à la taille qualifiée de médiocre, même si la qualité peut varier au sein d'une même coulée (Roche *et al.* 1988b, Mourre 2003, Harmand 2005). La raison principale est liée à ces inclusions parfois très grandes qui peuvent atteindre 3 à 4 cm (Roche *et al.* 1988b) et qui fragilisent énormément la matière, produisant beaucoup d'accidents de taille.
L'assemblage archéologique est caractérisé par la présence de grands outils sur éclats (bifaces et hachereaux) associés à une chaîne opératoire de polyèdres sphéroïdes à sub-sphéroïdes et bolas (PSSB) (Texier et Roche 1995) ainsi qu'une production de petits outils sur éclat. La présence in situ de tous les éléments de la chaîne opératoire conforte l'hypothèse d'une production sur place pour les petits éclats et une partie du macro-outillage. En revanche, il semble que le façonnage de certains grands outils ait été entamé sur une autre localité puis terminé sur place. Quoi qu'il en soit, la qualité de conservation et la quantité de matériel disponible en fait un site de référence pour l'Acheuléen africain.

Sa particularité réside dans les proportions des différentes catégories d'outils, notamment le macro-outillage qui est majoritaire avec cependant des fréquences inversement proportionnelles selon les couches. Ainsi les bifaces représentent 89% de la catégorie contre 11% pour les hachereaux pour la couche V alors que pour la couche VI, les hachereaux constituent 65% de l'effectif des outils sur grands éclats, contre 35% pour les bifaces. Du matériel percussif et notamment des percuteurs minéraux sont également attestés sur le site mais aucune précision

sur la nature des roches n'est apportée dans les publications. Cependant, nous savons que quartz, quartzite, grès et chert ont été façonnés pour une infime partie de la production lithique, ce qui offre une vision assez globale des matières premières disponibles et de l'éventail de dureté de celles-ci.

4.1.3.2. Les produits et sous-produits issus du façonnage

Les bifaces :

Comme nous l'avons déjà évoqué, les bifaces d'Isenya sont caractérisés par un soin particulier apporté à la symétrie de la pièce tant sur la plan d'équilibre bifacial que bilatéral, réalisé par plusieurs générations d'enlèvements visant à uniformiser la silhouette selon un antagonisme pointe/base (Texier et Roche 1995). La pointe est généralement étroite et confère à ces outils un profil particulier et reconnaissable et leurs morphologies montrent une normalisation forte (Chevrier 2010). Ils sont réalisés principalement sur grands éclats plus ou moins prédéterminés, souvent déjetés et parfois sur galets (**figure 20**). La chaîne opératoire identifiée semble systématique et décomposée en une phase de mise à façon à l'aide de percuteurs minéraux, puis une autre phase de mise à façon/ mise en fonction, a priori réalisée au moyen de percuteurs organiques probablement de type végétal et de façon progressive (cf. 4.2). Cette apparente uniformité de la production est pondérée par une étude techno-fonctionnelle qui indique une grande variabilité du potentiel fonctionnel assortie d'une grande diversité de modes préhensifs (Chevrier 2010). Toutes les études s'accordent sur le rôle prépondérant du support qui détermine la stratégie mise en place pour le façonnage.

Les hachereaux :

Contrairement aux bifaces, les hachereaux sont exclusivement réalisés aux dépens d'éclats supports prédéterminés de préférence Kombewa. Ainsi le degré de prédétermination du support déterminera également la mise en œuvre du façonnage pouvant aller d'une simple reprise des bords à un façonnage plus envahissants de la pièce pour obtenir des produits finis aux tranchants bruts dont les plans d'équilibre bifaciaux et bilatéraux semblent moins déterminants que pour les bifaces (Mourre 2003). Cette chaîne opératoire montre donc une maîtrise parfaite de production de gros éclats prédéterminés, certainement au moyen de nucléus dormants et de percuteurs d'environ 3-4 kg (Roche *et al.* 1988b, *Ibid*.).
Au-delà des problématiques liées aux comportements des homininés ou éléments stratigraphiques, une des questions majeures à l'issue de cette analyse lithique, notamment du macro-outillage était de comprendre comment, avec une matière première apparemment médiocre, ces artisans de la Préhistoire avaient-ils confectionnés cette production aux caractéristiques élaborées ? Un



Figure 20. Exemple d'éclats supports retrouvés à Isenya. Photos S. Clément



Figure 21. Exemple d'éclats archéologiques d'Isenya présentant des caractéristiques attribuables à la percussion tendre organique végétale selon Roche et al 1988b. Photos S. Clément.

travail d'expérimentation a donc été entrepris, sur le terrain, en exploitant les affleurements de phonolite de Kapiti présent autour du site.

Les éclats:

Isenya est un des rares sites acheuléens d'Afrique de l'est qui comporte un grand nombre d'éclats. Plusieurs catégories d'éclats sont identifiés: des éclats de débitage, parfois retouchés afin de constituer un petit corpus d'outils sur éclat (20%). Ceux-ci sont très nombreux indiquant que *« le débitage a constitué une activité relativement importante sur le site »* (Roche *et al.* 1985, p.19). Des éclats de façonnage présentant des caractéristiques attribuables à l'utilisation d'un percuteur tendre organique (**figure 21**), d'après les caractères retenus par l'équipe sont également évoqués. Ces derniers sont peu nombreux par rapport aux pièces façonnées retrouvées, ce qui amène l'équipe de la MPK à proposer l'hypothèse que ces dernières n'auraient pas toutes été confectionnées sur place.

4.2. L'expérimentation

4.2.1. Les objectifs

Deux objectifs concernaient l'expérimentation mise en place par l'équipe de la MPK. Un premier objectif directement en lien avec la compréhension de la matière première, des chaînes opératoires et plus globalement des comportements techniques des artisans acheuléens visait à « *tester les potentialités, les réactions et les limites de chaque type de matériaux utilisés, en fonction des techniques et des méthodes par lesquels ils sont sollicités [pour] établir quel était l'éventail de choix des artisans d'Isenya (…), retrouver les techniques utilisées pour chaque objet ou chaque chaîne opératoire par la lecture des stigmates morphotechniques des produits (…), localiser le déroulement des séquences opératoires sur le site ou à l'extérieur, en comparant les types et les proportions des différents sous-produits caractéristiques de chaque chaîne opératoire.* » (Roche *et al.* 1988b, p. 43).

Un deuxième objectif concernait la taphonomie et tendait à comprendre l'action éventuelle de la rivière Isenya sur le matériel lithique et les perturbations de tri ou de déplacement des vestiges qu'elle aurait pu engendrer. Nous ne développerons ici que le premier objectif (Roche *et al.* 1984).

4.2.2. Le protocole

Les expérimentations ont été conduites par deux expérimentateurs différents. Elles visaient à reproduire, « dans le style d'Isenya » les pièces bifaciales (bifaces, hachereaux) ainsi que les PSSB. La matière première des supports est exclusivement de la phonolite de Kapiti prélevée à proximité du site à l'aide de percuteurs minéraux durs de plusieurs kilogrammes. Les percuteurs minéraux ont également été ramassés dans les environs. Les techniques de percussion utilisées sont la percussion dite dure minérale, la percussion dite tendre au moyen de bois végétal (*Buxus sempervirens*) ou de bois d'élan et l'abrasion pour la préparation des bords de plan de frappe (Roche *et al.* 1985). Etant donné le caractère tenace et très particulier de la roche lié à ses inclusions, une période d'adaptation a été nécessaire aux expérimentateurs pourtant aguerris. Les deux types de percuteurs sont utilisés au moyen de deux gestes différents décrits comme ceci (Roche *et al.* 1988b, p.46):

- Un geste sec et retenu immédiatement après la percussion avec un percuteur dur qui donne des éclats au talon épais.
- Un geste ample et sans retenue avec un percuteur tendre qui produit des éclats au talon mince.

Les répliques ont été taillées sur bâche pour récolter le maximum de déchets de taille et le type de percuteur utilisé a été identifié sur chacun des éclats au fur et à mesure de la réalisation.

4.2.3. Les résultats

Nous avons déjà présenté les résultats concernant les implications dans les chaînes opératoires et les modes d'approvisionnement en matière (cf. Première partie et 4.1.3). Ceux qui nous intéressent ici concernent les matières premières, leurs réactions et l'application de différentes techniques de percussion. Les données expérimentales apportent plusieurs réponses aux problématiques du site, notamment sur les capacités techniques des hominiinés. Tout d'abord, comme nous l'avons déjà évoqué, la matière première ne réagit pas de manière optimale lors de l'utilisation d'un percuteur minéral, provoquant des écrasements, rédhibitoires pour la bonne conduite de la chaîne opératoire, a fortiori dans le cadre de façonnage de bifaces avec une pointe très dégagée (Roche *et al.* 1988b). Cette technique entraîne également des nombreux accidents Siret. Cependant, cette technique de percussion est indispensable pour la première phase de façonnage (biface et hachereau) qui consiste en une *« première série d'enlèvements, généralement alternants,* [qui] *n'a d'autre but que d'ouvrir certaines parties de l'éclat au façonnage proprement dit (suppression du talon, des «dos, du cortex*

d'altération...) » (Roche et al.1985). Pour palier à ces obstacles et suivant les indices des données archéologiques, les expérimentateurs ont donc testé des percuteurs en bois végétal de type buis pour les phases suivantes qui consistent à régulariser les bords et la délinéation des tranchants de manière alternante. Il apparaît que ces derniers sont très bien adaptés à ce type de matériau lorsque la méthode employée consiste à transformer la pièce par plusieurs générations d'enlèvements successifs.
Quelle que soit la chaîne opératoire ou la technique de percussion utilisée, il est indispensable d'éviter absolument le contact avec les phénocristaux, aux risques d'accidents ou de réactions rédhibitoires de la matière première. *« Les préhistoriques ont d'ailleurs su les éviter par un subterfuge que tous les tailleurs connaissent qui consiste à ne jamais attaquer une difficulté de front mais latéralement ou par un coup tout à fait opposé. »* (Roche *et al.* 1985, p. 31). Cette dernière remarque relève ici plus de la méthode que de la technique et souligne la maîtrise indéniable de la matière première par les tailleurs d'Isenya. Elle rappelle également que les obstacles ne sont pas forcément contournés uniquement par un changement de technique mais également par une adaptation des méthodes voire des concepts de façonnage.

4.3. Apport des résultats du site d'Isenya

Ce travail expérimental apporte plusieurs informations. Tous d'abord, la matière première est vraiment très particulière et ne réagit pas comme le silex. Ensuite il semble que les différentes techniques de percussion testées ont des conséquences très différentes sur la matière première façonnée. Enfin, si la percussion tendre organique végétale permet de passer outre certaines difficultés, les artisans d'Isenya ont également un savoir-faire technique, traduit par les méthodes employées, qu'ils adaptent en fonction de la matière et au fur et à mesure de l'exécution de la pièce.

Si l'expérimentation a permis de répondre aux problématiques liées à la compréhension du site et des comportements humains pendant le Pléistocène moyen, dans le cadre de notre problématique l'écueil principal réside dans l'utilisation d'une essence indisponible dans l'environnement direct du site. On peut cependant préjuger que des essences de qualité équivalente à celle de B*uxus sempervirens* peuvent être disponibles. En outre, dans la documentation à notre disposition, il n'est pas fait mention de stigmate particulier ou propre à ces matériaux permettant d'extrapoler ces résultats au-delà de l'échelle intra-site.
A ce titre, si ces données attestent de l'utilisation de percuteur organique végétal pour la confection des pièces bifaciales d'Isenya, rien n'indique que cette solution soit systématique pour obtenir de grandes pièces allongées en matière microgrenue et tenace. Ces résultats ne sont donc pas exploitables sur d'autres problématiques liées aux changements morphotechniques des pièces bifaciales

durant l'Acheuléen. Il faut donc réaliser une nouvelle expérimentation qui éclairera les zones d'ombres laissées par cette première tentative.

Par ailleurs, cette expérimentation n'écarte pas la possibilité d'autres solutions techniques. Elle ne répond pas non plus à la question du *comment* est apparu le recours à cette nouvelle technique. En effet, plutôt qu'un saut technique, peut-on envisager une certaine continuité technique entre matériaux durs et matériaux plus tendres pour les outils de percussion ? Cette interrogation justifiée et renforcée par ce qu'on sait des techniques de percussion pour des périodes bien plus récentes, pour les périodes du Paléolithique supérieur en particulier (cf. Première partie).

5. MÉTHODOLOGIE ET EXPÉRIMENTATION

5.1. L'expérimentation

5.1.1. Propriétés physiques des matières premières

Nous l'avons déjà évoqué, l'éventail de choix de matière première minérale, pour les hommes préhistoriques en général et du Paléolithique ancien en particulier, est considérable. Que ce soit pour l'Afrique ou pour toute autre région du globe, le silex est loin d'être majoritaire dans les roches exploitées par les artisans de ces périodes (Petraglia, LaPorta, Paddayya 1999; Harmand 2005; Colonge *et al.* 2012; Marchand, Querré 2012). Plusieurs types de matières aptes à la taille ont donc été exploités pour leur ténacité, leur résistance et la qualité des tranchants obtenus après manufacture. Les matériaux microgrenus à grenus, parfois considérés comme « ingrats » par nos contemporains, se retrouvent de manière synchrone dans des productions variées de la période acheuléenne (hachereaux, bifaces, petit outillage ou débitage) et mais aussi de manière diachronique, pour d'autres productions d'outils lithiques (*cf.* les outils en grès du Mésolithique [Griselin 2015], les haches néolithiques [Pétrequin, Croutsch, Cassen 1998; Le Roux 1999; Pétrequin *et al.* 2012], les meules néolithiques ou plus récentes [Hamon 2006; Hamon, Le Gall 2009]). Cependant leurs réactions physiques et/ou mécaniques face à la taille intentionnelle et l'impression des stigmates sur la roche sont bien différentes de celles, mieux renseignées, du silex et sont parfois difficiles à identifier. Il n'en reste pas moins, que leurs qualités intrinsèques (ténacité, résistance, disponibilité, qualité des tranchants) sont adaptées au besoin des groupes humains préhistoriques et on peut lister un certain nombre de leurs avantages et de leurs inconvénients.

En premier exemple, il faut citer l'occupation d'Isampur en Inde. Cette carrière de calcaire silicifié exploitée à la période acheuléenne, datée par ESR sur deux dents animales à -1,2 Ma (Paddayya *et al.* 2002), nous apporte des informations sur les possibles comportements techniques face à ce type de matière (Petraglia, LaPorta, Paddayya 1999; Paddayya, Jhaldiyal, Petraglia 2006). Bien que ce calcaire très bien silicifié ait une fracture conchoïdale à sub-conchoïdale, sa composition grenue et litée le rapproche des laves et autres matières premières que nous étudions. Pour pouvoir tailler ce calcaire, différents percuteurs ont été amenés à la carrière (basalte, chert, quartzite) permettant un éventail large de formes et de densités des outils de taille. On constate également différente fréquence d'utilisation des percuteurs. Pour s'affranchir des contraintes liées au litage de la matière première, les artisans ont disposé les tranchants de manière oblique, subparallèle ou parallèle à celui-ci. De la même façon, ils se servent des formes tabulaires, du caractère plan de certains clivages ou cortex pour structurer les bifaces ou les hachereaux. Ils obtiennent ainsi le produit recherché, grâce à

une bonne connaissance de la matière première mais aussi grâce à un savoir-faire adapté aux contraintes du besoin et des moyens de le satisfaire.

Sur un autre continent et bien que le silex soit disponible à proximité des sites attribués au Paléolithique ancien et moyen du Sud Ouest de la France, les quartzites ou métaquartzites (qu'il convient de déterminer selon leur provenance, les propriétés pouvant varier) ont été majoritairement exploités par les tailleurs dans une grande partie de cette région (Colonge *et al.* 2012). Malgré leurs caractères grenus, ces matières premières ont été parfois préférées au silex, également présent à proximité des sites. Certaines productions d'outils, notamment les hachereaux, leur sont parfois exclusivement dédiées. D'une manière générale, ce matériau (**figure 19**) présente des caractéristiques de résistance et de ténacité appréciées par ces hommes des périodes acheuléennes, particulièrement pour des activités en percussion (Colonge 2012) et qu'ils ont parfois exploité au-delà de sa région d'origine (Colonge *et al.* 2012).

Enfin, majoritairement exploitées dans les sites de la région orientale du rift africain, différentes laves, notamment de la région Nord du Kenya ont également de bonnes aptitudes à la taille (Harmand 2005). D'une manière générale, les roches à grain fin ont une meilleure aptitude à la taille que les autres, essentiellement parce que la fracture conchoïdale est de meilleure facture et donc le détachement des éclats est plus contrôlable. Ce n'est cependant pas une règle en soi, puisque certaines roches à grain fin de cette région, comme la rhyolite, sont composées de telles façons (zones mal cristallisées, plans de fractures, impuretés) qu'elles en deviennent très difficiles à tailler (Harmand 2005, p. 58). Ainsi, les roches à grain fin et moyen de type basalte ou phonolite (**figure 22**), lorsqu'elles sont exemptes de phénocristaux et autres perturbations, présentent une très bonne aptitude à la taille. Elles sont appelées « roches aphyriques » (Foucault, Raoult 2001).

Concernant la rhyolite, on peut opposer aux matériaux kenyans ceux d'Afrique du sud. Si on aborde la question d'un point de vue diachronique, les rhyolites porphyriques et aphyriques de Border Cave présentent une très bonne aptitude à la taille et ont largement été exploitées pour la production de lames, débitées soit en percussion interne dure pour des productions d'éclats ou de lames, soit en percussion marginale à la pierre (tendre), dans le Howiesons Poort en particulier (Villa *et al.* 2012). Autre matière première particulièrement tenace, la dolérite, largement utilisée à Sibudu Cave (Soriano, Villa, Wadley 2007), où les artisans semblent s'être affranchis des contraintes fortes de cette roche. Pour finir, l'exemple archéologique d'Isenya prouve que certaines phonolites à grands phénocristaux présentes à proximité du site, sont exploitables et que le façonnage y a été réalisé avec la plus grande minutie.

Ces exemples nous interpellent sur plusieurs points. Tout d'abord la difficulté de présager de la qualité de l'aptitude à la taille des roches microgrenues à grenues, celle-ci pouvant varier au sein d'une même catégorie de matériaux. L'analyse des stigmates que nous allons proposer sur ce type de roche ne prétend donc pas être un modèle applicable de manière systématique, mais bien un essai de mise



Figure 22. Exemple de matières premières microgrenues et tenaces. Photos S. Clément.

en lumière des réactions particulières de ces roches que l'on pourrait qualifier d'ingrates.
Au regard de cette discussion, un autre point à souligner, est le caractère marginal que pourraient avoir certains paramètres sur les matériaux grenus. Afin de pouvoir construire un dialogue cohérent sur la qualité ou la quantité de caractères observés, nous avons également utilisé à titre de référentiel, un corpus d'éclats de façonnage en silex. Il nous permettra de discuter les résultats et de mettre en exergue l'écart dans l'expression des stigmates liés aux techniques de taille dans ces deux familles de matériaux.

Enfin, il convient de rendre compte de notre capacité à mesurer les limites physiques de ces matières, mais il est très difficile de mesurer les savoir-faire des tailleurs dont nous étudions les productions. Or, ce savoir-faire peut être la condition *sine qua none* pour atteindre l'objectif, car il implique le choix des bons outils, des bonnes positions, des bons gestes, la connaissance empirique de la matière première et une grande capacité d'adaptation. L'expérimentation s'est donc déroulée avec ce biais bien identifié grâce au savoir-faire des expérimentateurs confirmés qui ont produits les corpus présentés dans ce mémoire.

5.1.2. Protocole de l'expérimentation

5.1.2.1. Le corpus en matériaux africains

L'expérimentation a été conduite avec le concours M. Michel Brenet[15] qui a partagé son savoir-faire, son temps et sa réflexion, au service de notre problématique. Compte tenu des interrogations en lien avec les contextes des sites de référence,



Figure 23. Expérimentation en cours par Michel Brenet. Photo S. Clément.

15 Inrap, UMR 5199

situés principalement en Afrique de l'Est dans la vallée du Rift, nous tenions à ce que les matériaux utilisés proviennent uniquement de cette zone géographique. L'expérimentation s'est donc déroulée en 2012, au Kenya, dans le cadre d'un séjour de terrain du WTAP dirigé par Sonia Harmand-Lewis et n'aurait pu être réalisée sans le support financier et la logistique de ce projet.

Nous avons privilégié la réplication de grands outils de type bifaces, car ce sont ceux qui produisent le plus d'éclats, contrairement aux hachereaux qui nécessitent moins de façonnage. Chacune des expérimentations est effectuée sur un éclat ou galet de roche volcanique, préalablement mesuré et photographié. La totalité des treize pièces bifaciales a été façonnée sur bâche, afin de pouvoir récolter la totalité des sous-produits **(figure 23)**. Les supports, dont l'acquisition est détaillée dans le prochain chapitre, sont principalement en trachyte et en phonolite. Trois types de percuteurs ont été testés : des percuteurs minéraux avec un cortex lisse ou altéré et des percuteurs végétaux. Pour ces derniers, comme nous allons le présenter ultérieurement, des échantillons secs et un échantillon frais ont été testés. L'expérimentateur était en position assise, sur un petit tabouret, le support pouvait être posé directement sur la cuisse ou tenu en main. Le geste de percussion

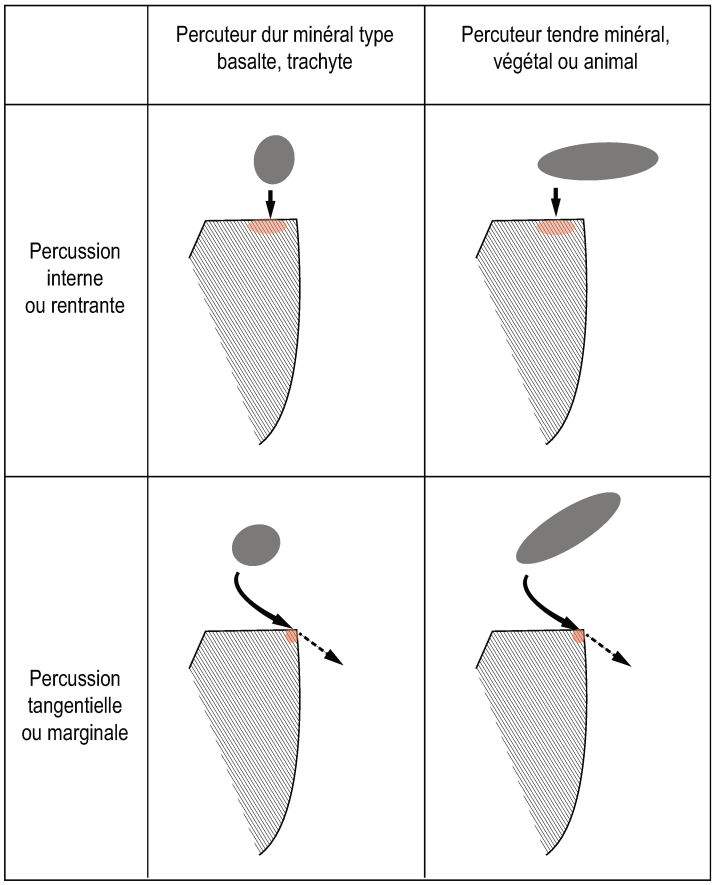


Figure 24. Exemple des gestes appliqués pendant l'expérimentation.

a essentiellement été appliqué selon deux façon (**figure 24**). Un geste rentrant avec une trajectoire linéaire du percuteur qui rentre littéralement dans la matière à tailler.
Ce geste peut être décliné de plusieurs façons également[16].
• Une trajectoire linéaire continu qui va «pousser» l'éclat
• Une trajectoire linéaire de type «hit and back» selon un même axe, également décrit par P-J Texier, comme un geste retenu (Roche *et al.* 1984).
• Une trajectoire linéaire de type «hit than drag», selon un axe perpendiculaire au plan de frappe. L'éclat est «tiré» vers soi.

Et un geste tangentiel, avec une trajectoire du percuteur souvent curvilinéaire qui va percuter la matière au point de tangence du geste.

La documentation de cette expérimentation a été faite de deux façons. Tout d'abord, chaque façonnage de support a été filmé en intégralité par deux caméras disposées de façon opposée : une face au tailleur, l'autre du côté du percuteur, de façon à bien documenter tous les gestes de percussion. Dans le même temps, un observateur prenait des notes. Toutes les pièces ont été prises en photos avant le façonnage, pendant puis en tant que produit fini. Les réplications sont numérotées de 1 à 14, avec les types de percuteurs utilisés, la date et le nom de l'expérimentateur.
Les sous-produits ont été identifiés au moment de la réalisation des pièces bifaciales et selon la matière première, le type de percuteur et le geste. Ils ont ensuite été triés par catégorie de taille (> 5cm, entre 5 et 2 cm, entre 2 et 0.5 cm, < 0.5 cm) et mis en sac au fur et à mesure, ainsi que les produits de façonnage. La totalité de la production a été ensuite expédiée en France pour étude.
Le corpus total de sous-produits de façonnage s'élève à 732 pièces, les produits de façonnage étant exclus du décompte. Après avoir marqué et enregistré tous les éclats et débris, nous avons procédé, de la manière la plus exhaustive possible, au raccord des pièces. Le nombre d'éclats est ainsi égal à 533 (éclats entiers + proximaux). Si on ne comptabilise que les éclats entiers, leur nombre s'élève à 443. Lorsque nous présenterons des résultats, nous préciserons systématiquement à partir de quel effectif ils sont exprimés.
Concernant les percuteurs, la vitesse de détérioration, leur efficience, leur poids, leur taille ont été renseignés afin de juger de leur efficacité et de la probabilité de leur usage à l'époque acheuléenne.
Bien entendu, la sélection de chaque matière utilisée s'est faite selon un protocole adapté à chaque type que nous détaillons par la suite.

16 Ces variantes sont trop subtils pour avoir été répertoriées dans l'enregistrement de chaque éclat, mais ont des conséquences sur la morphologie des produits ainsi obtenus.

5.1.2.2. Le corpus en silex

La nécessité de produire un corpus d'éclats de façonnage en silex s'est imposé au cours de l'analyse des résultats, à postériori de la phase expérimentale sur les matériaux africains. En effet, certains critères s'exprimant peu ou de manière moins marquée que sur le silex, il convenait de pouvoir évaluer la différence entre ces deux types de matières premières pour comprendre à quel point les matières lithiques microgrenues pouvaient affecter quantitativement et qualitativement l'expression et la fréquence des stigmates observés.

Nous avons donc procédé à une expérimentation sur des silex secondaires et tertiaires dans le courant de l'année 2017, réalisée avec l'aide de Sylvain Soriano[17], expérimentateur confirmé **(figure 25)**. Le même protocole que pour les matériaux africains a été appliqué.Le but était d'obtenir un corpus d'éclats de façonnage assez conséquent pour soutenir une analyse comparative avec le corpus décrit précédemment. Les matières premières utilisées sont des silex de bonne qualité, provenant de diverses régions de France. Les percuteurs, adaptés à la matière première, proviennent également de France.



Figure 25. Expérimentation en cours par Sylvain Soriano. Photo S. Clément.

Les expérimentations se sont déroulées en extérieur, sur une bâche afin de récupérer correctement les sous-produits. Chaque éclat a été identifié par la

17 CNRS, UMR 7041, AnTET

technique employée pour le détachement, au fur et à mesure du façonnage des pièces, au moyen d'un marqueur indélébile. Une documentation photographique a également été conduite. L'expérimentateur a taillé en position assise, sur un petit tabouret, à l'aide de percuteurs en buis, en calcaire plus ou moins tendre ou en dolérite. Étant donné la fragmentation importante pour certaine matière première, un processus de recollage des éclats a également été appliqué au corpus. Il s'élève ainsi à 332 éclats.

A la différence du corpus sur les matériaux africains, nous n'avons pas pris en compte les produits de façonnage et nous n'avons pas analysé les percuteurs, car l'objectif est circonscrit à l'expression des stigmates sur les sous-produits de façonnage.

5.2. Modalités d'acquisition des matières premières

Nous présentons ici les modalités d'acquisition qui concernent le corpus en matériaux africains, celui en silex n'ayant pas fait l'objet de démarche particulière autre que la production d'éclats de façonnage.
La première étape de l'expérimentation a consisté à déterminer les matières premières accessibles qui pouvaient convenir à l'exercice. Nous avons effectué des prélèvements sur les essences de bois susceptibles d'être présentes dans l'environnement des hominiinés de l'Acheuléen et possédant les propriétés adéquates pour l'utilisation en percuteur. A ce titre, nous nous sommes appuyés sur les données paléoenvironnementales disponibles (Bonnefille 1972; Bonnefille *et al.* 1995; Bonnefille 1999; Uno *et al.* 2016; Vincens 1982). On peut admettre que l'environnement dans son ensemble et sa plus large définition pourvoie aux matières requises par les besoins techniques des hominidés pour la production lithique. Partant de ce principe, les percuteurs ont été divisés en trois sources potentielles distinctes : minérale, végétale et animale.

La première source n'est pas trop difficile à cerner étant donné que les seuls vestiges qui sont à notre disposition sont fabriqués à partir de ces matières premières minérales, nous avons donc accès à l'information. Nous nous sommes pour cela appuyée sur les déterminations pétrographiques publiées dans les études des principaux sites de référence, à savoir Olorgesailie, Isenya et le complexe de Melka Kunturé. Les ressources végétales et animales sont moins représentées dans les assemblages de vestiges archéologiques, mais font également l'objet d'études lorsqu'elles sont conservées, qui ont constitué la base de notre réflexion.

5.2.1. Le minéral

5.2.1.1. Les percuteurs

Si le matériel de percussion minérale a bénéficié d'un intérêt sans faille des archéologues dans les prémices de la discipline et a été retrouvé en nombre sur les sites évoqués (Isenya, Melka Kunturé, Olorgesailie) répertoriés et analysés, les autres types de percuteurs restent inconnus en termes de fait archéologique car ils sont en matière périssable et donc non conservés la plupart du temps.
On trouve dans les inventaires des sites, ou parfois sous forme d'études publiées, des listes de percuteurs dit « durs », comme à Melka Kunturé, pour les périodes appelées oldowayenne et pré-acheuléenne (Chavaillon 1979). Une typologie des percuteurs y est présentée suivant leur fonction probable ou supposée (actif/passif, mobile/immobile), leur forme, leur particularité (pierre à cupules) ou leur taille. L'auteur s'essaie également à la caractérisation des « marques de percussion ». Ce travail, bien que novateur tant dans le choix du sujet que dans l'axe de la recherche ne distingue malheureusement pas les matières premières et même si l'auteur met en avant le fait que les percuteurs étaient certainement les outils les plus utilisés par les hominidés. Cette publication reste l'une des rares de l'époque uniquement dédiée à ces outils.

De toute évidence, en ce qui concerne la matière minérale, on peut aisément imaginer qu'un large spectre de morphologie, de dureté et de densité était présent dans l'environnement. Les sites étant toujours positionnés près d'un cours d'eau, l'accès à des modules de type galet, généralement plus faciles à utiliser comme percuteur mobile est possible.
Depuis plusieurs années, les travaux sur les activités de percussion de sites oldowayens ou acheuléens ont permis de mieux cerner le cortège minéral utilisé par les hommes préhistoriques sur les sites. L'identification de plusieurs percuteurs actifs ou passifs dans des sites d'Afrique de l'Est (Leakey 1971; Gallotti 2013; Harmand *et al.* 2014; Santonja *et al*. 2014) donne une idée assez précise du contexte environnemental et technique des tailleurs acheuléens, où la percussion s'exerce sous des formes très variées, qui vont bien au-delà de l'activité de taille. Les récents travaux sur le site EF-HR d'Olduvai (Mora, de la Torre 2005; Arroyo, de la Torre 2018) démontrent également diverses matières premières dédiées à ces activités, notamment des trachytes, des trachyandésites, des basaltes et des quartzites, mais également des quartz (de la Torre, Mora 2005). Il y a donc plusieurs types de percuteurs minéraux qui ne sont pas tous équivalents dans leurs caratéristiques comme dans leur fonctionalité.

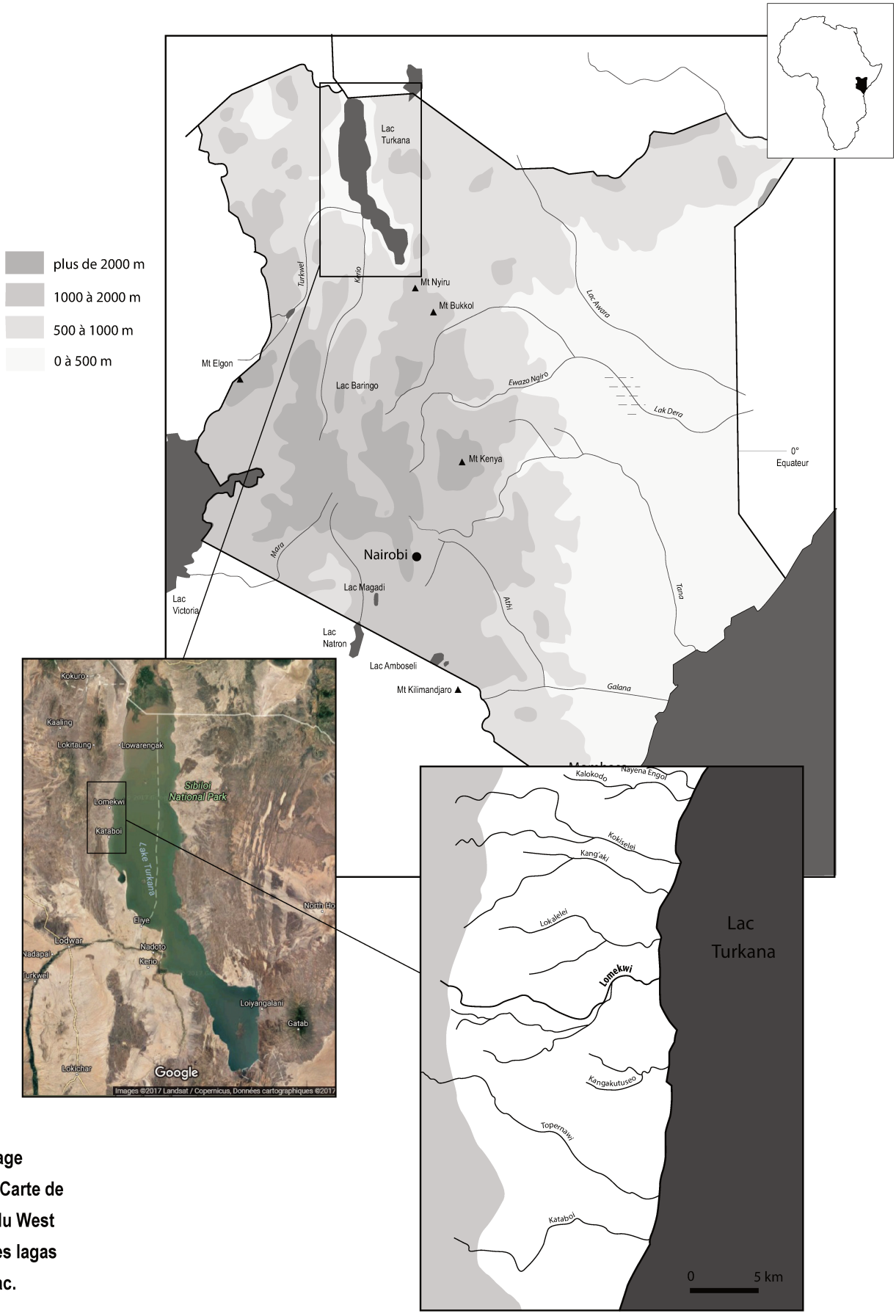


Figure 26. (page précédente) Carte de localisation du West Turkana et des lagas attenant au lac.

Afin de construire notre corpus expérimental de la manière la plus exhaustive qui soit, nous avons donc opté pour un éventail large de percuteurs minéraux, allant d'une touche très dure et dense jusqu'à la « pierre tendre », si on peut utiliser cet oxymore. Des expérimentations précédentes indiquent que :

« Les roches compactes et bien cimentées procurent au percuteur une certaine densité et ténacité. Enfin, l'adéquation des percuteurs (forme et nature pétrographique) et des matériaux percutés est un élément essentiel pour optimiser le transfert de l'énergie. » (Harmand 2005, p. 86)

Les percuteurs expérimentaux ont été sélectionnés dans le lit de la rivière Lomekwi (West Turkana) **(figure 26)** en prenant soin de trouver un bon équilibre poids/densité. Ils se composent d'andésite, de basalte, de trachyte plus ou moins altérée en surface. Ces différentes matières sont denses (le basalte étant le plus dense de toutes), qualité essentielle pour la taille des matériaux, liée au besoin de coupler la force du tailleur à l'énergie cinétique du percuteur. Certains de ces galets ont des cortex lisses, liés à des modifications mécaniques de leur surface, produits par l'action de l'eau, du sable et des mouvements qu'ils subissent tout au long de l'année dans cette rivière temporaire. D'autres ont des cortex liés à l'altération chimique, variant selon la composition chimique des laves, qui donnent une enveloppe légèrement poreuse au galet, d'aspect « velours » semblables aux cortex calcaires de certains silex secondaires du Bassin parisien. Cette altération superficielle des percuteurs n'affectent néanmoins en rien leur densité ou leur efficacité. Les différences de structure seront désignées dans les résultats et présentés de la façon suivante : percuteur minéral lisse et percuteur minéral altéré.

5.2.1.2. Les supports de pièces bifaciales

Concernant les supports de pièces bifaciales, nous avons donc sélectionné trois grandes familles de laves présentes de façon récurrente dans les sites de référence : les basaltes, les phonolites et les trachytes *lato sensu*. Nous nous sommes attachée à choisir des pâtes homogènes (très fines, fines et moyennes) et avons été attentive aux inclusions et bulles d'air propres aux laves, excluant les échantillons comportant trop de plans de clivages ou de fractures naturelles. Malheureusement les basaltes de la zone géographique concernée par l'échantillonnage étaient porphyriques, voire vacuolaires et, de fait, inexploitables pour notre objectif. Ces échantillons ont donc été exclus du corpus.
Par ailleurs, nous n'avons pas retenu dans notre corpus expérimental l'obsidienne, parfois présente dans certains assemblages, car ce verre volcanique aux propriétés clastiques excellentes, réagit très semblablement au silex et peut donc bénéficier d'outils méthodologiques et d'une analyse comparable à celui-ci.

En ce qui concerne les supports à façonner, leur acquisition a été faite également dans le lit de la rivière Lomekwi **(figure 27)**. La grande majorité des pièces



Figure 27. Sélection des blocs de matières premières dans le lit de la rivière Lomekwi. Photos Sophie Clément.



Figure 28. Exemple de percussion lancée sur une matrice en phonolite, calée dans une dépression avec d'autres pierres. Photos Sophie Clément.



Figure 29. Divers éclats supports. Photos Sophie Clément.

bifaciales issues des collections archéologiques de référence sont façonnées à partir de grands éclats, corticaux ou non et parfois d'éclats Kombewa. Ils peuvent également, moins souvent, être façonnés à partir de galets. Au cours de l'expérimentation de 2012, Michel Brenet a débité les supports à partir de gros blocs de matières premières, posés à terre, parfois dans une dépression naturelle ou dans un trou creusé à cet effet et calés avec d'autres blocs **(figure 28)**. Précisons que ces blocs servent à stabiliser la matrice, ils ne sont pas des enclumes. Uniquement débités à la percussion directe, des percuteurs d'environ quinze kilos ont été nécessaires à leur extraction. Le poids élevé de ces outils percussifs, entraîne un geste d'accompagnement lancé du percuteur, à deux mains, un peu moins précis qu'un percuteur mobile tenu à une main, mais très efficace. Cette percussion ne correspond pas à la définition d'A. Leroi-Gourhan qui oppose percussion lancée et percussion posée (Leroi-Gourhan 1943). Les éclats obtenus font en moyenne 193 millimètres de long pour 144 millimètres de large et 38 millimètres d'épaisseur pour la phonolithe et 129 millimètres de long pour 95 millimètres de large et 32 millimètres d'épaisseur pour la trachyte **(figure 29**).

5.2.2. Le végétal

5.2.2.1. Le bois au sein des assemblages acheuléens

En règle générale, pour les périodes anciennes de la Préhistoire, le bois en tant que matériau périssable, est rare et si les preuves de son utilisation existent, elles sont le plus souvent indirectes (Claud *et al.* 2013). Quelques découvertes exceptionnelles – comme à Schöningen (Allemagne) (Thieme 1997), Clacton-on-Sea (Angleterre) (Movius 1950) ou dans l'abri Romani (Italie) (Carbonell, Castro-Curel 1992) - apportent cependant des informations précieuses sur son acquisition, sa consommation en tant que matériau combustible (Théry-Parisot, Chabal, Chrzavzez 2010) ou sa transformation à des fins domestiques ou cynégétiques.
En ce qui concernent les périodes acheuléennes en particulier, des preuves tangibles de son utilisation sont particulièrement bien conservées dans la vallée du Jourdain, sur le site de Gesher Benot Ya'aqov (Israël). Une série importante de macro-restes (bois, graines, fruits, pollens) et d'indices de combustion (silex brûlés, charbons) permettent de déduire de nombreuses informations sur le paléoenvironnement autour du paléo-lac d'Hula, ainsi que sur les activités développées autour de cette matière première au niveau du site d'occupation (Goren-Inbar, Werker, Feibel 2002; Goren-Inbar *et al.* 2004). Si les conclusions formulées à Gesher Benot Ya'aqov ne peuvent être appliquée sur une zone géographique beaucoup plus large, elles confirment néanmoins la capacité de ces populations du début du Pléistocène moyen, d'une bonne maîtrise et d'une bonne connaissance du milieu.



Figure 30. *Acacia tortilis* et *Acacia eliator turkanae Brennan*, deux espèces typiques de l'Ouest Turkana. Photos Sophie Clément.



Figure 31. Hommes de l'ethnie Turkana apprêtés pour un mariage, assis sur leurs repose-tête et tenant bâtons de marche et rungus. Photos Sophie Clément.

La matière première organique végétale a donc autant de potentiel que d'autres matières minérales ou animales pour remplir la fonction de percuteur. Il reste à identifier les essences qui ont potentiellement pu remplir les critères de densité et de résistance nécessaires à cette fonction.

5.2.2.2. Identification d'essences adaptées pour la taille de matières minérales

Concernant la couverture végétale autour des sites acheuléens d'Afrique de l'Est, les données archéologiques disponibles sont assez rares. Néanmoins, elles ne sont pas inexistantes. Ainsi les nombreux travaux de Raymonde Bonnefille surtout concentrés en Ethiopie, ont dépeint l'environnement global des hominiinés à la fin du Pléistocène inférieur et début du Pléistocène moyen dans la vallée du Rift (Bonnefille 1972, 1976; Bonnefille, Riollet 1980; Bonnefille 1995; Bonnefille 2018). Les conditions moins arides que le climat actuel autorisaient alors un couvert végétal légèrement plus dense, mais néanmoins très diversifié (Bonnefille, Vincens 1985). Malgré une aridification très nette aux alentours de 2.5 Ma, il n'est pas difficile de retrouver aujourd'hui le même type de végétation qu'au Pléistocène inférieur et moyen. En effet, dans ces milieux secs et chauds autour du Rift, la densité et le type de couvert végétal varie en fonction de l'altitude et de la température (Vincens 1982). La présence au bord des cours d'eaux pérennes, de ripisylve peut également permettre d'accéder à un grand nombre d'espèce (Carr 1998). Il a donc été pertinent d'appliquer une démarche actualiste, en recherchant les essences identifiés sur les sites éthiopiens dans la végétation d'aujourd'hui **(figure 30)**, pour composer un corpus de percuteurs potentiels, proches de ceux qu'auraient pu avoir ces tailleurs du Pléistocène (Bonnefille, comm. pers.).

Les futurs percuteurs d'origine végétale ont également été ramassés pendant des missions du WTAP. L'absence de données de mesures à paramètres constants (dureté, densité, élasticité, etc.) sur ces bois tropicaux – liée à leur non-utilisation dans l'architecture ou la construction navale, contrairement à l'eucalyptus, le pin ou le teck - nous a contraint à définir les essences assez « dures » d'un point de vue de technologie lithique par des moyens moins quantifiables. Nous avons donc commencé par une enquête ethnologique, afin d'identifier les essences les plus proches de nos besoins. Dans la région à l'Ouest du lac Turkana, l'ethnie autochtone Turkana utilise certains arbres ou arbustes pour les constructions de maisons, de clôtures, le mobilier, pour la pharmacopée, la coloration des vêtements ou de la peau (Maundu, Tengnäs 2005). Plusieurs fouilleurs et membres de l'équipe du WTAP appartiennent à cette ethnie et ont facilité les entretiens que nous avons conduit auprès de la population Turkana, afin d'apprendre de leurs us et coutumes et surtout, de leur savoir-faire concernant la fabrication des objets lourds et résistants qu'ils utilisent au quotidien comme les bâtons de marche, les repose-tête et les rungus (casse-tête)**(figure 31)**. Grâce à la participation active et la médiation patiente de Sammy Lokorodi (membre du WTAP), nous avons

Genre	Espèce	sous espèce	Nom Turkana	Utilisation Turkana
			Edome	Bâton de marche, badine (branches, racines), cordes (écorce), consommation des fruits.
Acacia	senegal		Ekonoit	Repose-tête, cuillères (branches), consommation de la sève.
Acacia	brevispica		Ekurau	Bâton de marche (branches, racines), repose-tête, cuillères (branches). Consommation des feuilles pour épicer la soupe.
Delonix	elata		Ekuricharait	Repose-tête, cuillères, percussions, petits récipients bâteaux (branches, tronc, racines)
Commiphora	africana		Ekhadeli	Repose-tête, cuillères, percussions, bâteaux (branches, tronc, racines), Consommation de l'écorce en infusion.
Acacia	eliator	turkanae Brennan	Esanyanait	Bâton de marche (branches, racines), cordes (écorces), fabrication d'aiguilles (épines), consommation de l'écorce en infusion.
Acacia	tortilis		Ewoi	Bâton de marches (branches, racines), cuillères (branches), cordes (écorce), fabrication d'aiguilles (épines). Consommation des gousses pour eux-mêmes ou comme fourrage pour les chèvres.
Berchemia	discolor		Emedjan	Bâteaux, percussions, petits récipients, pots à huile (branches, tronc, racines), cuillères et louches (branches), croyance autour de l'écorce: mâcher puis recracher autour de soi l'écorce, les yeux fermés, pour éloigner les serpents/scorpions, ou endormir l'ennemi.

Tableau 9. Liste des essences régulièrement utilisées par l'ethnie Turkana, selon leurs propriétés estimées.

établi un tableau des essences des bois les plus « lourds » selon les artisans Turkana **(tableau 9)**.

Nous avons récolté des échantillons de racines et de branches de chaque essence, qui parfois étaient très accessible, par exemple sur les bords de rivières, parfois beaucoup moins, car quelques-uns de ces arbres poussent directement dans les sols rocheux, à flanc de montagne (**figure 32**).
Ne disposant que des noms de la langue vernaculaire (Turkana), il a fallu trouver les correspondances des noms scientifiques. Grâce à l'appui d'Hélène Roche[18] et de la section biologie du National Museum of Nairobi, du Centre International de Recherche en Agronomie et Développement (CIRAD) de Nairobi, du Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géoscience et Environnement (CEREGE d'Aix en Provence, en particulier Doris Barboni et Raymonde Bonnefille) ainsi que par la bibliographie, nous avons pu trouver les noms scientifiques, non sans mal, de la majorité des échantillons indiqués sur le tableau ci-dessus.

18 CNRS,UMR 7055



Figure 32. Prélèvements des échantillons de différentes essences par Sammy Lokorodi. Photos Sophie Clément.

Par la suite, nous avons testé ces différents percuteurs organiques sur les matières tenaces déjà citées, pour finalement ne retenir que trois essences : l'*Acacia eliator turkanae Brennan*, l'*Acacia tortilis* pour lesquels nous avons prélevé les racines (plus denses que les branches) et le *Delonix elata* prélevé dans les parties branches, les racines n'étant pas accessibles **(annexe 2)**. Nous avons remarqué que les racines d'Acacia possèdent en leur partie centrale, une zone plus dure et plus dense, souvent de couleur marron foncé à noir, qui les rendplus lourdes et plus denses que les parties aériennes de l'arbre et donc souvent plus adaptées à nos besoins. Afin d'établir des comparaisons avec les autres bois déjà testé et notamment avec le buis toujours utilisé en expérimentation, nous avons fait une série de mesure à l'aide d'un duromètre shore D (utilisé pour les mesures de densité de matière type plastique) **(annexe 3)**. Nous avons utilisé le buis, le pin et le chêne comme étalon pour comparer les essences africaines et avoir une meilleure approche de leur dureté. Les mesures montrent que les racines d'*Acacia eliator* ont des duretés comparables à celles du buis. Toutes les racines d'*Acacia* possèdent un coeur brun, dense et résistant, qui lors des opérations de façonnage est en contact direct avec le support à traiter et qui participe à leur efficacité en tant que percuteur.



Figure 33. Prélèvement d'un échantillon à l'aide d'éclats en basalte aphyrique taillés pour l'occasion. Photos Sophie Clément.

5.2.2.3. Acquisition des échantillons d'essences sélectionnées

L'acquisition des percuteurs en matière végétale a nécessité trois campagnes de prélèvements (de 2008 à 2012), car plusieurs obstacles ont dû être surmontés. Le premier résidait dans le refus des populations Turkana, de nous laisser couper des bois vivants. Aussi, la première année, nous n'avons pu constituer des échantillons à partir des branches tombées à terre, ou des racines qui affleurent souvent le long des cours d'eau asséchés. Un des problèmes majeurs de cette méthode d'échantillonnage est l'infestation d'insectes xylophages dans les prélèvements. Ainsi, l'année suivante, nous avons dû brûler la quasi-totalité de ce premier échantillonnage. Cette première campagne nous a cependant permis d'identifier les espèces qui convenaient le mieux en termes de dureté mais surtout de densité, pour notre expérimentation. En effet, certaines essences, comme les Commiphora, dont les tronçons étaient denses au moment du prélèvement, avait perdu l'année d'après, presque la moitié de leur poids. Il semble que ces arbres et arbustes, en réaction à la sécheresse régulière à laquelle ils sont soumis, emmagasinent des réserves d'eau qui, lorsqu'elles sont complètement évacuées, leur fait perdre leur volume et/ou leur poids.
L'année suivante, nous avons donc redemandé l'autorisation de couper des spécimens vivants, ce que nous avons obtenu. Les échantillons ont été prélevés à la fois avec des outils modernes (haches, pangas), mais également avec des

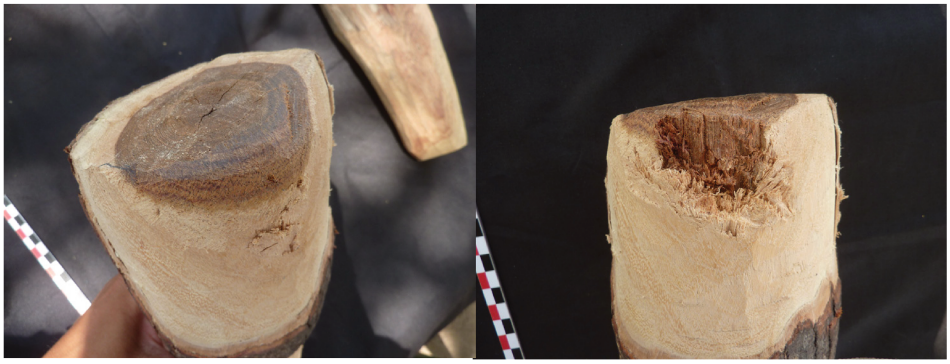


Figure 34. Percuteur organique frais avant et après son utilisation pour le façonnage d'un biface. Photos Sophie Clément.

pierres, taillées de façon expédiente en percussion lancée sur enclume par Sammy Lokorodi (comme le font les Turkana pour répondre à quelques besoins immédiat) afin de vérifier la possibilité de ce mode de prélèvement. Il a fallu environ 1h40 pour tronçonner une racine d'Acacia, particulièrement dense de 12 centimètres de diamètre **(figure 33)**.
Les échantillons ont été écorcés et traités avec un produit à base de xylophène afin d'empêcher la prolifération de parasites. Ce traitement, appliqué au pinceau sur chaque échantillon, n'a pas, à vue d'oeil, modifié la structure du bois. Un temps de séchage de deux ans s'est écoulé avant qu'ils ne servent de percuteur.

En 2012, nous avons cependant voulu tester pendant l'expérimentation, un échantillon fraîchement coupé, partant du principe que les tailleurs acheuléens devaient répondre à des besoins plus immédiats que les expérimentateurs. Nous avons donc de nouveau sollicité les autorités compétentes et prélevé deux nouveaux échantillons de racines d'Acacia eliator. Si l'efficacité du percuteur de bois frais n'est pas entamée, en revanche, il se dégrade beaucoup plus vite que les autres percuteurs et nous n'avons pas pu l'utiliser au-delà du façonnage d'un seul et unique biface, car la touche du percuteur n'était plus aussi précise et efficace **(figure 34)**. Il semble donc que le séchage des percuteurs organiques soit indispensable à leur bonne préservation, voire leur durabilité, mais pas forcément à leur efficacité. Il nécessite, comme pour les autres percuteurs testés, une force d'application assez grande.

5.2.3. L'animal

L'utilisation de l'os comme percuteur n'est pas formellement attestée dans les sites africains, du moins pas interprétée comme telle. Néanmoins, il faut citer ici la mention dans les différentes couches d'Olduvai de fragments d'os présentant des stigmates de percussion répétés (ainsi qu'une pièce bifaciale façonnée dans un morceau d'os) (Leakey 1971; Leakey, Roe 1994). Si en Europe, les os

sont attestés dans les assemblages archéologiques dans la chaîne opératoire de taille, c'est souvent sous le terme de retouchoir et donc pas dans une action de façonnage (Tartar 2009). La plupart du temps, ils sont identifiés sur des sites du Paléolithique moyen, comme à la Quina (Henri-Martin 1907). Cependant, les travaux expérimentaux d'Anne Vincent ont démontré leurs efficacité dans une chaîne opératoire de façonnage de biface (Vincent 1993).
Cependant, une découverte récente sur le site de Schöningen en Allemagne, confirme l'utilisation d'os de grands mammifères aussi bien dans les chaînes opératoires de façonnage, dans la phase de mise en fonction (retouchoirs) mais aussi de débitage (bipolaire sur enclume) pour le Paléolithique ancien (Van Kolfschoten *et al.* 2015). De même les bifaces en os du site de Castel Di Guido en Italie (Saccà 2012), témoignent de la place légitime de cette matière première dans les potentiels percuteurs utilisés pendant cette période. Elle est ainsi, comme beaucoup d'autres, exploitée pleinement, tant pour ses qualités alimentaires que pour la matière première qu'elle peut fournir et dans des fonctionalités différentes (percuteur, matrice de biface, etc...).

En Afrique, les animaux pouvant fournir des os exploitables pour la taille de la pierre, notamment en termes de densité et de résistance et présents dans les inventaires de faune des sites sont majoritairement les hippopotames et les éléphants. Malheureusement en voie de disparition aujourd'hui et protégés par la convention de Washington ou CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvage menacées d'extinction) depuis 1975, l'accès à la matière première pour expérimentation est plus difficile à envisager que pour les autres matériaux. Cependant, un protocole de récupération des métapodes d'*Hippopotamus amphibus*[19] a été rédigé, en collaboration avec l'ancienne directrice du Zoo de Pessac Nathalie Kilian (Bordeaux, France), le European Endangered species Program (EEP) et le responsable européen du Stud-book d'Hippopotamus amphibus, Jan Pluhàček. Il prévoit que lors du décès de l'animal en milieu captif (parc zoologique) certaines parties du squelette soient prélevées par le vétérinaire chargé de l'autopsie systématiquement pratiquée. Les os doivent être exempts de chair et de tendons, placés sous vide pour le transport. Le parc zoologique de Wilhelma à Stuttgart a répondu favorablement à notre demande. Ainsi, nous avons pu obtenir trois échantillons que nous conservons dans l'objectif d'une expérimentation ultérieure à notre présent travail. En effet, ils sont arrivés vers la fin de la rédaction de notre manuscrit et il était impossible dans le temps imparti, de faire de nouvelles expérimentations et d'intégrer les résultats aux données déjà analysées. Cette prochaine étape sera donc l'occasion d'un nouveau projet, au terme de celui-ci, dont nous diffuserons les résultats.

19 Pour augmenter les chances de réussite de ce projet, le protocole pour *Loxondonta africana* n'a pas été envoyé, compte tenu du caractère particulièrement sensible et emblématique de l'espèce et de la grande longévité de l'animal.

5.3. Limites de l'expérimentation

5.3.1. Les chaînes opératoires

Les chaînes opératoires testées ont été inspirées par celles connues sur les différents sites africains acheuléens (*cf.* première partie) et sur les sites de référence en particulier. L'impossibilité de pouvoir répliquer chacune d'entre elles pendant l'expérimentation, essentiellement par manque de temps, nous a obligé à envisager une approche globale de la chaîne opératoire. Aussi, l'expérimentation s'est attachée à reproduire des bifaces de mêmes types, de même taille, de mêmes formes, avec des tranchants similaires aux observations faites en amont sur plusieurs collections de référence, selon le concept général de façonnage bifacial. Comme nous l'avons déjà évoqué, nous avons également choisi les mêmes matières (**cf. figure 11**). Nous rappelons ici que le but de l'expérimentation est ici d'interroger les réactions des matières premières par rapport à leur structure physique, aux gestes et non d'interroger la chaîne opératoire, par ailleurs déjà définie et analysée par les équipes en charge des sites évoqués.

5.3.2. Comparaison de matières premières différentes

Le silex est une roche plutôt homogène, du fait de son origine sédimentaire, dont les réactions souvent similaires quelques soient les origines de la roche sont plus faciles à identifier que sur les laves. En effet, les compositions chimiques de roches volcaniques et leurs expressions minéralogiques peuvent énormément varier d'un endroit à l'autre de la coulée de lave, au sein d'une même éruption ou bien d'un volcan à un autre. A l'exception de l'obsidienne, dont la structure vitreuse lui confère de très bonnes propriétés clastiques et qui réagit en fracture conchoïdale proche de celle du verre, les autres laves comme la phonolite, le basalte ou la trachyte ont des compositions chimiques plus variables et aussi moins stables dans le temps. Il peut subsister dans leur structure des bulles d'air, ou des inclusions d'olivine ou de phénocristaux de plagioclases qui perturbent l'homogénéité de la roche, on dit alors que la structure de la roche est porphyrique (Foucault, Raoult 2001). De même, leur texture peut être vitreuse, microgrenue ou grenue. Malgré tous ces paramètres variables, ces matériaux très denses et microgrenus (par rapport à des structures sédimentaires comme le silex), à l'instar de leurs corollaires métamorphiques comme le métaquartzite, comportent des propriétés clastiques indéniables et largement exploitées par les artisans du passé, comme nous l'avons vu précédemment. Leurs réactions mécaniques de fracturation conchoïdale voire sub-conchoïdale sont souvent similaires et nous autorisent à les rassembler dans

une catégorie large des « roches microgrenues et tenaces » afin de pouvoir les comparer. Lorsqu'ils seront décrits dans les résultats de l'expérimentation, leur texture ainsi que leur structure seront précisées. L'application des critères de la grille d'analyse nous indiquera alors si ces comparaisons sont valables ou non.

5.4. Méthodologie d'analyse des séries expérimentales

5.4.1. Choix des critères analysés

Il s'agit ici de déterminer quels critères il nous faut examiner pour comprendre les différences entre les techniques utilisées, toujours globalement, avec le type de percuteur combiné au mode d'application de la force et au geste. Ainsi par exemple, les critères relatifs à la nature du percuteur, du geste mais aussi, lorsqu'il est possible de l'identifier, à la position du point d'impact (marginal ou interne) sur le talon, sont renseignés. Pour créer cette grille d'analyse, nous sommes partis de critères déjà existants dans d'autres travaux (Brenet 1996; Pelegrin 2000; Soriano, Villa, Wadley 2007; Roussel, Bourguignon, Soressi 2009), que nous avons adaptés à nos matières premières en fonction des observations que nous avons effectuées sur le matériel. Nous avons également structuré cette grille en fonction des objectifs de l'expérimentation et de la problématique énoncée dans la première partie.

5.4.1.1. Analyses des produits de façonnage

Nous l'avons vu, les collections africaines ont souvent plus de pièces bifaciales que d'éclats. Cette expérimentation est donc l'occasion d'essayer de renseigner sur les produits de façonnage, les différentes techniques appliquées et de relever leurs incidences. C'est pour cela qu'ils seront présentés selon des supports iconographiques qui mettront en lumière plusieurs informations, dans le chapitre 6.2.3.
Pour comprendre leurs structures, une première planche renseignera à travers un schéma diacritique de la taille de l'objet, la direction de débitage sur les négatifs d'enlèvements, leur ordre, la présence ou l'absence des contre-bulbes[20] et le profil de la pièce à l'aide de deux ou trois sections.
Le nombre d'enlèvements présents au stade final du façonnage est parfois un critère d'évaluation du degré de finition des pièces, notamment dans les collections africaines comme précédemment cité. Ce critère sera donc également renseigné afin de pouvoir comparer les différentes techniques. Enfin, pour bien caractériser

20 Selon les normes éditées dans *Tixier el al. 1980*

celles-ci, le numéro des derniers éclats individualisés, alors remontés sur la pièce, seront mis en valeur à l'aide de codes couleurs.
Pour répondre aux interrogations concernant la finesse des éclats obtenus, les conséquences sur les volumes façonnés, une seconde planche reprendra quelques unes des informations ci-dessus mais servira, toujours à l'aide de codes couleurs, à évaluer l'incidence des éclats par rapport au plan d'intersection des deux faces, selon quatre orientations : sécant, sub-sécant, subparallèle et parallèle. La section des angles des tranchants ainsi que leurs mesures en degrés seront également renseignées pour éclairer les différences ou les similitudes obtenues par ces techniques.

5.4.1.2. Analyse des sous-produits de façonnage

Les critères d'analyse des sous-produits sont les plus nombreux, car ce sont ceux qui comportent le plus d'informations. Mais comme nous l'avons expliqué en amont, il nous a fallu adapter la majorité des critères (morphologie, profil, terminaison distale, zone bulbaire, phénomène parasite, délinéation postérieure du talon) à la matière première microgrenue testée ici, qui enregistre les stigmates de façon spécifique. Chaque critère développé dans les chapitres suivants a donc nécessité de retravailler la définition, même parfois le choix du vocabulaire pour décrire au mieux les observations du matériel. Globalement, nous avons choisi de quantifier les critères de morphologie générale de l'éclat et du talon comme pour les études lithiques. Plus spécifiquement, l'essentiel des différences que nous avons notées avec les matières semblables au silex se concentraient au niveau du bulbe et sur les spécificités du talon. Nous avons choisi de créer des critères propres à ces deux zones de l'éclat pour tenter de circonscrire au mieux les éventuels stigmates identifiables liés aux techniques et/ou à la matière première. Tous les critères sont développés et définis dans le chapitre suivant. Pour chaque critère, la formulation «autre» décrit des réactions spécifiques non récurrente et ne correspondant à aucun stigmate déjà identifié.

5.4.1.3. Analyse des percuteurs

Les percuteurs sont évalués selon des critères d'efficience et de vitesse de détérioration (**figure 35**). Les percuteurs utilisés pour l'expérimentation couvrent un éventail de matériaux, de poids et de dureté assez large et reparti comme suit :

- Percuteur en racine *Acacia eliator* : 972 grammes
- Percuteur en racine *Acacia tortilis* : 763 grammes
- Percuteur en branche *Delonix elata* : 685 grammes
- Percuteur en racine *Acacia eliator* frais : 1404 grammes

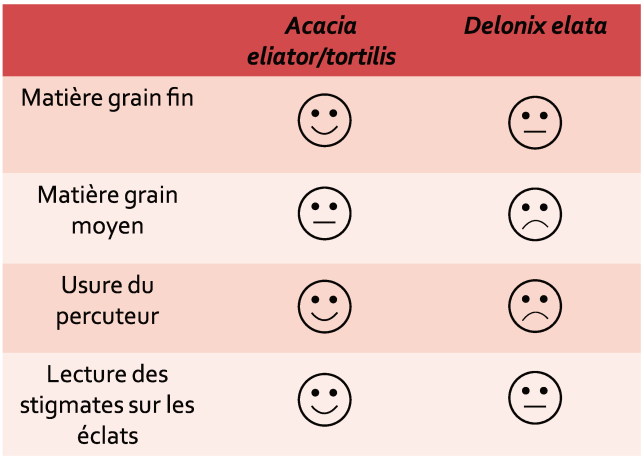


Figure 35. Estimation qualitative de l'efficience des percuteurs organiques retenus pour le façonnage des matières premières volcaniques.

- Percuteur en trachyte altérée : 749 grammes
- Percuteur en trachyte lisse : 694 grammes
- Percuteur en basalte : 958 grammes
- Percuteur en basalte (obtention éclats supports) : 1400-1500 grammes

Toutes les matières qui ont été utilisées ont été efficientes pour la fonction qui leur était dédiée. Les différences notables qui ont pu être relevées sont de l'ordre de la détérioration plus ou moins rapide de la touche du percuteur. En effet, comme nous l'avons déjà évoqué, le test avec le percuteur en racine d'*Acacia eliator* fraîchement coupée nous a confirmé la possibilité de cette hypothèse, avec l'inconvénient notable d'utiliser un nouvel échantillon quasiment pour chaque pièce façonnée. Par ailleurs, deux éclats liés aux percussions répétées, se sont détachés du percuteur en trachyte altérée, au cours de l'expérimentation, sans pour autant affecter la touche de celui-ci. Cette observation semble pour autant indiquer une plus grande fragilité que les percuteurs minéraux lisses et non altérés. Ce même percuteur a également eu une fonction d'abraseur lors du renforcement des bords de plan de frappe.

5.4.2. Morphologie de l'éclat : définition des critères spécifiques

D'une manière générale, la construction de la grille d'analyse présentée ultérieurement est largement issue de celle proposée pour l'étude de la série Howiesons Poort en Afrique du sud (Soriano, Villa, Wadley 2007). Cependant, au regard de nos observations ou de la manière dont les stigmates s'exprimaient sur la matière, nous l'avons adapté au besoin spécifique de notre sujet. Ainsi, certains critères seront modifiés, supprimés ou ajoutés à cette base déjà étoffée. Ces modifications seront argumentées au long de la présentation et de

l'analyse. Les critères sont répartis en 5 groupes (morphologie générale de l'éclat, morphologie générale du talon, topographie de la zone ventrale, topographie du talon, informations générales) que nous détaillons comme suit.

5.4.2.1. La morphologie générale de l'éclat

Dans ce premier groupe (**figure 36**), nous avons catégorisé et quantifié la forme générale des éclats selon trois critères principaux. Concernant les profils des éclats, nous avons pu observer que la matière première influe énormément sur les réactions de l'onde de choc et il n'est pas rare d'observer des profils longitudinaux d'éclats rectilignes sans que cela ne soit dû à une fracture en *split* (Faivre, Geneste, Turq 2010), mais bien à une fracture conchoïdale proche du *wedging* (Cotterell, Kamminga 1987). De même, il arrive que l'onde de choc change de trajectoire et profite des litages de la roche. On assiste alors à une rupture d'orientation de l'onde de choc qui donne à l'éclat un profil brisé. Pour les terminaisons distales, le terme de *step fracture* s'inspire de la définition de D. Crabtree (Crabtree 1972)

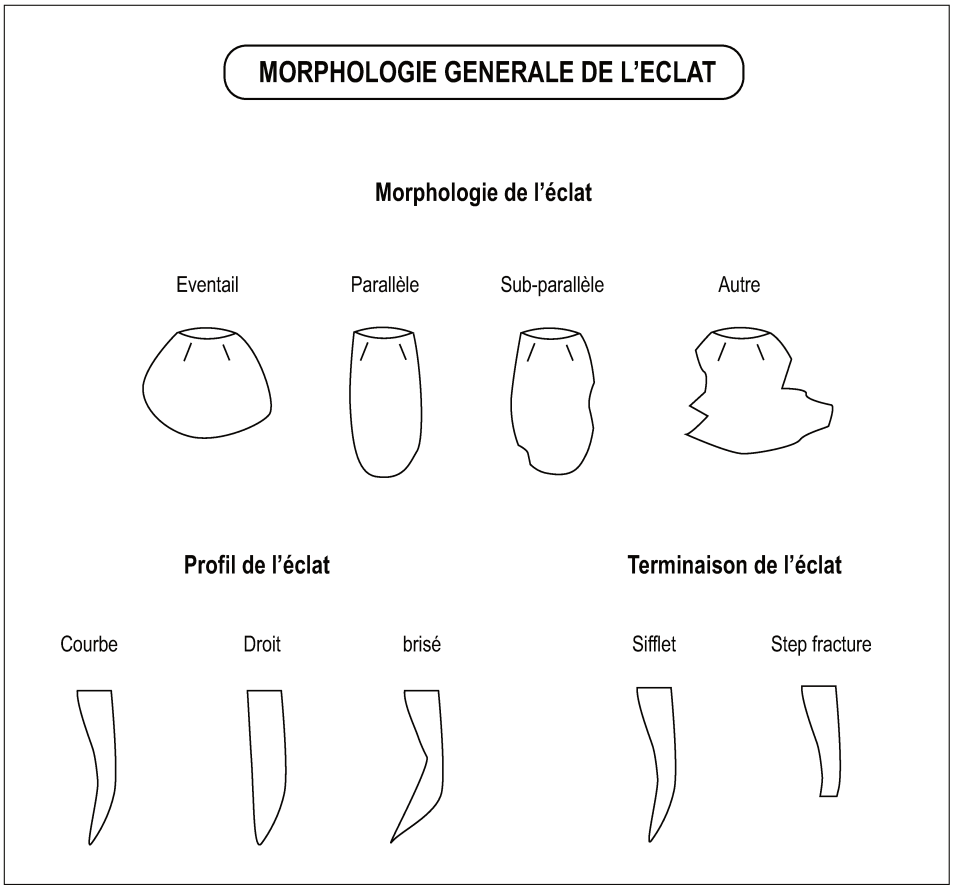


Figure 36. Morphologie générale de l'éclat.

et de celle de Cotterell et Kaminga (Cotterell, Kamminga 1987). C'est un éclat dont la terminaison résulte d'un changement abrupt de direction, à angle droit, principalement liée, dans notre étude, à la structure de la matière première. On n'observe pas de « rebroussé », tel qu'il est décrit pour les matières premières à grain fin. Il est d'ailleurs impossible de déterminer à partir du seul éclat (sans remontage), s'il s'agit vraiment d'un rebroussé ou d'une rupture franche de la matière première causée par la force de percussion ou liée à un défaut cohésion de structure de la matière première. Enfin, les mesures concernant les longueurs, largeurs et épaisseurs, ont été prises de manière systématique selon les axes technologiques des pièces, sur les éclats entiers.

Présentation des critères :

Morphologie génerale	Profil de l'éclat	Terminaison distale	Mesure en mm
Eventail	Courbe	Cassé	Longueur
Bords parallèles	Rectiligne	Sifflet	Largeur
Bords sub-parallèles	Brisé (rupture d'orientation de l'onde de choc)	Step fracture	Epaisseur
Autre		Indéterminée	
Indéterminée			

5.4.2.2. La morphologie générale du talon

Les critères que nous avons retenus sont plus ou moins classiques, mais il faut quand même noter, concernant la nature du talon, que les notions d'abrasion ou de facettage n'ont pas été retenues car ce sont des étapes qui n'ont pas été observées sur les éclats archéologiques, certainement en lien avec une conservation médiocre des stigmates. Elles sont également difficiles à discerner sur le matériel expérimental. La dénomination de talon « à arêtes » correspond d'avantage aux enlèvements de la face opposée (qu'il y ait ou non les «contre-bulbes»), servant de plan de frappe et au moment du choc, emportés par le talon. Par ailleurs, nous avons pu observer que lorsque l'expérimentateur a abrasé certaines aspérités du talon avant de débiter l'éclat correspondant, l'action n'est pas lisible sur ces matières premières, car elle ne « s'imprime » pas sur la roche, elle ne laisse pas de stigmates reconnaissables. Elle n'a donc pas pu être observée par la suite et donc quantifiée. Le caractère «filiforme» du talon est morphométrique. Les mesures spécifiques des talons ont été effectuées de manière systématique sur la totalité des éclats du corpus, entiers et proximaux.

Présentation des critères

Nature du talon	Cortex sur le talon	Mesure du talon
Lisse	Oui	Largeur
A arêtes	Non	Epaisseur
Filiforme		Angle de chasse (°)
Cassé		Angle d'éclatement (°)

5.4.2.3. La topographie de la zone ventrale

La zone ventrale de l'éclat désigne la face inférieure, depuis la zone de rupture de la matrice avec l'éclat, jusqu'à la zone bulbaire. Ce terme, plus générique que celui de bulbe, est préférable car le bulbe *stricto sensu*, ne s'exprime pas de la même manière que sur le silex pour la matière première de l'expérimentation. Cette zone de l'éclat est associée à des stigmates bien différents de ceux du silex. La lèvre, caractéristique d'une certaine élasticité du percuteur et d'un geste tangentiel sur le silex, est ici parfois très ténue. Elle est caractérisée de « faible » c'est-à-dire juste visible à l'œil nu[21], en opposition à une réaction beaucoup plus franche où elle peut atteindre plusieurs centimètres de large et de hauteur, qui correspond à un arrachement d'une bonne partie du bord de plan de frappe. Comme nous l'avons noté pour le profil des éclats, il arrive parfois que la zone bulbaire soit parfaitement rectiligne, nous la décrivons ici comme une absence de relief. Cette caractéristique n'exprime en rien une fracture en *split*, comme précisé ci-dessus, mais semble être une réaction typique de ces matières microgrenues, puisqu'elle est observée aussi bien sur les laves d'Afrique de l'Est que sur les quartzites du piémont pyrénéen. Bien sûr, les fractures le long des plans de clivage des roches ne sont pas comptabilisées à travers ce critère. Le bulbe de forme conchoïdale tel que nous pouvons l'observer sur le silex, ne s'exprime que très rarement de cette façon (forme plutôt arrondie) sur les roches microgrenues. En effet, la plupart du temps il est très discret et plutôt longiligne, ce que nous avons décrit comme « naissant ». Lorsqu'il est franchement exprimé, il est le plus souvent étroit et parfois large (**figure 37**).

La ténacité des matériaux demande une application de la force assez violente qui peut entrainer plusieurs phénomènes parasites, comme le détachement d'un éclat vers la face supérieure, le plus souvent conséquence d'une fissure se développant dans l'épaisseur du talon. Ce phénomène peut également se manifester sur la zone ventrale à proximité de l'initialisation de la fracture sous la forme d'un esquillage du bulbe qui peut se traduire aussi bien par un esquillement, que par un esquillement partiel ou une esquille bulbaire (plus rare). Parfois la force du choc et les aspérités du percuteur initialisent d'autres fractures. On peut alors observer deux phénomènes. D'abord une fissuration du talon selon un plan parallèle à la surface de débitage ou bien une fracturation de type Siret. Sur les

21 La structure microgrenue des matières premières ne rend pas efficiente une identification sensible au doigt.

matières microgrenues, l'accident Siret revêt les mêmes caractéristiques décrites pour le quartz, c'est-à-dire que la fracturation peut se faire selon une série de plans perpendiculaires au plan de fracturation et diviser l'éclat en plusieurs parties (deux ou trois le plus souvent) selon l'axe de débitage ou de façon déportée à celui-ci (Mourre 1996).
La délinéation postérieure du talon peut prendre plusieurs aspects suivant l'initialisation de la fracture, le geste ou la matière première du percuteur. Elle

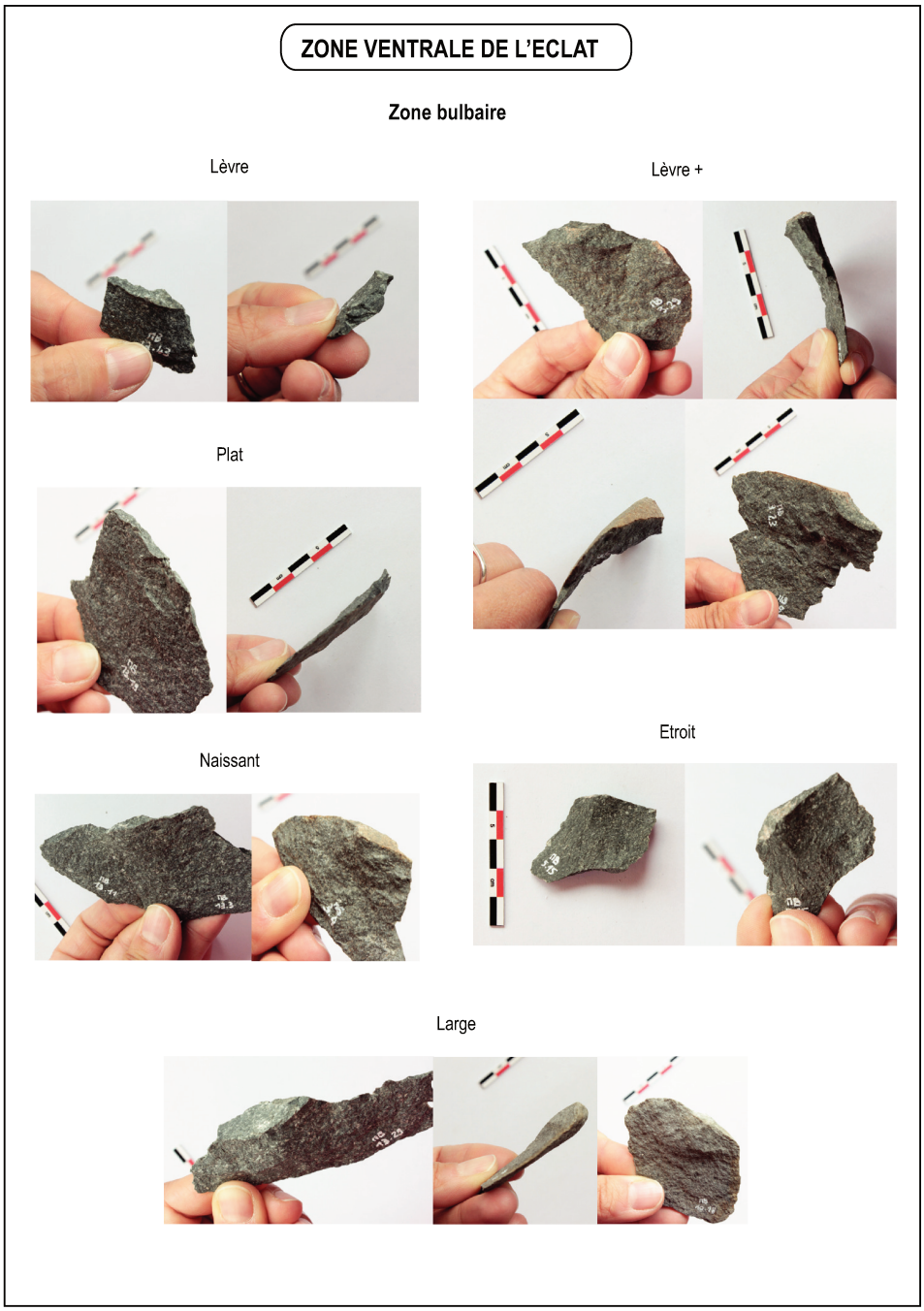


Figure 37. Zone bulbaire de la face ventrale de l'éclat.

peut ainsi être courbe, avec un point d'impact qui s'articule de part et d'autre sans rupture avec le reste de la ligne postérieure du talon, avec un point d'impact détouré qui s'articule de part et d'autre sans rupture avec le reste de la ligne postérieure du talon. Il arrive que le talon porte la marque d'un double point d'impact, généralement dû à une percussion répétée au même endroit du plan de frappe pour l'expérimentation, mais qui peut également être dû à un double point d'initiation de la fracture, lié à un double contact du percuteur (touche large). La délinéation est alors décrite comme bicourbe. Ce phénomène est observé aussi bien sur le matériel archéologique que sur le matériel expérimental. Un caractère spécifique a été observé régulièrement sur le matériel archéologique et nous a poussé à le quantifier, c'est ce que nous avons nommé le **contre-col**, c'est-à-dire que le contour du point d'impact est en retrait de la ligne postérieure du talon. Cette dénomination représente l'inverse du *col de bulbe* décrit par H. Bertouille (Bertouille, 1989), autrement appelé *délinéation du point d'impact avec rupture* par S. Soriano (Soriano *et al.*, 2007).

Il s'agit probablement d'une perte de matière au moment de l'initiation de la fracture, à l'endroit du contact du percuteur sur le plan de frappe (cône incipient). Enfin, il arrive que la délinéation postérieure du talon soit rectiligne ou a contrario irrégulière et il semble que ces phénomènes soient liés à la structure de la matière première une fois encore **(figure 38)**.

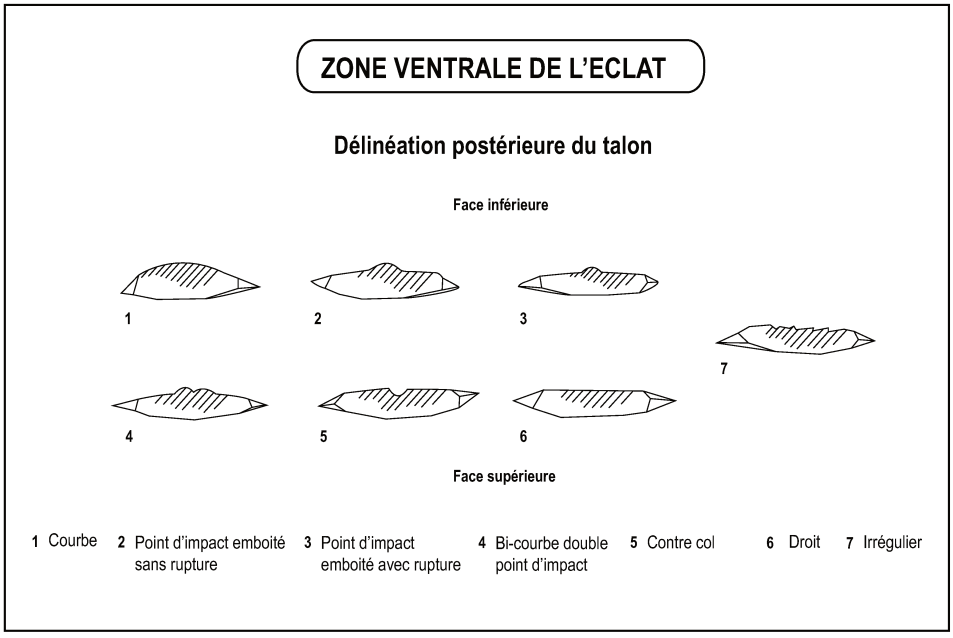


Figure 38. Délinéation postérieure du talon de la face ventrale de l'éclat.

Présentation des critères

Zone bulbaire	Phénomène parasite	Délinéation postérieure du talon
Lèvre faible	Eclatement vers la face supérieure	Courbe régulier
Lèvre forte	Esquillage du bulbe	Courbe à point d'impact sans rupture
Absence de relief bulbaire	Fissure	Courbe à point d'impact avec rupture
Bulbe naissant	Siret	Bicourbe: double point d'impact
Bulbe exprimé étroit	Indéterminé	Contre col
Bulbe exprimé large	Autre	Rectiligne
Indéterminé	Aucun	Irrégulier
Autre		Indéterminée
		Aitre

5.4.2.4. La topographie du talon

Les morphologies de talon pouvant varier dans des expérimentations diverses, nous avons choisi plusieurs critères pour les décrire, le talon large[22] spécifiant que celui-ci est plus large que l'éclat lui-même. Nous avons observé une particularité sur le matériel expérimental : l'endroit des points de contact laissés par le percuteur sont visibles sur le talon, contrairement à ce qu'on peut constater sur le matériel archéologique. En effet, si le point d'impact tel qu'il est décrit pour le silex, c'est à dire une fracture circulaire ou semi-circulaire imprimée sur le talon (Bertouille 1989, Pelegrin 2000, Soriano, Villa et Wadley 2007), il ne parait pas s'imprimer exactement de la même façon sur les matières microgrenues, en revanche, les percuteurs ont tendance à laisser un peu de matière à l'endroit du contact au moment de la percussion. Ce résidu de matière nous a permis d'identifier et de quantifier la position des points d'impacts. Le point d'impact marginal est bien entendu situé sur le bord du plan de frappe, le point d'impact interne est éloigné de celui-ci. Le point d'impact intermédiaire quant à lui, est situé légèrement en retrait du bord de plan de frappe, plus à l'intérieur et généralement déconnecté de l'initialisation de la fracture.
Identifier les points d'impacts sur le matériel expérimental, permet de quantifier également la concordance entre l'emplacement du point d'impact initial et l'initialisation de fracture, pour mieux identifier les phénomènes d'arrachement.

22 Caractère morphométrique et non strictement morphologique

Présentation des critères

Morphologie du talon	Position de l'impact	Concordance point d'impact/ fracture
Punctiforme	Marginal	Oui
Linéaire	Intermédiaire	Non
Ovalaire/Triangulaire	Interne	
Lunaire	Pas de point d'impact visible	
Large	Indéterminé	
Indéterminée		
Autre		

5.4.2.5. Les informations générales

Cette dernière catégorie permet de regrouper plusieurs critères physiques et/ou techniques. Les matières premières ont été classées de manière systématique en fonction de leur nature, leur structure et leur granulométrie (Harmand 2005). Le geste appliqué par l'expérimentateur a été enregistré pour chaque éclat. Nous avons distingué le geste rentrant et le geste tangentiel, les plus souvent utilisés pendant l'expérimentation, qui représentent deux catégories discrètes, d'une réalité continue entre deux pôles. Nous avons observé que s'il est possible d'utiliser un geste tangentiel avec une percussion interne, nous n'avons en revanche pas remarqué de geste rentrant pour des percussions marginales, conformément aux lois physiques de la taille de la pierre, cette dernière combinaison entraînant de facto une détérioration irrémédiable du bord de plan de frappe (Bertouille 1989) La matière des percuteurs a été identifiée selon sa nature, mais également, pour les matières minérales, selon l'état extérieur. Ainsi, plus que la dureté de ceux-ci, il nous a paru plus en adéquation avec nos objectifs de déterminer si le percuteur pouvait entrainer un contact et une initialisation de la fracture à caractère immédiat (minéral lisse), ou au contraire générer un étalement du point d'impact du fait de l'écrasement des grains du percuteur; la transmission de l'énergie devenant ainsi plus atténuée par le résidu de matière intercalé entre le futur talon de l'éclat et le percuteur (minéral altéré ou peu tenace). Enfin les percuteurs végétaux ont été renseignés selon les sous espèces d'*Acacia* et l'espèce pour le *Delonix elata*.

Présentation des critères

Matière première	Percuteur	Geste	Type de produit
Phonolite aphyrique à grain fin	Minéral lisse	Rentrant	Eclat
Phonolite aphyrique à grain moyen	Minéral altéré	Tangentiel	Biface
Trachyte aphyrique à grain fin	Végétal *eliator*		Casson
trachyte aphyrique à grai moyen	Végétal *tortilis*		Fragment
Trachyte porphyrique à grain moyen	Végétal *delonix*		

6. RÉSULTATS

6.1. Le corpus de l'expérimentation sur les matériaux africains

6.1.1. Présentation générale

6.1.1.1. Les produits et sous-produits de façonnage

Comme nous l'avons déjà énoncé, le corpus comprend 13 pièces bifaciales (**tableau 10**). D'un point de vue typologique, elles sont proches des bifaces que nous avons pu observer sur les échantillons des collections africaines d'Olorgesailie, de Garba I ou Gomboré II. Les dimensions diffèrent toutefois, même si elles se rapprochent de celles de Garba I (**tableau 11**).

Tableau 10. Présentation générales des pièces façonnées de l'expérimentation.

Pièces bifaciales	Nature du support	Matière Première	Morphologie générale du support	L (mm)	l (mm)	E (mm)	poids (g)	dimension biface (LxlxE)	% perte de masse	nombre d'éclats par biface (>0,5 cm)
1-21	Eclat cortical	Phonolite	ovale	172	129	41	924	165x99x33	49%	65
2-2/2-4	Eclat cortical	Phonolite	Autre	190	129	29	661	117x86x23	66%	62
3-1	Galet plat	Phonolite	ovoïde	215	137	30	1046	166x94x30	62%	72
4	Eclat semi-cortical	Trachyte	ovoïde	190	114	54	1018	119x102x62	12%	15
5-1	Eclat	Phonolite	rectangulaire	190	135	28	655	145x83x22	65%	83
6-13	Eclat	Phonolite	Autre	220	139	30	890	89x63x18	89%	51
7	Eclat cortical	Trachyte	triangulaire	200	132	51	1057	136x126x48	34%	34
8-1	Eclat cortical	Trachyte	triangulaire	121	123	32	412	105x78x27	56%	46
9-1	Eclat	Phonolite	rectangulaire	170	117	26	653	137x92x29	53%	38
10-1	Galet plat	Phonolite	rond	200	200	53	2396	157x116x46	69%	86
11-1	Eclat	Phonolite	rectangulaire	180	160	27	941	171x119x23	45%	65
12-1	Eclat	Trachyte	triangulaire	125	80	30	228	111x72x20	36%	27
12-22	Eclat cortical	Trachyte	ovale	140	82	35	308	128x83x26	30%	16
13-1	Eclat cortical	Phonolite	triangulaire	200	190	45	1600	179x108x44	60%	72

Expérimentation	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	138	94	32
Ecart type	27	18	13
Médiane	137	93	28
Maximum	179	126	62
Minimum	89	63	18

Olorgesailie	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	166	95	42
Ecart type	42	20	11
Médiane	170	98	41
Maximum	267	137	87
Minimum	76	45	21

Garba I	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	141	82	32
Ecart type	31	14	5
Médiane	145	85	32
Maximum	199	110	45
Minimum	79	48	19

Gomboré II	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	115	75	32
Ecart type	40	17	9
Médiane	107	73	31
Maximum	236	132	66
Minimum	41	28	12

Isenya	L (mm)	l (mm)	e (mm)
Moyenne	190	97	50
Ecart-type	33	13	8
Médiane	195	95	48
Maximum	253	137	70
Minimun	121	62	32

Tableau 11. Présentation des statistiques générales des pièces façonnées de l'expérimentation, par rapport aux échantillons de collections archéologiques.

Le corpus expérimental est composé de grands outils d'une longueur moyenne d'environ 14 cm, une largeur moyenne de plus de 9 cm et une épaisseur moyenne d'à peine plus de 3 cm.

En théorie, sur les collections archéologiques, lorsqu'il est possible de les distinguer, deux phases de construction de la pièce bifaciale peuvent parfois être observées. Il s'agit de la mise à façon et de la mise en fonction.

« *Au cours de la mise en forme, le volume bifacial de la pièce est construit selon une structure définie. Cette mise en forme peut se réduire à quelques rares*

enlèvements. La sélection d'un module naturel de volume parfaitement adapté ou la production d'un éclat-matrice destiné au façonnage peut ainsi être considérée comme la mise en forme de la future pièce.
Au cours de la mise à façon, les différentes parties de la pièce sont distinguées et organisées entre elles, et en particulier le positionnement et agencement des futures UTF sur le pourtour de la pièce.
La mise en fonction, ou affûtage comprend les opérations consistant à rendre efficaces les unités de contact avec toutes leurs caractéristiques ; certaines peuvent être tranchantes et d'autres non coupantes puisque destinées au maintien de la pièce. Elle précède immédiatement le fonctionnement de l'UTF. » (Brenet, 2011., p. 41-43).
Parfois les deux étapes sont intégrées en une seule, en particulier lors de façonnages réalisés en percussion minérale dure rentrante comme sur le site d'El Meirah en Syrie (Boëda *et al.* 2004). Pour les bifaces expérimentaux, comme pour ceux observés ou décrits précédemment, la sélection ou le débitage de supports très proches de la forme finale participent à la mise à façon. Malgré certains éclats très épais qui affectent significativement le volume de la pièce, la plupart des éclats produits lors du façonnage participent à la mise en fonction de la pièce.

Le corpus expérimental comptent 746 sous produits de façonnage dont 534 éclats. La fragmentation des matières premières utilisées est importante et elle se mesure en partie par la multitude de micro-déchets produits lors du façonnage, illustrée par de nombreuses esquilles, petits fragments d'éclats, petits cassons et autres poussières, que nous n'avons pas comptabilisés. Les fragments d'éclats et les très petits éclats représentent un peu moins de 30% du nombre du corpus initial. Les chiffres exprimés ici concernent en général les éclats supérieurs à 0,5 cm.

Le traitement des données a commencé par un tri des éléments pouvant donner des informations pour la majorité des critères retenus. Après un travail de recollage des raccords entre les fragments sélectionnés d'un même éclat, le plus exhaustif

Eclats entiers	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	32	38	7
Ecart type	16	16	4
Médiane	27	34	6
Maximum	109	111	23
Minimum	10	13	2

Talons	l talon (mm)	E talon (mm)
Moyenne	18	6
Ecart type	9	3
Médiane	16	5
Maximum	76	24
Minimum	2	1

Tableau 12. Présentation des statistiques générales des sous produits de l'expérimentation. Eclats entiers sans proximaux et totalité.

possible, nous avons exclu de l'étude tous les fragments de type mésiaux, distaux non raccordés, les cassons et autres déchets de taille. Les fragments proximaux ont été mesurés et comptabilisés car ils nous permettent de connaître le nombre d'éclats, mais aussi de récupérer les données qui concernent le talon et parfois la zone bulbaire (**tableau 12**).

6.1.1.2. Les techniques de percussion

Comme nous l'avons vu dans la première partie, nous considérons la technique de percussion comme une entité mixte, composée d'un percuteur et d'un geste que l'on applique sur la matière à transformer. Afin de pouvoir coller au plus près de la définition et comparer les techniques entre elles, nous avons défini trois combinaisons de gestes/percuteurs, basés sur les observations du travail de l'expérimentateur, répartis comme suit :

G1 : Geste rentrant avec percuteur minéral (lisse ou altéré) appliqué en position interne au plan de frappe
G2 : Geste tangentiel avec percuteur végétal apppliqué en position marginale au plan de frappe
G3 : Geste tangentiel avec percuteur minéral dont la surface est altérée ou peu tenace appliqué en position marginale au plan de frappe

Ces trois combinaisons nous permettent de répartir les différents critères sélectionnés en rapport avec les techniques utilisées, en associant un geste en fonction d'un type de percuteur. Elles sont accompagnées d'un code couleur uniforme dans tout le mémoire : Bleu pour G1, Vert pour G2 et Rouge pour G3.

6.2. L'analyses des données expérimentales

6.2.1. Comment calibrer les données

Afin de pouvoir créer un cadre dans lequel comparer nos données et puisque jusqu'ici, les matériaux africains étaient analysés en analogie des résultats produits sur le silex, nous avons intégré à l'étude une série de 332 éclats de façonnage en silex. Sur la totalité, 281 sont des éclats entiers ou reconstitués.
Comme indiqué en amont, ce corpus nous servira d'étalon afin de mesurer la valeur de certain des critères retenus, surtout qualitatif. En cohérence avec la présentation de l'expérimentation sur les matériaux africains, le **tableau 13** donne un premier aperçu des résultats quantitatifs.

Eclats entiers	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	53	44	8
Ecart type	24	18	5
Médiane	48	41	5,11
Maximum	137	129	60
Minimum	13	11	2

Talons	l (mm)	E (mm)
Moyenne	16	5
Ecart type	12	4
Médiane	13	4
Maximum	120	26
Minimum	1	1

Tableau 13. Présentation des statistiques générales des sous produits de l'expérimentation sur silex. Eclats entiers sans proximaux et totalité.

6.2.2. Les sous-produits de façonnage

6.2.1.1. Les critères non significatifs

Certains critères déterminés en amont de l'enregistrement des données ce sont avérés inadéquats au regard de l'expression des stigmates sur le matériel expérimental. Aussi ils n'apparaitront pas dans les résultats des données. La particularité des matières premières taillées rendent inutiles certains critères relatifs à la terminaison distale des éclats. En effet, les laves présentent des structures légèrement litées, en particulier la phonolite, qui rendent parfois indistingable une terminaison en step fracture, d'un rebroussé ou d'un éclat cassé.
Les critères discrets concernant la délinéation postérieure du talon dénommés «courbe à point d'impact emboité avec rupture» et «courbe à point d'impact emboité sans rupture», ont été regroupés sous une seule et même dénomination : «courbe à point d'impact emboité», car le degré de précision n'était pas représentatif de la réalité d'expression des stigmates pour cette matière première.

Par ailleurs, la distinction de chaque percuteur végétal par rapport aux types d'essences ne présentant pas de différences notables par rapport aux effets qu'ils engendrent sur la matière taillée, ce critère disparaît au profit du seul critère de «percuteur végétal».

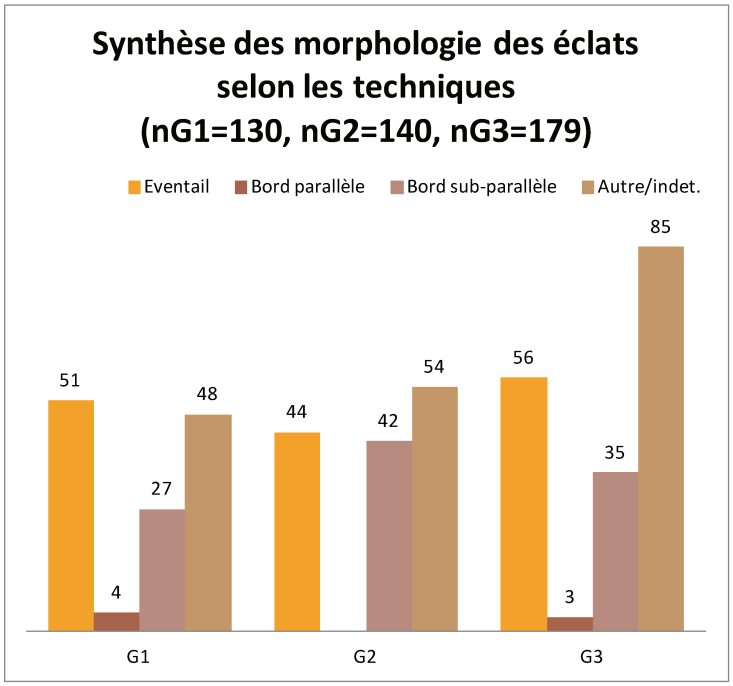
6.2.2.2. Les spécificités de la matière première

Nous commencerons cette présentation des données relatives aux sous-produits de débitage, par quelques remarques générales sur les matières premières microgrenues testées dans ce protocole. Si elles ont toutes des caractéristiques de ténacité et de granulométrie proches, elles ont réagi de manière parfois différente, ce qui a nécessité une grande capacité d'adaptation de l'expérimentateur, qui n'a jamais fait défaut sur ce point. Ainsi, on remarque lors du façonnage qu'il n'est pas possible de sortir des éclats sans une très bonne préparation du bord, dans ce cas précis par abrasion, sans que pour autant celle-ci ne laisse de trace visible sur les talons. Notons d'ailleurs que le geste exact appliqué pendant le façonnage est un raclage très marqué du bord de plan de frappe, à l'aide d'une trachyte altérée, ce qui explique qu'un stigmate d'abrasion à proprement parler n'est pas observable. Lorsqu'elles sont taillées avec la technique G1, les phonolites réagissent mieux avec une percussion relativement interne. Si le point de contact avec le percuteur est trop marginal, le bord de plan de frappe « explose » littéralement. Les trachytes porphyriques à grain fin supportent très bien la technique G3, contrairement aux trachytes porphyriques à grain moyen, plus tenaces, qui réagissent mieux à la technique G1. De manière générale, la limite de travail de la trachyte se situe dans l'épaisseur du support où le tailleur rencontre plus de difficultés liées à la résistance de la matière. Il en va de même pour la phonolite dont il est plus facile de s'affranchir des contraintes du litage de la matière lorsqu'on travaille dans l'épaisseur proche du cortex ou du néocortex. Lorsqu'on travaille dans le cœur de la matière, il semble que la structure de la roche soit différente et il est quasiment impossible de s'affranchir des limites structurelles (tenacité, litage) de celle-ci au risque d'accidents rédhibitoires.

L'analyse des données observées sur le matériel expérimental montre également certaines spécificités des matières premières microgrenues. Tout d'abord dans la morphologie et le profil des éclats.

Morphologie des éclats (n=449) (**graphique 1**)

Nous nous sommes intéressés à la morphologie des éclats, au premier abord, pour tenter de voir si les techniques de percussion pouvaient influencer cette caractéristique. Parmi les trois types définis (éventail, subparallèle, parallèle), on n'observe pas de tendance significative concernant une éventuelle relation de cause à effet. On peut cependant remarquer d'une manière générale que très peu d'éclats à bords parallèles sont produits et notamment aucun avec G2. Ce résultat est surtout lié au processus de façonnage qui produit moins d'éclats parallèles qu'un processus de débitage, car il agit sur des surfaces aux convexités plus étalées. On peut également noter que beaucoup d'éclats ont des formes très diverses et difficilement classifiables car l'onde de choc suit les grains ou les plans de clivages liés au litage de ces laves. Pour savoir dans quelle mesure ces observations étaient valables, sur un plan statistique, nous avons testé les



Graphique 1. Morphologie des éclats en regard des techniques de percussion.

données avec le test[23] de Khi². Pour les besoins de ce test, nous avons fusionné les catégories «parallèle/sub-parallèle» et «Autre/indéterminé» pour que les effectifs soient supérieurs à 5 (**tableau 14**).

Dans la succession de tableau ci-après, le test est présenté étape par étape, l'hypothèse nulle est validée (**tableaux 15, 16 et 17)**.

Tableau 14. Valeurs observées pour la morphologie des éclats en fonction des techniques de percussion

Technique	Eventail	Parallèle/Sub-Parallèle	Autre et Indéterminé	Total
G1	56	38	85	179
G2	44	42	54	140
G3	51	31	48	130
Total	151	111	187	449

Tableau 15. Effectifs théoriques calculés selon la formule N x ij = (Ni x Nj) / N

Technique	Eventail	Parallèle/Sub-Parallèle	Autre et Indéterminé	Total
G1	60,1982	44,2517	74,5501	179,0000
G2	47,0824	34,6102	58,3073	140,0000
G3	43,7194	32,1381	54,1425	130,0000
Total	151,0000	111,0000	187,0000	

23 Le test de Khi² «*consiste à rechercher l'existence d'un lien entre les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence.*» (Desachy, Djindjian et Giligny), dont la formule est $\chi^2 = \sum_{i,j} \frac{(n_{ij} - n^*_{ij})^2}{n^*_{ij}}$

Tableau 16. Calcul du Khi² (carré de la différence entre valeurs observées et valeurs attendues, divisé par les valeurs attendues)

Technique	Eventail	Parallèle/Sub-Parallèle	Autre et Indéterminé
G1	0,29278	0,88321	1,46479
G2	0,20180	1,57781	0,31820
G3	1,21245	0,04030	0,69688

Tableau 17. Khi2 de la population de morphologie des éclats et degré de liberté (nombre total de lignes - 1 x nombre total de colonnes - 1).

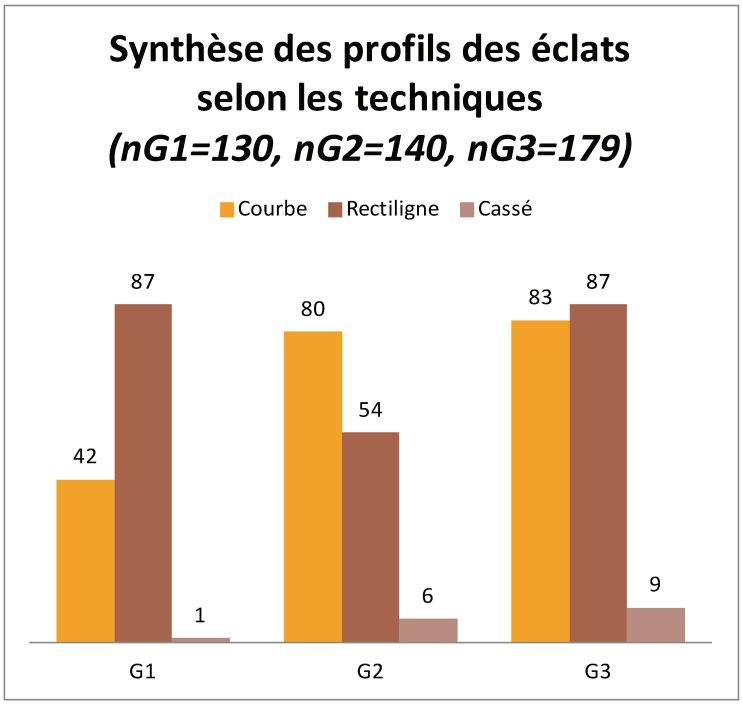
Khi² (somme des valeurs de Khi² calculées ci-dessus)	6,68822
Degré de liberté (ddl)	4

Dans la table du Khi² (**annexe 4**) on lit, pour un degré de liberté égal à 4 et pour un seuil de tolérance (p) égal à 0,05 (5%), la valeur théorique de 9,448. Si le Khi² calculé est supérieur au Khi² théorique, la relation de dépendance est validée. Si le Khi² calculé est inférieur au Khi² théorique, la relation d'indépendance est validée.

Dans le cas présenté, le Khi² calculé est inférieur au khi² théorique. Autrement dit les variables de morphologie des éclats sont indépendantes des techniques de percussion au risque de 5% et les populations d'éclats se distribuent de manière identique quant à leur morphologie, quelle que soit la technique employée. Les techniques de percussion n'ont donc pas d'incidence notable sur la morphologie des éclats produits en matériaux grenus et tenaces.

Le profil des éclats (n=449) (**graphique 2**)

Le profil des éclats donne d'autres indications. La majorité d'entre eux se répartissent entre des profils courbes ou droits. Il y a très peu de profils brisés, mais ils sont possibles avec les trois techniques retenues et plutôt la conséquence directe de la structure du matériau travaillé.
Concernant les deux critères les plus exprimés, on note des tendances inverses entre G1, qui permet un profil droit et G2 qui produit plus de profils courbes. Les deux critères sont quasiment représentés chacun à 50% lorsqu'on utilise la technique G3. Cette fois, en faisant un test Khi² en regroupant la catégorie «brisé» (type très peu représenté et proche du profil courbe) dans la catégorie «courbe» pour obtenir des effectifs supérieurs à 5 (**tableau 18**), il apparait que l'hypothèse nulle n'est pas validée (**tableaux 19, 20 et 21**).
Autrement dit, les différences de proportions des profils entre les techniques sont statistiquement significatives. Les techniques G1 et G2 ont tendances à produire des éclats de profil différent.



Graphique 2. Profil des éclats en regard des techniques de percussion.

Tableau 18. Valeurs observées pour le profil des éclats en fonction des techniques de percussion

Technique	Courbe+brisé+autre	Rectiligne	Total
G1	92	87	179
G2	86	54	140
G3	43	87	130
Total	221	228	449

Tableau 19. Effectifs théoriques calculés selon la formule N x ij = (Ni x Nj) / N

Technique	Courbe+brisé+autre	Rectiligne	Total
G1	88,1047	90,8953	179,0000
G2	68,9087	71,0913	140,0000
G3	63,9866	66,0134	130,0000
Total	221,0000	228,0000	

Tableau 20. Calcul du Khi² (carré de la différence entre valeurs observées et valeurs attendues, divisé par les valeurs attendues)

Technique	Courbe+brisé+autre	Rectiligne
G1	0,17222	0,16693
G2	4,23913	4,10898
G3	6,88330	6,67197

Tableau 21. Khi2 de la population de morphologie des éclats et degré de liberté.

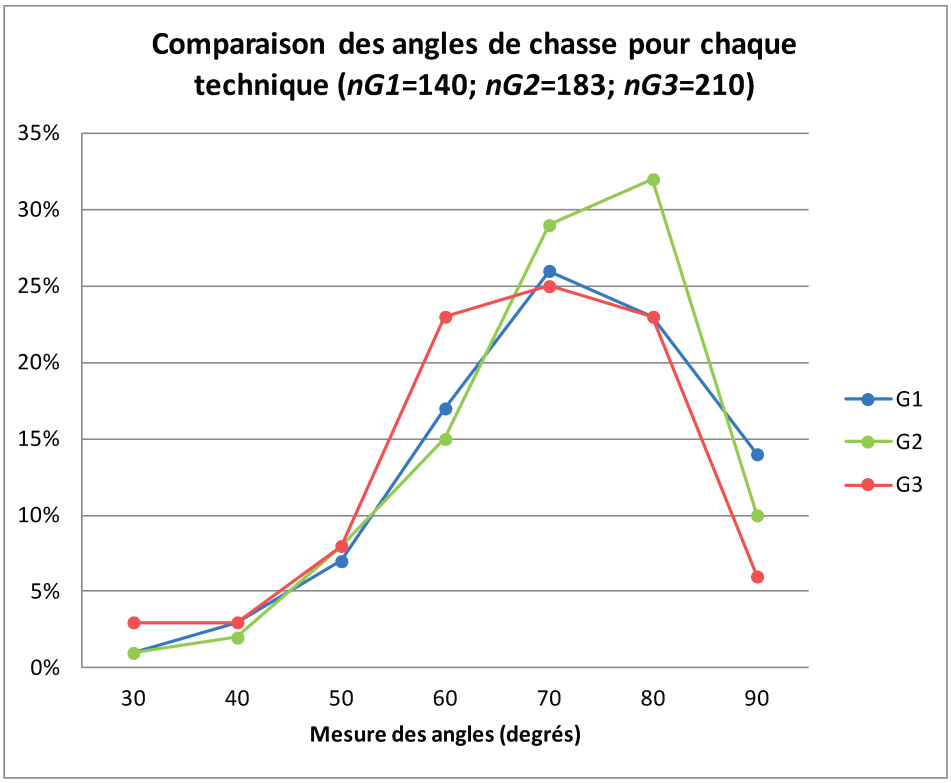
Khi² (somme des valeurs de Khi² calculées au dessus)	22,24253
degré de liberté (ddl)	2

Dans la table de Khi² (**annexe 4**), on lit pour un degré de liberté égal à 2 et pour un seuil de tolérance de 0.05 (5%), la valeur théorique de 5,991. Cette fois les variables de profil des éclats sont dépendantes de la technique de percussion au risque de 5%. Les résultats sont donc statistiquement significatifs.

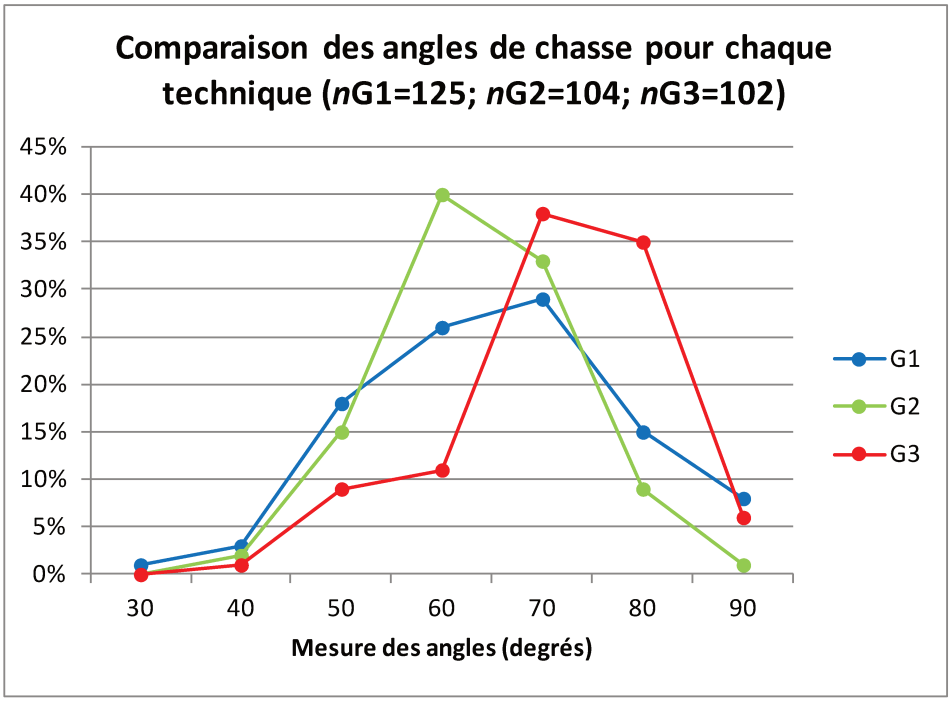
Angles de chasse et angles d'éclatement des éclats (n=533)

Les angles de chasse se distribuent de manière quasi similaire selon les trois techniques, principalement entre 60° et 80°. Un test statistique d'homogénéité de fréquence des mesures d'angles (Z-test) nous permet d'affirmer que les différences observées ne sont pas statistiquement significatives.
On peut cependant noter que la technique G2 offre une tendance plus nette à des angles entre 70/80° sans doute liée à la préparation des talons qui modifie l'angle initial et les angles à 60° sont plus nombreux pour G3 que pour les deux autres techniques (**graphique 3**).
Toutefois, si on calibre ces données avec l'étalon de silex (**graphique 4**), on remarque des différences. Premièrement, les trois techniques de percussion traduisent des courbes très distinctes sur le silex, quand les techniques G1 et G3 évoluent quasiment en parallèle sur les laves. Celles-ci semblent aussi mieux supporter des angles de chasse plus aigus pour la percussion minérale tangentielle. Le caractère plus fragile du silex nécessite une bonne préparation du bord de plan de frappe, donc de l'angle de chasse, sous peine d'avoir un enlèvement de faible extension. Les laves, plus tenaces, ont besoin de moins de transformation, autrement dit, des préparations moins appuyées et moins invasives, ce qui pourrait expliquer pourquoi on ne peut pas les identifier sur le matériel archéologique.

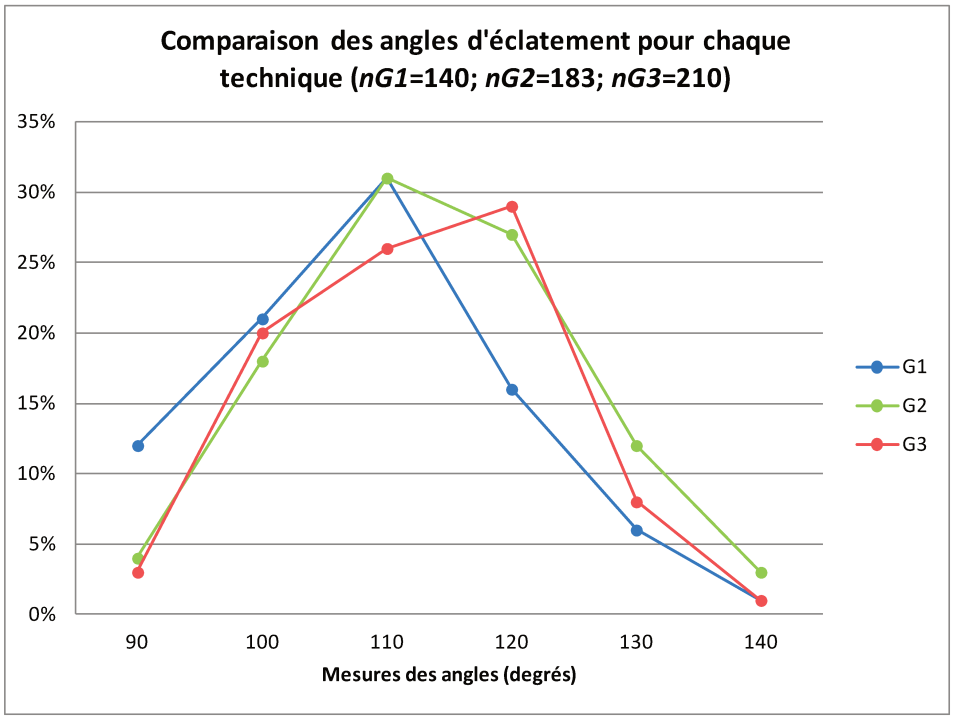
Concernant l'angle d'éclatement des éclats de l'expérimentatioon sur les laves africaines, on remarque en proportion, une différence sensible entre les gestes tangentiels et les gestes rentrants indépendamment des types de percuteurs employés. Cependant, le Z-test indique une fois de plus que les fréquences de mseure des angles sont statistiquement identiques. Même si tous les angles relevés se retrouvent dans chaque catégorie de technique, majoritairement les angles entre 100 et 120°, les techniques G2 et G3 expriment moins d'angle inférieur à 90° et produisent nettement plus d'angles à 120° que G1 (**graphique 5**).
La série expérimentale sur le silex nous révèle qu'une fois encore, la matière première africaine réduit les distinctions de comportements de la matière microgrenue et tenace par rapport aux techniques de percussion utilisées (**graphique 6**). Cette fois, la technique G3 permet des enlèvements proches de G2, avec des angles d'éclatements aux alentours de 120°, moins sécant que sur du silex.



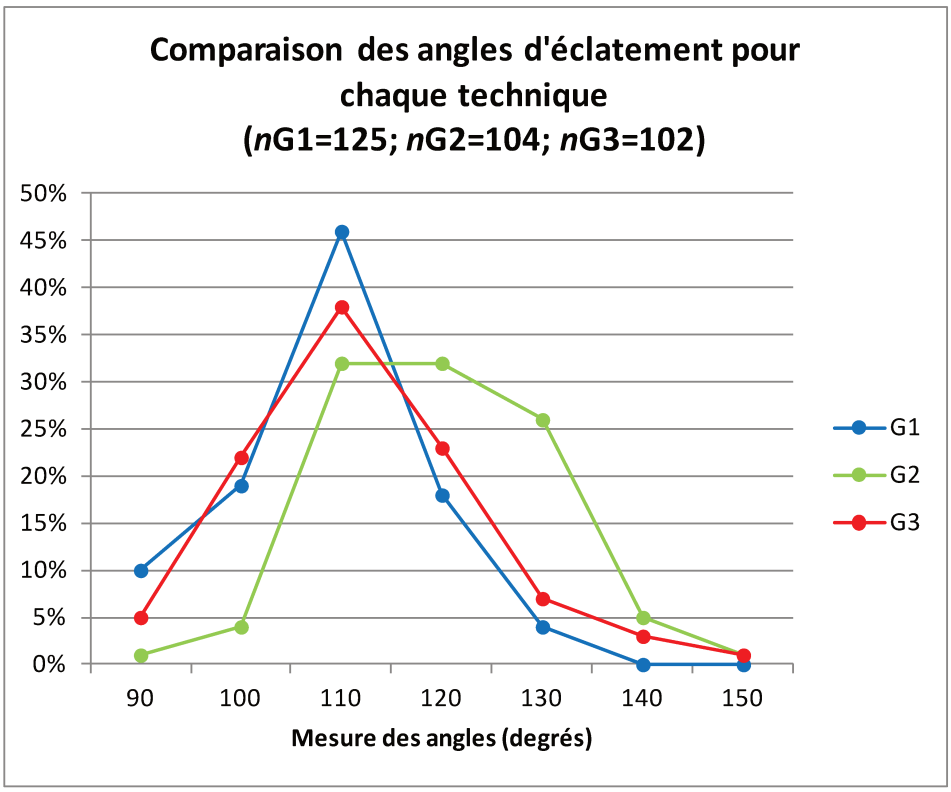
Graphique 3. Matériaux africains. Angles de chasse en regard des techniques de percussion.



Graphique 4. Silex: Angles de chasse en regard des techniques de percussion..



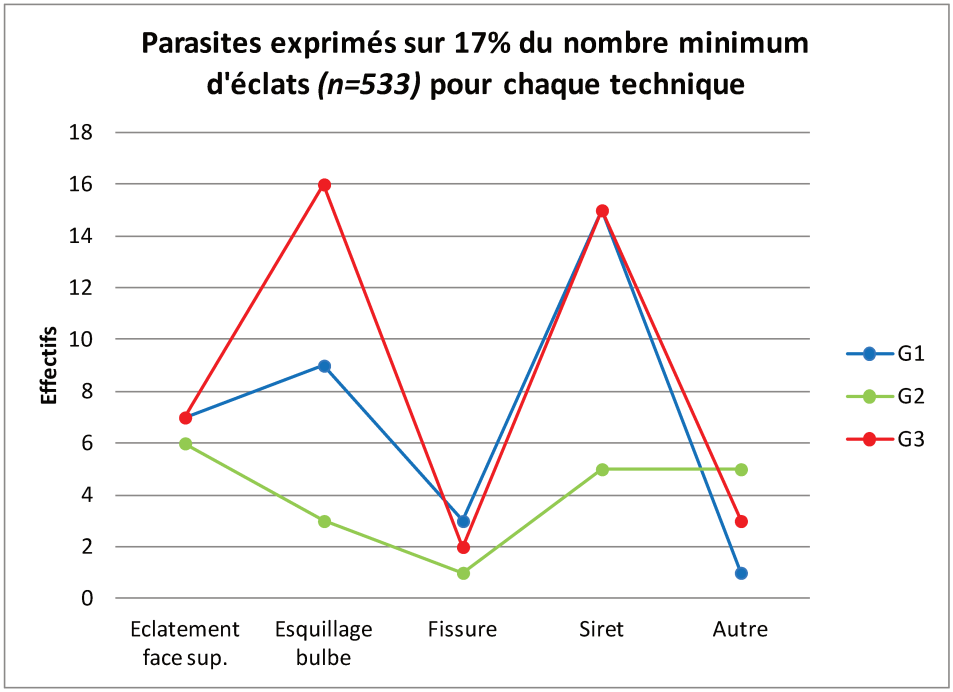
Graphique 5. Matériaux africains. Angles de chasse en regard des techniques de percussion.



Graphique 6. Silex: Angles d'éclatement en regard des techniques de percussion..

Fréquence et expressions des parasites (n=533)

Dans l'expérimentation conduite pour la problématique d'Isenya, il est écrit que la phonolite de Kapiti était très sujette aux parasites, notamment aux accidents Siret (Roche *et al.* 1984). Cette information est plus nuancée concernant le matériel expérimental analysé ici. Les parasites répertoriés s'expriment sur 17% du corpus (n=533) **(graphique 7)**. Dans ce petit groupe d'éclats et de proximaux d'éclats, il y a proportionnellement plus de parasites exprimés pour les percussions minérales que pour les percussions végétales.



Graphique 7. Matériaux africains. Parasites exprimés en regard des techniques de percussion.

On constate, à première vue, que les percuteurs minéraux partagent certains types d'accident tandis que les percuteurs végétaux semblent en occasionner moins. Néanmoins chaque parasite que nous avons identifié semble pouvoir survenir au moment du choc, quelque soit la technique utilisée et ne peux donc pas être strictement diagnostique d'une technique plus qu'une autre. On note tout de même une tendance plus fréquente pour l'accident en Siret avec les techniques G1 et G3, mais cet accident s'exprime aussi en utilisant un percuteur végétal selon un geste tangentiel, même si cela reste dans une moindre proportion que pour les autres techniques (**tableau 22**). Il est donc possible d'envisager que le phénomène soit plus lié à la matière première, comme cela a déjà été souligné pour la phonolite de Kapiti, plutôt qu'au type de percuteur ou plus globalement à la technique employée.

Expérimentation	G1	G2	G3	Total
Sans parasite	105	163	167	435
Eclatement face sup.	7	6	7	20
Esquillage bulbe	9	3	16	28
Fissure	3	1	2	6
Siret	15	5	15	35
Autre	1	5	3	9
Total	140	183	210	533

Tableau 22. Effectifs détaillés des phénomènes parasites quantifiés sur les éclats.

6.2.2.3. La dureté/l'élasticité des percuteurs

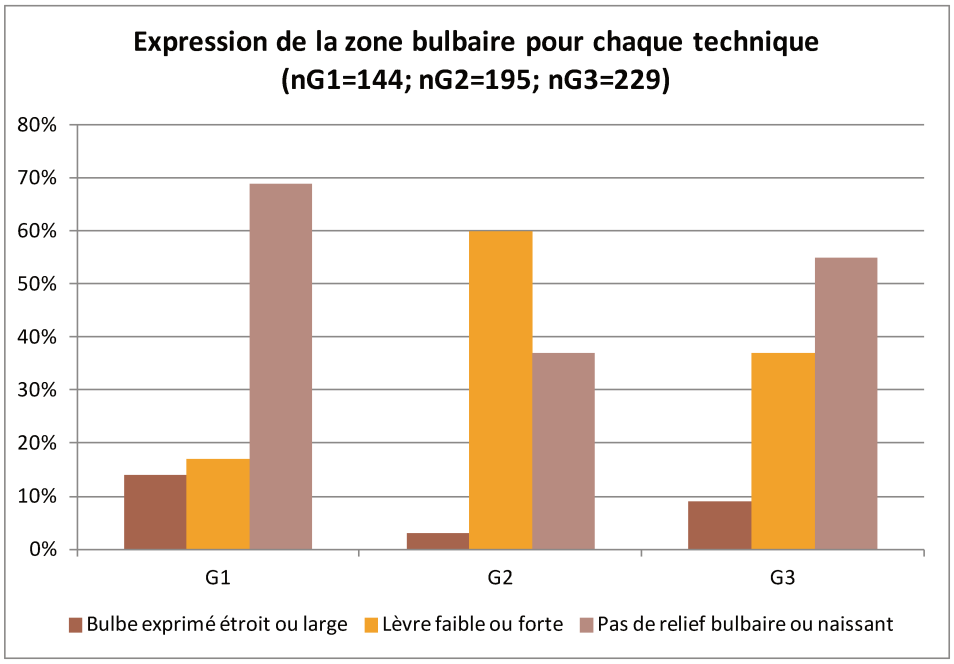
Ne pouvant mesurer l'élasticité des percuteurs testés qu'avec des moyens restreints, il nous a semblé pertinent de prendre en compte pour cela les lèvres, terme qui désigne un arrachement de la matière sous l'action d'un geste tangentiel appliqué avec un matériau relativement élastique.

Topographie de la face ventrale (n=533)

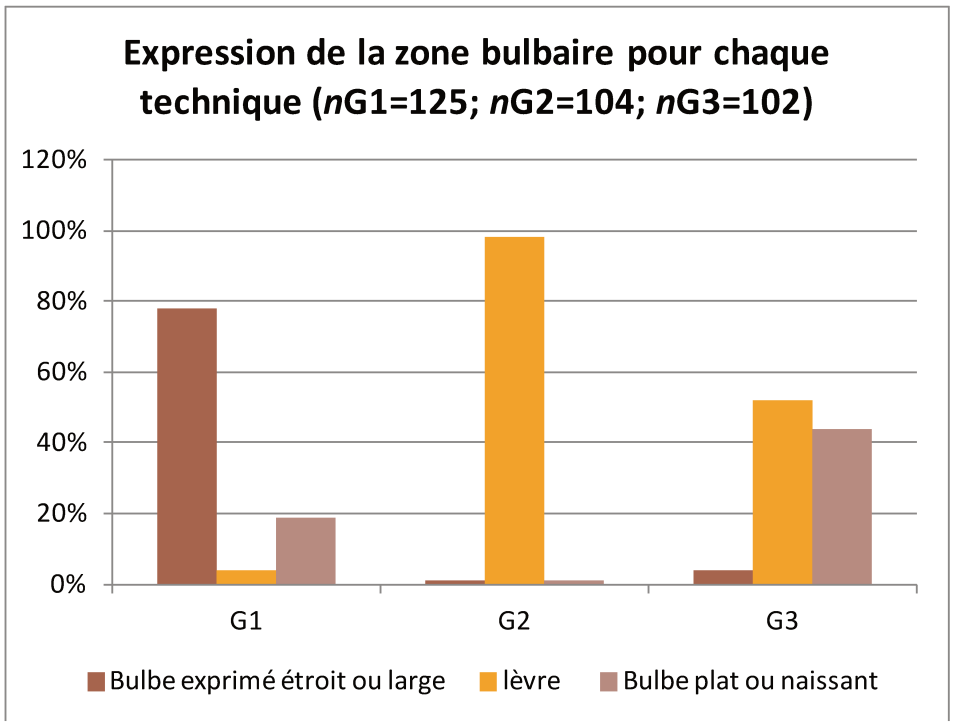
La topographie de la face ventrale est intéressante à étudier, car la lèvre qui s'exprime à cet endroit est un argument souvent avancé pour déterminer l'utilisation d'un percuteur organique sur des matières premières type Silex. Cependant à travers nos observations, nous avons pu identifier plusieurs autres phénomènes qui s'y expriment (cf. 4.4.2.3) et peuvent nous donner des indications quant à l'initiation et le comportement de l'onde de choc dans le premier tiers de l'éclat. Dans ce cas, le test de Khi² indique que les données sont statistiquement significatives, c'est à dire que la fréquence des différentes topographies de la zone bulbaire sont dépendantes de la technique.

La première observation réside effectivement dans les absences de relief ou les bulbes à peine marqués, que nous avons qualifiés de naissants, qui sont les caractères majoritaires des percussions minérales, rentrantes ou tangentielles, mais ils peuvent également se révéler lors d'un emploi de percuteur végétal **(graphique 8)**. S'ils sont probablement plus liés à la nature des roches microgrenues qu'à la technique employée, ces critères s'expriment de manière marquée pour G1.
Les lèvres, quant à elles, sont beaucoup plus visibles et identifiables avec les percuteurs d'origine végétale qu'avec les autres. La tendance majoritaire de l'expression des lèvres pour les techniques à geste tangentiel augmente en fonction de l'élasticité du percuteur. Il faut souligner par ailleurs, la quasi-absence de bulbe exprimé pour les percuteurs végétaux. Comme pour les matières de type

Silex, avec des fréquences cependant différente, les lèvres d'arrachement restent le critère majoritaire d'une percussion tangentielle avec un outil végétal, mais le percuteur minéral altéré possède des propriétés assez élastiques pour provoquer une fréquence de lèvres non négligeable, accompagnée dans presque la moitié des cas d'un bulbe naissant. Les techniques G2 et G3 produisent donc pour ce critère, les mêmes réactions.



Graphique 8. Matériaux africains: Expression de la zone bulbaire en fonction de chaque technique de percussion

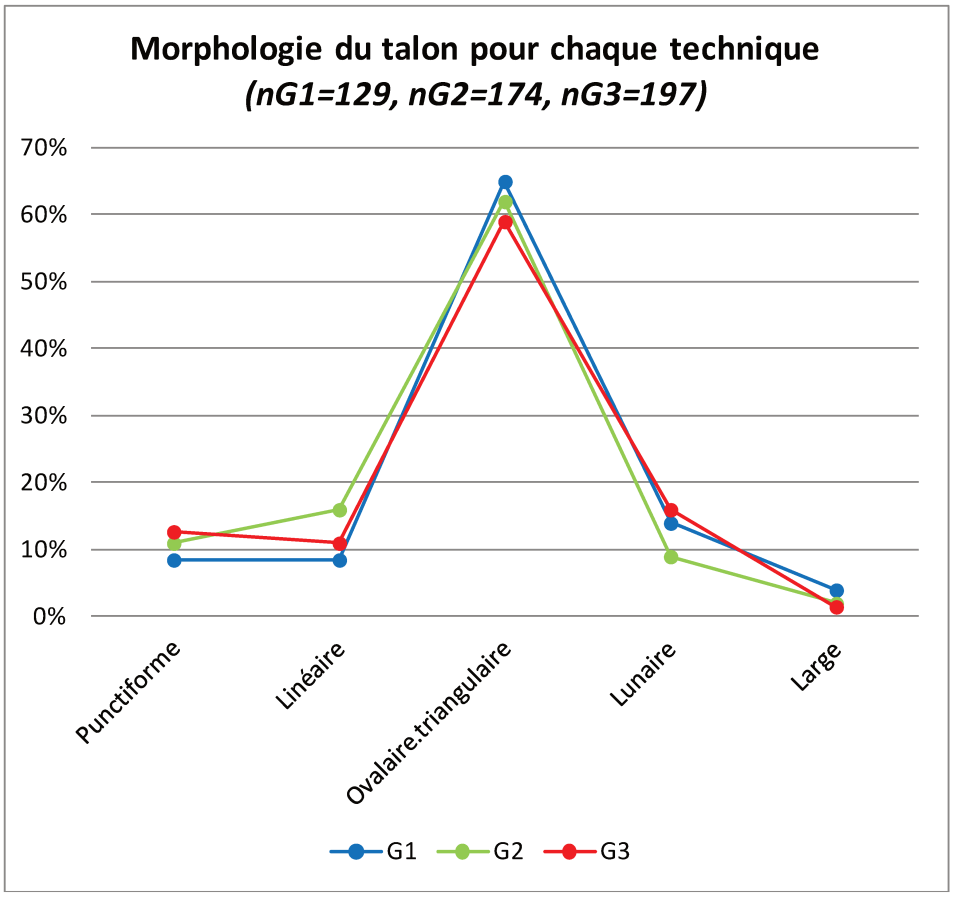


Graphique 9. Silex: Expression de la zone bulbaire en fonction de chaque technique de percussion

Le référentiel silex permet d'observer une fois encore que les caractéristiques physiques des matériaux grenus et tenaces atténuent les différences de stigmates obtenus avec les techniques de percussion (**graphique 9**). G1 et G2 sont très facilement distingables sur le silex. Les stigmates associés lèvre+bulbe naissant pour G3 s'expriment aussi sur ce matériau, dans des proportions moindres.

Morphologie du talon (n=500)

La morphologie des talons est représentée de manière quasi-équivalente pour les trois techniques décrites **(graphique 10)**. Le test de Khi² montre que les différences de fréquence des types de morphologie des talons ne sont statistiquement pas significatives. La forme ovalaire/triangulaire est la plus exprimée, ce qui est, une fois de plus, probablement lié à la nature de la matière première. Nous pouvons cependant noter que la technique G2 (percuteur végétal + geste tangentiel) permet également d'obtenir des talons punctiformes, en adéquation avec la volonté d'économie de matière première dans un concept de façonnage.



Graphique 10. Expression de la morphologie du talon en fonction de chaque technique de percussion

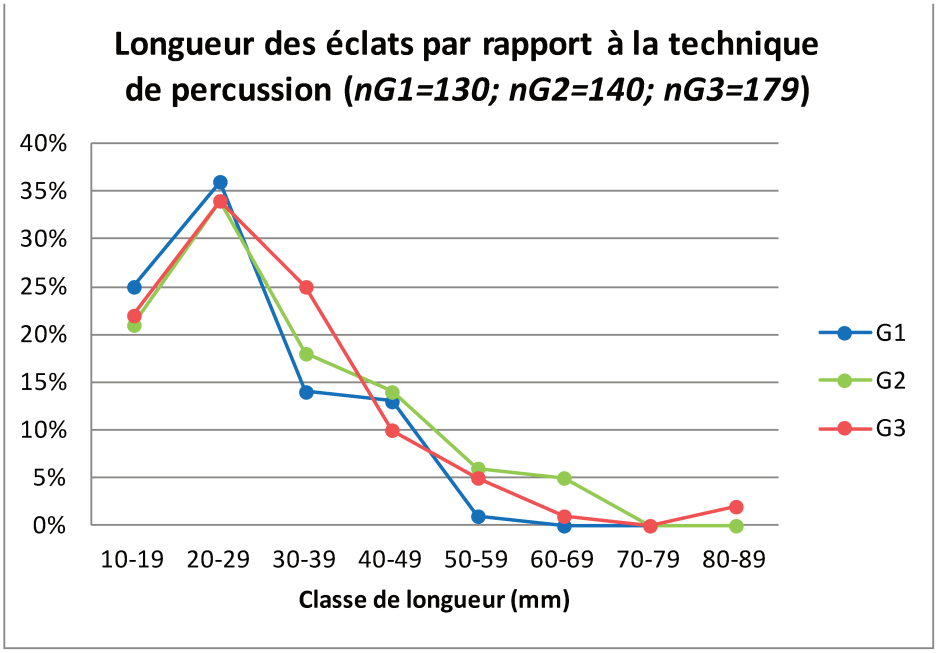
La catégorie «talon large» qui désigne une largeur de talon supérieur à la largeur de l'éclat, qui était discriminante sur les corpus de débitage laminaire de l'Howiesons Poort de Rose Cottage ne s'expriment quasiment pas ici (Soriano, Villa, Wadley 2007). On peut avancer ici la différence majeure de chaîne opératoire et de concept de production. Elle s'exprime par une différence fondamentale des convexité transversale des surfaces taillées. Cette dernière est obligatoirement forte avec la production laminaire donc elles donnent des produits étroits sur lesquels le talon lors d'une percussion rentrante a toutes les chances d'être aussi large que la lame ou plus. Lors d'une opération de façonnage, les enlèvements voulus doivent «consommer» le moins de matière sur les bords et le tranchant tout en étant longs, larges et fins. L'économie de la matière est donc aussi visible sur les talons, qui n'ont aucun intérêt à être trop larges.

6.2.2.4. Avantages et inconvénients des techniques sur la matière première

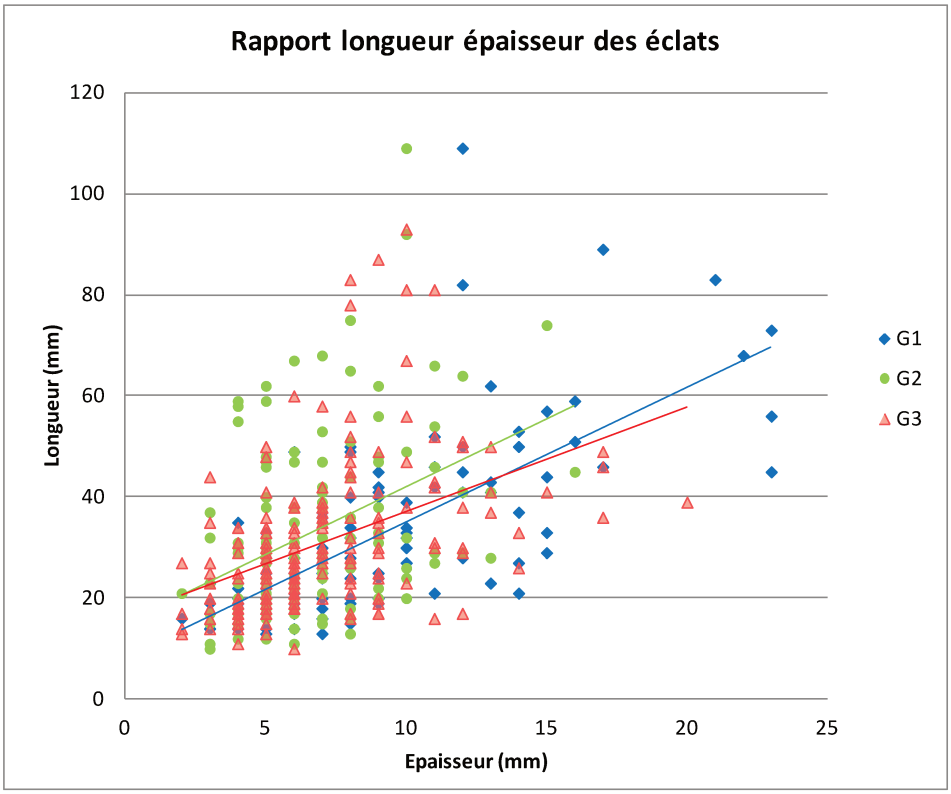
La question du changement technique est souvent abordée sur l'avantage qu'elle peut apporter : on présume qu'elle améliore les résultats attendus. Pour la percussion dite tendre en particulier, le fait que l'éclat obtenu soit « plus long, plus fin » ou qu'il « file mieux » est souvent souligné. Nous voulions donc vérifier si cette affirmation était visible sur le corpus expérimental.

Longueurs des éclats (n=449)

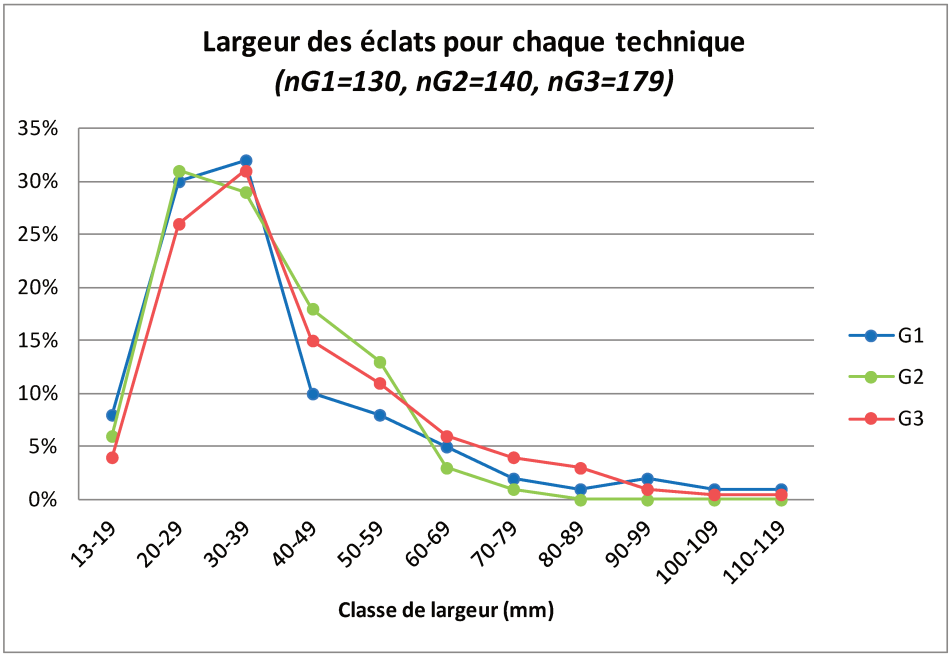
Nous avons d'abord voulu vérifier si le choix d'une technique avait une incidence sur la longueur des éclats obtenus. Sur un corpus qui ne comprend que les éclats entiers ou raccordés (n=449), nous notons que d'une manière générale les éclats, quel que soit le geste ou le percuteur utilisé n'excèdent que très rarement 5 cm **(graphique 11)**. Cependant, il faut souligner que la technique G2, peut permettre d'obtenir des éclats au delà de 5 cm comme l'indique la fréquence de 10% (en cumulé), 5% pour G3 alors que G1 ne dépasse pas les 2 %. Un Z-test sur les fréquences des classes de longueur indiquent que les différences ne sont pas statistiquement significatives. La majorité des éclats fait entre 1 et 4 cm. De même les différences par rapport aux techniques utilisées ne sont pas probantes, mais on peut toutefois noter que G3 permet d'obtenir plus souvent des éclats entre 3 et 4 cm que les deux autres techniques. Il est par ailleurs quasiment impossible d'observer des éclats supérieurs à 5 cm avec G1. Ces données sont à pondérer avec le fait qu'il reste extrêmement difficile de déterminer si un éclat est entier dans la mesure ou le discernement entre les terminaisons en step fracture ou les cassures post-façonnage est quasiment impossible sans l'aide du remontage sur les produits de façonnage.
Si on projette ces longueurs en rapport avec les épaisseurs de chaque éclat, d'autres tendances se dessinent **(graphique 12)**. On voit clairement que les éclats obtenus avec des gestes tangentielles permettent d'obtenir les éclats plus



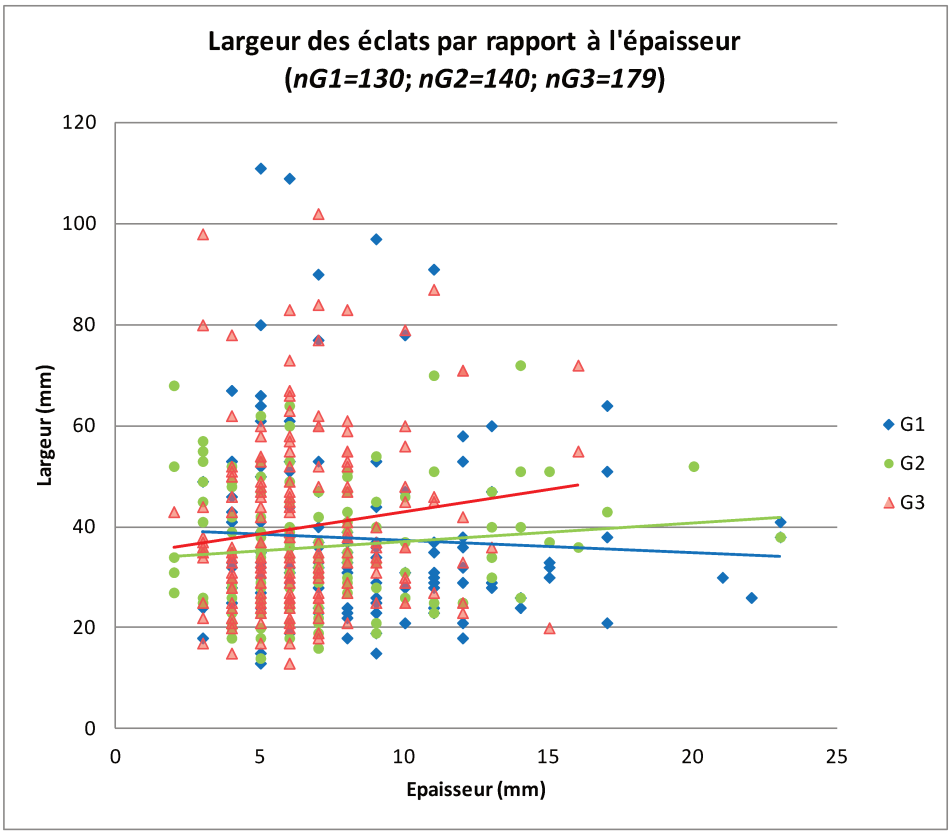
Graphique 11. Expression de la longueur des éclats en fonction de chaque technique de percussion



Graphique 12. Expression de la longueur des éclats en fonction de l'épaisseur pour chaque technique de percussion.



Graphique 13. Expression de la largeur des éclats en fonction de chaque technique de percussion.



Graphique 14. Expression de la largeur des éclats en fonction de l'épaisseur pour chaque technique de percussion.

longs et plus fins. Encore une fois, cette fréquence augmente en adéquation avec l'élasticité du percuteur. Les courbes de tendances indiquent également que le rapport longueur/épaisseur des éclats est différent pour les percuteurs de pierre selon que le geste est rentrant ou tangentiel.

Largeur des éclats (n=449)

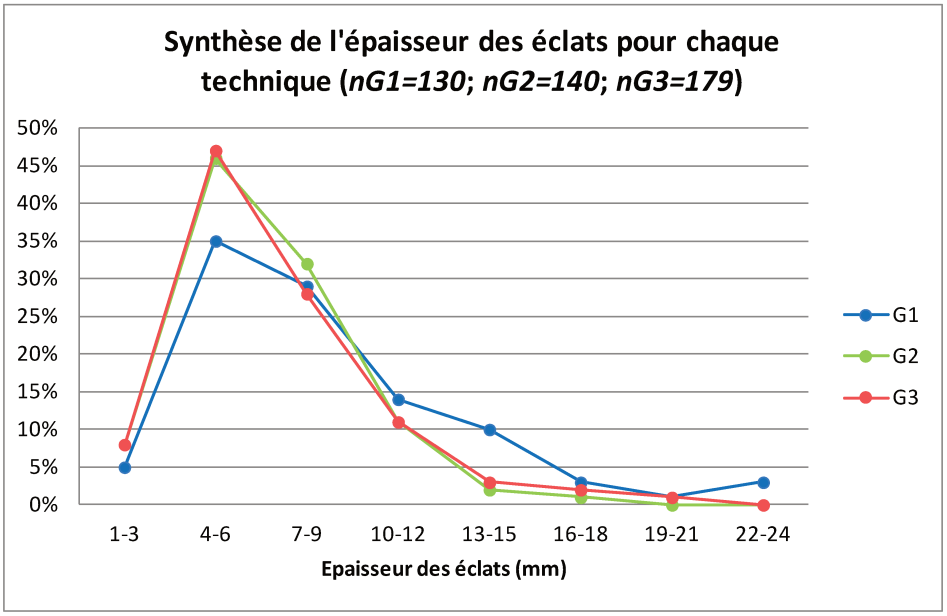
Concernant la largeur des éclats, d'une manière générale, les courbes sont quasiment identiques **(graphique 13)**. Un Z-test indique que les différences de fréquence des classes de largeur ne sont pas statistiquement significatives. Une légère inversion de celles-ci entre des largeurs de 5 à 7 cm, indique que le geste, accentué par la dureté du percuteur peut avoir une incidence sur la largeur. Pour un geste tangentiel, plus le percuteur sera élastique, plus des largeurs proches de 6 cm seront possibles.

Si la technique G2 engendre proportionnellement un peu plus d'éclats de largeur supérieure à 4 cm, il semble que ce soit la technique G3 qui permet d'obtenir les éclats les plus larges (à l'exception de quelques gros éclats d'entames très épais qui viennent augmenter la fréquence au-delà de 9 cm pour G1).

Lorsqu'on analyse cette population par rapport aux épaisseurs (**graphique 14**), on remarque cependant que la technique de percussion G3 permet d'obtenir des éclats moins épais que les deux autres techniques de percussion proportionnellement à leur largeur. Les quelques éclats très larges de G1 sont les éclats corticaux déjà mentionnés. On constate également que la technique de percussion G2 au bois végétal peut elle aussi produire des éclats très épais, probablement en lien avec le phénomène d'arrachement qui emporte parfois significativement une partie conséquente du bord de plan de frappe.

Épaisseur des éclats (n=449)

Les informations globales de l'épaisseur des éclats comportent deux éléments à souligner **(graphique 15)**. Les courbes G2 et G3 sont quasiment équivalentes. Elles se différencient de la courbe de G1 en deux points. D'abord les techniques avec un geste tangentiel permettent d'obtenir plus d'éclats fins (en 4 et 6 mm d'épaisseur). Ensuite elles ne produisent pratiquement aucun éclat d'une épaisseur supérieure à 12 mm. Néanmoins le Z-test réalisé sur les fréquences des classes d'épaisseur indique que ces différences ne sont pas statistiquement significatives.



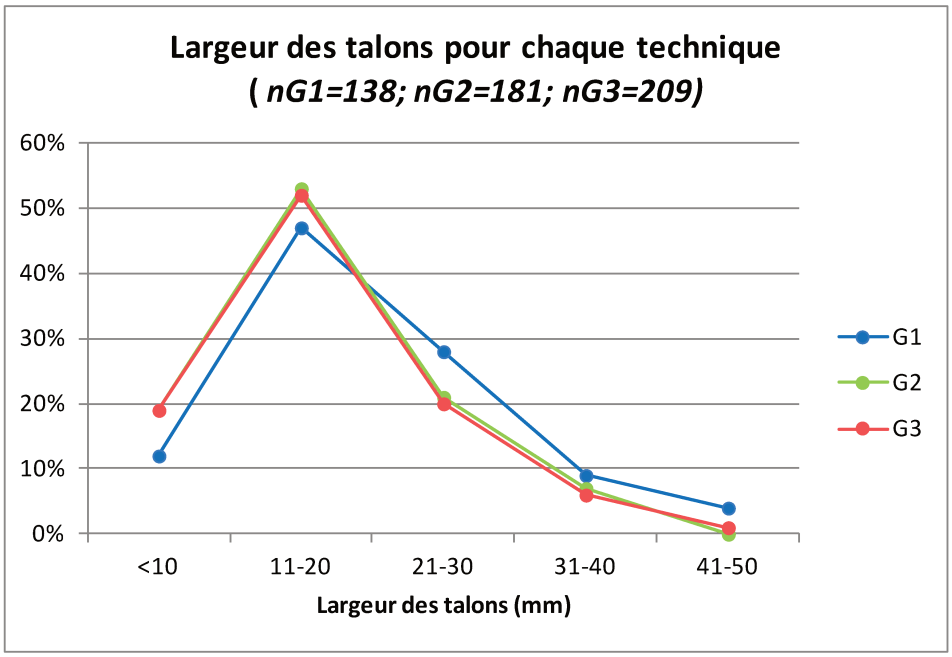
Graphique 15. Expression de l'épaisseur des éclats en fonction de chaque technique de percussion.

6.2.2.5. Les techniques ou les gestes

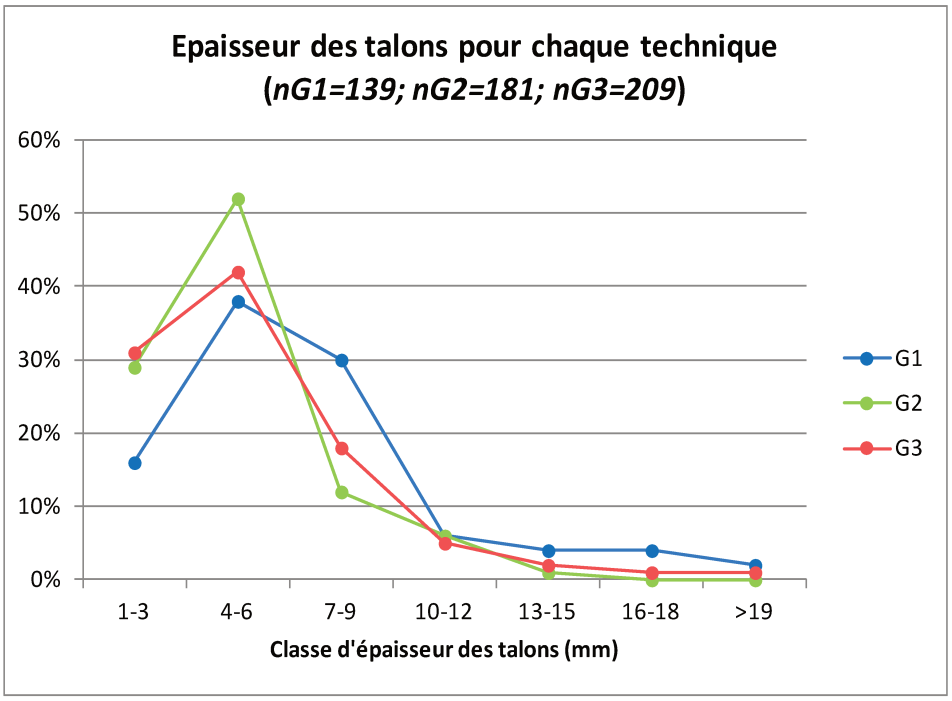
Une des questions que nous avons posée autour de ce changement technique est de savoir s'il est possible de déterminer d'après des stigmates imprimés dans la matière, une technique de percussion particulière, ou du moins, un geste. Nous avons donc analysé plusieurs facteurs déterminants.

Largeur et épaisseur des talons

Concernant la largeur des talons **(graphique 16)**, si toutes les techniques permettent d'obtenir des talons jusqu'à 4 cm de large, en revanche l'utilisation d'un percuteur avec un geste tangentiel interdit d'aller au-delà. En ce qui concerne les proportions, celles des percussions tangentielles sont quasiment équivalentes selon les classes, avec des talons majoritairement compris entre 1 et 2 cm, alors que G1 produit plus fréquemment des talons plus larges. Cette hypothèse est validée par le Z-test effectué sur la fréquence des classes de largeur. Il semble que le facteur discriminant des deux groupes que l'on voit sur le graphique réside dans le geste appliqué par le tailleur.
Si on considère maintenant l'épaisseur des talons **(graphique 17)**, on remarque une légère différence dans la fréquence des talons fins, les percuteurs les plus élastiques permettant d'en produire plus fréquemment. Néanmoins, une fois encore, les techniques impliquant des gestes tangentielles produisent moins de talons épais que G1, ne pouvant quasiment pas dépasser 12 mm (pour G2, la limite est stricte, pas d'épaisseur plus grande que 12 mm). Si on projette les données

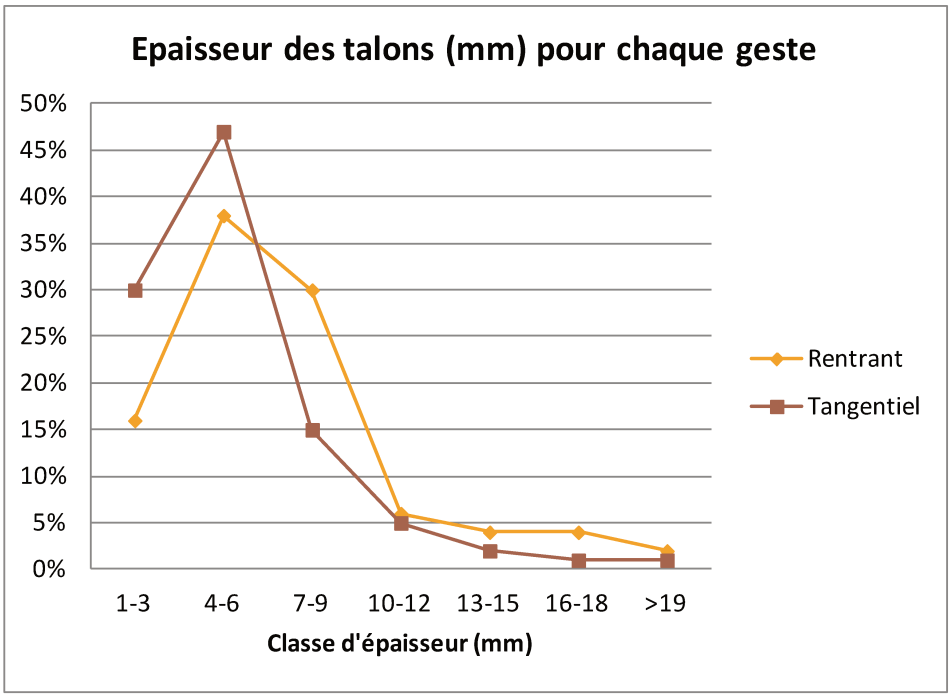


Graphique 16. Expression de la largeur des talons en fonction de chaque technique de percussion.



Graphique 17. Expression de l'épaisseur des talons en fonction de chaque technique de percussion.

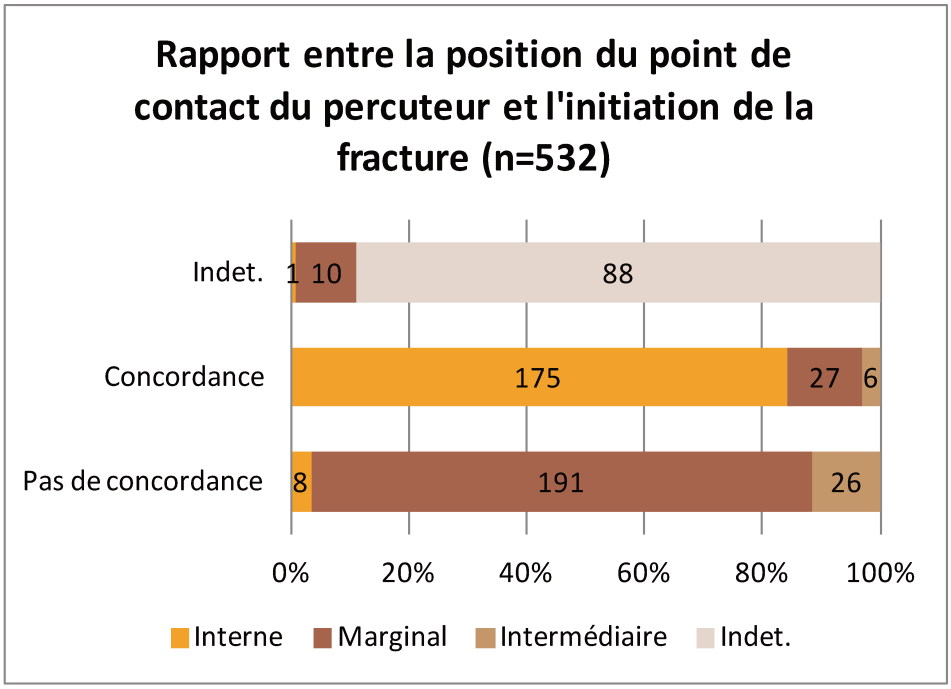
uniquement en fonction du geste de percussion **(graphique 18)**, les catégories sont plus flagrantes encore. Ce résultat, compte tenu du processus de façonnage appliqué à la production du corpus, soulève le caractère particulièrement bien adapté du geste tangentiel. Comme nous l'avons évoqué, le façonnage bifacial nécessite des enlèvements de préférence longs, larges et fins, mais surtout, il doit empêcher de perdre trop de matière sur les bords de plan de frappe relativement à l'épaisseur, de façon à conserver des bords aux angles fermés (futur tranchant en structuration). **Ce geste tangentiel semble donc répondre plus favorablement à ces contraintes que le geste rentrant**.



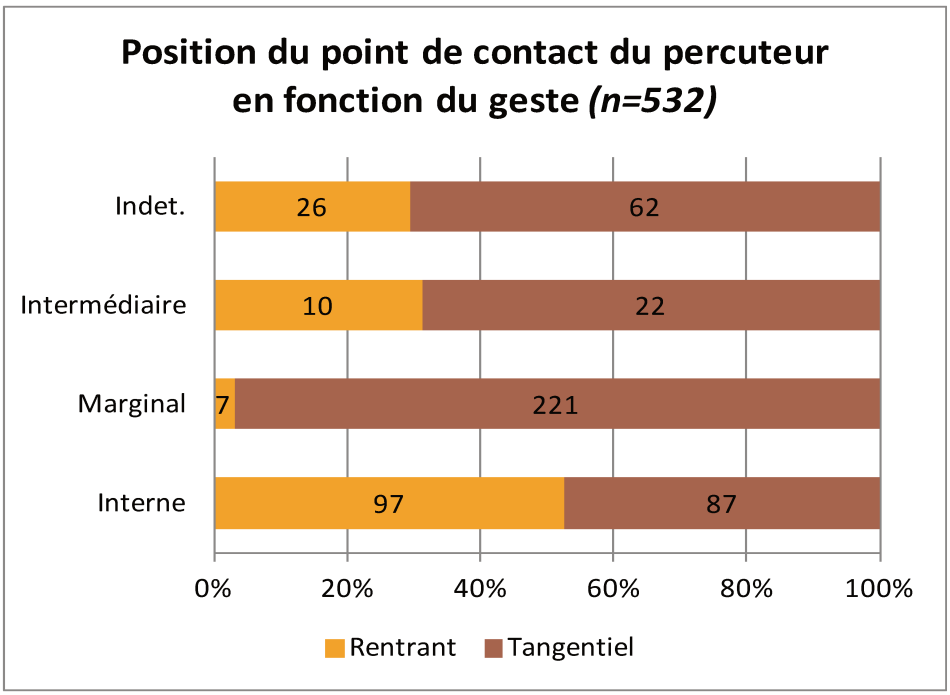
Graphique 18. Expression de l'épaisseur des talons en fonction de chaque geste.

Position de la zone de contact du percuteur par rapport à l'initiation de la fracture

Cette expérimentation a été l'occasion de comptabiliser une information qui n'est pas visible sur le matériel archéologique : le point de contact du percuteur sur le talon. En effet, les matières microgrenues testées ici n'impriment pas les stigmates de cônes incipients. Il est donc relativement compliqué d'identifier formellement cette zone de contact. Or nous avons remarqué sur le matériel expérimental que les percuteurs avaient laissé un peu de matière sur le talon à l'endroit du contact, le rendant ainsi identifiable. Nous avons donc recensé ce fait à chaque fois qu'il s'est présenté et nous l'avons analysé en parallèle de l'initiation effective de la fracture de la roche, car **elle n'est pas forcément en adéquation avec la localisation du point de contact du percuteur**.



Graphique 19. Expression de la position du point de contact du percuteur par rapport à l'initiation de la fracture.



Graphique 20. Expression de la position du point de contact du percuteur par rapport au geste appliqué.

En effet, il arrive fréquemment que celle-ci se fasse en retrait du point d'impact, sur le plan de frappe. On assiste alors à une fracture par arrachement, qui dans le cas présent peut entraîner la présence d'une lèvre ou non. On voit ainsi clairement dans le **graphique 19** que lorsque la percussion est interne, il y a concordance entre la zone de contact et l'initiation de la fracture à plus de 80%, ce que confirme le test de Khi². Les éclats taillés selon cette technique ont une fracture qui commence strictement à l'endroit du point d'impact du percuteur. En revanche, lorsque le contact s'effectue de façon marginale, la concordance entre celui-ci et l'initiation est quasiment toujours absente sans que cela ne forme obligatoirement une lèvre. Ce critère ne sera donc pas forcément observable sur le matériel archéologique. Il confirme néanmoins que la réaction de la matière première microgrenue et tenace est similaire aux matières premières de type Silex.

Afin de comprendre la relation avec le geste appliqué, nous avons analysé ce critère de localisation de l'initiation de la fracture au regard des différentes techniques retenues pour l'étude **(graphique 20**). Il en résulte que si la localisation interne du point d'impact concerne de manière presque égale le geste rentrant ou tangentiel, un impact près du bord de plan de frappe (marginal) est presque toujours associé au geste tangentiel. Une localisation intermédiaire reste beaucoup moins fréquente et concerne majoritairement le geste tangentiel, sans que cette constatation soit significative.

On peut en conclure, comme cela était attendu, que les gestes tangentiels sont souvent appliqués de façon marginale, mais cependant pas de manière systématique. Cette application de la force sur le bord de plan de frappe favorise l'arrachement de la matière, contrairement à une percussion appliquée en retrait du plan de frappe qui produira plus souvent une initiation de la fracture à l'endroit du point de contact.

Il est également intéressant de pondérer ces résultats sur la localisation des points d'impact des percuteurs avec les parasites **(tableaux 23, 24 et 25)**. En effet, lors de l'utilisation d'une technique avec un percuteur minéral quel que soit le geste, la proportion de Siret est beaucoup plus élevée si l'initiation de la fracture est en retrait du bord de plan de frappe. On constate également que l'esquillage du bulbe sera plus fréquent lors de l'utilisation d'une technique de percussion avec un percuteur minéral altéré et un geste tangentiel.
Ces parasites sont diagnostiques, pour la matière première testée, de la localisation de l'initiation de la fracture et de la technique. Les autres parasites ne se distinguent pas plus les uns des autres suivant les localisations des points d'impact. Ce critère n'est pas diagnostic d'une technique de percussion.

Tableau 23. Expression des parasites par rapport au point d'impact pour un geste rentrant avec un percuteur minéral (G1)

	Position du point d'impact			
Parasite	Marginal	Interne	Indéterminé	Total
Fissure		3		3
Esquillage bulbe	2	5	2	9
Eclatement face sup.		6	1	7
Siret		14	1	15
Autre			1	1
Total	2	28	5	35

Tableau 24. Expression des parasites par rapport au point d'impact pour un geste tangentiel avec un percuteur végétal (G2)

	Position du point d'impact			
Parasite	Marginal	Interne	Indéterminé	Total
Fissure	1			1
Esquillage bulbe	2		1	3
Eclatement face sup.	2		3	5
Siret	2		2	4
Autre	5			5
Totall	12	0	6	18

Tableau 25. Expression des parasites par rapport au point d'impact pour un geste tangentiel avec un percuteur minéral altéré (G3)

	Position du point d'impact			
Parasite	Marginal	Interne	Indéterminé	Total
Fissure	1	1		2
Esquillage bulbe	7	2	6	15
Eclatement face sup.	1		5	6
Siret	3	9	2	14
Autre		1		1
Total	12	13	13	38

Tableau 26. Pourcentages détaillés de la délinéation postérieure des talons en fonction des techniques appliquées.

	G1	G2	G3
Bicourbe: double point d'impact	1%	1%	0%
Courbe régulier	59%	76%	67%
Rectiligne	9%	9%	9%
point impact emboité	18%	3%	12%
Irrégulier	4%	8%	8%
Contre col	8%	0%	3%
Autre	1%	0%	1%
Total	100%	100%	100%

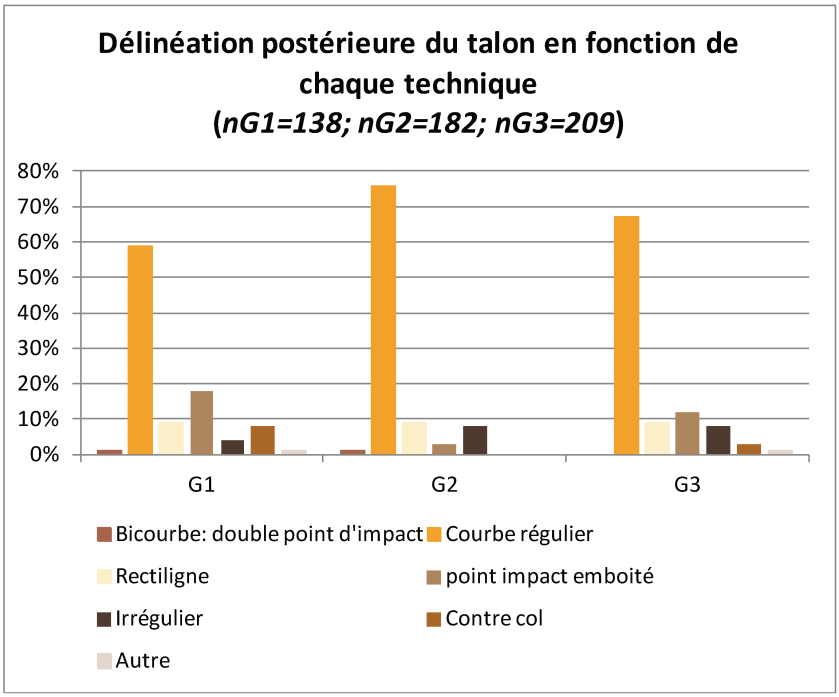
La délinéation postérieure du talon

C'est un critère pertinent, qui a déjà fait ses preuves dans d'autres études similaires sur des matières premières différentes (Soriano, Villa, Wadley 2007; Roussel, Bourguignon, Soressi 2009). Parmi les critères spécifiques à notre expérimentation **(tableau 26),** le contre col a été observé aussi bien sur le matériel archéologique que sur celui expérimental et sur des matières premières différentes (phonolite, trachyte, quartzite). Au sein de notre corpus expérimental, ce critère s'observe uniquement pour les utilisations de percuteurs minéraux et il est régulièrement couplé avec un bulbe exprimé plat.

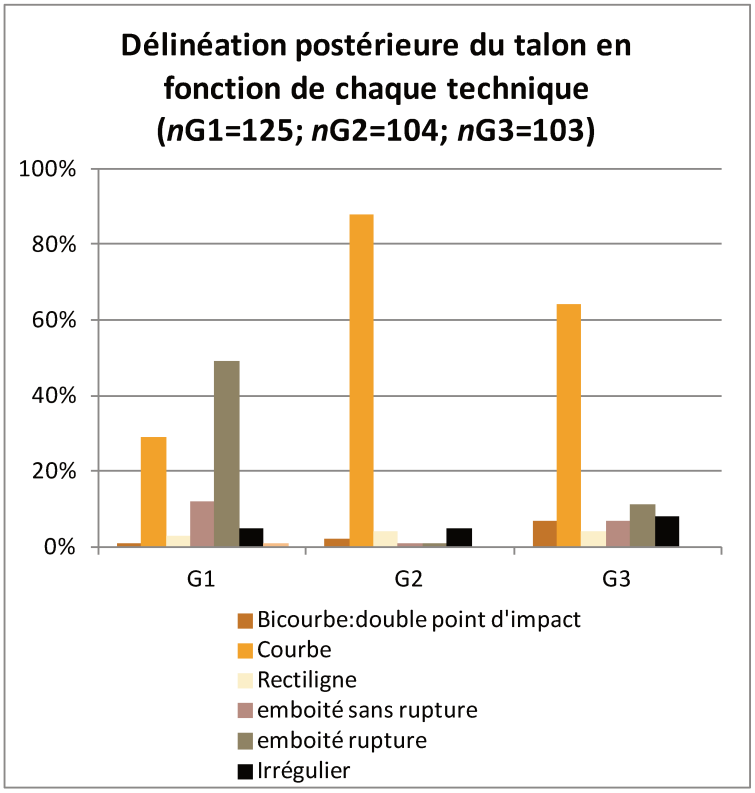
D'une manière générale, la délinéation la plus courante pour toutes les techniques est courbe **(graphique 21)**. On note que les expressions bicourbes qui correspondent à un double point d'impact, sont rares. Dans les autres proportions exprimées, l'emploi de percuteurs minéraux quel que soit le geste appliqué, autorise plus de délinéation à point d'impact emboité, également observé sur du matériel archéologique, qui marque le point de contact du percuteur sur le plan de frappe et le début d'initiation de la fracture selon un cône incipient comme pour le silex, mais dont le développement est réduit.
Si on analyse les résultats en ne tenant compte que du critère du geste, indépendamment de la matière du percuteur, on observe des résultats plus marqués que dans les tableaux présentés ci-dessus. La délinéation courbe est majoritaire quelle que soit la topographie de la zone bulbaire.

Mis à part le contre-col, les délinéations postérieures des talons ne s'expriment pas de manière stricte selon les techniques de percussion. Le **graphique 22** basé sur les données relatives au silex, montre encore une fois que les stigmates n'ont pas le même degré de résolution sur les matières premières grenues et tenaces. Comme attendu, le contre-col est totalement absent des résultats, alors que les délinéations à point d'impact se déclinent sous deux formes (déjà mis en lumière dans l'étude d'Howiesons Poort (Soriano, Villa et Wadley 2007). Sur cette matière première, la délinéation courbe est proportionnellement très marquée pour G2 et G3 et caractéristique de l'arrachement au moment du détachement de l'éclat. Un test de Khi² confirme ces résultats qui sont statistiquement significatifs.

Au terme de cette analyse, quelques critères émergent pour nous guider dans les méandres de la reconnaissance des sitgmates. Cependant, il est clair que les matériaux étudiés ont des capacités d'enregistrements de stigmates limitées. Fort de ce constat, de la même façon que pour le silex, toute tentative de détermination d'une technique de percussion éclat par éclat se révèle impossible au regard des résultats obtenus. Cependant des tendances peuvent se dessiner sur un corpus convenable et des combinaisons de critères peuvent orienter le préhistorien sur les possibilités d'utilisation d'une technique plutôt qu'une autre, voire sur les gestes appliqués sur les plans de frappe.



Graphique 21. Matériaux africains. Expression de la délinéation postérieure du talon pour chaque technique.



Graphique 22. Silex. Expression de la délinéation postérieure du talon pour chaque technique.

6.2.3. Les produits de façonnage

Afin de pouvoir comprendre les relations entre les techniques de percussion utilisées pendant le façonnage et les produits de façonnage réalisés, nous allons maintenant tenter de caractériser les informations que nous pouvons y lire, toujours dans le cadre de l'expérimentation. La quantité d'information dont nous disposons dans ce cadre, va forcément bien au-delà de ce qui peut être observé dans un assemblage archéologique. Nous tiendrons compte de ce déséquilibre dans nos conclusions. Cette étude répond au constat réalisé lors de l'étude des séries africaines, dont les effectifs d'éclats sont parfois lacunaires, parfois très mal conservés, ce qui ne laisse pour objets d'études que les pièces façonnées. Nous rappelons que la limite de cette analyse se trouve dans la chaîne opératoire, propre à chaque site, voire à chaque tailleur. Elle ne sera pas effectuée car notre point de vue se pose de manière globale sur la réaction de la matière. Les résultats sont présentés à travers chaque technique. Onze pièces sur les treize taillées sont éligibles à cette analyse, les deux autres étant cassés en cours de façonnage ou trop tenaces pour être taillées (expérimentation n°4). Les supports sont rapidement présentés et leurs dimensions mesurées en millimètres.

6.2.3.1. Observations générales liées au remontage des éclats sur les produits de façonnage

Les remontages des derniers enlèvements sur les produits de façonnage ont été l'occasion d'observer un certain nombre d'informations principalement en rapport avec la matière première.

Tout d'abord, sur la totalité des négatifs comptabilisés sur les pièces façonnées, une partie seulement a pu être identifiée. Sur ce corpus, une partie encore plus infime pouvait être analysée avec un degré assez fin pour permettre d'en extraire les informations voulues. Parmi ces informations, nous n'avons pas identifié de stigmates discriminants qui pourrait faire écho aux observations que nous avons pu définir sur les sous-produits (concernant par exemple la zone ventrale et les zones de contre bulbes sur les pièces façonnées).

Par ailleurs, comme évoqué précédemment, la reconnaissance des parties distales des éclats est très difficile voire aléatoire, car lorsqu'on les confronte aux produits de façonnage, on se rend compte que l'identification faite en amont peut se révéler fausse voire totalement contraire aux interprétations. Certains éclats que l'on déterminait comme des proximaux sont en réalité des éclats entiers se terminant par ce qu'on pourrait appeler des rebroussés (*step fracture*) et certains

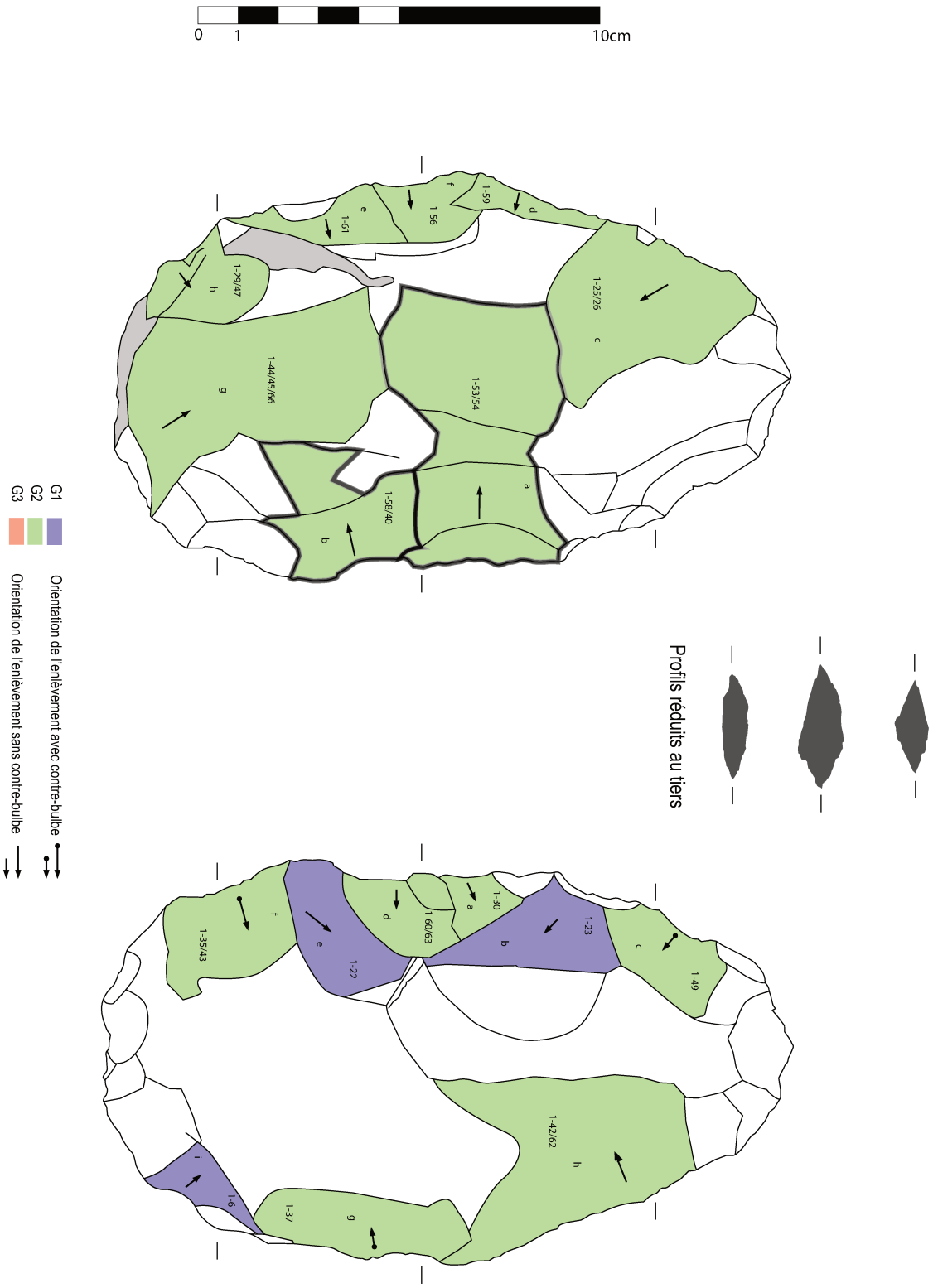


Figure 39. Biface expérimental 1-21. Orientation des éclats et identification des techniques.

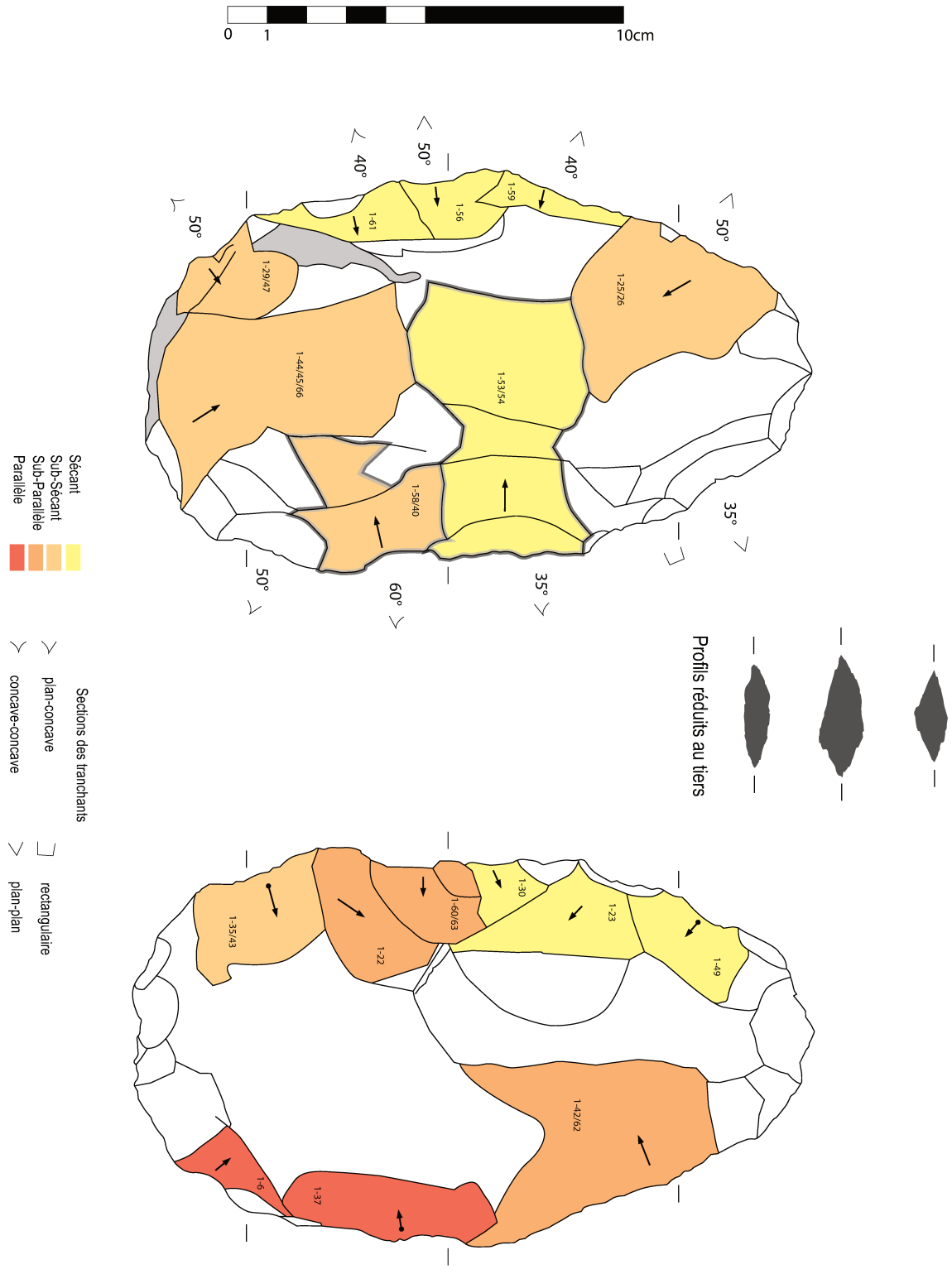


Figure 40. Biface expérimental 1-21. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

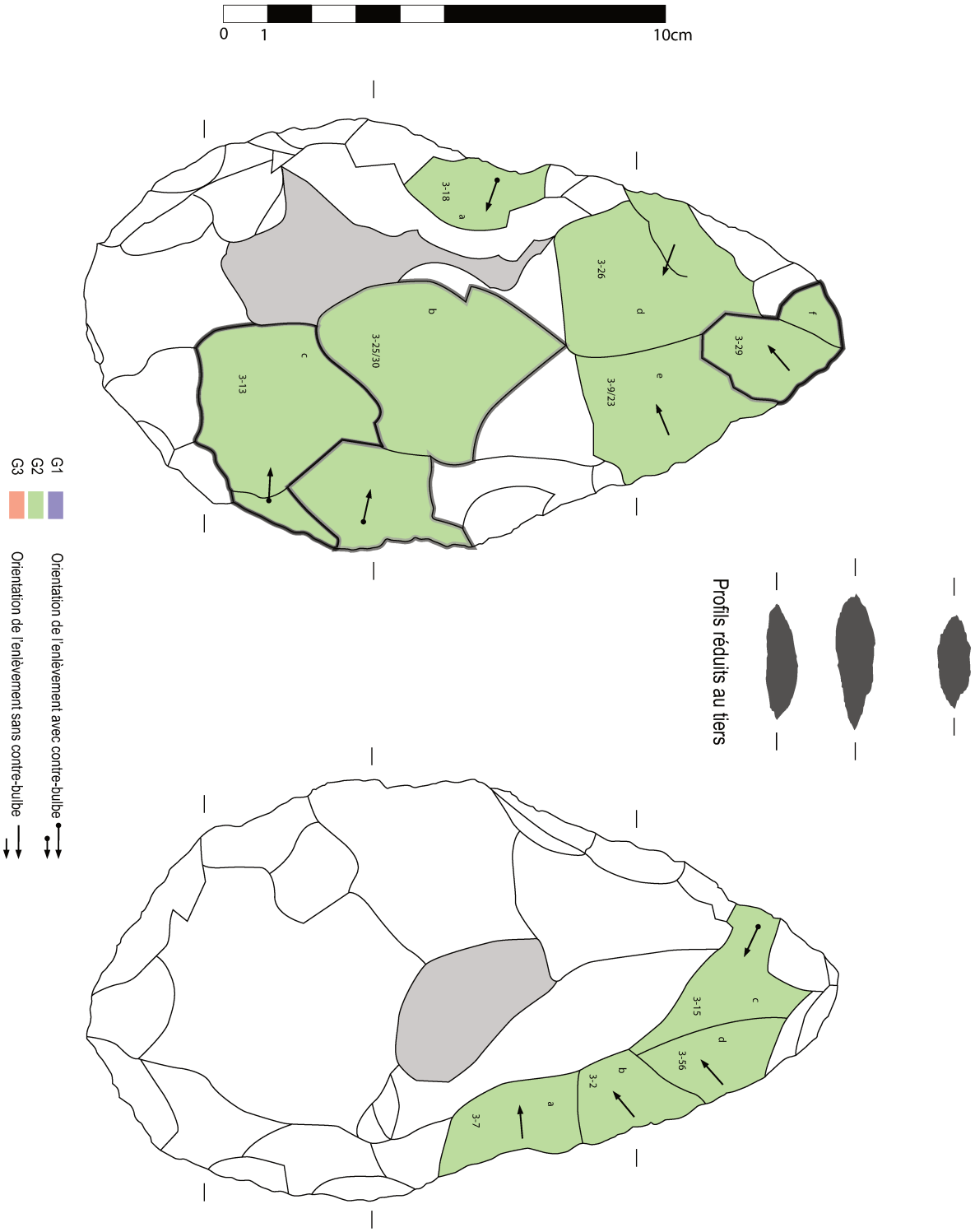


Figure 41. Biface expérimental 3-1. Orientation des éclats et identification des techniques.

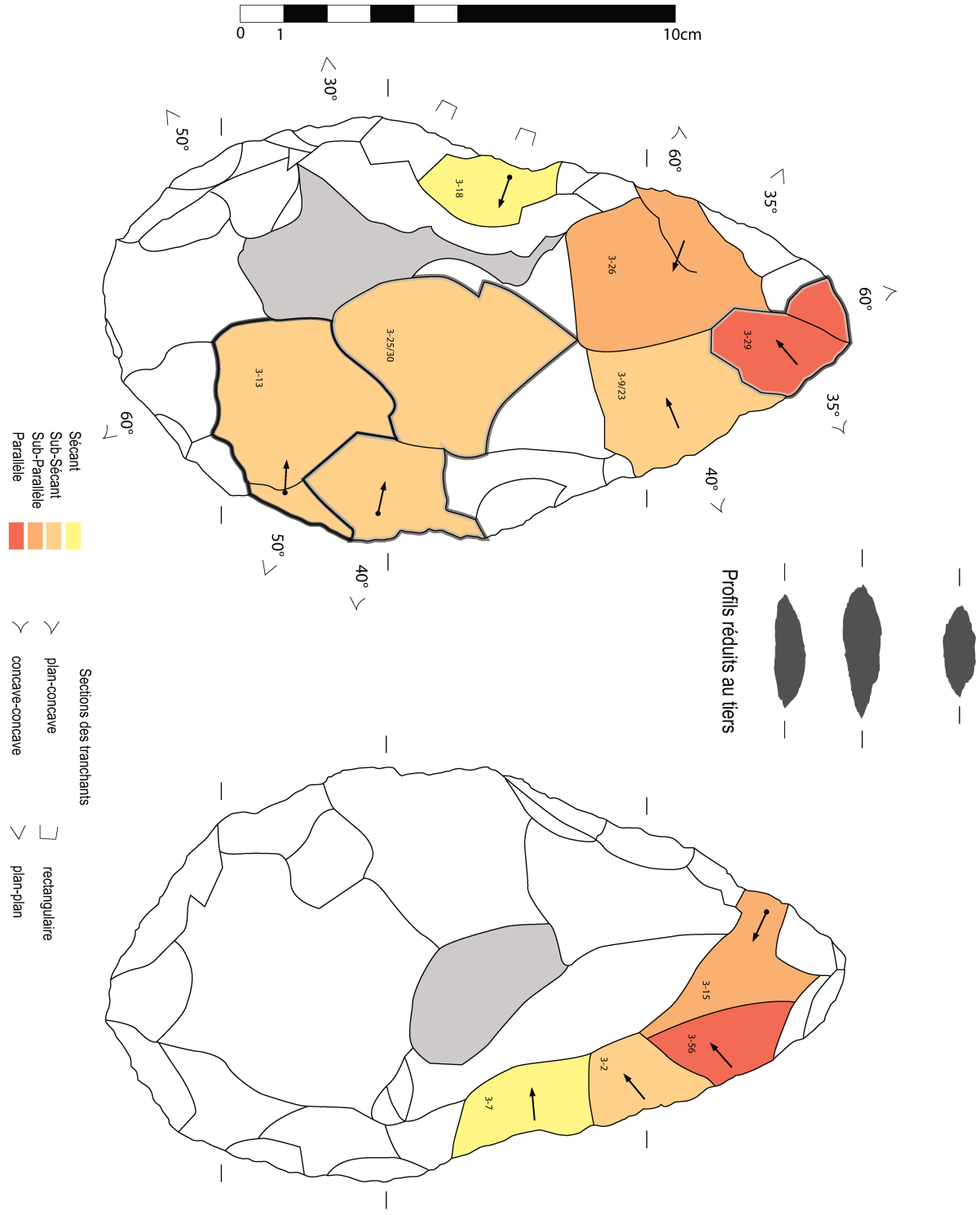


Figure 42. Biface expérimental 3-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

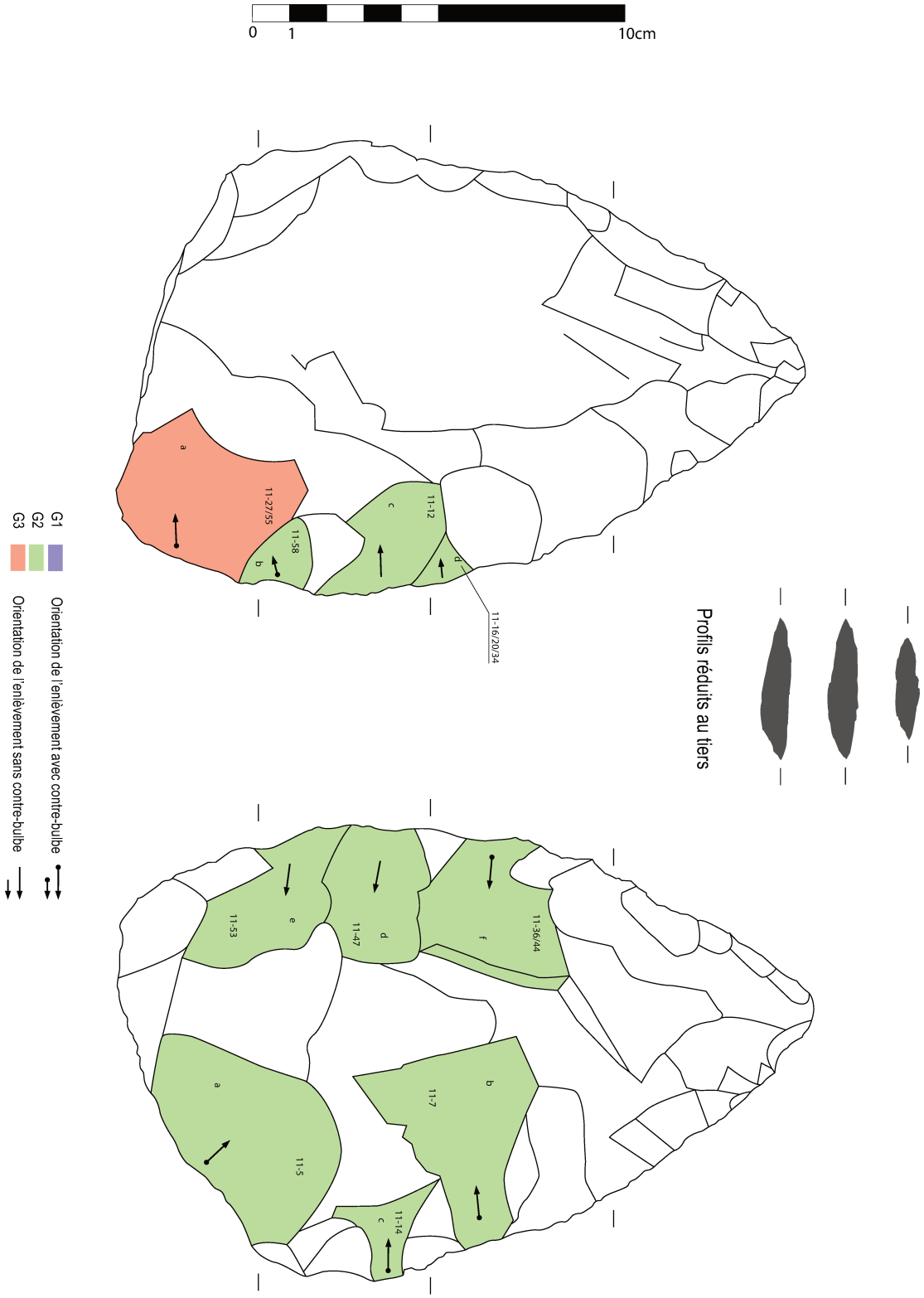


Figure 43. Biface expérimental 11-1. Orientation des éclats et identification des techniques.

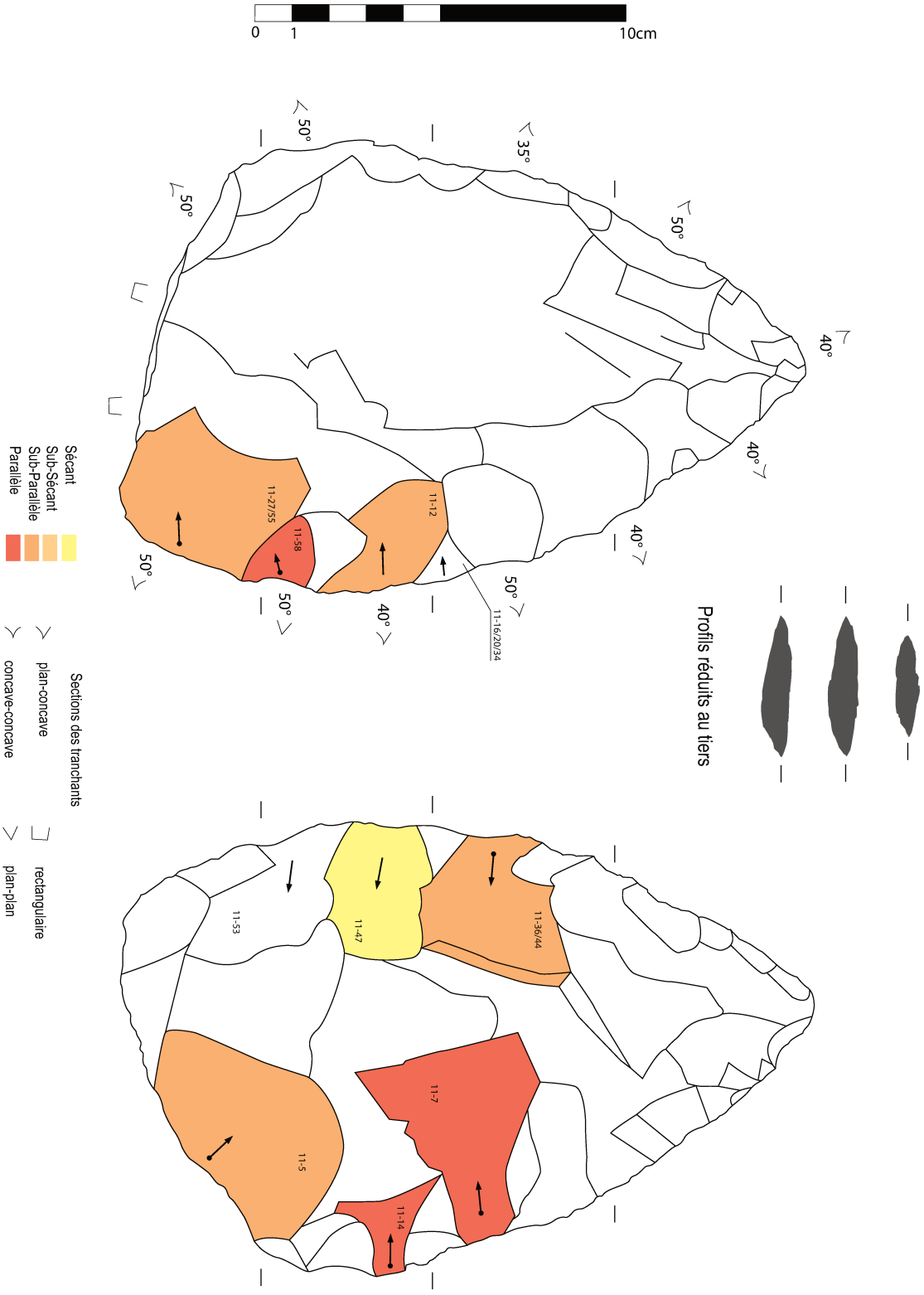


Figure 44. Biface expérimental 11-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

que l'on pensait être des éclats entiers se terminant en *step fracture*, se révèlent finalement être cassés.

Un autre phénomène observé, est le changement d'orientation du plan de fracturation sur certains éclats qui conduit parfois à la production de plusieurs enlèvements consécutifs. La conséquence de ce type de parasite, se traduit par la formation sur le produit de façonnage de deux stigmates d'enlèvements, alors qu'en réalité il n'y en a qu'un seul et même enlèvement (cf. 3-1, 13-1). Il arrive également fréquemment qu'on ne discerne pas les limites des négatifs d'enlèvements, ni à l'œil, ni au doigt (surtout sur les phonolithes à grain moyen), ce pour des éclats d'ordre centimétriques. Ainsi on ne décompte pas le bon nombre de négatifs sur les produits finis. Cette observation nous oblige alors à prendre avec beaucoup de prudence les décomptes de nombres d'éclats visibles sur les produits finis, ainsi que les conclusions que l'on peut en tirer.

Enfin, la difficulté majeure de cet exercice qu'il faut exprimer ici, a été l'impossibilité de remonter un grand nombre d'éclats sur les produits de façonnage, soit parce qu'ils étaient trop petits, ou plus identifiables (trop grande fracturation à l'impact lors du façonnage), soit parce que certains éclats se sont fracturés dans l'épaisseur (dédoublés), à cause du litage de la matière première, ce qui empêchent une bonne identification des éclats et de leurs négatifs.

Toutes ces observations nous amènent à considérer nos travaux en particulier et les analyses des assemblages en matière microgrenue en générale avec la plus grande prudence quant aux conclusions sur l'utilisation de différentes techniques de percussion. Ainsi, même le nombre de négatifs sur les pièces façonnées peut être sujet à caution. On peut néanmoins relever certains critères et identifier certaines clés de lecture afin d'analyser les séries archéologiques façonnées dans ce type de matière première.

6.2.3.2. Observations des produits façonnés à l'aide de la technique G2

Sur la totalité du corpus, trois supports ont été entièrement ou très majoritairement façonnés avec un percuteur végétal appliqué selon un geste tangentiel.
Le premier (biface 1-21, **figures 39 et 40**) est en phonolite aphyrique à grain moyen façonné sur un grand éclat cortical (1-21). Ce biface d'assez grande dimension (165 mm x 99 mm x 33 mm) a été majoritairement façonné à l'aide d'un percuteur végétal ainsi que d'un percuteur minéral lisse, selon les techniques G1 et G2. On peut observer que certains éclats sont très envahissants : malgré un grain moyen, l'onde de choc se propage correctement. Par ailleurs, la technique

ne semble pas avoir d'incidence sur l'orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial de la pièce.

La seconde pièce bifaciale (166 mm x 94 mm x 30mm) est également en phonolite aphyrique à grain moyen, mais elle provient d'un galet dont la structure s'est révélée beaucoup plus grenue que l'éclat support précédent (biface 3-1; **figures 41 et 42**). Des éclats très envahissants sont également visibles sur cette pièce. L'éclat 3-25/3-30 est un exemple parfait de confusion liée à la matière. Avant le remontage, les deux éclats semblaient distincts. Or ils ne sont qu'un seul et même éclat, mais les grains et la structure litée de la matière première empêchait, à première vue, de raccorder ces deux sous-produits. Comme précédemment, la technique ne présume pas d'une tendance particulière concernant l'orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre de la pièce.

La troisième pièce bifaciale est en phonolite aphyrique à grain moyen, sur un grand éclat support non cortical (biface 11-1; **figures 43 et 44**). Elle a été très peu transformée et elle est proche des dimensions originelles du support (171 mm x 119 mm x 23 mm). Les technique G2 et G3 ont nécessaires pour la façonner. On constate qu'une face comporte des enlèvements plus envahissant qu'une autre. Cela est dû à la structure orientée de la matière première liée au phénomène de coulée qui finalement réagit presque comme un bois, avec une face dans «le sens du fil» et une face «en contre fil». De plus, le fait que l'éclat ne soit pas cortical implique qu'on travaille au cœur de la matière. Or, comme nous l'avons déjà remarqué, il semble que plus le façonnage s'effectue loin de la surface cortical ou néo-cortical, plus il devient difficile. Les phénomènes de rebroussé deviennent quasiment insurmontable. Il apparait que la structure de la roche ne soit pas exactement identique entre ces deux zones. Encore une fois, l'orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre de montre pas une tendance plutôt qu'une autre. De manière générale, pour ces trois pièces bifaciales, les angles des tranchants obtenus par la technique G2 oscillent entre 35° et 60°.

6.2.3.3. Observations des produits façonnés à l'aide de la technique G3

Durant l'expérimentation, trois supports ont été entièrement ou très majoritairement façonnés avec un percuteur minéral dont la surface était altérée, et appliqué selon un geste tangentiel.
La première pièce bifaciale (8-1) présentée est en trachyte porphyrique à grain fin **(figures 45 et 46)**. C'est un outil plus petit que ceux précédemment évoqués (105 mm x 78mm x 27mm) façonné sur un éclat cortical. Cette matière première est plus tenace que la phonolite est les tentatives de façonnage avec un percuteur végétal ont été vaines. Par contre, elle supporte bien les techniques G3 et G1. L'utilisation d'un percuteur minéral altéré couplé à un geste tangentiel nous a permis ici d'obtenir des éclats plus envahissants qu'avec un percuteur minéral

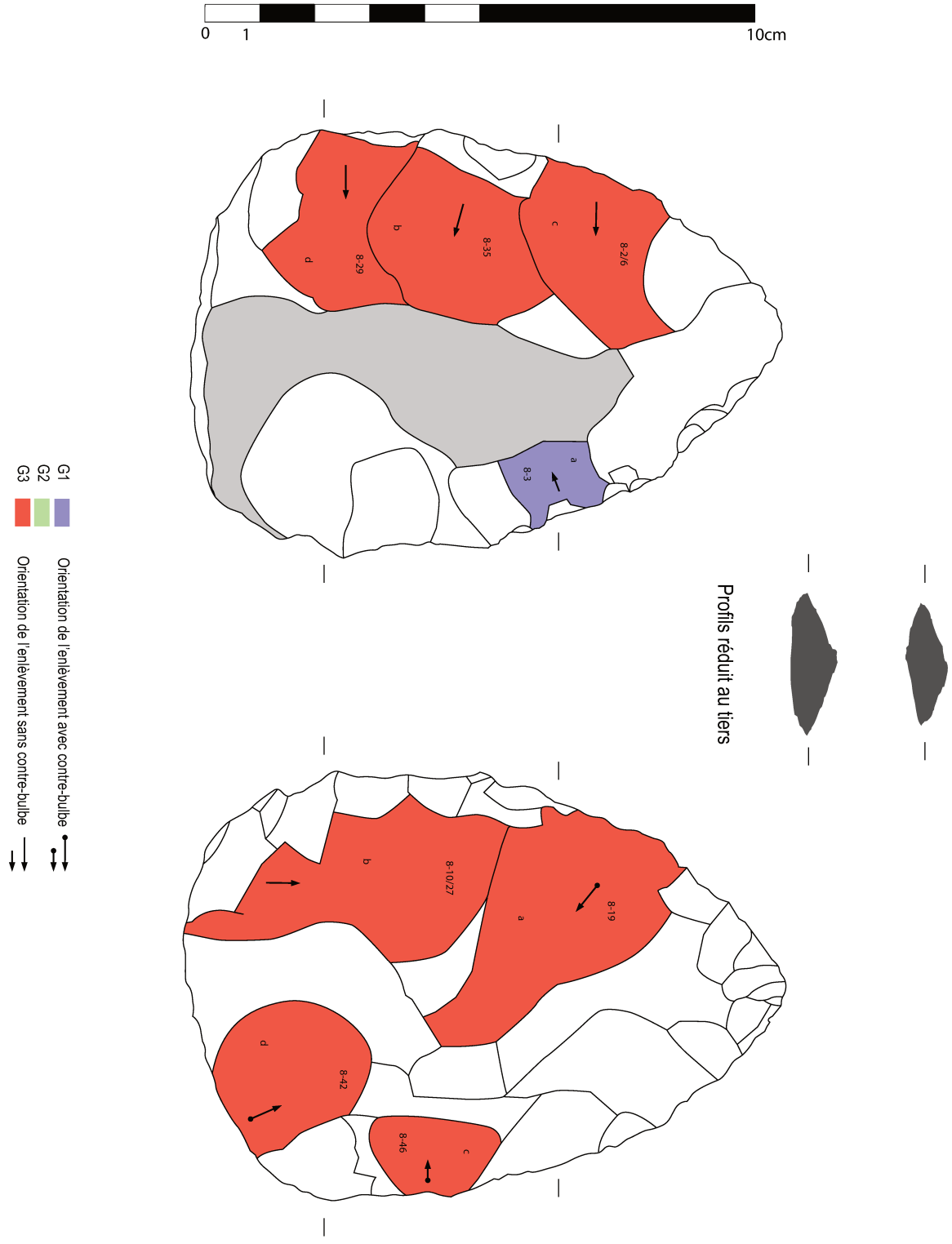


Figure 45. Biface expérimental 8-1 Orientation des éclats et identification des techniques.

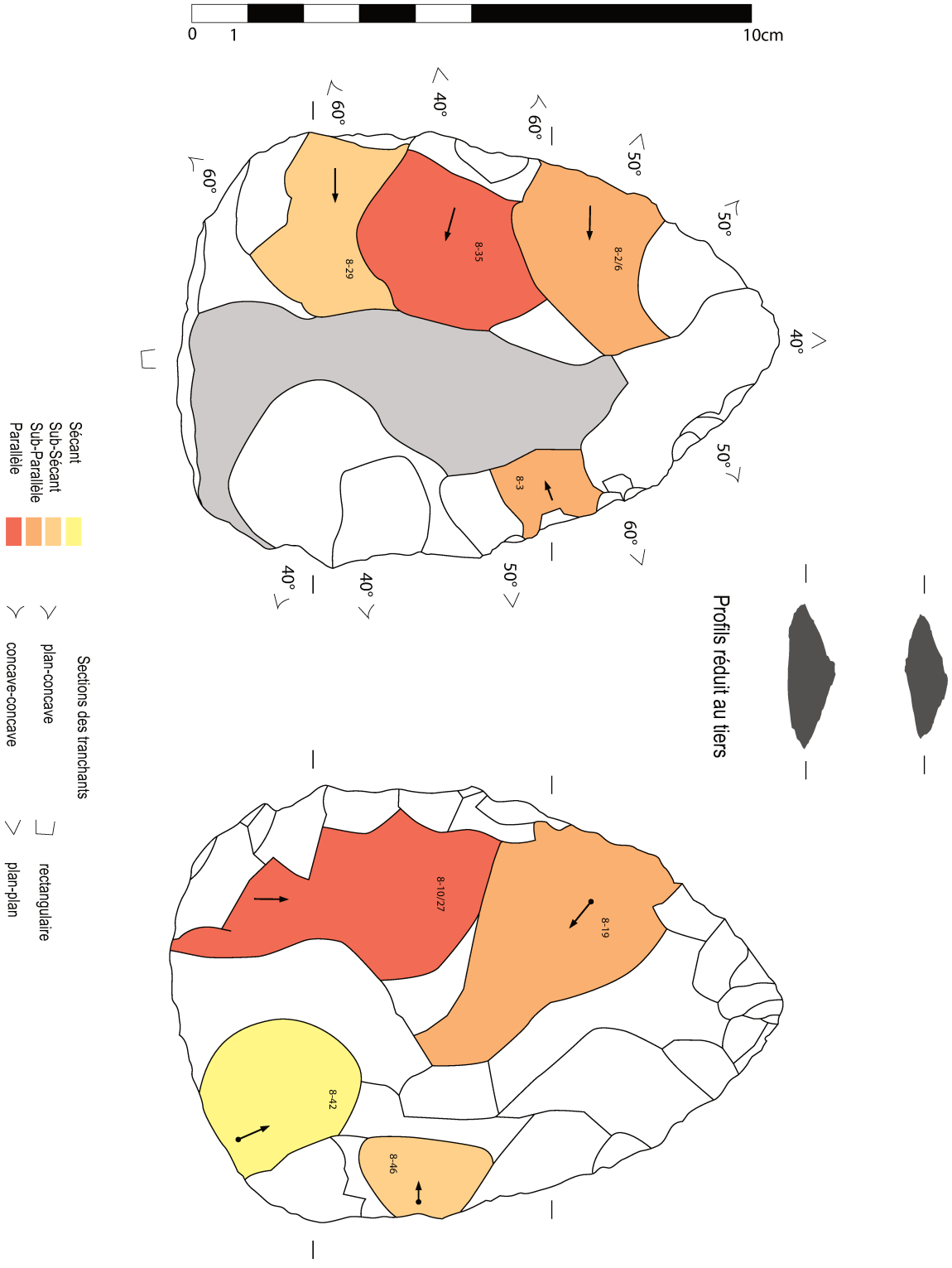


Figure 46. Biface expérimental 8-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

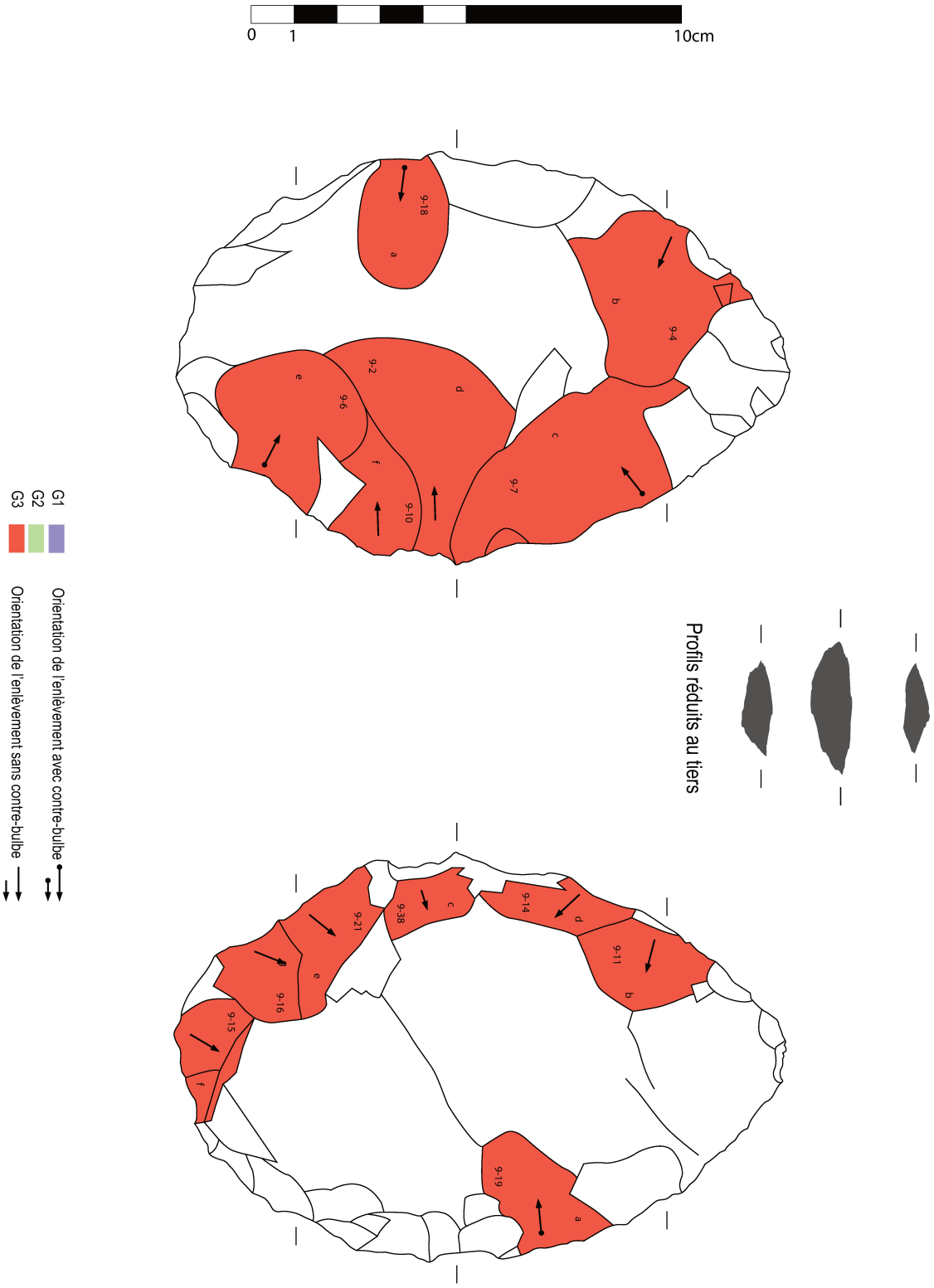


Figure 47. Biface expérimental 9-1 Orientation des éclats et identification des techniques.

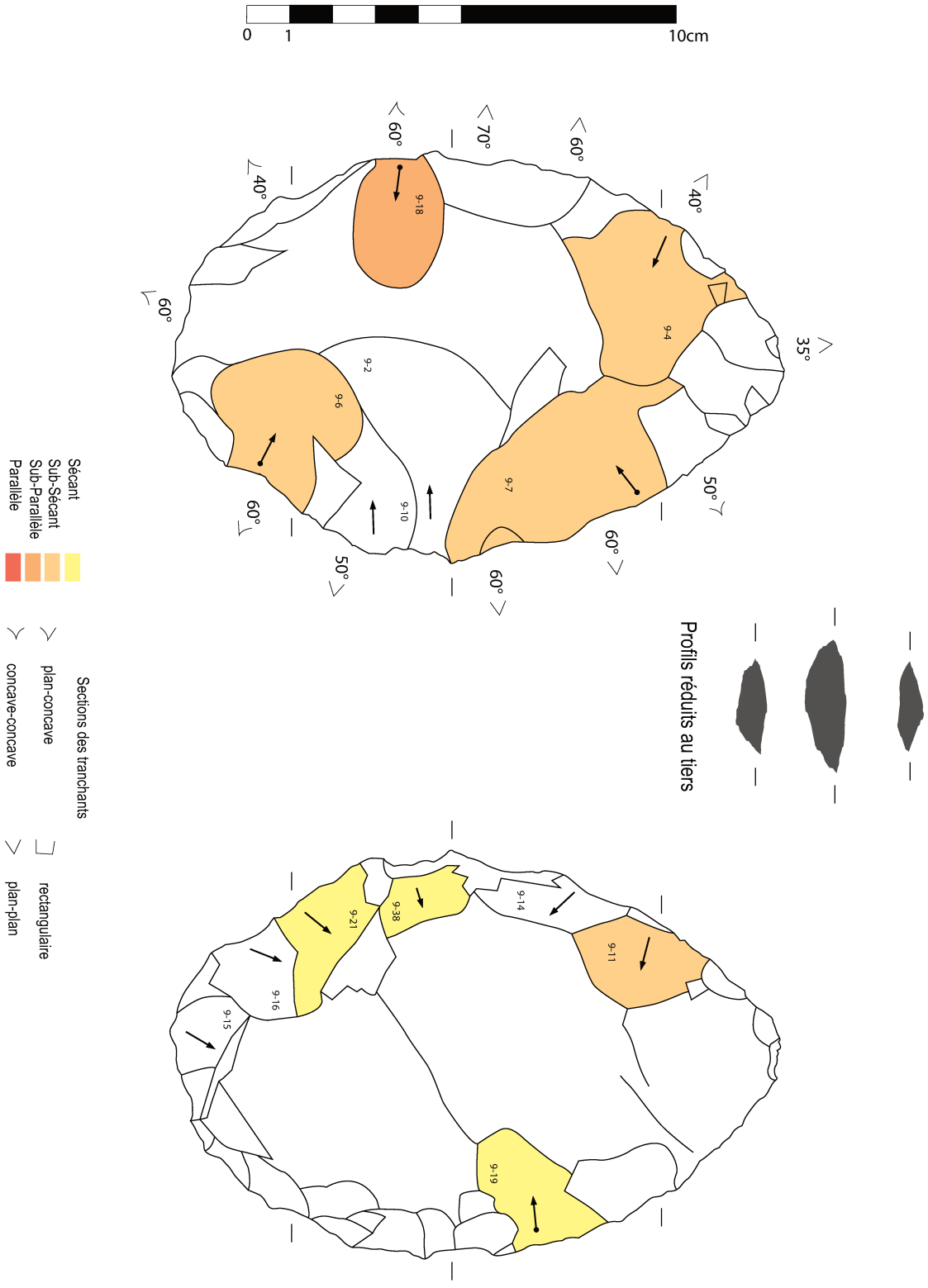


Figure 48. Biface expérimental 9-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

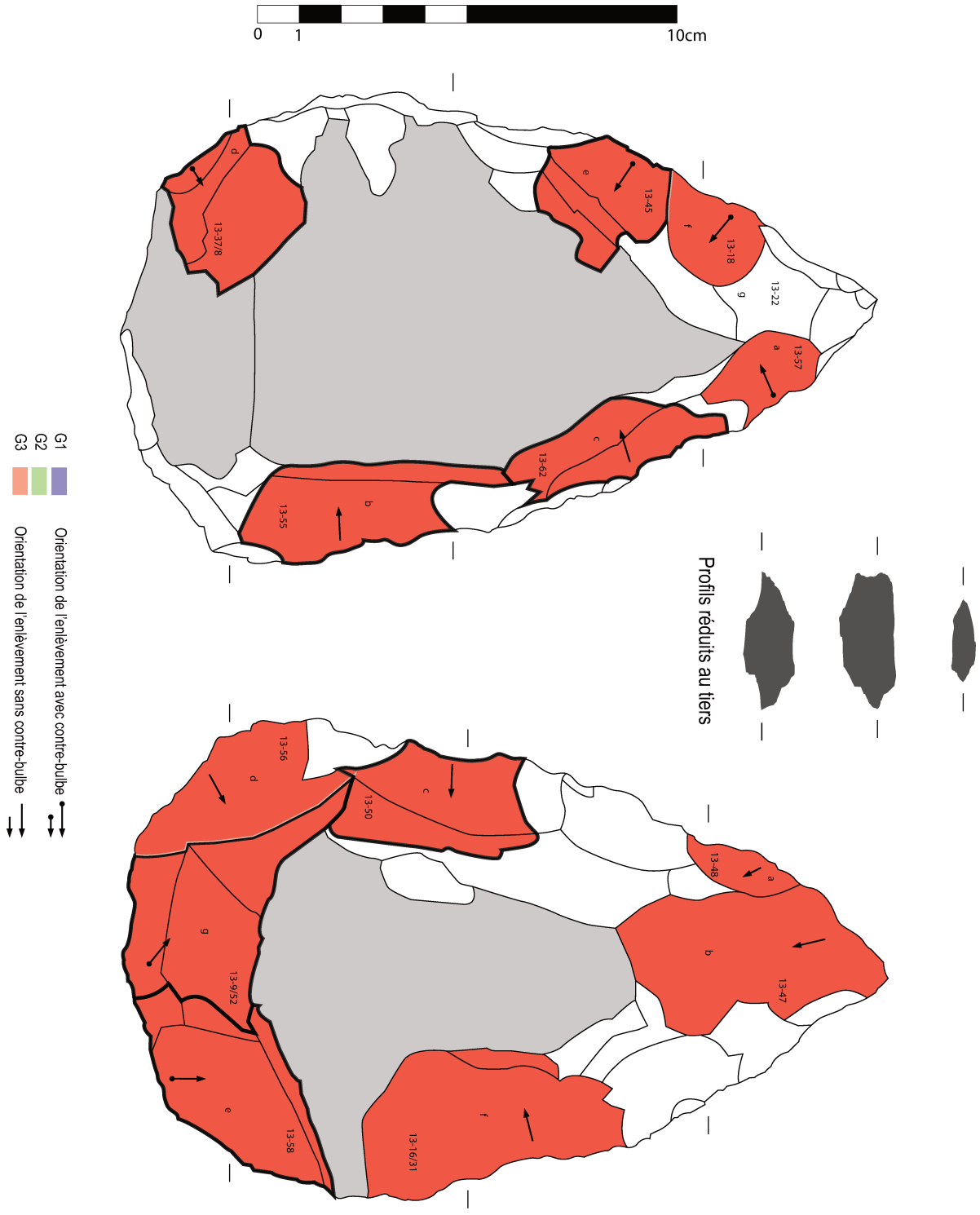


Figure 49. Biface expérimental 13-1 Orientation des éclats et identification des techniques.

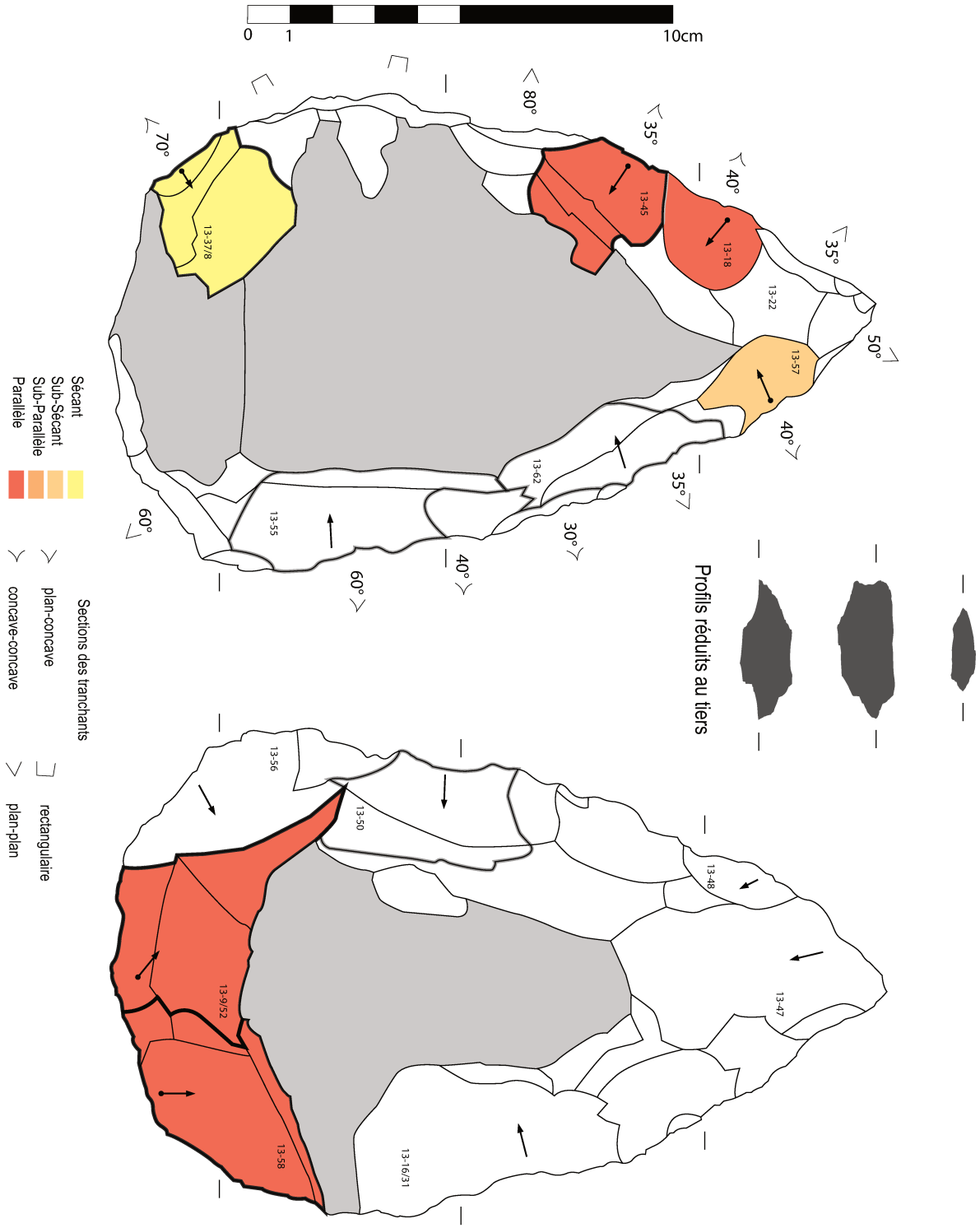


Figure 50. Biface expérimental 13-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

lisse en percussion rentrante. Comme pour la technique G2, aucune orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre ne semble se dessiner.

Le second outil (9-1) est en phonolite aphyrique à grain moyen façonné sur un éclat non cortical (**figures 47 et 48**). C'est une pièce de dimension moyenne (137 mm x 92mm x 29mm). Seule la technique G2 a été utilisée. Une fois encore, un choix de support proche du volume final voulu permet d'obtenir l'outil voulu avec peu d'enlèvement. Sur la face supérieure, ils sont plus envahissants que sur le face inférieure, sans doute parce que les convexités naturelles et la présence du néocortex permettent aux éclats de «filer», mais peut être aussi à cause de la structure possiblement orientée de lave comme pour le biface 11-1. La technique G3 se révèle tout aussi efficace que la technique G2.

La troisième pièce bifaciale (**figures 49 et 50**) entièrement façonnée à l'aide de la technique G2 est en phonolite aphyrique à grain fin, sur plaquette à néocortex. La matière première est une plaquette de phonolite ramassée dans le lit de la rivière avec un néocortex fluviatile. Ici, la technique utilisant un percuteur minéral altéré avec geste tangentiel a permis de s'affranchir d'une topographie de surface accidentée assez éloignée de la forme finale. Les enlèvements sont donc moins envahissants que dans les autres exemples et le profil beaucoup plus épais, ce qui en fait un outil assez grand et massif (biface 13-1; 179 mm x 108 mm x 44 mm).

La compilation des données recueillies sur ces trois pièces montre que l'orientation des enlèvements issus de la technique G3 s'étale entre parallèle et sécant, sans qu'aucune d'entre elles ne soit diagnostique. Les angles des tranchants se distribuent entre 35° et 80°.

6.2.3.4. Observations des produits façonnés à l'aide de techniques de percussion multiples

Certains des produits de façonnage ont été taillés à l'aide de plusieurs techniques de percussion au sein d'une même chaîne opératoire, dont la technique de percussion utilisant un percuteur minéral (lisse ou altéré) combiné à un geste rentrant (biface 12-22) que l'on assimile à la technique G1.
Le premier outil présenté (biface 6-13; 89 mm x 63 mm x 18 mm) est en phonolite aphyrique à grain fin, sur éclat cortical (**figures 51 et 52**). C'est un biface de petite dimension comparer aux autres, façonné à l'aide des techniques G1 et G2 et deux percuteurs minéraux différents. La matière première a bien réagi de manière générale, mais la percussion minérale altérée a permis de passer au delà de difficultés rencontrées avec la technique G1, notamment dans le simple fait de tailler convenablement des éclats.

La seconde pièce bifaciale (**figures 53 et 54**) a été façonnée sur un galet en phonolite aphyrique à grain fin (biface 10-1; 157 mm x 116 mm x 46 mm). La présence de néocortex mécanique déjà évoquée, des deux côtés de la pièces, entraînent une meilleure cohésion de la structure de la matière première et permet ainsi d'obtenir des éclats très envahissants, même pour la technique G1. Cependant, comme pour le biface 13-1, il est plus difficile de rentrer plus au coeur de la matière sans rencontrer de grande difficulté, ce qui conduit à un outil très épais et massif. Il faut ajouter que malgré un grain fin, cette phonolite est particulièrement tenace, plus que les autres échantillons façonnés.

Le troisième et dernier outil présenté est un biface en trachyte porphyrique à grain moyen (**figures 55 et 56**). Il a été façonné aux dépens d'un éclat cortical (biface 12-22 ; 128 mm x 83 mm x 26 mm) au moyen des techniques G1 et G2 mais avec un seul et même percuteur minéral altéré. En effet, la densité de la trachyte, même altéree, permet, lorsqu'on applique la force avec un geste rentrant et un point de contact interne au bord de plan de frappe, d'obtenir des résultats similaires qu'avec un percuteur minéral lisse. L'éclat support a une forme très proche de la pièce finale et il a été peu transformé. La technique G2 a ici été testée, sur cette matière première très tenace, et si on obtient des résultats sur la surface corticale, il a été impossible d'obtenir des éclats à l'aide d'un percuteur végétal sur la surface inférieure de l'éclat support. En revanche, comme nous l'avions déjà souligné, cette matière première supporte très bien les techniques G1 et G3.

De la même façon que les techniques présentées auparavant, la technique G1 permet d'obtenir toutes les orientations possibles par rapport au plan d'équilibre bifacial des pièces façonnées (même si le critère sub-sécant n'est pas représenté, l'éventail complet des orientations restent possibles).
Pour les angles de tranchants, une majorité d'angle à 60° est à noter, même si un éventail d'angles entre 40° et 70° est observable.

6.2.3.5. Bilan des stigmates des techniques de percussion observées sur les produits de façonnage

Pour tenter de comprendre les conséquences de l'utilisation des trois techniques de percussion testées sur la matière, un bilan des résultats s'impose. D'abord

Tableau 27. Répartition de l'orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial des pièces pour chaque technique.

	G1	G2	G3
Parallèle	3	7	6
Sub-parallèle	7	7	4
Sécant	6	12	7
Sub-sécant	0	9	8

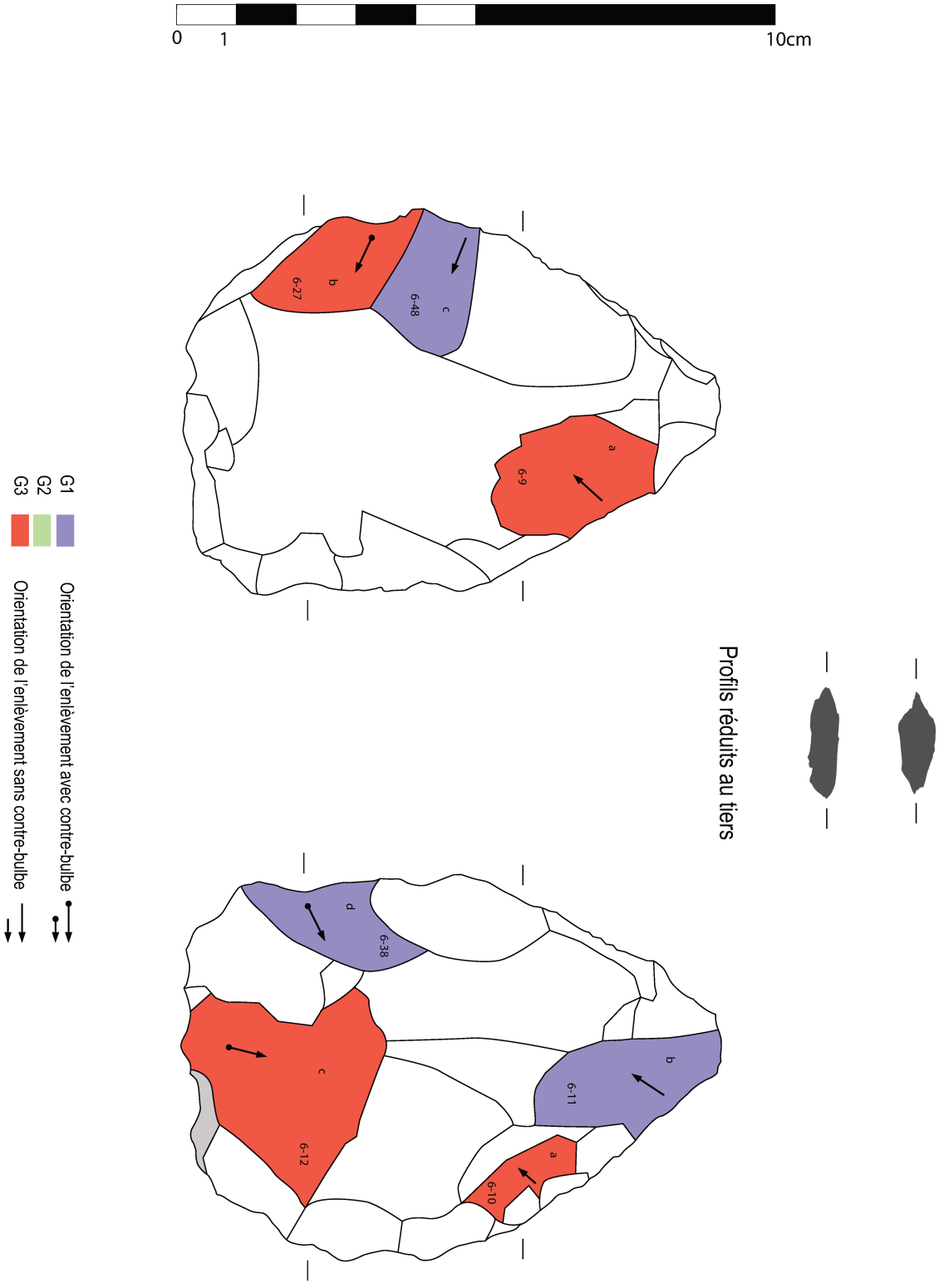


Figure 51. Biface expérimental 6-13. Orientation des éclats et identification des techniques.

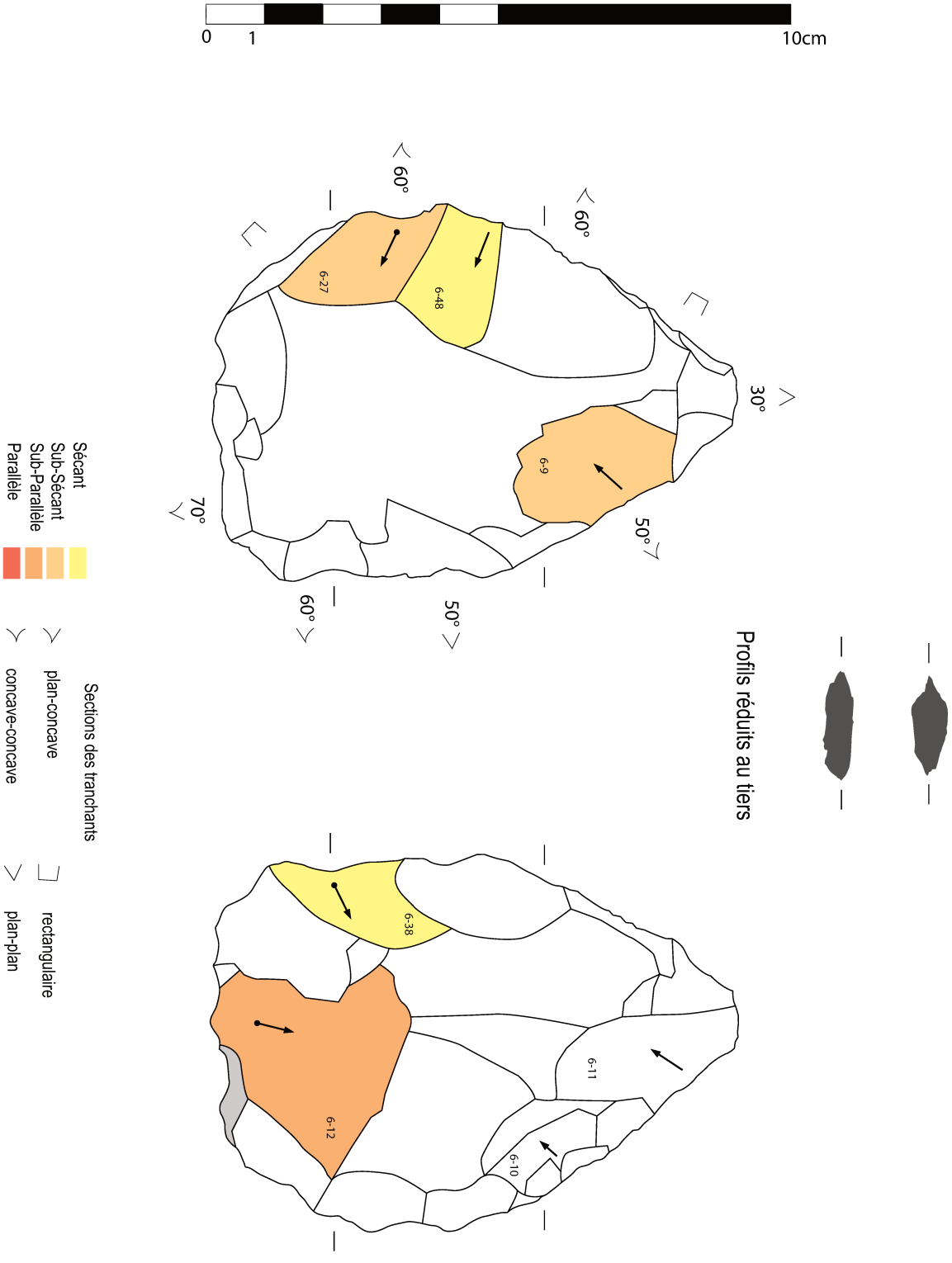


Figure 52. Biface expérimental 6-13. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

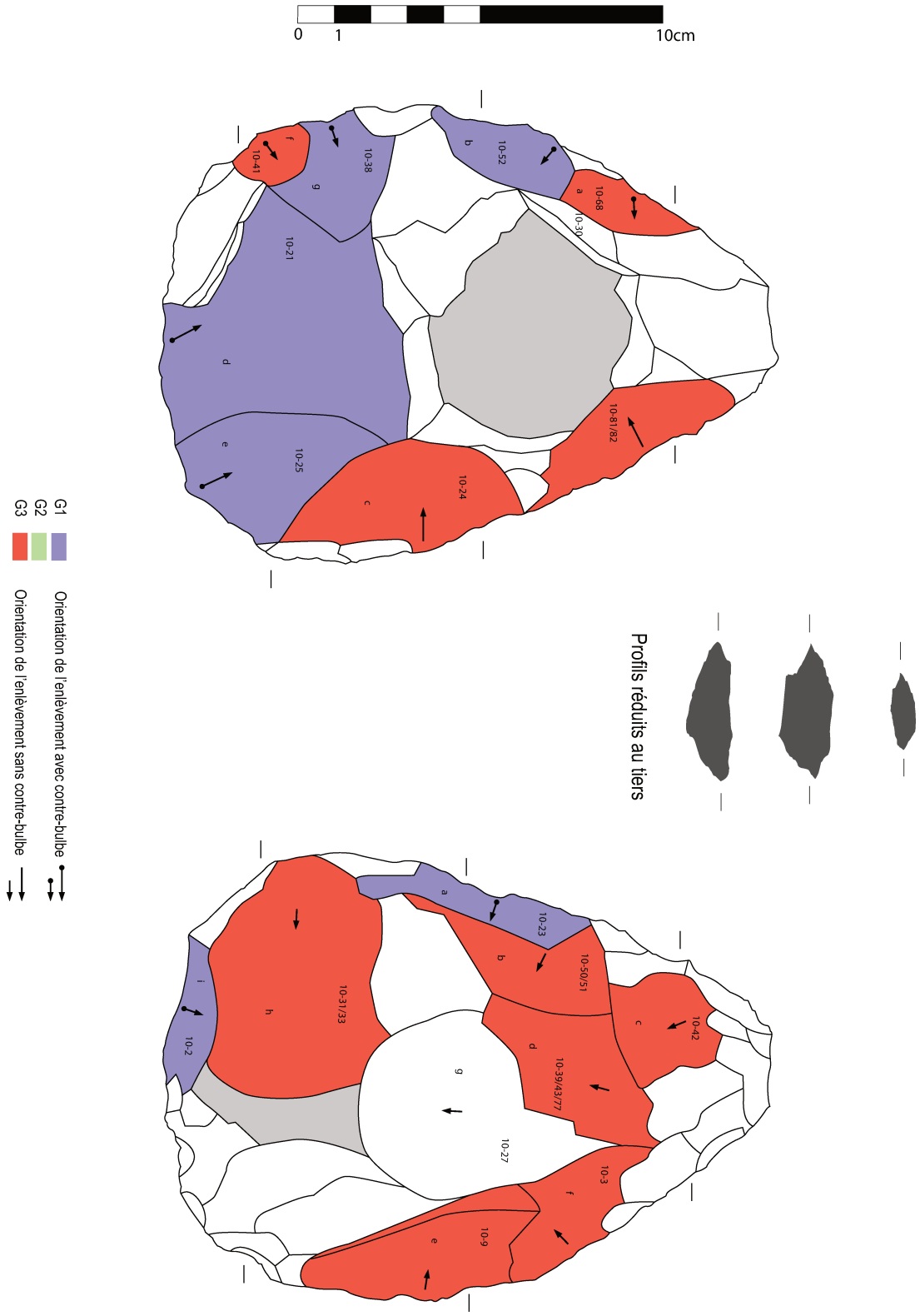


Figure 53. Biface expérimental 10-1. Orientation des éclats et identification des techniques.

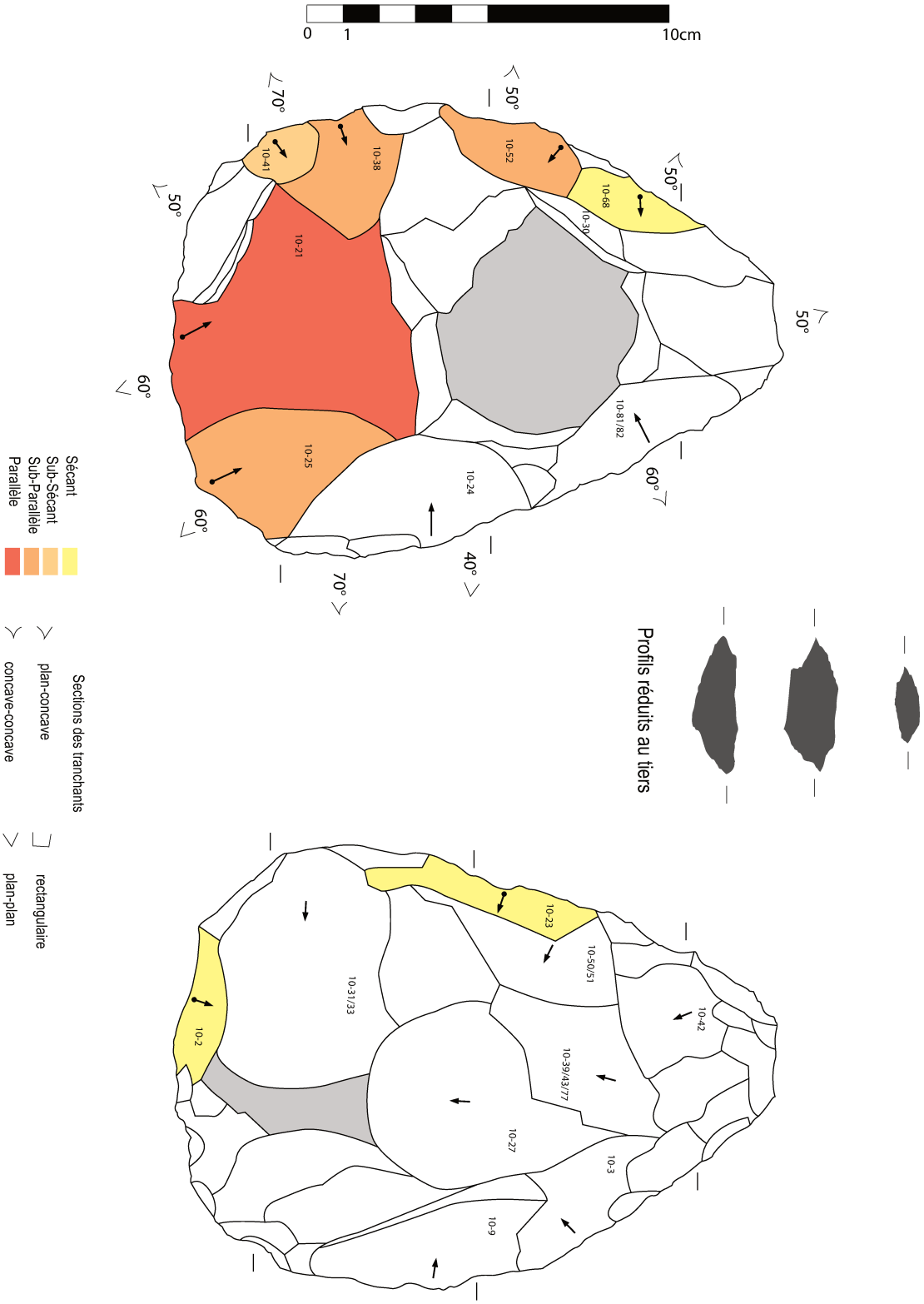


Figure 54. Biface expérimental 10-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

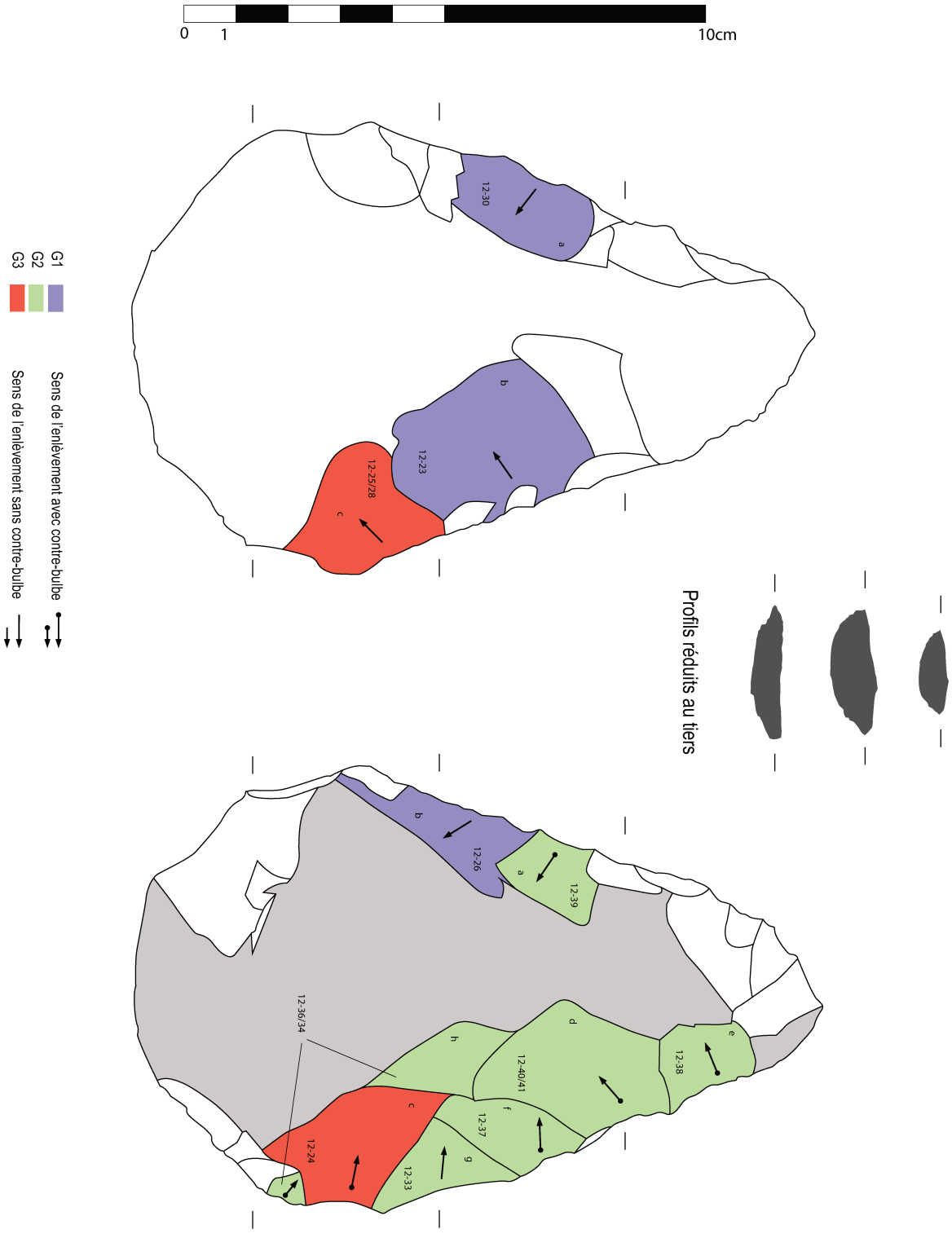


Figure 55. Biface expérimental 12-22. Orientation des éclats et identification des techniques.

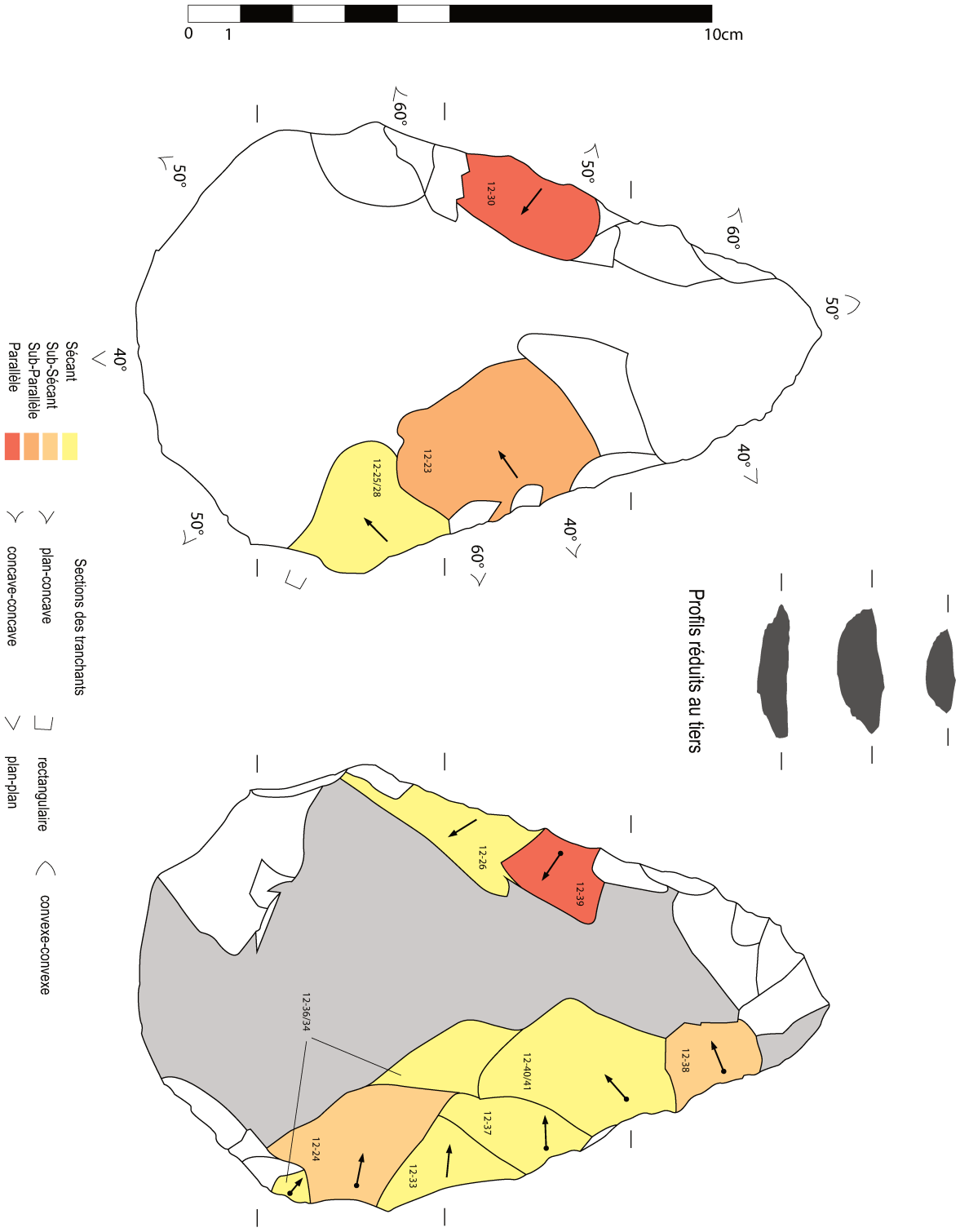


Figure 56. Biface expérimental 12-22. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial.

concernant l'orientation des éclats par rapport au pland'équilibre bifacial (**tableau 27**).

Cela nous permet d'identifier plusieurs informations. Si on peut faire la remarque que la technique G1 ne produit jamais d'éclat sub-sécant, cette observation n'a pas vraiment de valeur puisque toutes les autres orientations sont possibles. La raison est plus liée à la matière première et/ou à la chaîne opératoire qu'à la technique en elle-même. Pour les autres techniques, la conclusion est similaire, car même si certaines différences se dégagent (répartition similaire de G2 et G3 pour les éclats sub-sécants et plus grande proportion d'éclats sécants pour G2), aucune tendance n'est statistiquement fiable. Par l'observation de ce critère nous voulions voir si on pouvait percevoir une tendance de certaines techniques à être plus «rasantes», ou en tout cas à permettre des éclats parallèles au plan d'équilibre bifacial de la pièce donc peut-être plus longs et plus fins.

De même, il est difficile de tirer des conclusions sur l'impact des techniques sur les angles des tranchants obtenus. D'abord parce qu'ils sont plus liés à la structure conceptuelle de la pièce (un tranchant avoyé peut présenter des possibilités de tranchant très aigu), mais aussi parce qu'il est fonction de l'orientation de l'éclat et de la prépapration que l'on a pu lui appliquer avant de porter le coup. Tout au plus nous pouvons observer que les techniques impliquant des gestes tangentiels permettent d'obtenir plus souvent des angles aigus, voire inférieur à 40°. La technique G3, dans ce que nous avons pu comptabiliser, permet d'obtenir de manière quasi-systématique des angles à 60°. Aucun angle inférieurs à 40° n'a été obtenu en utilisant G1.

Plusieurs conclusions sont perceptibles au regard de ce bilan. On peut tout d'abord distinguer certaines limites imposées par les techniques sur ces matières premières, notamment des contraintes d'angles, surmontables avec certaines techniques de percussion et impossibles avec d'autres. En revanche, il semble évident que les techniques utilisant les gestes tangentiels ne permettent pas plus une orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. Il faut cependant noter que les éclats façonnés avec un geste tangentiel ont tendance à être envahissants. Il reste que le point commun avec tous les bifaces présentés restent une matière première compliquée à appréhender dans sa structure, qui contraint d'avoir une face de l'outil plus sujette aux phénomènes de rebroussements, puisque le tailleur travaille quasiment à contre-fil.
Enfin, une remarque sur le nombre d'enlèvement visible sur le produit de façonnage qui, après l'opération de remontage s'avère faux car de nombreux négatifs d'éclats que l'on croyait être distincts, correspondent en fait à un seul et même éclat.

7. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

7.1. Les matières premières microgrenues et tenaces

7.1.1. Difficultés d'identification de certains critères

Nous l'avons constaté à plusieurs reprises, les matières premières microgrenues, malgré des qualités et des propriétés clastiques indéniables, présentent des particularités concernant l'impression des stigmates sur la matière qui modifient qualitativement et quantitativement leur identification par rapport à ce que l'on peut obtenir sur le silex. Sans rendre les tentatives de définition des stigmates impossibles, ce biais de matière peut aller jusqu'à « faire mentir » les productions lithiques, créant la confusion notamment sur des terminaisons distales des éclats, des négatifs d'enlèvements sur les produits finis ou dans la cohérence des éclats (éclats fendus dans l'épaisseur). Ainsi, il devient même difficile de comptabiliser avec certitude, les enlèvements sur un produit de façonnage.
Il est également difficile de définir la nature exacte de certains sous-produits de façonnage et donc, d'avoir une réflexion cohérente sur leur longueur en particulier. Par rapport à notre problématique, cela compromet le degré de finesse d'analyse que l'on aurait voulu avoir sur les impacts des diffiérentes techniques de percussion, surtout concernant les conséquences sur la longueur des produits obtenus. Cette constatation récurrente est notable dans les résultats présentés dans cette deuxième partie du mémoire et nous oblige à la plus grande prudence, notamment en termes de décompte sur le nombre d'enlèvements sur les pièces bifaciales archéologiques, de surcroit parfois avec des matériaux dans des états physiques dégradés. Il n'est pas rare de voir des études d'assemblages archéologiques faire état de ce type de décompte, pour estimer le degré de ravivage des produits bifaciaux (Noll 2000). Il faut donc tenir des comptes des résultats en modérant ce type de critère.

7.1.2. Des réactions spécifiques de la matière : la fracture sub-conchoïdale

Tout au long de l'analyse et grâce à l'étalonnage fourni par la série expérimentale sur le silex, un autre constat récurrent s'est développé sur l'influence de la matière première sur les résultats ou l'absence de résultats. En effet, si on regarde l'analyse des produits de façonnage, le nombre de négatifs d'éclats qui ont pu être remontés et que l'on peut analyser avec une résolution d'analyse assez fine reste modeste. Ceci est dû à la structure de la matière première qui entraîne des

difficultés d'impression des stigmates ou bien des stigmates différents de ceux que l'on connaît et qui compromet donc une bonne lecture de ceux-ci, indispensable à l'exercice du remontage.
Une autre particularité des matières premières choisies dans l'expérimentation réside dans le fait que la fracture ne semble pas complètement conchoïdale, en ce sens que, depuis le point de percussion, ne se forme pas forcément le cône de Hertz ou cône incipient (Chevalier, Inizan, Tixier 1982) que l'on peut observer sur un grand nombre de matières siliceuses. Il arrive d'ailleurs fréquemment, dans une contexte de percussion directe avec un percuteur minéral, que la zone proximo-ventrale soit plate, ce qui pourrait plus ressembler à des fracturations en *split* déjà observées sur d'autres séries expérimentales ou archéologiques (Crabtree 1972; Faivre, Geneste, Turq 2010), également appelé *wedging* dans les expérimentations en laboratoire (Cotterell, Kamminga 1987). Pour définir cette fracture sans conchoïde, nous pouvons comparer nos résultats à une expérimentation conduite sur du silex :

« Elle est produite par percussion rentrante, posée ou lancée, de direction strictement verticale et non tangentielle. Son mécanisme se démarque ainsi de la fracture conchoïdale par un fendage dans l'axe de percussion sans incurvation de la trajectoire du percuteur. Le plan de fracture est totalement plan : les surfaces positives et négatives ne présentent ni bulbe ni contre-bulbe. » (Faivre, Geneste, Turq 2010, p. 135).

Dans ce cas précis, ce type de topographie de la face ventrale de l'éclat, se développe sur le silex à la suite d'une percussion très interne avec des percuteurs à touche plutôt large, les réactions des matières premières sont proches.
Mais, puisqu'il est nécessaire de nommer les choses pour pouvoir les différencier et pour avoir un vocabulaire qui soit au plus prêt de nos observations, on qualifiera ici la fracture de sub-conchoïdale (**tableau 28**).

Tableau 28. Fréquence des différenst type d'initiation de la fracture sur les matières microgrenues et tenaces.

Type d'initiation de la fracture	Fréquence
Sub-conchoïdal	52%
Arrachement	40%
Conchoïdal	8%

Quoi qu'il en soit, on voit que les différences de réaction de matière première, avec les résultats des expérimentations sur le silex sont importantes. Il faut donc absolument la considérer à sa juste mesure dans l'analyse des assemblages. Cela confirme que les grilles de lecture existantes pour d'autres matières premières ne peuvent être calquées sur ces types de matières microgrenues au risque d'erreurs de diagnostic majeures. Il faut donc, pour aborder le thème des techniques de percussion, disposer d'un assemblage le plus complet possible afin de croiser le plus grande nombre de données disponibles, quelque soit l'aspect de l'outillage façonné ou bien tenir compte des biais de lecture possible en fonction des matières premières concernées.

7.2. Identification des techniques : quel champ des possibles ?

7.2.1. Les critères de diagnose : quelle pertinence ?

Devant ces constats liés aux propriétés physiques de la matière, il est légitime de se poser la question de la pertinence des critères de diagnose au regard de celle - ci, car comme nous avons vu dans la première partie et comme cela s'est confirmé avec l'analyse des résultats de notre expérimentation : l'expression des critères observés sur le matériel ne peut être considérée éclat par éclat. En effet, le degré de recouvrement des différents indices est trop important et ceux-ci sont rarement exprimés de manière stricte. Au terme de l'étude des données et sur la totalité de celles-ci, seuls deux critères de notre grille d'analyse peuvent se corréler strictement avec deux types de percuteurs : **l'absence de bulbe exprimé large pour les éclats obtenus avec un percuteur végétal et la délinéation postérieure du talon avec un contre-col (point d'impact concave) pour ceux obtenus avec un percuteur minéral**. Mais dès lors que ces deux composantes de la technique de percussion ont été utilisées au sein de mêmes chaînes opératoires, successivement ou alternativement, dans une industrie, le diagnostic n'est plus possible. En regardant les tendances exprimées en fonction des techniques sur le corpus total de l'étude, on comprend que l'assemblage ne pourra s'analyser que de manière globale. Au delà des critères exprimés de façon stricte, des résultats stastiquement significatifs ont été constatés. Ils permettent de mettre en avant quelques caractères morphologiques sur le profil ou la topographie du bulbe en fonction des techniques.
Au delà de ces considérations statistiques, cette expérimentation a permis de déceler des possibilités offertes par certaines techniques, sans que celles-ci ne soient diagnostiques d'une technique de percussion en particulier **(figure 57)**.

> Le bilan présenté sous forme graphique dans la **figure 57**, reprend les données de l'analyse en tenant compte des résultats validés par les tests statistiques (résultats significatifs), des possibilités que peut offrir une technique de percussion, sans que les tests statistiques en attestent la validité (résultats possibles), le nouveau stigmate répertorié propre aux matières premières microgrenues et tenaces ET à un percuteur minéral et enfin les caractères principaux observés sur les produits de façonnage mais non validés par des tests statistiques.

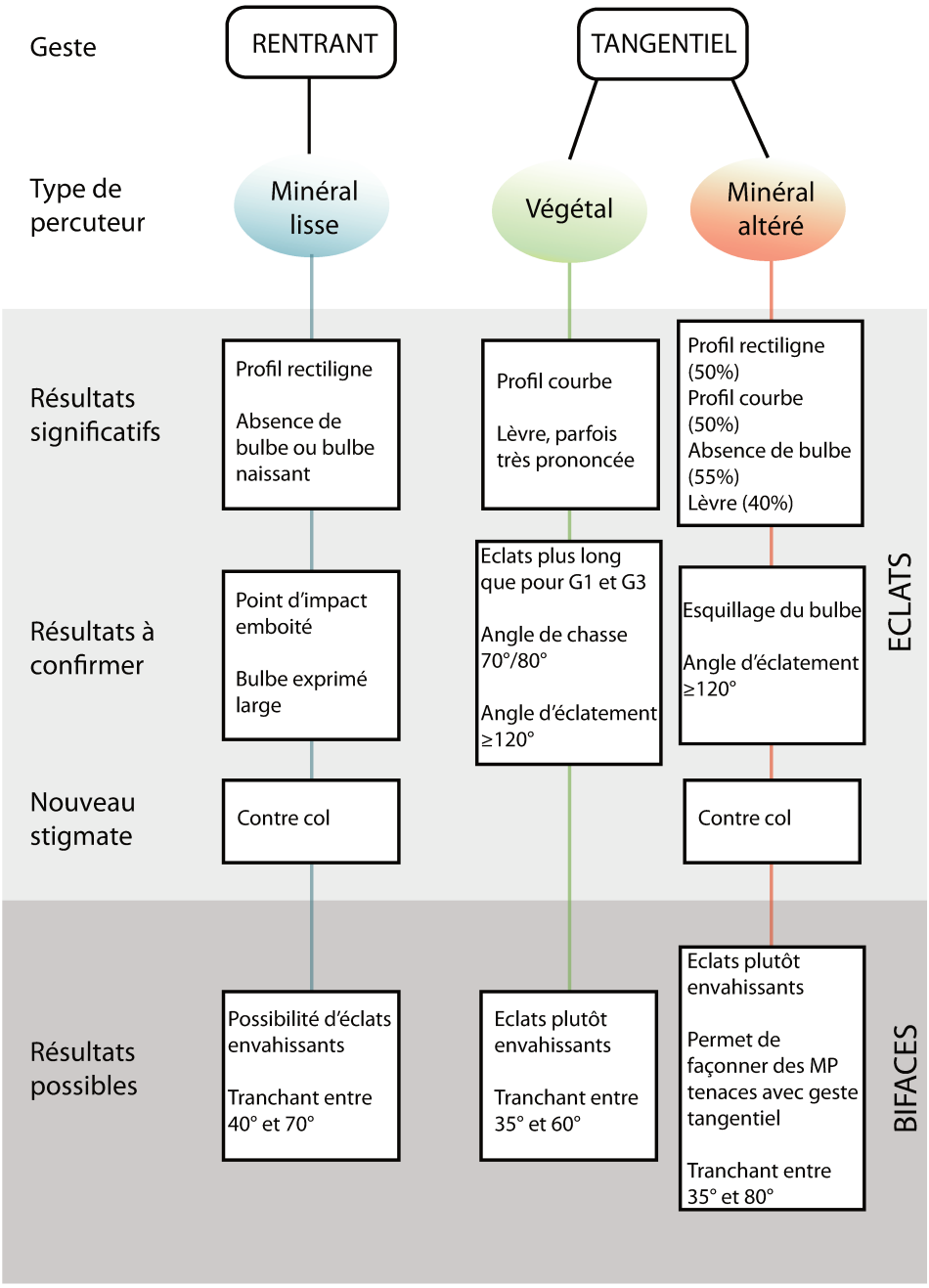


Figure 57. Bilan synthétique des données sur les différentes techniques de percussion.

On peut également mettre en parallèle nos résultats sur les angles d'éclatement avec les travaux de V. Mourre et D. Colonge (Mourre 2004, Fourloubey 2013) concernant ce critère en particulier. En effet, des expérimentations faites sur des matériaux similaires type quartzite, donnent les résultats suivants. Une moyenne de 90/95° se dégage pour la technique de débitage sur enclume et une moyenne autour de 100/110°pour un débitage discoïde avec un percuteur minéral selon un geste rentrante (et forcément sécant au plan de frappe). Le geste tangentiel se traduit plutôt par des angles plus ouverts au-delà de 115°. Ces observations sont en adéquation avec les résultats obtenus sur les laves du Turkana, sans que les tests statistiques ne les valident.

Si les stigmates identifiés ne sont pas forcément discriminants d'une technique en particulier, on voit qu'ils sont opérants puisqu'ils nous permettent de déterminer des tendances. Pour s'approcher d'une tendance qui permettrait d'identifier une technique plutôt qu'une autre, on peut combiner certains critères On peut ainsi déterminer trois combinaisons, pour deux techniques (G1,G2) applicables si on dispose d'un corpus archéologique cohérent de 150/200 (indispensable pour obtenir des projections statistiques fiables).

Pour G1, une combinaison de trois critères :
- Bulbe plat ou naissant
- Profil droit
- Point d'impact emboité

ou
- Contre-col

Pour G2, une combinaison de quatre critères :
- Pas de bulbe
- Lèvre, parfois très marquée
- Profil courbe
- Angle d'éclatement ≥120°

Pour G3, l'exercice se révèle plus difficile car la technique de percussion avec un geste tangentiel et un percuteur minéral altéré donne, assez logiquement, des résultats souvent répartis de manière égale, proche des stigmates des deux autres techniques. Aussi, caractériser de manière indiscutable cette technique à partir de stigmates présents sur les pièces est impossible. *A fiortiori* si celles-ci sont altérées mécaniquement ou chimiquement.
Peut être plus que la technique de percussion, les résultats que nous avons obtenu grâce à la grille d'analyse permettent de mieux appréhender le type de geste utilisé par le tailleur.

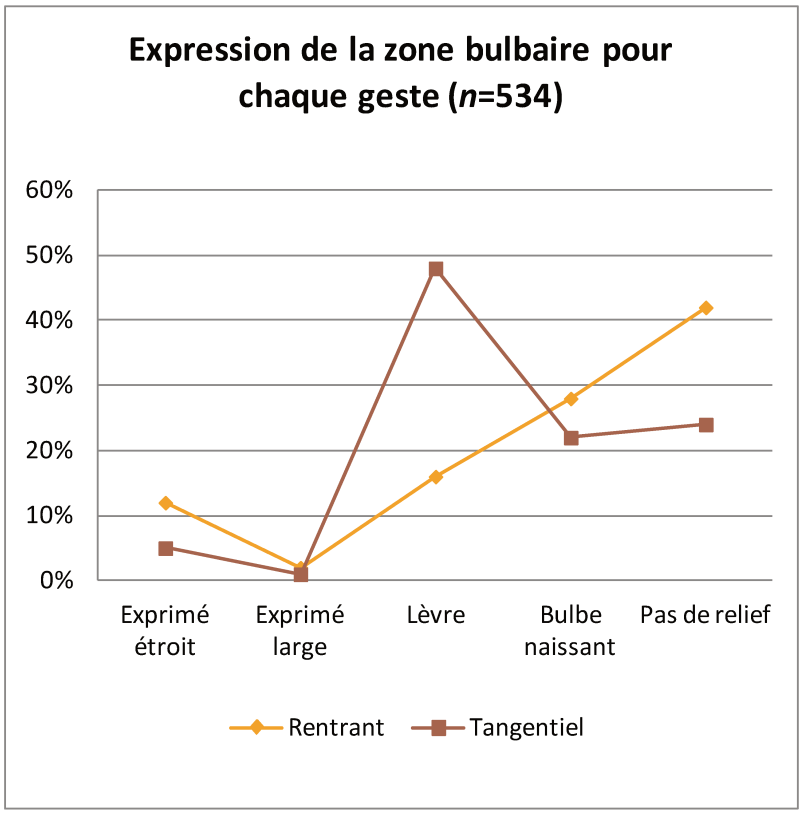
7.2.2. Un geste ou un type de percuteur ?

Si on fait le bilan des résultats obtenus concernant le diagnostic d'une technique en particulier, il semble que ce qu'on peut surtout identifier, **c'est le geste plus que le type de percuteur**. Cela confirme le rôle essentiel des gestes appliqués et souligne l'importance des les considérer également dans les analyses de séries archéologiques, voire avec un intérêt supérieur à la matière des percuteurs employés.
Si on analyse la topographie de la face ventrale en rapport avec le geste de percussion, on constate une nette tendance de l'expression de la lèvre pour un geste tangentiel, comme c'est le cas pour le silex et une majorité d'absence de bulbe ou de bulbe naissant pour les gestes rentrants (**graphique 23**). Comme nous l'avons évoqué précédemment, il semble que la dureté/élasticité du percuteur joue sur la fréquence de ces lèvres, plus que sur leur présence.

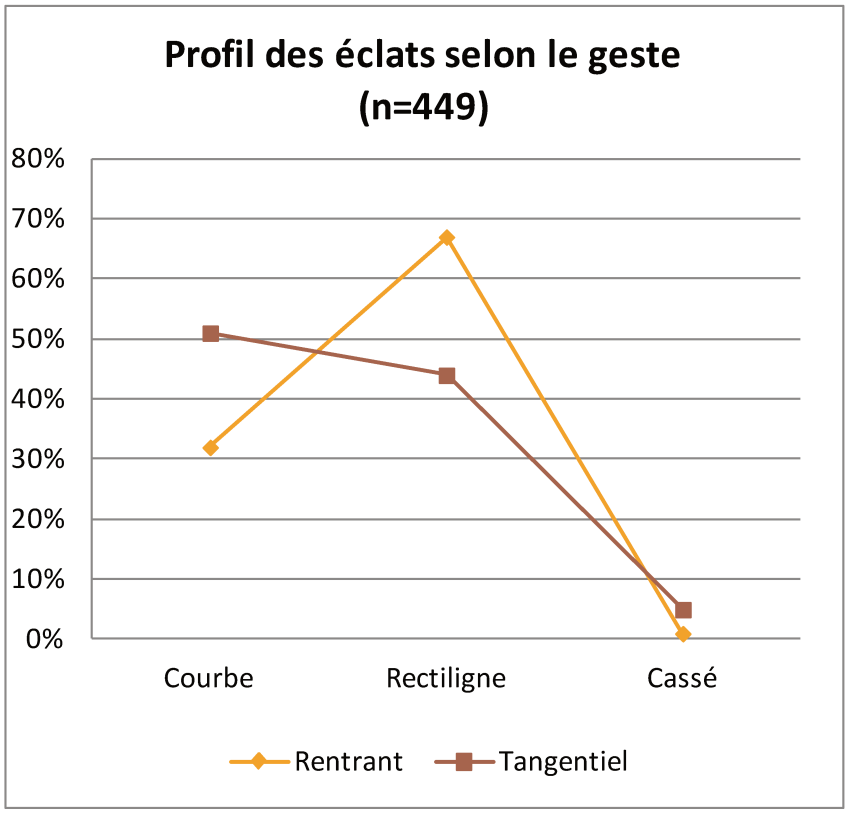
Enfin, si on se place du point de vue des avantages de la technique sur la matière, il faut revenir sur le profil des éclats produits lors du façonnage suivant les différents gestes appliqués. On remarque alors que le geste rentrant a tendance à produire des profils rectilignes contrairement au geste tangentiel qui à l'inverse engendre plus d'éclats de profil courbe (**graphique 24**) comme l'analyse des profils par technique le laissait présager (cf. chapitre 6.2.2.2.). Ces deux critères sont d'autant plus intéressants, qu'ils sont facilement observables sur le matériel archéologiques, même altérés.

Si la complémentarité d'un percuteur aux propriétés élastiques et d'un geste tangentiel est indéniable pour obtenir des éclats de façonnage et un résultat bien maîtrisé sur le produit voulu, il reste difficile de diagnostiquer avec précision la nature même du percuteur. Il est par contre plus aisé, de déterminer le geste (et parfois le point de contact du percuteur sur le bord de plan de frappe).

Ce résultat pose la question de la place du geste ou de la gestuelle de manière globale, dans les techniques de taille, de la façon dont on peut la percevoir à travers les productions lithiques et de sa place dans les conclusions des études morphotechniques des productions lithiques. Mais cela nous oblige également à poser la question suivante : le changement s'est-il effectué dans le geste ou dans la matière du percuteur ? Dans ce cas, quel statut attribuer à ce changement ?



Graphique 23. Expression de la zone bulbaire selon le geste appliqué.



Graphique 24. Expression des profils selon le geste appliqué.

7.2.3. Les conséquences sur la matière

Si les différences et les similitudes des techniques utilisées sont difficilement perceptibles sur le matériel en termes de stigmates quantifiables et diagnostiques, il n'en reste pas moins que l'on peut définir ce qu'elles permettent ou ne permettent pas physiquement sur la matière.

Nous commencerons par les conséquences sur les volumes façonnés. Les gestes rentrants appliqués à l'aide d'un percuteur minéral ont une plus grande capacité à produire des fractures de type *split* ou *wedge*, ayant pour expression des bulbes plats ou parfois naissants. Les sous-produits obtenus avec cette technique sont en général, plus épais que pour les percussions par geste tangentiel et donc «consomment» plus de matière, tant en périphérie que plus à l'intérieur de la surface taillée.
La technique de percussion en geste tangentiel avec un percuteur végétal, produit des éclats plus courbes, qui affectent moins, en théorie, le volume de la pièce façonnée. Un geste tangentiel, quel que soit le type de percuteur, a tendance à émettre des sous-produits moins épais que le geste rentrant et donc à «économiser» de la matière en périphérie, donc à une moindre diminution de la largeur relativement à celle de l'épaisseur. Nous n'avons pas pu déterminer de façon stricte, si les éclats sont plus longs, contrairement aux observations faites sur le silex.
Les percuteurs minéraux altérés en surface produisent des éclats dont les caractéristiques sont semblables à ceux produits avec des percuteurs végétaux, même s'ils partagent aussi des critères avec ceux issus de percussions minérales rentrantes. Leur élasticité, ou du moins la plasticité du contact percuteur/matière taillée, est confirmée par la présence de lèvres sur les talons, même si celles-ci sont moins fréquentes et parfois moins marquées que pour des percuteurs végétaux. Si on se concentre strictement sur les matières, le percuteur minéral altéré est logiquement bien moins détérioré par les opérations de façonnage que ceux en bois végétal. Il peut également servir à renforcer les bords de plan de frappe par raclage, il a donc plusieurs fonctions possibles au sein de la chaîne opératoire.
Surtout, ce percuteur couplé à un geste tangentiel pemet de s'affranchir de certaines difficultés liées à la ténacité de la matière première, impossible à façonner avec le même geste, mais avec un percuteur d'origine végétale.

7.2.4. Possibilités et limites des techniques de percussion

Au terme de cette analyse, quelques indices se dessinent également du point de vue des possibilités des techniques de percussion et de leurs limites.

D'abord par rapport à la matière première : si les percussions tangentielles quel que soit le percuteur paraissent très bien adaptées à la phonolite, permettant de mieux maîtriser le façonnage même si les éclats ne sont pas entiers une fois taillés, la trachyte en revanche réagit très bien à une percussion rentrante avec un percuteur minéral lisse. En effet, la ténacité prononcée de cette matière première rend le travail difficile, surtout si le support est épais. Cette technique de percussion permet de supporter en partie cette difficulté de résistance.
Pour les percussions tangentielles au percuteur minéral altéré, on remarque au cours du façonnage, la nécessité de très bien préparer les bords de plan de frappe, au risque de complètement détruire la zone de travail (plan de frappe et plan de débitage de l'éclat). Il est cependant très difficile d'identifier à l'œil nu cette zone de préparation sur les talons, même tout juste débités. Il semble que l'action de raclage appliquée sur les bords de plan de frappe fasse sauter les grains de matière devenus instables à cet endroit, mais n'affecte pas ceux toujours en cohésion avec la structure de la matière. La microtopographie du talon devient alors légèrement irrégulière, mais ne revêt pas de marques caractéristiques, comme celles que l'on peut observer sur le silex. Il paraît alors difficile de pouvoir faire de telles observations sur le matériel archéologique et de pouvoir identifier ce type d'action sur des matériaux parfois altérés par des phénomènes chimiques ou mécaniques importants.

Concernant les limites des techniques de percussion en elles-mêmes, une caractéristique se dessine aux niveaux des angles des tranchants obtenus sur les produits de façonnage. En effet, les angles inférieurs à 40° semblent seulement corrélés avec un geste tangentiel, de préférence avec un percuteur végétal. Il faut cependant pondérer ce résultat avec le rôle de la chaîne opératoire et des méthodes appliquées. En effet, ce qui ne peut s'obtenir strictement à l'aide d'une technique de percussion peut l'être grâce à une chaîne opératoire particulière adaptée aux besoins. Ce critère n'est donc pas diagnostique d'une technique de percussion mais il souligne néanmoins les limites physiques liées à celle-ci lors d'une certaine utilisation.

7.3. Les limites de l'analyse

7.3.1. Des difficultés d'identifier les techniques de percussion sur les matières premières microgrenues

Comme les résultats le soulignent, ces matières volcaniques africaines, qui se caractérisent par des structures microgrenues et une grande ténacité, rendent la lecture des stigmates difficile. Ceux-ci ne s'impriment pas de manière très prononcée, parfois pas du tout, sur les productions lithiques. En affectant parfois que partiellement la microtopographie des talons ou des zones bulbaires, elles

empêchent une distinction claire des stigmates et donc l'identification des techniques de percussion attenantes. Si les différentes techniques de percussion permettent effectivement d'obtenir un large éventail de résultats sur les matières premières, les différences entre eux, d'un point de vue strictement statistique, ne sont pas aussi tranchées que sur le silex. Nous avons également observé que ces matières premières ont des qualités clastiques qui diffèrent parfois beaucoup d'un bloc à l'autre.
Ces constats étant fait, peut-on considérer que les résultats que nous avons obtenus sont valables sur toutes les matières premières microgrenues ? Peut-on faire une généralité sur ce type de roches ou mieux vaut-il rester sur des problématiques spécifiques à chaque assemblage ?
A ce stade de la réflexion, il semble nécessaire de s'éloigner momentanément de la vallée du Rift et des considérations sur le changement technique, pour tester des matières premières comparables dans la structure et la ténacité. Ce premier essai sur d'autres matières premières nous permettra de relever les similitudes de comportements physiques des matières et ainsi d'évaluer le degré d'application de notre grille d'analyse.

7.3.2. Difficultés d'études sur les séries africaines

Pour être tout à fait complet et répondre à notre interrogation de départ sur le changement technique au cours de l'Acheuléen, notre démonstration se doit d'être appliquée sur des séries archéologiques acheuléennes d'Afrique de l'Est. Malheureusement, les séries que nous avons eu l'occasion d'étudier au cours de plusieurs séjours d'études au muséum de Nairobi et d'Addis Abeba, comportaient très peu d'éclats, souvent en mauvais état physique, ce qui rendaient les identifications de stigmates quasiment impossibles. Nous n'avons pas été en mesure de trouver des assemblages en bon état physique et cohérents pour corroborer nos résultats d'expérimentation dans le temps imparti. Cela nous contraint donc à limiter pour le moment, nos interprétations au cadre théorique. Cependant, afin d'exploiter toutes les possibilités de notre nouvelle grille d'analyse, il nous semble indispensable de l'appliquer sur des assemblages archéologiques acheuléens produits avec des matières premières similaires et dont les faciès comportent les mêmes observations que pour l'Acheuléen africain, c'est-à-dire un changement morphologique radical dans le façonnage des pièces bifaciales.

7.3.3. Quelles autres faciès de l'Acheuléen compatibles avec notre problématique ?

Nous l'avons largement discuté dans la première partie de ce mémoire, un changement notable des morphologies des bifaces durant l'Acheuléen d'Afrique de l'Est, conduit les préhistoriens à nommer les faciès différemment, avec des

notions d'évolution graduelle. Ce changement, parfois radical dans la production d'outils bifaciaux, n'est pas observé dans les seuls sites africains, mais également dans plusieurs faciès acheuléens européens, dans des chronologies parfois très éloignées des premières expressions africaines.
Dans ce cas, puisqu'il semble observé à plusieurs reprises dans l'évolution de l'Acheuléen, tant dans des zones géographiques différentes que dans des chronologies différentes, notre modèle peut-il également s'appliquer pour d'autres assemblages ayant des traits techniques et des matières premières similaires ?

Certains faciès Acheuléen d'Europe sont souvent rapprochés de l'Acheuléen africain par la composition de leurs assemblages, notamment avec une production associée de grands outils sur éclats : les bifaces et les hachereaux. Parmi eux, on peut citer l'Acheuléen ibérique et l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, tout deux circonscrits autour des Pyrénées, au sud de la France et en Espagne. Très similaires, leurs productions sont généralement exploitées aux dépends de matériaux autochtones, microgrenus et très tenaces, largement disponibles autour des sites : les quartzites (Mourre, Colonge 2007; Santonja, Pérez-González 2010; Colonge *et al*. 2012). Leurs productions ainsi que leurs matières premières spécifiques font de ces deux types d'Acheuléen, de très bons candidats pour un essai d'application de notre grille d'analyse. Pour des raisons pratiques et des facilités d'accès, nous avons choisi d'étudier deux séries, du sud-ouest de la France, typiques de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, provenant des sites de Septos (Landes) et Duclos (Pyrénées Atlantiques). Leur chronologie bien plus récente que celle évoquée précédemment, loin d'être un obstacle, peut se révéler fort utile pour la compréhension du mécanisme des changements techniques.

7.3.4. Une approche diachronique pour comprendre le changement

Concernant notre problématique, cette nouvelle expérimentation et la nouvelle grille d'analyse qui en découle ont répondu à certaines interrogations sur les différents résultats obtenus par les différentes techniques de percussion, sur les percuteurs en eux même, les gestes et sur les matières premières. Cependant, un certain nombre d'interrogations concernant les raisons du changement technique reste en suspens. En effet, les produits de façonnage expérimentaux n'ont pas livré les informations que nous avions espérées, notamment sur les effets spécifiques des techniques de percussion. Il apparaît important de rappeler ici de ne pas négliger la part du savoir-faire, du choix de la chaîne opératoire, dans l'adaptation et le bon déroulement du façonnage d'outils.

Cependant, comme notre expérimentation n'était pas orientée sur les méthodes, mais bien sur les techniques, nous allons tenter de voir, si ces techniques de percussion identifiées ont une incidence sur les produits de façonnage au sein de deux assemblages archéologiques correspondant à une période différente. Car si

l'Acheuléen pyrénéo-garonnais partage un certain nombre de caractéristiques avec l'Acheuléen africain, quelques 500 000 ans séparent ces productions. Il est donc intéressant d'observer au sein de cet Acheuléen bien plus jeune, des changements similaires dans l'outillage bifacial et dans les techniques de percussion. En effet, la présence des produits et des sous-produits de façonnage, ainsi que l'identification de certaines techniques au moyen d'une expérimentation spécifique, peuvent nous éclairer sur les relations entre technique, matière première, morphologie des bifaces et sur ces notions de changement.

Troisième partie

Volet ouest-européen



Le renouvellement de la grille d'analyse des stigmates pour les matières premières microgrenues et tenaces et les données qui en découlent démontrent que l'exercice était nécessaire. Malgré une résolution d'analyse inférieure à ce que nous aurions espéré, les résultats obtenus nous montrent que les matériaux ont des réactions et parfois des stigmates propres à leur structure physique. Cependant, cette particularité entraine des déficits de résolution dans l'impression de ces stigmates et donc des difficultés d'identification qui risquent d'être accentuées sur le matériel archéologique, forcément plus altéré et certainement de corpus moins complet. L'expérimentation a également démontré que les différences peut-être les plus notables se trouvaient dans le geste plus que dans la nature du percuteur.
Afin de vérifier la validité de notre grille d'analyse, mais aussi nos hypothèses et surtout pour pallier les manques des collections africaines déjà évoqués, nous proposons de la confronter à des corpus d'éclats archéologiques homogènes et des états de surface convenables, provenant du sud-ouest de la France.

Les changements morphotechniques des bifaces, constatés pendant l'Acheuléen en Afrique de l'est, sont également soulignés durant l'Acheuléen d'Europe. Parmi la multitude d'expression technologique que l'on peut y trouver, un faciès nous interpelle particulièrement : celui de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais. Circonscrit dans le Sud-ouest de la France entre le bassin de la Garonne et le piémont pyrénéen, il présente le double intérêt d'utiliser des matières premières microgrenues et tenaces (mais aussi des matières premières comme le silex), disponibles dans l'environnement proche des sites et de comptabiliser au sein des productions, un outillage lourd sur éclat, fait de pièces bifaciales et de hachereaux, caractéristiques partagées avec les industries acheuléennes africaines déjà citées. Par ailleurs, beaucoup de questions sur les différences entre les techniques, l'intérêt du changement technique et son influence sur les produits de façonnage restent à traiter. Pour aborder la question de manière plus large et essayer de mieux comprendre les enjeux de ces changements techniques, nous proposons d'adopter un point de vue diachronique.
L'étude des séries de l'Acheuléen du Sud-ouest va nous permettre de replacer la variabilité des techniques de percussion et le choix technique dans un cadre plus large, pour comprendre les mécanismes liés à ces changements/choix, indépendamment d'une période donnée.
Nous allons donc appliquer notre grille d'analyse à ces séries plus récentes, considérées dans ce complexe pyrénéo-garonnais. Après avoir défini les contours de ce faciès particulier, nous comparerons les caractères observés sur les matériaux africains avec ces matières premières similaires dans ce contexte chronologique différent, afin de déterminer les récurrences et les dissemblances. Cela nous permettra ensuite d'avancer des arguments sur la place de la technique de percussion dans l'environnement technique global lié aux outils en pierre taillée, mais aussi d'aborder une réflexion plus large sur les proxys que nous utilisons pour définir ces changements dans les sociétés du Paléolithique ancien.

8. LES DONNEES ARCHEOLOGIQUES

8.1 Un faciès acheuléen dans le Sud-ouest de la France

8.1.1 L'Acheuléen pyrénéo-garonnais

8.1.1.1 Le contexte historique

Avant de traiter les données pour répondre à notre problématique, il est nécessaire de revenir sur la définition de cet autre Acheuléen et de valider l'éligibilité de ces séries à nos considérations. Nous l'avons abordé dans la première partie, les variabilités dans l'Acheuléen ont conduit les préhistoriens à définir plusieurs faciès pour regrouper des caractéristiques similaires et néanmoins spécifiques à certaines régions ou périodes. Certaines particularités des assemblages du Sud-ouest de la France notamment avaient conduit F. Bordes à décrire un Acheuléen « des Grottes », également appelé Acheuléen méridional (Bordes 1971). Il était censé différer de l'Acheuléen du Nord de la France par plusieurs critères d'identification : un faible pourcentage de bifaces, la présence de hachereaux sur éclats, des galets taillés en quartz ou en basalte (parfois en silex), des nucléus dit « amorphes », la présence d'outils de type Paléolithique supérieur et peu de racloirs. La méthodologie largement basée sur la typologie et le caractère non discriminant des critères utilisés pour définir ce faciès a été, par la suite, largement critiqué (Villa 1981; Villa 1983; Mourre et Colonge 2007).

Une entité est pourtant bien identifiable dans le sud-ouest de la France (**figure 58**), considérée comme un sous-ensemble du techno-complexe Acheuléen et appelée Acheuléen pyrénéo-garonnais (*Ibid.*). Présent du Massif central aux Pyrénées, il est très proche de l'Acheuléen ibérique avec lequel il partage notamment, la production de hachereaux stricto sensu (Tixier 1956). La chronologie est pour le moment confirmée par des datations des sites de Duclos (Pyrénées Atlantiques) et Romentères (Landes). Elle tend à démontrer que ce techno-complexe s'étend au-delà du Paléolithique ancien auquel il était jusqu'ici associé (Colonge 2012; Hernandez *et al.* 2012; Lelouvier 2013) et empiète sur le Paléolithique moyen dont il pourrait être contemporain. Il possède également de bons critères d'unicité d'un point de vue typologique, technologique et géographique.

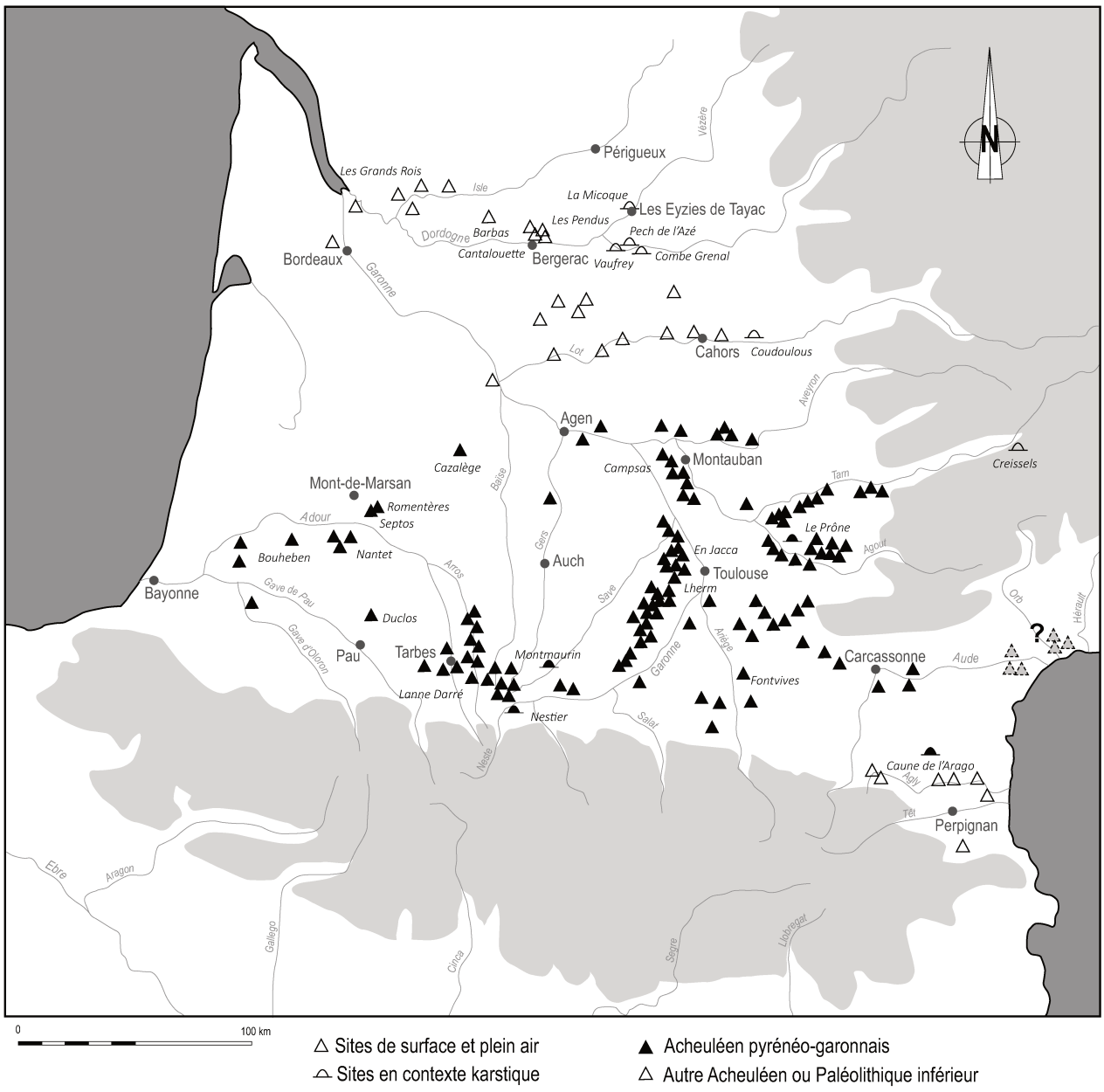


Figure 58. Carte de situation de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais. D'après Mourre et Colonge 2007.

8.1.1.2. Les productions lithiques

L'éventail de matières premières très varié, provenant directement des Pyrénées et du Massif central, représente bien les limites géographiques de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais. Cette matière première est utilisée en priorité et les artisans sont capables d'anticiper les besoins en utilisant des ressources provenant de plusieurs kilomètres (Colonge et Texier 2005).

La production lithique se caractérise par un façonnage bifacial *lato sensu*, un débitage de grands éclats dédiés à une production de hachereaux, un petit débitage dominé par la méthode discoïde et également l'utilisation fréquente du débitage sur enclume (Mourre et Colonge 2007), ces deux dernières productions visant à obtenir des supports pour confectionner un petit outillage assez hétéroclite. Le façonnage des pièces bifaciales présente une particularité. Utilisant généralement la même technique de percussion pour le façonnage (percuteur minéral lisse avec un geste rentrant) que celle pratiquée pour le débitage majoritaire, on ne peut quasiment pas distinguer les sous-produits de façonnage du reste des éclats produits au sein de l'assemblage (Colonge 2012; Fourloubey 2013; Brenet 2013). Cette chaîne opératoire est qualifiée par les auteurs sus-cités de «*façonnage mixte combiné*» Une autre chaîne opératoire de façonnage bifacial, plus discrète, est réalisée à l'aide d'une autre technique de percussion avec un geste tangentiel et qualifiée de *« façonnage stricte »*. Les auteurs choisissent de ne pas déterminer le type de percuteur, proposant des percuteurs organiques ou durs tendres (Colonge 2012, p. 170) et déduisent que la conséquence de cette utilisation permet des produits dont l'investissement technique et esthétique est plus marqué.

La présence de hachereaux, souvent considérés comme africain ou d'influence africaine (cf. première partie), a suggéré bons nombres d'interprétations. Si certains opposent aux interprétations culturelles de F. Bordes, un déterminisme incontournable de la matière première (Villa 1981), d'autres proposent de préciser que les matières premières couramment utilisées au sein de ce sous-ensemble de l'Acheuléen représentent plus des contraintes qu'un déterminisme de la chaîne opératoire (Jaubert et Servelle 1996; Mourre 2003; Mourre et Colonge 2007). Ces derniers concluent que les hachereaux sont plus une « modalité préféré » des tailleurs, ce qui en fait un marqueur culturel fort, présent de chaque côté de la chaîne des Pyrénées. Ces critères de définitions sont d'ailleurs très proches du sous-ensemble appelé Acheuléen ibérique (Santonja et Pérez-González 2010), mais ils sonnent aussi comme un écho à ceux de l'Acheuléen africain.

Même si cette hypothèse d'influence africaine dans les productions pyrénéo-garonnaises est pour le moins discutable, l'utilisation de grands éclats support pour la production d'un outillage lourd complétée par des activités de débitage d'éclats et une panoplie d'outils de dimension plus petite offrent à ce faciès une certaine validité à la comparaison. Ces séries sont donc de bonnes candidates pour tester notre grille d'analyse, du moins pour les éclats de façonnage.

8.1.1.3. La chronologie de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais

Grâce à deux sites fouillés en 2012 (Duclos et Romentères), réunissant des conditions de conservation particulièrement favorables, une campagne de datation par thermoluminescence a été menée afin de donner un cadre chronologique concret à l'Acheuléen pyrénéo-garonnais (Hernandez *et al.* 2012). Les deux assemblages dont les particularités de production lithique correspondent à la description présentée ci-dessus ont des contextes chronostratigraphiques plus ou moins similaires et comportent des éléments chauffés (minéral ou sédiment). Ainsi, si les silex chauffés de l'industrie de Romentères se rapportent potentiellement aux stades isotopiques 8-9, la série de Duclos a été attribuée au début du stade isotopique 6.
L'Acheuléen pyrénéo-garonnais pourrait donc être contemporain d'autres techno-complexes du Paléolithique moyen ancien (notamment celui à rares bifaces) où d'autres choix techniques et culturels sont en jeu : une prédominance du débitage sur le façonnage, une production systématisée avec l'utilisation grandissante du débitage Levallois et des outils retouchés plus spécifiques. Ces industries sont le produit d'une économie des matières premières plus stricte avec certaines d'entre elles dédiées à des chaînes opératoires spécifiques. Cette avancée dans le cadre chronologique oblige à considérer une évolution des techno-complexes d'une manière différente que celle proposée auparavant et à autoriser une réflexion sur la possibilité de phénomènes culturels discontinus et régionaux mais contemporains. Ces possibles coexistences de populations aux choix techniques si différents ne sont pas inintéressantes pour notre propos, car elles préfigurent de la multitude de possibilité d'économies de subsistance dans un milieu et un lieu donné et par là même, de la notion de choix de système technique, qui peut ainsi devenir un marqueur culturel.

8.1.2. Des matières premières spécifiques

8.1.2.1. Provenance et propriétés géologiques

Le panel de matières premières, constitutif des critères de ce faciès acheuléen, que l'on trouve entre le Massif central et les Pyrénées, est particulièrement varié et comporte aussi bien des roches sédimentaires que des roches métamorphiques. Ces roches en position primaire se retrouvent dans les socles des massifs montagneux. La chaîne axiale des Pyrénées compte une grande variété de roches d'origines sédimentaires (Dévonien, Carbonifère), magmatiques et

métamorphiques. Ainsi, d'une manière globale, on peut y trouver des quartzites, des schistes, des lydiennes, des grès, des cinérites, des quartz, du granite ou des roches volcaniques. Plus au nord, le pied de la chaîne comprend des formations du Jurassique et du Crétacé inférieur qui produisent des roches sédimentaires de type « silex de flysch », Campanien ou Maastrichtien, tandis que la zone sous-pyrénéenne est composée de formations du Crétacé supérieur et Oligocène dont les silex tertiaires sont issus.

Mais la plupart des matières premières récoltées par les hommes de la Préhistoire étaient en position secondaire, plus ou moins à proximité des sites que nous étudions aujourd'hui. Ces gisements secondaires se composent d'un côté de cônes détritiques, situés principalement au piémont des Pyrénées et de l'autre côté du réseau hydrographique qui recoupe ces formations dont elles charrient les matières sous forme de galets (Colonge *et al.* 2012). (**figure 59**)

La matière première majoritairement utilisée dans les sites acheuléens pyrénéo-garonnais sont les quartzites d'origine métamorphique, appelées métaquartzites,

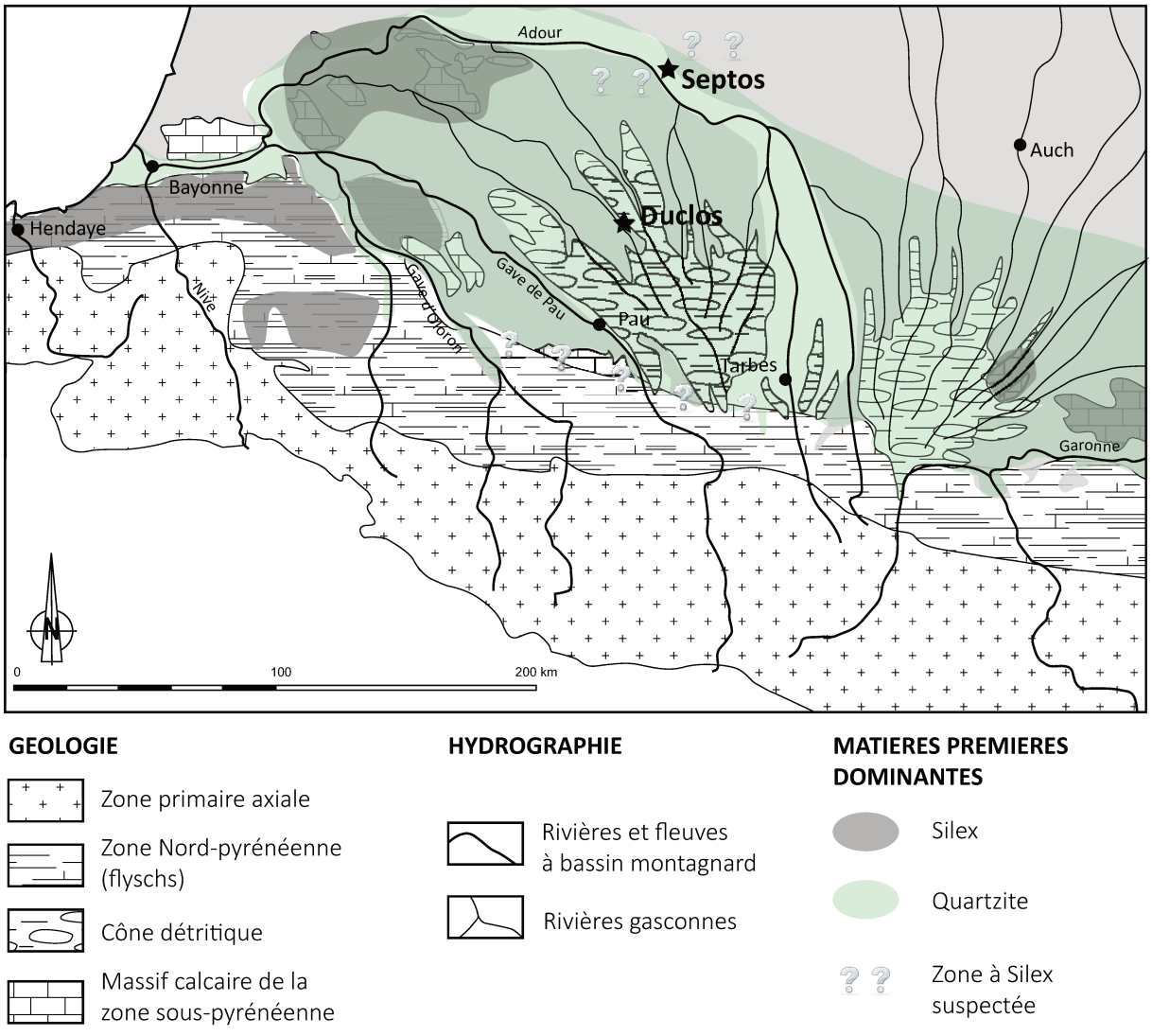


Figure 59. Carte de situation simplifiée des matières premières d'après Colonge 2012.

contrairement aux orthoquartzites d'origine sédimentaire. Les galets sont souvent traversés de filons de quartz qui peuvent entraîner des plans de clivages à cet endroit.

«Il s'agit d'une roche siliceuse compacte formée par des grains de quartz soudés par une matrice siliceuse, parfois entourés d'auréoles d'enrichissement. Elle présente une fracture conchoïdale lisse ou finement écailleuse ; le plan de fracture traverse les cristaux et ne contourne pas les grains. Le plus souvent la texture grenue est moyenne à grossière, déclinée en teintes froides, du gris vert au bleu» (Colonge 2012, p. 131)

Plusieurs variétés ont été définies sur les sites de Duclos et de Septos (Landes), se déclinant sous cinq formes distinguées par leur texture, leur couleur, leur ténacité et la qualité de leur fracture (Colonge 2012; Fourloubey 2013). (**tableau 29**)

Dénomination	Description
ZT1	Quartzite à grain moyen de teintes gris à bleu. Leur texture est globalement homogène. Les galets présentent toujours des réseaux de diaclases remplies de quartz néoformés; cependant leurs épaisseurs et leurs densités sont très variables, d'où un impact proportionnel sur les fracturations. Celles-ci sont souvent assez nettement conchoïdales, mais peuvent être en split également. La réponse à la percussion est moyenne à bonne.
ZT2	quartzites à grains fins, denses, le plus souvent avec peu de matrice,opaque. Les teintes vont du gris au brun. La texture est très homogène, caractère renforcé par des réseaux de fines diaclases discrets. La fracture est conchoïdale avec de bonnes réponses à la percussion.
ZT3	quartzites à grains moyens à grossiers translucides dans une matrice relativement abondante légèrement opaque. La texture est homogène et peu diaclasée. Les fracturations sont plutôt en split dans une aptitude à la taille assez moyenne.
ZT4	quartzites à gros grains hétérométriques blanchâtres dans une matrice rare, opaque brun clair. Hétérogènes et clivés, leur aptitude à la taille est au mieux moyenne, globalement mauvaise.
ZT5	quartzites à grains très fins translucides, denses, très peu de matrice. Ces matériaux sont plutôt homogènes et produisent des fracturations conchoïdales. L'aptitude à la taille est moyenne à bonne.

Tableau 29. Description des 5 types de quartzite définit par D. Colonge 2012

Pour les modules de type galet, l'action mécanique et hydraulique des rivières a également transformé les premiers millimètres de matière, créant un néocortex dont le rôle est majeur dans l'exploitation anthropique de la roche. En effet, ils permettent d'avoir des plans de frappe lisses et réguliers ainsi que des tranchants d'éclats plus homogènes. La couleur et la fraîcheur de ces néocortex peuvent également donner des indications sur la source de ces galets.
Ainsi la ténacité, la structure grenue et la spécificité de ce néocortex donne à ces matières premières des caractéristiques tout à fait comparable aux matières premières étudiées en Afrique. La seule différence notable réside finalement dans l'absence de litage de ces matériaux et il faudra être vigilant sur ce point concernant la structure volumétrique des pièces bifaciales et les solutions forcément différentes pour s'adapter à ces contraintes structurelles.

8.1.2.2. Spécificités des aptitudes à la taille

Ces métaquartzites, que nous appellerons quartzites pour simplifier le propos, sont tenaces et grenues. Pour obtenir des fractures conchoïdales, il est nécessaire d'appliquer des percussions d'une certaine violence. D'après V. Mourre, les quartzites possèdent néanmoins une fracture conchoïdale relativement bonne mais cette structure de la matière affecte la cohérence des surfaces débitées. Ainsi, les négatifs des éclats produits n'offrent pas des plans de frappe réguliers ce qui gêne le bon déroulement des enlèvements suivants. Pour pallier ce problème structurel, les artisans utilisent préférentiellement les galets comportant des néocortex, formés essentiellement en rivière par action mécanique. Ces galets offrent des plans de frappe d'une plus grande cohésion et plus régulier qui permettent d'obtenir des tranchants plus résistants (Mourre 1996). Cette usure mécanique des premiers millimètres des galets influe également sur la forme des modules de départ : généralement de forme oblongue et relativement aplatie (conséquence probable des plans de clivages naturels de la roche). Les modalités d'exploitation s'adaptent parfois à la matière première tenace, notamment par l'application de concepts du débitage d'éclats discoïde ou sur enclume, car elle peut supporter des gestes d'une certaine violence (Mourre 2004).
Concernant la lisibilité des stigmates, ces roches ont des points communs avec les laves utilisées dans l'expérimentation présentée en deuxième partie. Il est en effet parfois difficile de discerner, sur les collections archéologiques les points d'impact, les conchoïdes, les bulbes, etc.… (Mourre *et al.* 2010). La structure de ces roches altère donc aussi la qualité d'impression des stigmates, caractéristique qu'elles partagent avec les matières grenues d'origine volcanique africaine.

8.2. Contexte et problématiques de Duclos et Septos

8.2.1. Contexte et méthodologie de fouille

Le contexte que nous allons aborder pour l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, qu'il soit chronologique ou géographique, à travers ces deux assemblages issus de fouilles préventives, est très différent du précédent. De fait, le contexte méthodologique l'est tout autant et cela a des conséquences sur les études réalisées en amont sur la production lithique.
Les séries retenues pour l'étude de cet Acheuléen pyrénéo-garonnais proviennent de deux sites français qui ont été découverts et fouillés en contexte préventif par l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (Inrap), dans le cadre de la construction du tracé autoroutier de l'A65, reliant Langon à Pau. Cet

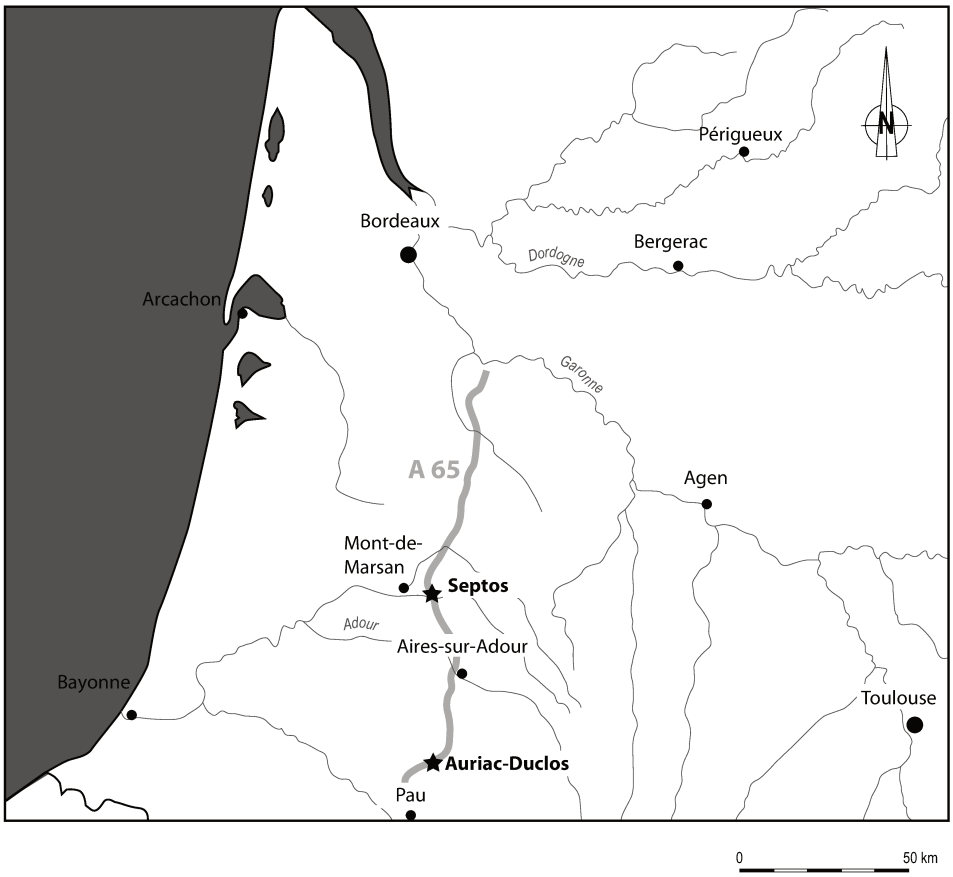


Figure 60. Carte de situation des sites de Septos et Duclos sur l'axe de l'A65.

axe qui traverse une grande partie du sud-ouest de la France (Gironde, Landes et Pyrénées-Atlantiques) a permis de fouiller 31 sites dont un quart environ est corrélé au Paléolithique inférieur et/ou moyen (**figure 60**). Les méthodes de fouilles sont bien évidemment différentes de celles employées pour les sites africains. Si une partie de la série de Duclos a pu être prélevée au moyen d'une fouille manuelle fine sur quelques mètres carrés, l'essentiel de l'assemblage provient d'une fouille mécanisée, à l'aide d'une pelle à godet lisse, avec des passes de décapage d'ordre centimétrique (entre 1 cm et 3 cm). Sous le contrôle constant d'un archéologue, chaque objet identifié est coté à l'aide d'une station totale et numéroté. Plusieurs informations sont alors enregistrées en lien avec le numéro attribué au vestige : la couche sédimentaire, l'orientation en plan sur une rose des vents, le pendage, la matière première, la détermination et s'il paraît brûlé ou non. Le caractère résistant des matières premières, la répartition assez lâche des vestiges et l'encaissant argileux très plastique a permis de mécaniser la fouille avec un minimum de pertes. Celles-ci, par ailleurs inévitables, sont limitées par un contrôle manuel systématique des déblais. Elles concernent essentiellement les pièces de petites dimensions qui restent dans les déblais et les matières fragiles comme le silex, qui risquent d'être affectées par des fractures. Cette méthode est utilisée depuis plusieurs années en archéologie préventive, particulièrement dans le Sud-ouest de la France. Elle a fait l'objet de plusieurs ajustements et

adaptations et a prouvé son efficience dans le cadre préventif. Elle a également été appliquée sur le site de Septos (Colonge 2012; Fourloubey 2013).

8.2.2. Contexte géographique, stratigraphique et taphonomique

Les sites de Duclos et Septos sont deux gisements de plein air. Le site de Duclos est sur la commune d'Auriac, à environ 230 m d'altitude, en rebord d'un plateau d'origine alluviale, dans le nord du Béarn. Cette zone est constituée de plateaux, divisés par des rivières d'axe nord-sud de type dissymétrique. Elles *«charrient un panel lithologique intimement lié à leur bassin versant réduit.»* (Colonge 2012, p. 49). Le gisement est délimité au nord-ouest par un petit vallon d'un cours d'eau modeste voire intermittent et à l'ouest par un versant doux d'une vingtaine de mètres. La stratigraphie indique qu'un système de rivière non-pérenne devait également exister au cours du Pléistocène. Cette configuration, avec des ressources disponibles en eau, en matières premières et donc en gibier, confère à la localité de Duclos, un potentiel favorable à l'installation de groupes humains, quelle que soit la période.
Plus au nord, le gisement de Septos se situe sur la commune de Cazères-sur-l'Adour, toujours dans le Béarn, sur la rive droite de l'Adour, au nord du Piémont pyrénéen. La terrasse sur lequel les artisans paléolithiques se sont installés est à 90 m d'altitude et fortement disséquée par l'érosion. Pour les matières premières lithiques les artisans se sont approvisionnés dans la vallée de l'Adour, sauf pour le silex, qui provient pour certains de zones proches, mais pour d'autres de gîtes situés à plus de 40 km. Tout comme sur le site de Duclos, cette vallée constitue la ressource principale pour tous les besoins nécessaires à l'installation de groupes humains paléolithiques.

Concernant la stratigraphie, le site de Duclos comprend quatre grandes unités séparées par des paléosols (**figure 61**). Deux phases de sédimentations lœssiques correspondent aux deux derniers cycles climatiques (cet enregistrement est moins intense sur le site de Septos). Le paléosol le plus récent correspond à l'Éémien-début glaciaire (stade isotopique 5a à 5e), le deuxième au stade isotopique 7 (189 – 255 ka). Les assemblages des deux sites sont remaniés dans les deux cas et localisés dans un encaissant plus récent que celui d'origine qui correspondrait à l'Éémien (stade isotopique 6). Les conclusions du travail collectif sur ces fouilles aboutissent à la même interprétation : les vestiges archéologiques représentent des ensembles cohérents qu'il convient d'étudier au regard d'une analyse de la taphonomie, pour bien comprendre les phénomènes post-dépositionnels qui ont affectés l'intégrité des assemblages.
Si les vestiges de Duclos sont conservés en stratigraphie, ils sont en partie *«remaniés dans le corps sédimentaire des sédiments du 2B »* (*Ibid.*, p. 125) et une minorité d'entre eux a été résidualisée. Un tri granulométrique lié aux divers phénomènes de gel/dégel ou ruissellements a surtout atteint la fraction inférieure à 3 cm. Les

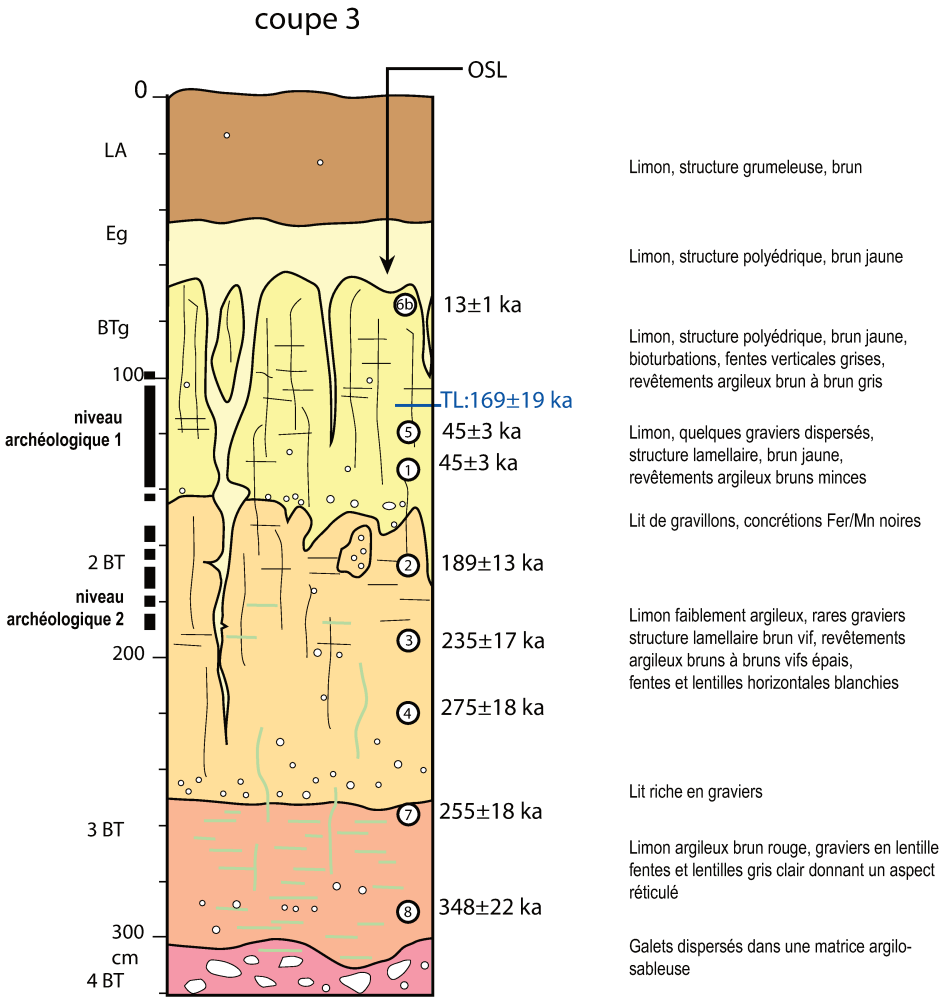


Figure 61. Restitution graphique simplifiée de la coupe 3 du site de Duclos, d'après P. Bertran, in Colonge 2012.

conséquences directes sont que l'assemblage représente un état tronqué de celui initialement laissé par les artisans acheuléens. La série est néanmoins homogène, présente des cohérences techniques, typologiques et quelques remontages. Elle est donc, dans les limites imposées par ces particularités, éligible à une étude plus qualitative que quantitative.
Le site de Septos est lui aussi affecté par des phénomènes taphonomiques du même ordre, qui ont eu un impact encore plus grand sur le matériel, tronquant de façon importante l'ensemble. Cette série ne représente donc pas la réalité effective de l'époque, mais reste néanmoins un témoin cohérent et fiable pour l'étude qui nous devons mener.

Malgré ces déficiences, les corpus sont assez conséquents pour supporter une analyse comparable à celle menée sur les matériaux africains. Le matériel archéologique est bien conservé et les états de surface sont assez lisibles pour pouvoir appliquer la grille d'analyse.

8.2.3. Contexte chronologique

Plusieurs éléments de chronologie sont disponibles sur ces deux sites. Premièrement les analyses géomorphologiques menées par P. Bertran dans les deux rapports de fouilles permettent de définir un cadre allant des dépôts actuels à ceux du Pléistocène ancien. Des dates OSL ont été effectuées sur le site de Duclos, qui confirment ces hypothèses et proposent que les deux niveaux contenant des vestiges archéologiques correspondent au stade isotopique 3 (BTg) et au stade isotopique 6/7 pour le 2BT (**figure 61**). Un élément en quartzite chauffée a également bénéficié d'une datation par thermoluminescence. Cette pièce qui se trouvait dans l'horizon BTg (corrélé au stade isotopique 3) a livré un âge de 169 ± 19ka. Cela permet aux responsables de cette fouille, d'émettre l'hypothèse que les pièces comprises dans cet horizon sont probablement en position secondaire et proviennent d'une couche antérieure. Il est donc probable, au regard de la cohérence de l'assemblage et de cet éclairage, que les deux couches proviennent d'un même ensemble appartenant au stade isotopique 6 (Hernandez *et al.* 2012). De même, la composition des assemblages et leurs caractères morpho-technologiques autorisent les auteurs à les corréler et à les attribuer à l'Acheuléen pyrénéo-garonnais dans leur totalité. Or jusqu'ici, la chronologie de ce faciès régional semblait, d'un point de vue théorique, technique et typologique, antérieure au Paléolithique moyen ancien. Il semble pourtant, d'après ces données inédites, que l'Acheuléen pyrénéo-garonnais perdure jusqu'au début du stade 6 dans le sud-ouest de la France. *«Cette proposition constituerait un modèle d'évolution des industries nettement moins linéaire que celui évoqué.»* (Colonge 2012, p. 255) et la possibilité de groupes culturels différents, utilisant des stratégies distinctes dans un même cadre chronologique et environnemental.

8.2.4 L'expérimentation

Un corpus d'expérimentation sur des matériaux semblables à ceux utilisés à Duclos et Septos, constitué bien avant le nôtre, était également disponible. Cette expérimentation est un développement de l''Axe de Recherche Collectif (ACR) conduit au sein de l'Inrap, coordonné par Michel Brenet et Marc Jarry[24]. Trois expérimentateurs confirmés (Vincent Mourre, Laurence Bourguignon et Michel Brenet) ont façonné des pièces bifaciales sur des supports similaires aux sites de Duclos et Septos. Au moyen de différents types de percuteurs (quartzite, buis,

24 Expérimentations conduites dans le cadre de l'axe de recherche n°1 (2007-2010) de l'Inrap : «Le Paléolithique inférieur et moyen : synthèse des données de fouilles récentes et comparaison sud-ouest - nord-ouest» - Projet 141 : «Le Paléolithique antérieur au Dernier Glaciaire dans le Sud-ouest de la France : nouvelles données sur l'émergence et la diversité des systèmes techniques dans leurs contextes environnementaux et économiques». M. Brenet et M. Jarry coord.

bois d'élan), ils ont produit 11 bifaces et environ un millier d'éclats. A l'origine, cette expérimentation a été effectuée pour tester la validité de l'hypothèse de façonnage strict et mixte. Elle a également été analysée, avec d'autres corpus expérimentaux, dans le cadre de la thèse de doctorat de M. Brenet (Brenet 2011).
Cette série représente un avantage certain pour confirmer ou infirmer nos observations et valider notre grille sur des matériaux différents des laves africaines récemment taillés. Nous avons donc choisi de l'intégrer à notre étude.

8.3. Les séries lithiques de Septos, Duclos et de l'expérimentation

8.3.1. Les corpus

8.3.1.1. Septos

Le gisement de Septos est un site de plein air, réparti sur deux secteurs de 2735 m² et de 2100 m². Sur 709 vestiges retrouvés au total, 673 ont été coordonnés.

Corpus de Septos	Quartz	Schiste tâcheté	ARP	Lydienne	Quartzite	Silex	Nombre de reste
Indeterminé					1		1
Fragments de percuteur			1		18	1	20
Percuteurs			1		15		16
Galets à enlèvements				3	83	1	87
Fragments de galets	1	1		5	75	3	85
Cassons					2		2
Débris		1			48	7	56
Fragments d'éclats			1		63	7	71
Eclats	1	1			76	12	90
Fragments de nucléus					22		22
Nucléus					72	9	81
Fragments de pièces bifaciales					4		4
Pièces bifaciales					37	2	39
Hachereaux					18		18
Galets aménagés			1	3	41		45
Polyèdres			1		20		21
Base négative indéterminée					1		1
TOTAL	2	3	5	11	596	42	659

Tableau 30. Décompte général du corpus total de Septos, d'après D. Colonge

Comme présenté ci-dessus, le site est remanié et l'unité stratigraphique qui comprend les vestiges est issue de la résidualisation d'un amalgame de différents paléosols, estimé par datation relative (micromorphologie et stratigraphie) aux environs du Pléistocène moyen ou inférieur.
Un tri hydraulique a largement affecté l'unité de l'assemblage et se traduit par un déficit de petites pièces. Il composé essentiellement de quartzite et de silex. Cette dernière matière première est représentée dans des proportions inhabituelles pour ce type de séries d'après D. Colonge, ce qui laisse penser qu'elle était disponible en quantité et accessible.
Le corpus compte de très nombreux percuteurs. La variété de leurs matières premières, en particulier des néocortex de ceux-ci, laisse entrevoir une complexité plus large que ce qu'on pourrait imaginer pour la percussion minérale et représente un éventail de choix large en termes de dureté. Ils correspondent soit à des percuteurs mobiles soit à des éléments fixes de type enclume (**tableau 30**).
Une vue d'ensemble du corpus à travers des statistiques élémentaires permet de rendre compte de sous-produits de façonnage assez grands, qui traduit le biais lié aux phénomèmes taphonomiques du site qui ont affecté la fraction fine des vestiges (**tableau 31**).

Eclats entiers	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	62,83	52,13	19,90
Ecart type	26,49	18,41	9,20
Médiane	55	50	17
Maximum	196	119	49
Minimum	27	22	7

Talons	l talon (mm)	E talon (mm)
Moyenne	33,85	14,21
Ecart type	15,20	6,70
Médiane	33,5	13
Maximum	80	32
Minimum	5	2

Tableau 31. Statistiques générales des éclats entiers et des talons étudiés de Septos.

8.3.1.2. Duclos

Le site de Duclos est une occupation de plein air en rebord de plateau sur un système de vallée dissymétrique. Fouillé sur 6900 m², la nappe de vestiges se compose de 3 concentrations. La couche sédimentaire dans laquelle les vestiges sont conservés est également perturbée par un tri granulométrique qui se traduit

surtout par la surreprésentation des nucléus. Le corpus compte au total 1442 pièces homogènes et cohérentes d'un point de vue typo-technologique (**tableau 32**). Il est important de noter l'existence de quelques remontages et raccords entre les pièces, dont un concernant un raccord de Siret dont chaque partie provient de deux couches différentes. Grâce à cela, l'assemblage a été considéré comme appartenant à une seule et même entité circonscrite et cohérente.
Le matériel est taillé essentiellement aux dépens de quartzite, mais également de quelques schistes tachetés et de silex. Si ces matières premières proviennent surtout de la vallée du Luy de France, en contrebas de l'occupation, les silex proviennent de gîtes plus éloigné. Les schistes de l'assemblage ont une bonne aptitude à la taille et une fracture conchoïdale. Leur structure litée ne semble pas être un inconvénient rédhibitoire à leur exploitation. Nous avons délibérément écarté cette matière première aux caractéristiques bien différentes des quartzites, les éclats la concernant n'apparaissent donc pas dans l'analyse.

Corpus de Duclos	Schiste tâcheté	ARP	Lydienne	Quartzite	Granite	Silex	Nombre de reste
Indeterminé	1						1
Fragments de percuteur	1			33			34
Percuteurs	1			23	3		27
Galets à enlèvements	1	1		72		1	75
Fragments de galets			1	92			93
Cassons			1	29			30
Débris	3	1	6	132		3	145
Fragments d'éclats	7	1	1	296		4	309
Eclats	3	1	1	337		11	353
Fragments de nucléus	1			37			38
Nucléus				201		1	202
Pièces bifaciales	2	1		47		2	52
Hachereaux				25			25
Galets aménagés	1			36			37
Polyèdres				18			18
Base négative indéterminée				3			3
TOTAL	21	5	10	1381	3	22	1442

Tableau 32. Décompte général du corpus total de Duclos, d'après D. Colonge

L'assemblage de Duclos comprend 61 percuteurs et fragments de percuteurs, dont 27 entiers. On peut noter que les trois matières choisies pour ces outils ont des duretés différentes, à l'instar du site de Septos. Ils se répartissent entre des percuteurs mobiles et deux possibles enclumes. Plusieurs d'entre eux ont des néocortex altérés blancs. D. Colonge indique que *«lors de tests expérimentaux, l'un de nous (VM) avait remarqué que cette pellicule pulvérulente conférait aux*

Eclats entiers	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	64,84	58,25	19,67
Ecart type	19,73	20,16	8,13
Médiane	63	55	19
Maximum	136	132	48
Minimum	24	20	4

Talons	l talon (mm)	E talon (mm)
Moyenne	39,40	17,35
Ecart type	19,43	10,52
Médiane	36,5	16
Maximum	95	65
Minimum	4	1

Tableau 33. Statistiques générales des éclats entiers et des talons étudiés de Duclos.

percussions des caractéristiques proches de celle de «pierres tendres», utile en particulier pour du façonnage bifacial ; il est possible que les hommes préhistoriques aient perçu cette particularité» (Colonge 2012, p. 140). Ce type de percuteur n'a néanmoins pas été testé dans l'expérimentation sur les matières premières du piémont pyrénéen. Par contre, la présence de ce type de percuteur sur le site ouvre la possibilité d'utilisation de ceux-ci. Il pourrait donc être équivalent aux trachytes à cortex altérés (et également pulvérulents) utilisés pour l'expérimentation sur les laves africaines et sont potentiellement décelables dans notre analyse.
La synthèse statitique du corpus d'éclats (**tableau 33**) rend compte de pièces assez grandes.

8.3.1.3. L'expérimentation

Pour appliquer la grille d'analyse nous avons sélectionné 10 des 11 bifaces taillés et les 362 éclats qui leurs correspondent (**tableau 34**). Chaque biface a été façonné avec une technique de percussion identifiée lors de l'individualisation des éclats. La totalité du corpus a été réalisée sur des galets de quartzite bleu provenant des alentours du site de Duclos.

Pour façonner les pièces bifaciales, les expérimentateurs étaient assis et les supports étaient posés sur la cuisse. Les éclats, déchets, esquilles ont été récoltés au moyen d'une bâche. Pour l'analyse, nous avons procédé aux raccords et à la numérotation des éclats de façonnage supérieurs à 2 cm. Tous les éclats supérieurs à 0,5 cm ont été mesurés et comptabilisés dans l'étude. Au final, un effectif de 302 éclats a été étudié. Toutes les informations récoltées en amont lors cette expérimentation était comparables à l'expérimentation sur les matériaux africains et éligible à notre étude. Nous avons donc utilisé les données déjà extraites par nos collègues et nous avons aussi remesuré et décrit le matériel par

Pièces bifaciales	Nature du support	Matière Première	L (mm)	l (mm)	E (mm)	poids (g)	dimension biface (LxlxE)	% perte de masse	nombre d'éclats par biface (>0,5 cm)
La Bo 42	Galet	Quartzite bleu P. (s/ neo-cortex)	-	-	-	916	91x62x27	85%	22
La Bo 43	Fragment de galet	Quartzite bleu P. (s/ neo-cortex)	-	-	-	402	85x47x25	65%	38
La Bo 44	Galet	Quartzite bleu P. (s/ neo-cortex)	-	-	-	1260	119x95x37	58%	33
Mi Br 75	Galet	Quartzite bleu P. (s/ neo-cortex)	-	-	-	1992	199x119x53	27%	40
Mi Br 76	Galet	Quartzite bleu P. (s/ neo-cortex)	-	-	-	2069	152x95x55	66%	50
Mi Br 84	Galet	Quartzite Pyrénnées	220	135	30	> 2kg	193x109x47	45%	38
Mi Br 85	Galet	galet de schiste	165	92	30	865	167x82x35	48%	24
Vi Mo 04	Galet	Quartzite Pyrénnées	170	120	30	1080	145x92x32	58%	44
Vi Mo 05	Galet	Quartzite Pyrénnées	220	120	45	1547	cassé	67%	20
Vi Mo 06	Galet	Quartzite Pyrénnées	165	155	40	1657	160x115x47	39%	35

Tableau 34. Présentation générale des supports de l'expérimentation.

Eclats entiers	L (mm)	l (mm)	E (mm)
Moyenne	33,98	40,75	8,30
Ecart type	16,90	16,44	3,86
Médiane	30	38	7
Maximum	167	103	35
Minimum	11	11	2

Talons	l talon (mm)	E talon (mm)
Moyenne	20,59	6,40
Ecart type	9,98	3,23
Médiane	19	6
Maximum	59	20
Minimum	5	1

Tableau 35. Statistiques générales des éclats entiers et des talons de l'expérimentation.

rapport à notre grille d'analyse. Les statistiques présentes dans le **tableau 35** font état de sous-produits de moindre dimension que pour les séries archéologiques (conséquence du tri granulométrique qui les a affectées). Certaines données sont absentes, comme les dimensions de certains support ou le geste utilisé lors de la taille, qui n'a pas été enregistré pendant la phase expérimentale, puisque ce n'était pas alors l'objectif de nos collègues.

8.3.2. Les chaînes opératoires identifiées dans les sites archéologiques

8.3.2.1. Le débitage

Même si le débitage n'entre pas dans notre champ d'étude, nous présentons rapidement ici les vestiges issus de ce concept, car ils font parti de la production lithique globale et il serait inopportun de les dissocier. Pour Septos comme pour Duclos, le débitage se compose de plusieurs modalités. Parmi celles-ci, la méthode discoïde est représentée par 31 nucléus unifaciaux ou bifaciaux. Ces nucléus sont parfois débités au dépend de grands éclats, ce qui *«témoigne d'une possible ramification avec l'obtention de grands éclats alloués à une seconde production d'éclats ou/et au façonnage de pièces bifaciales»* (Lelouvier in Fourloubey

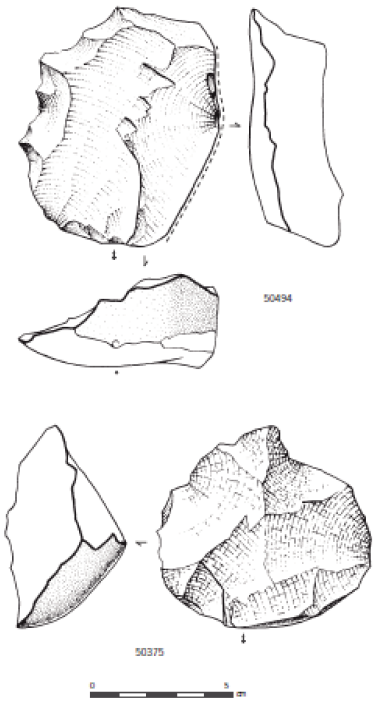


Figure 62. Exemple de vestiges issus de la chaîne opératoire du débitage du site de Septos. Dessins P. Rouzo, Inrap.

2013, p. 90). Cette production vise à obtenir des supports de petite ou moyenne dimension. Une production d'éclats au moyen d'un débitage sur enclume est aussi attestée, ainsi qu'un débitage multidirectionnel, un débitage unipolaire et un débitage qualifié de limité par les auteurs (**figure 62**). Toutes ces modalités ont un objectif commun, la production d'éclats de petit et moyen calibre non standardisés (45.6%). Ces supports sont retouchés dans une faible proportion (4%). Ceci peut s'expliquer par les propriétés intrinsèques de la matière qui permet d'obtenir des tranchants bruts déjà très résistants. Quelques outils divers, denticulés ou racloirs ont été identifiés. Une production de grands éclats servant de support aux chaînes opératoires de façonnage est également perceptible, principalement en quartzite et également à travers un grand éclat en silex de Chalosse. Les éclats ainsi obtenus sont pour une part retouchés (outils avec retouches marginales, quelques denticulés et encoches), façonnés ou laissés bruts. Sur le site de Duclos, de nombreux supports sont issus de modalités moins prédictives comme des débitages unipolaires, multidirectionnels ou *«peu exploités»* (Colonge 2012). Ces différents supports, comme pour le site de Septos, sont assez peu retouchés (5,55% de la série), principalement en denticulés, encoches et racloirs. Ce faible taux de transformation des supports s'explique par la matière première qui produit des tranchants bruts très robustes, comme expliqué précédemment.

8.3.2.2. Le façonnage

Pour le site de Septos, la chaîne opératoire du façonnage se décline surtout avec des produits bifaciaux et quelques éclats. Deux types de pièces bifaciales très distinctes, l'un fruste, l'autre qualifié de classique, sont présents dans l'assemblage de Septos (**figure 63**). L'hypothèse avancée par les auteurs, est qu'il y aurait un type d'investissement technique volontairement faible au niveau du façonnage, exécuté au percuteur dur en geste rentrant. Cette technique typique du débitage, combinée au façonnage aurait un objectif double : *«façonner une pièce bifaciale tout en obtenant un éclat aux mêmes caractéristiques que ceux issus du débitage. Un façonnage «mixte-combiné». »* (Colonge in Fourloubey 2013, p. 104). La pièce bifaciale serait alors à la fois outil et matrice.
Ils recensent ainsi les modalités de façonnage selon trois registres principaux que nous donnons ici à titre indicatif:

- limité : quand de rares enlèvements, souvent discontinus, ne modifient que très peu ou pas du tout le support employé. Cela peut s'apparenter à un « recyclage » (cf. infra), c'est-à-dire une finalisation très opportuniste d'un fragment dont l'éclatement accidentel a créé une forme et des zones potentiellement intéressantes, tranchants ou pointes. Cela concerne le plus souvent des pics.
- mixte : quand la pièce bifaciale présente de nombreux négatifs d'enlèvements très concaves et/ou de puissants décrochements d'arêtes ou de nervures.
- strict : que l'on pourrait également qualifier de « classique ». Tous les détachements réalisés élaborent une forme bifaciale et ses symétries.

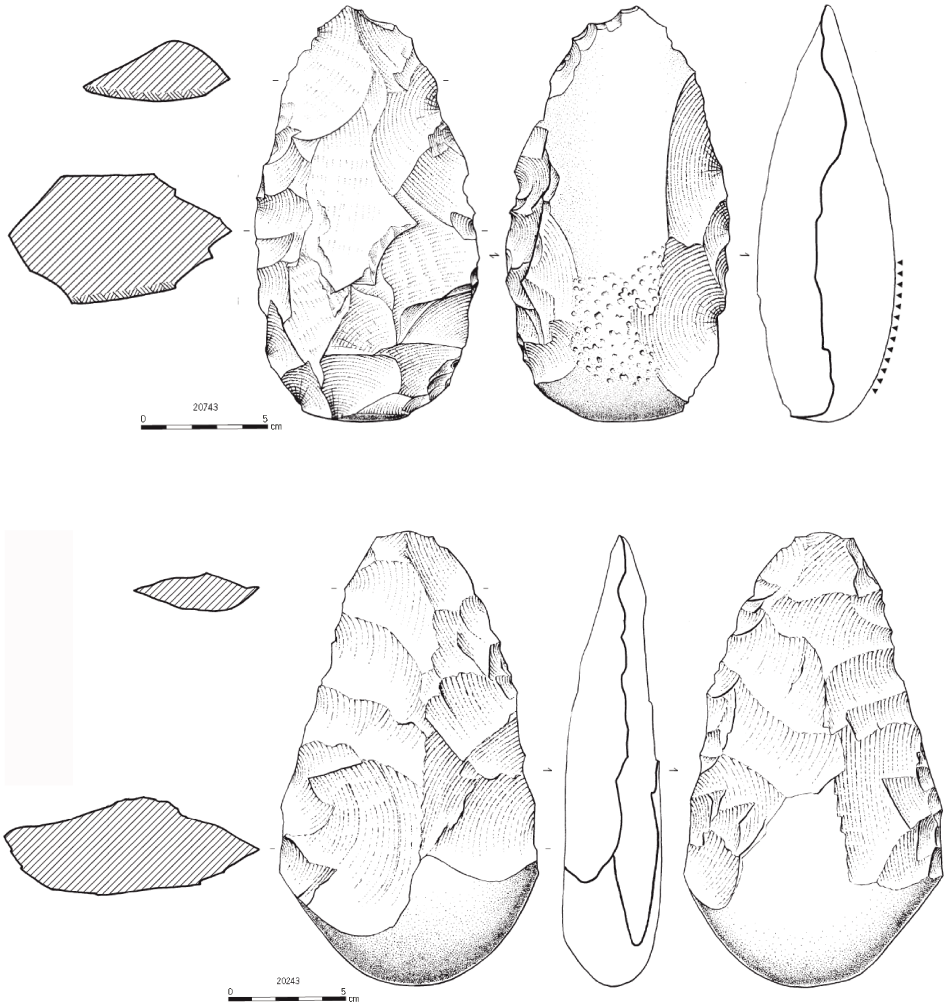


Figure 63. Exemple de produits issus de la chaîne opératoire du façonnage du site de Duclos. Dessins P. Rouzo, Inrap.

Parmi les critères identifiés sur le matériel archéologique dans le rapport de fouille, les techniques de percussion sont également répertoriées sur les pièces bifaciales selon trois combinaisons de nature de percuteur et de geste:

PDPDr : percussion dure à la pierre dure avec un geste rentrant
PDPDt : percussion dure à la pierre dure avec un geste tangentiel
PT : Percussion tendre (tangentiel *de facto* selon les auteurs)

Le corpus total de Septos est de 43 pièces bifaciales composé de 39 pièces entières et 3 fragmentées. Selon les critères évoqués ci-dessus, elles se répartissent selon un façonnage limité pour 3 d'entre elles, mixte pour 27 pièces et stricte pour 13. Elles sont produites aux dépens de galets, de demi-galets ou d'éclats (**figure 64**).

Nos premières observations rejoignent les descriptions faites dans le rapport de fouilles. Les pièces bifaciales de Septos semblent en grande partie façonnées au moyen d'une percussion dure rentrante. D'après D.Colonge, la différence notable de la mise en œuvre de la technique de percussion se distinguerait surtout au niveau du geste. Les façonnages qualifiés de mixtes seraient exécutés avec des gestes rentrants, tandis que les façonnages stricts sont exclusivement réalisés

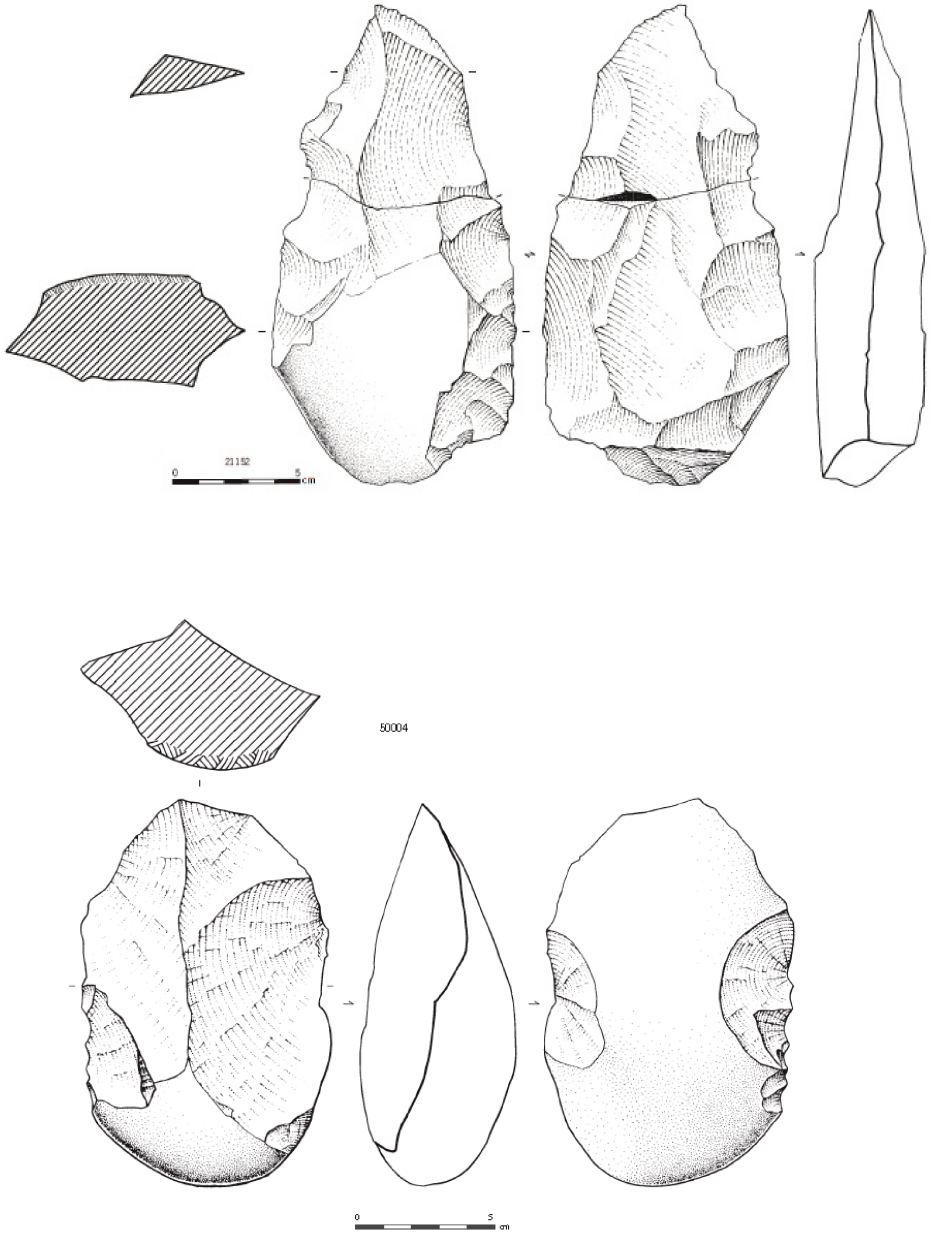


Figure 64. Exemple de produits issus de la chaîne opératoire du façonnage du site de Septos. Dessins P. Rouzo, Inrap.

au moyen de gestes tangentiels (Colonge in Fourloubey 2013). Si tel est la cas et d'après les résultats et les hypothèses formulés au chapitre 7.2.2., nous espérons pouvoir déceler les différences allant dans ce sens.
Toujours d'après les auteurs ces modalités de façonnage ont une influence non négligeable sur la morphologie des pièces. Ainsi un façonnage mixte favorisera des morphologies irrégulières ou des pics, tandis qu'un façonnage strict aura pour conséquence des morphologies amygdaloïdes ou lancéolés. Cette hypothèse souligne le fait que la différence de conceptualisation des pièces influencerait la structure de celles-ci et la morphologie attenante. Par ailleurs, un biface en quartzite a fait partie de l'échantillon sélectionné pour l'analyse tracéologique. Les résultats indiquent une utilisation de l'outil pour de la découpe et/ou de la percussion de matière mi-dure à dure (*Ibid.*).

Sur le site de Duclos, le façonnage se caractérise surtout par des produits, les sous-produits sont quasiment absents du corpus, à part quelques rares exceptions. Toutes les pièces bifaciales, hormis les 22 hachereaux, ont été analysées de la même façon que la série de Septos.
La chaîne opératoire du façonnage réunit un corpus de 51 pièces bifaciales dont 2 ébauches, 6 fragments et 47 pièces bifaciales entières. Ces dernières sont réparties selon plusieurs catégories comme indiqué au préalable : 4 selon un façonnage limité, 29 selon un façonnage mixte qui participe à l'obtention d'éclats et 16 selon un façonnage strict. Cette catégorisation a permis de relever que seules les matières premières importées ont été utilisées pour le façonnage strict. Les supports sont soit des galets ou demi-galets, soit des éclats. Les éclats supports sont quasiment tous corticaux, souvent plus larges que long. Ils ont servi aussi bien à produire des bifaces que des hachereaux. Les pièces sont mises à façon au moyen d'une percussion dure rentrante. L'étude montre également que cette technique est majoritairement utilisée pour les façonnages mixtes, les façonnages stricts, a contrario, sont réalisés au moyen de percussion dure tangentielle ou de percussion tendre tangentielle. Les auteurs évoquent de la percussion tendre organique (parfois dite *« au bois »*) pour trois pièces bifaciales de modalité stricte, déterminée uniquement à partir de l'observation sur ces produits de façonnage, de négatifs d'enlèvements fins, courbes et envahissants. La matière première dont la ténacité est bien attestée, ne serait donc pas un frein, d'après eux, à ce type de technique de percussion. Cependant, aucun sous-produit n'a été identifié pour ces trois spécimens, ce qui induit l'hypothèse d'une production en dehors du site. Ces pièces à la structure plus complexe que celles issues des façonnages mixtes, ouvre la possibilité de reprise des tranchants et donc, une longévité plus prononcée. Le seul biface en silex (n°50569, **figure 65**) aurait bénéficié également de l'utilisation d'un percuteur organique lors de la mise en fonction du tranchant. Si tel est le cas, on peut alors interpréter cette attitude comme une adaptation de différents percuteurs tout au long de la chaîne opératoire. En effet, les percuteurs présents sur le site représentent des duretés assez différentes et il est envisageable que les artisans, s'ils avaient un large éventail de percuteurs minéraux, aient utilisés tout le potentiel qu'il représentait. Aussi, sans plus d'indice, nous émettons une réserve sur l'origine organique de celui utilisé dans ce cas précis.

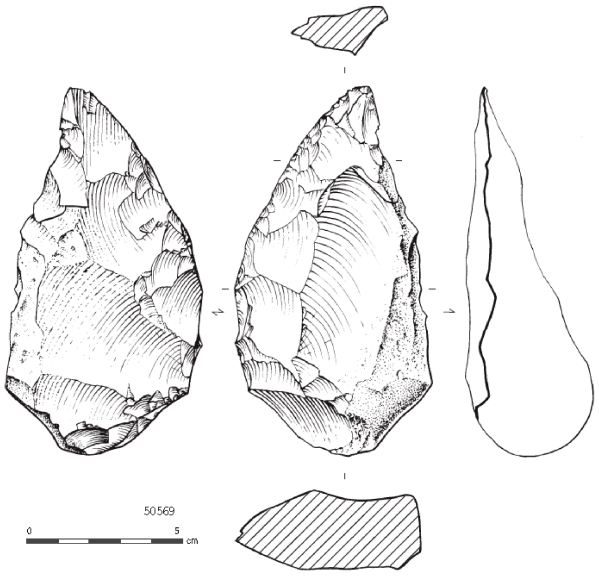


Figure 65. Biface en silex du site de Septos. Dessins P. Rouzo, Inrap.

Les trois techniques identifiées pour notre expérimentation sont donc potentiellement utilisées dans cette série de Duclos. La relation entre les techniques de façonnage a été étudiée et révèle des informations importantes. Tout d'abord, les techniques de percussion dures rentrantes et tangentielles ne sont pas hiérarchisées, mais sont concomitantes *«à niveau d'investissements techniques égaux»* (Colonge 2012, p. 187). La percussion tendre (vraisemblablement tangentielle) est utilisée de manière quasi exclusive pour des pièces dont l'investissement technique est plus poussé. Ainsi, ils observent sur le matériel de Duclos, des productions aux caractères morphotechniques et structurelles très différentes, qui seraient le fruit de choix techniques délibérés. D'abord des productions mixtes, réalisées au moyen de percussion rentrante, dans le but d'obtenir des éclats similaires à ceux du débitage, tout en façonnant un outil biface avec une pointe plus ou moins dégagée. Ensuite, une production dédiée à l'outil bifacial, traitée de manière différente, au moyen de technique et de concept différent, destinée à une production d'outils plus durables. Il semble donc, dans ce cas, que les techniques de percussion soient encore une fois au service des concepts de façonnage/débitage.
Enfin, une étude tracéologique a été effectuée sur un échantillon de la série, dont deux bifaces. L'un aurait servi, dans sa partie apicale, pour la découpe de matières tendres à mi-dures. L'autre porte des traces, visibles à l'œil nu et confirmées à l'analyse microscopique, de percussion sur une matière dure minérale, qui évoque une utilisation comme percuteur.

Les schémas de production lithique des deux sites semblent donc similaires et orientées vers une production d'éclats en utilisant des moyens très différents. Le concept de façonnage mixte est ici très présent. Il est cependant décrit à partir des produits de façonnage, les sous-produits étant, *in fine* difficile à distinguer des sous-produits de débitage. Dans un concept tel que celui-ci, il semble difficile de faire la différence entre les éclats de mise à façon et de mise en fonction cités précédemment (Brenet 2013). Néanmoins, ces séries offrent la possibilité de vérifier si on peut observer sur les sous-produits, par exemple des phénomènes d'arrachement liés au geste tangentiel, ou plus généralement des différences entre les critères de diagnose qui seraient en mesure de nous indiquer une technique plutôt qu'une autre puisque les trois techniques que nous avons testées ont potentiellement pu être utilisées par les tailleurs de la Préhistoire.

9. ANALYSE DES SERIES DE SEPTOS, DUCLOS ET DE LA SERIE EXPERIMENTALE

9.1. Les produits de façonnage

Etant donné que pour les deux sites, les sous produits de façonnage sont plus difficilement identifiables, nous commencerons l'étude par les produits de façonnage pour déterminer éventuellement de type de sous-produits attendus. Nous avons choisi de présenter les pièces bifaciales archéologiques en miroir des pièces expérimentales, pour plus de facilité de comparaison. Ainsi, la série expérimentale apparaîtra deux fois dans les figures.
L'analyse structurelle des pièces façonnées selon les principes déjà évoqués, nous apporte plusieurs informations.

Page suivante. Figure 67. Synthèse de l'analyse structurelle des pièces façonnées du site de Septos et de l'expérimentation. ***La série de Septos est identifiée par des n° en 50 000 et la série expérimentale par des identifiants avec préfixe en lettres.***

9.1.1. Septos

Pour le corpus de Septos, selon la théorie du «tranchant d'abord» (cf. 3.1.1.2.) (**figure 66**), on remarque que les tranchants recherchés sont soit des bords-pointe très ressérés (50197, 50020) ou à l'inverse des bords-pointe (**figure 67**) très envahissant (50604, 50501, 50317). Quelques bords racloirs sont également identifés (50134, 50299).
Les faces ne sont pas travaillées alternativement mais l'une après l'autre et la mise en place des parties actives se fait au moyen de quelques enlèvements parfois très envahissants. Les profils indiquent que des enlèvements très sécants sont requis pour gérer le volume qui peuvent avoir les mêmes caractéristiques que les produits de débitage. Il en résulte des sections très convexe-convexe parfois presque proche du losange (50501, 50430). La présence assez fréquente de diaclase ou de filon de quartz sur les galets de quartzite peut parfois entraîner des sections plus rectangulaires avec deux faces plates et parallèles. Toutes les pièces bifaciales que nous avons pu étudier ont un volume mis en place dans

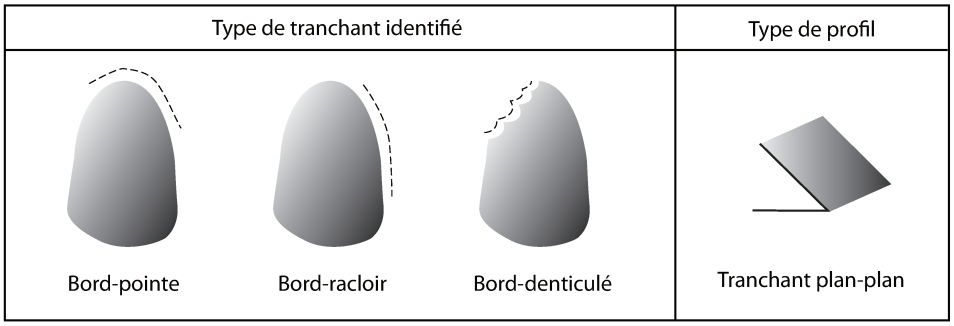
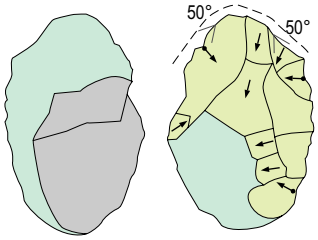
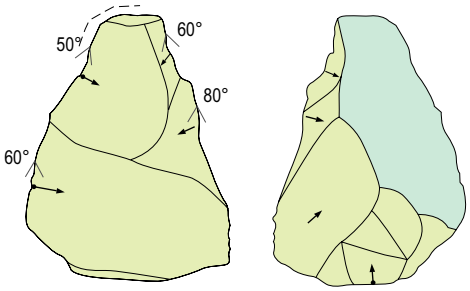


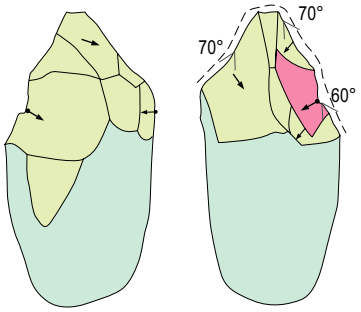
Figure 66. Schématisation des différents types de tranchants et de la section, identifés sur les collections.



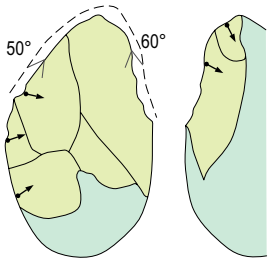
50646



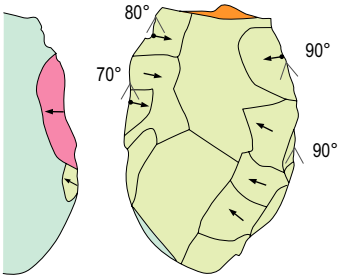
50020



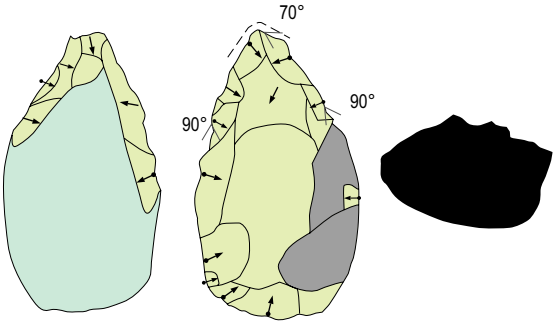
50528



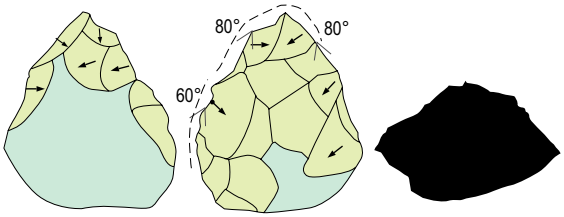
50317



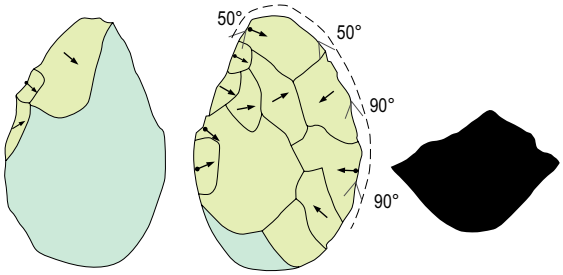
50617



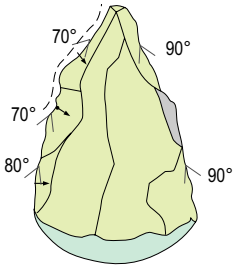
50197



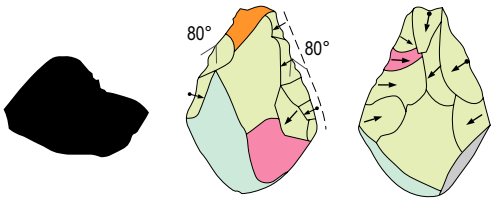
50643



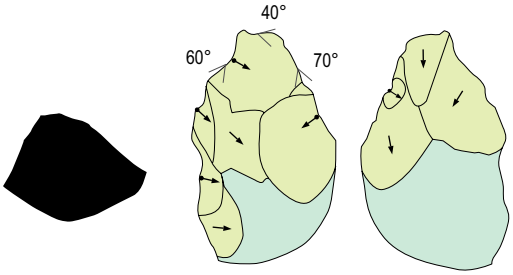
50501



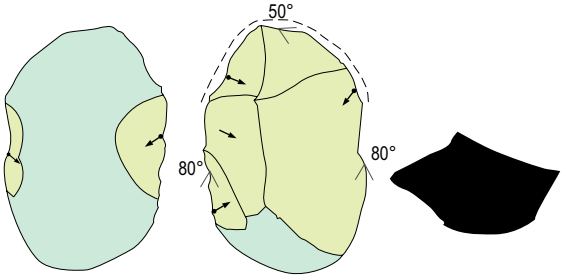
50134



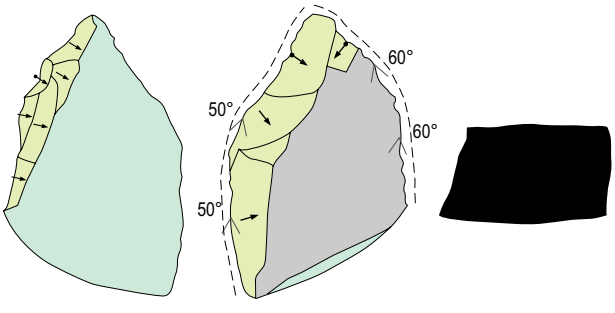
50299



50430

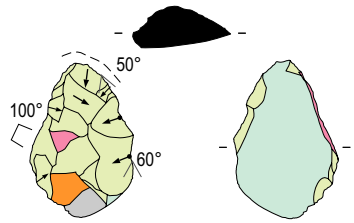


50004

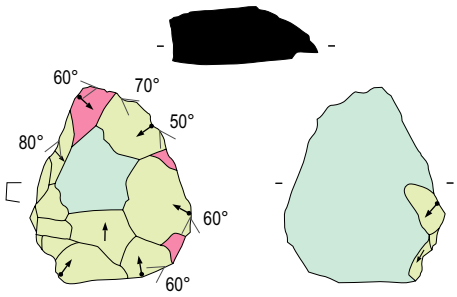


50604

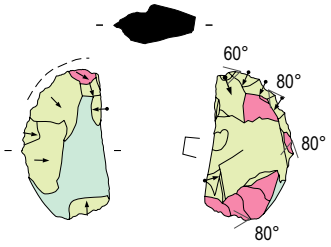
0 10cm



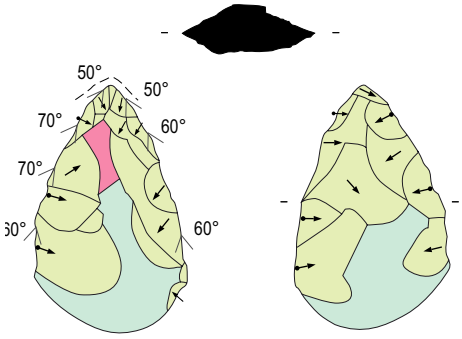
LaBo42



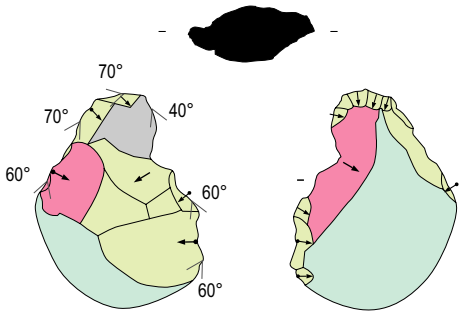
LaBo44



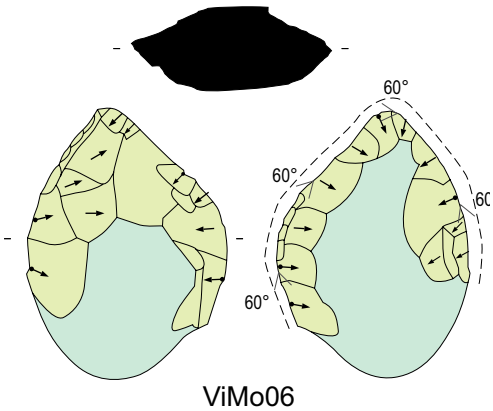
LaBo43



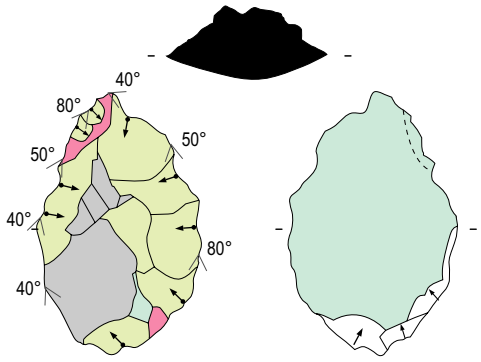
ViMo04



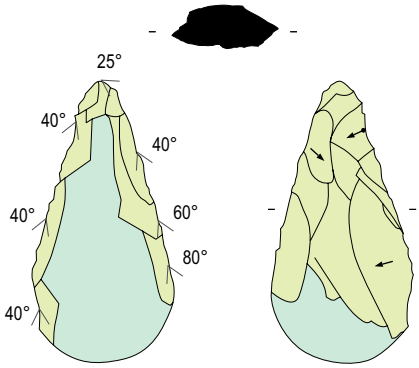
ViMo05



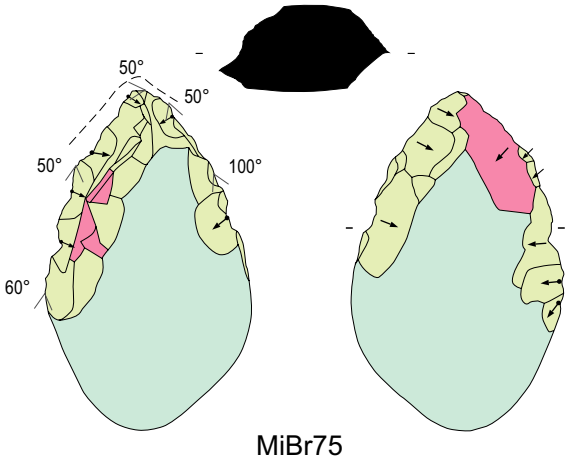
ViMo06



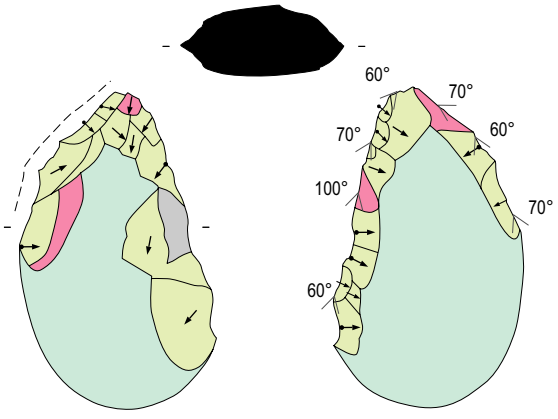
MiBr76



MiBr85



MiBr75



MiBr84

convexe

cortex

concave

cassé

plan de clivage

Sens de l'enlèvement avec contre-bulbe

Sens de l'enlèvement sans contre-bulbe

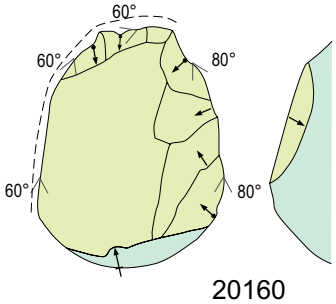
Sens du débitage de l'éclat support

Sections des tranchants

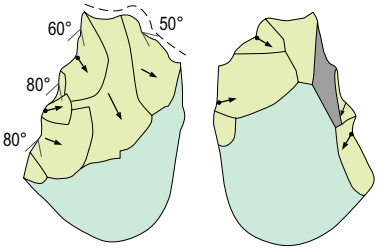
rectangulaire

plan-plan

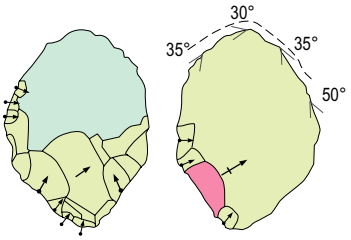
0 10cm



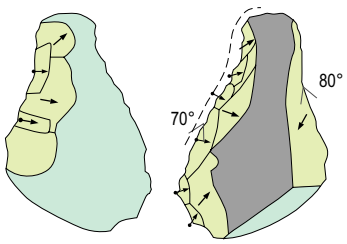
20160



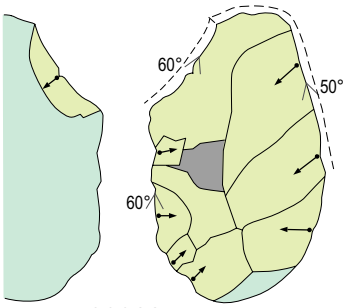
20390



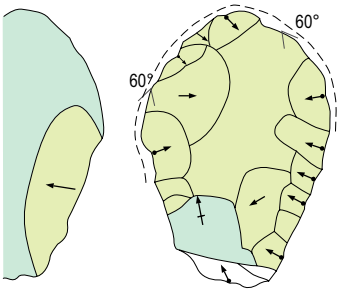
21066



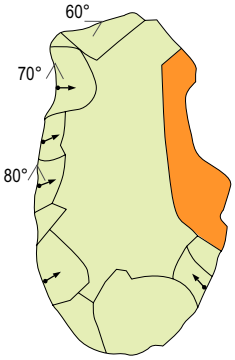
20910



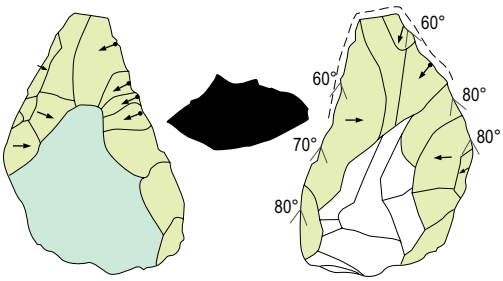
30022



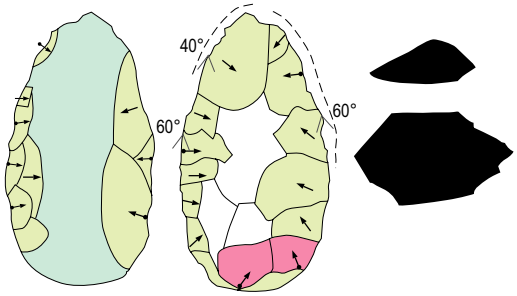
21169



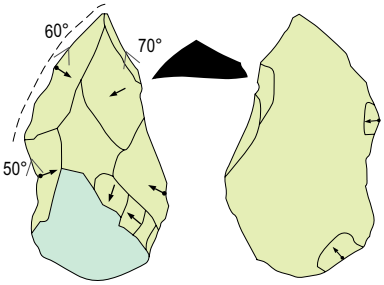
21095



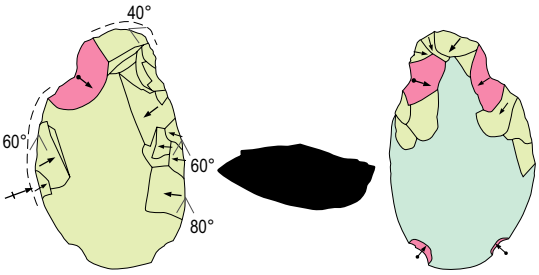
20469



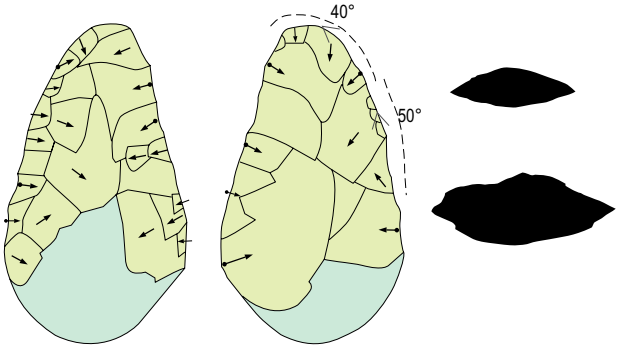
20743



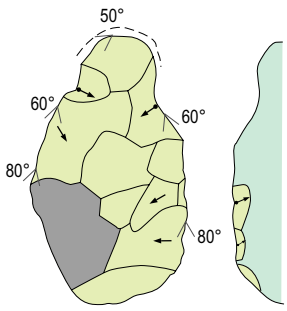
21505



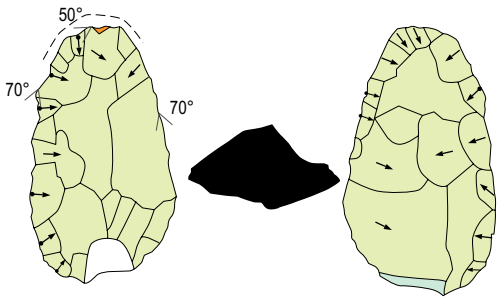
21217



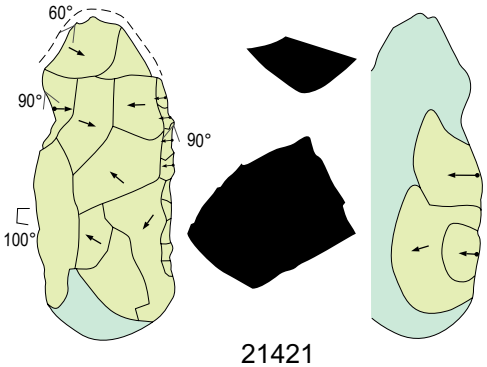
20243



21605

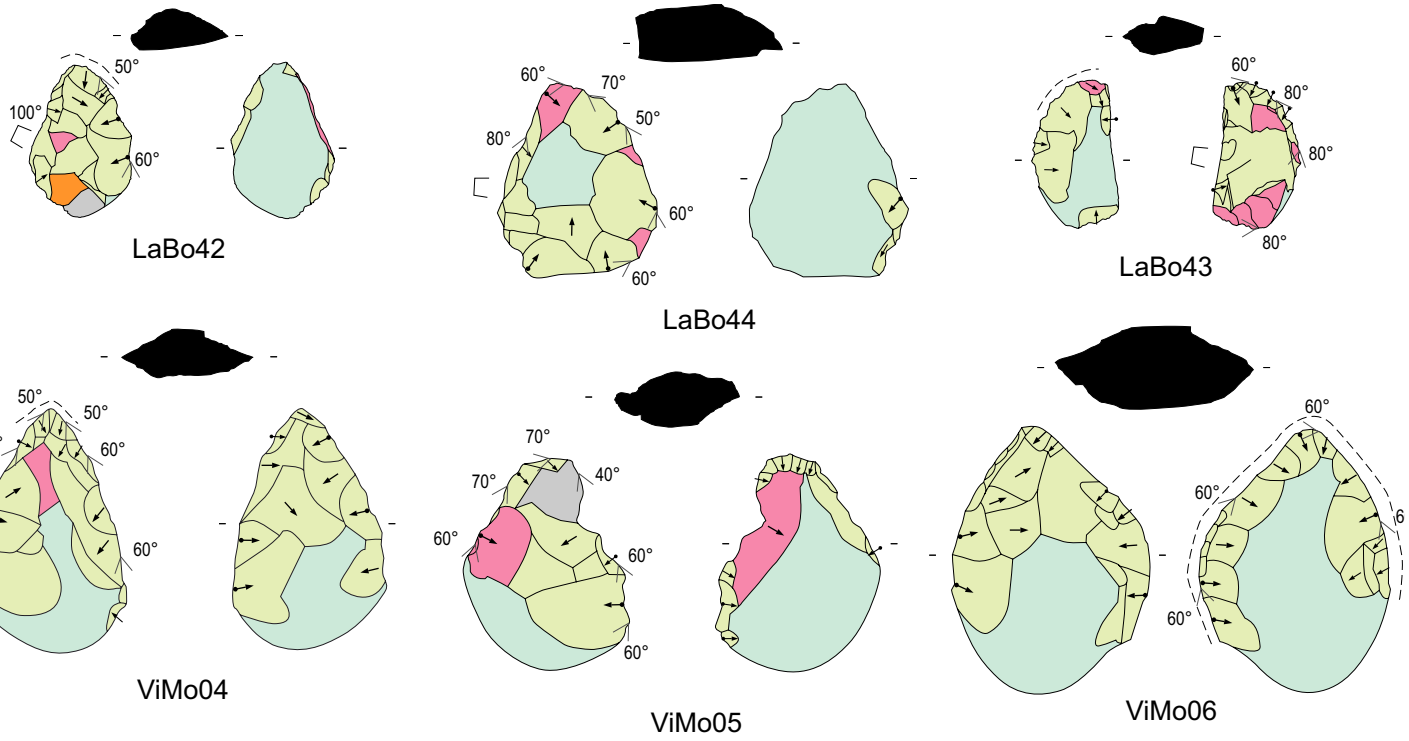


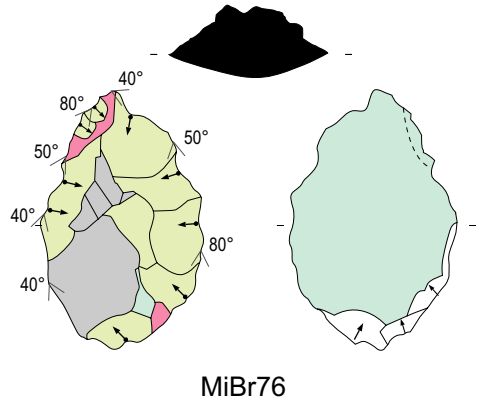
20464

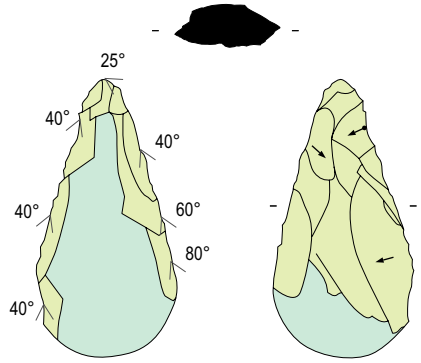


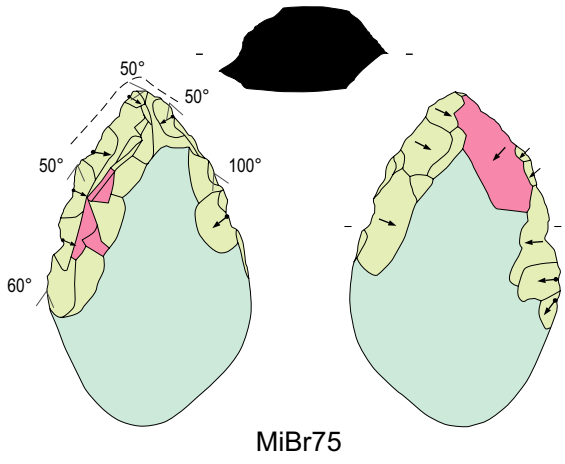
21421

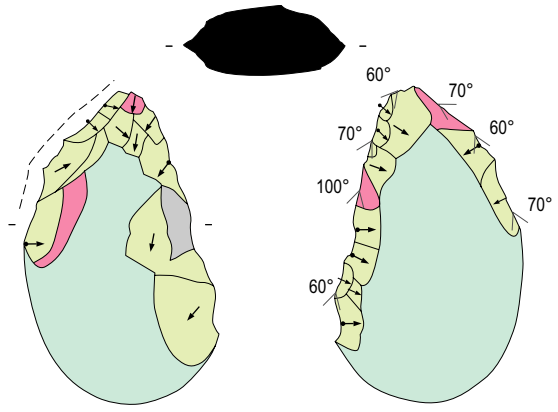
0 10cm











convexe
cassé
cortex
plan de clivage
concave

Sens de l'enlèvement avec contre-bulbe
Sens de l'enlèvement sans contre-bulbe
Sens du débitage de l'éclat support
Sections des tranchants
rectangulaire
plan-plan

0 10cm

Page précédente. Figure 68. Synthèse de l'analyse structurelle des pièces façonnées du site de Duclos et de l'expérimentation. ***La série de Duclos est identifiée par des n° en 20 000 et la série expérimentale par des identifiants avec préfixe en lettres.***

trois ou quatre premiers enlèvements de la chaîne opératoire de façonnage, ce qui aboutit à des pièces bifaciales outils (cf. 1.1.1.3.), en ce sens ou le moindre ravivage de tranchant entrainerait un changement global du volume.

9.1.2. Duclos

L'assemblage du site de Duclos révèle également une préférence pour des tranchants type bord-pointe et bord-racloir. On remarque un tranchant de type denticulé (20390) (**figure 68**). Lors de l'aménagement des faces, on constate que celles-ci ne le sont pas simultanément mais plutôt l'une après l'autre. Les profils montre plusieurs types de gestion de volume.Soit on utilise la convexité naturelle des galets pour obtenir un volume de type convexe-convexe ou approchant; soit on enlève des éclats très sécants par rapport au plan d'équilibre de la pièce, qui créent une rupture dans le volume initial et qui aboutissent à des sections plus rectangulaires (20464, 21421). De la même façon que pour Septos, le volume de la pièce est installé dès le début du façonnage.
Quel que soit le modèle choisi, on aboutit à des pièces bifaciales outils pour la totalité du corpus comme à Septos, à l'exception de la pièce bifaciale qui résulterait d'un façonnage strict (20243) qui correspond à une pièce bifaciale support d'outil.

9.1.3. Expérimentation

Face à ces deux corpus archéologiques, la série expérimentale apparait, d'un point de vue structurel, différente des deux premières. La localisation des parties actives est parfois difficile à déterminer. Lorsqu'elle est identifiée, on recence surtout des bords-pointe. Les faces quant à elles, sont traitées de façon simultanée en alternance, à la différence des pièces archéologiques. Les éclats utilisés pour mettre en place les parties actives sont moins envahissants, moins sécants que ce qu'on a pu observer sur le matériel archéologique et surtout, plus nombreux. Le biface en schiste (MiBr85), a des enlèvements courts et rebroussés inhérents au litage de la matière première. Par contre, les angles des tranchants sont très aigüs.
De manière générale, les sections tendent très souvent vers un équilibre volumétrique plutôt convexe-convexe et les tailleurs modernes se trouvent face aux mêmes limites de la matière qui orientent parfois la section vers des formes sub-rectangulaires. Néanmoins la totalité du corpus appartient, à l'inverse des outils préhistoriques de Septos et Duclos, à la catégorie des pièces bifaciales supports d'outil.

9.1.4. Conclusions sur les produits de façonnage

Cette analyse des produits de façonnage nous donne plusieurs informations. En premier lieu, on n'observe pas de standardisation de la production archéologique, mais on remarque que les dimensions des pièces bifaciales sont proches entre les deux séries. Les morphologies des sections montrent des pièces très proches du support initial, avec peu de transformations du volume, certainement liées aux impondérables déjà évoqués de la structure de la matière. Cependant les séries archéologiques présentes sont dans l'ensemble assez similaires. Cela penche en faveur d'une sélection assez précise du support, très proche de la morphologie requise par les besoins du tailleur. La mise à façon des parties actives se fait aux dépens d'une face puis de l'autre avec des enlèvements sécants et assez envahissants, dès le début du façonnage. Les sous-produits attendus devraient donc être assez grands avec une épaisseur de talon, voire de l'éclat, assez généreuse. On remarque également que les outils bifaciaux de Duclos comportent plus de négatifs d'enlèvements que ceux de Septos et en cela, l'expérimentation reflète bien la série archéologique pour laquelle elle a été constituée. En revanche, l'étude démontre que les produits du façonnage expérimental ont des dissemblances structurelles notables par rapport aux outils archéologiques. Il est donc probable que les sous-produits reflètent également cette différence notamment en ce qui concerne les dimensions des éclats.

9.2. Les sous-produits de façonnage

9.2.1. Les critères qualitatifs

L'étude qui suit sera présentée de la manière suivante: l'expérimentation, avec le cas échéant, la mise en lumière des similitudes ou des différences par rapport aux matières africaines, ce qui nous permettra de valider ou d'invalider la comparaison des matières premières certes grenues, mais d'origine géologique différente, ainsi que l'application de la grille. Cette expérimentation sera présentée en miroir des séries archéologiques. Cela nous aidera à comprendre les phénomènes de structuration des pièces bifaciales et facilitera les comparaisons, surtout pour les synthèses graphiques.

Par souci de clarté, nous présenterons les résultats par critère en prenant soin de comparer les trois séries à chaque fois, afin de mieux rendre compte des différences ou des similitudes.
Devant cette particularité de façonnage mixte et la grande production d'éclats par des chaînes opératoires de débitage, nous avons volontairement sélectionné le matériel archéologique pour n'étudier que ce qui avait été identifié comme appartement à la chaîne opératoire du façonnage. En effet, d'un point de vue





Eclat 50058





Eclat 50201





Eclat 50463

Figure 69. Exemples de stigmate de contre-col sur des quartzites de Septos. Photos S. Clément

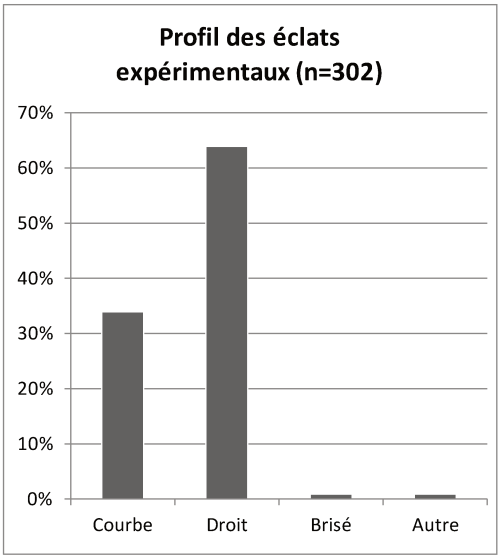
statistique, il était difficile de démarrer avec un corpus dont l'effectif de G1 serait en surreprésentation. Ainsi, les assemblages sont parfois restreint, surtout pour le site de Septos. Aussi, nous ne présenterons pas de représentation en fréquence des caractères étudiés. Le corpus de ce site s'élève à 67 éclats au total, dont 62 éclats entiers.
Pour le site de Duclos, l'effectif trié de la même manière s'élève à 326 éclats. Cependant, au cours de l'étude, nous avons constaté que certains éclats n'étaient pas lisibles, soit parce que l'altération de la matière première était trop importante, soit parce qu'ils résultaient de la fragmentation (mésial, distal). Ces éléments soustraits au corpus de départ donnent un effectif étudié de 221 éclats. Le corpus étant suffisamment important pour le représenter en fréquence, les résultats seront présentés de cette manière. Nous présenterons en premier les critères qualitatifs puis, dans un deuxième temps, les critères quantitatifs.

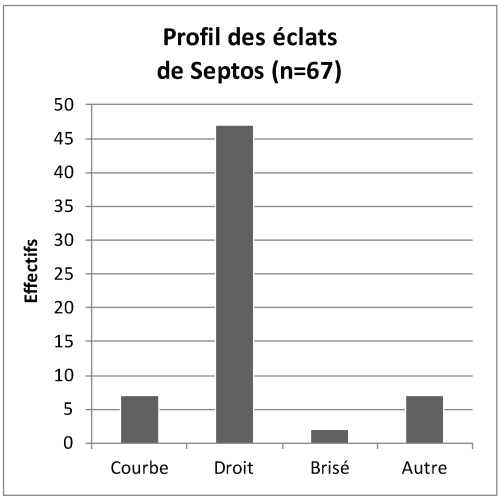
9.2.1.1. Le stigmate de contre-col

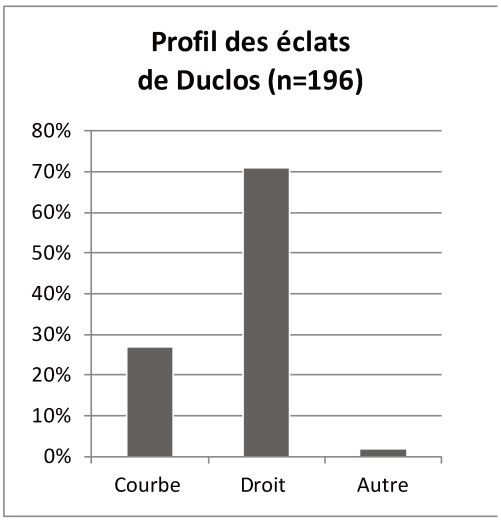
Avant de commencer l'analyse des résultats de la grille, il faut revenir sur ce stigmate particulier que nous avions observé sur les matières premières africaines et qui n'a jamais été décrit sur le silex.
Lors de l'étude des collections du sud-ouest de la France nous avons été frappé par cette similitude. En effet, les quartzites de Septos et de Duclos enregistrent de la même façon certains chocs qui se traduisent par cette dépression du col de bulbe que nous avons appelé contre-col.
La **figure 69** montre quelques exemples de ce stigmate particulier qui, rappelons-le, s'exprime de manière stricte pour les percussions minérales.
Encore une fois ces différentes matières minérales d'origines éloignées, mais partageant des propriétés de tenacité et de structure microgrenue, semblent avoir des caractéristiques physiques et des réactions à la fracture conchoïdale tout à fait comparables.

9.2.1.2.Profil des éclats

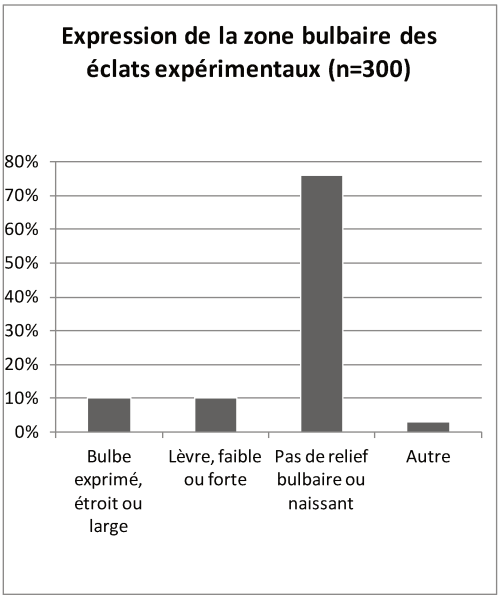
Pour ce critère, on peut rapidement constater que les proportions des trois assemblages sont quasiment équivalentes (**graphique 25**). D'abord sur les éclats expérimentaux, ce qui nous indique que la matière première réagit une fois de plus de manière similaire aux laves africaines. La grande proportion de profil droit reflète également l'utilisation majoritaire de percuteurs minéraux. Par contre, les profils courbes semblent bien faire écho à l'utilisation de G2, car si on regarde l'expression de ce critère par rapport à la nature des percuteurs utilisés (**tableau 36**), on constate qu'il est plus représenté pour l'utilisation du buis et de l'élan, sans toutefois s'exprimer de manière franche. Néanmoins, le faible effectif disponible nous empêche de proposer une interprétation assurée.

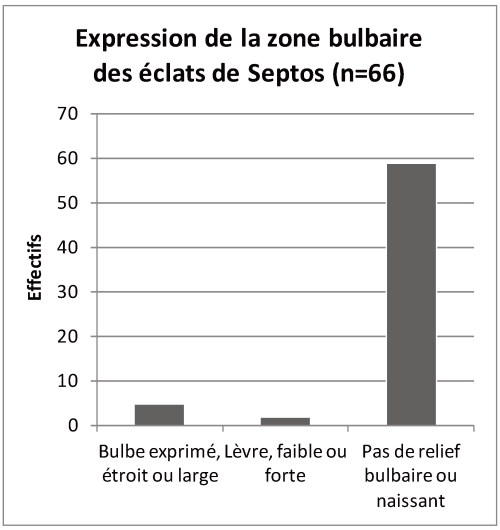


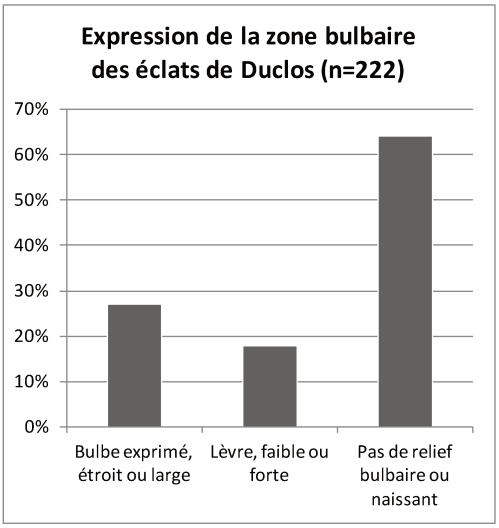




Graphique 25. Profil des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos







Graphique 26. Topographie de la zone bulbaire des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos

Tableau 36. Expression des profils des éclats expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs.

	Profi courbe	Profil droit
Quartzite	81	179
Buis/Elan	21	12

Au regard de cette information, on peut soupçonner dans le corpus de Duclos, l'utilisation d'un percuteur assez tendre et un geste tangentiel car il y a 27% de profil courbe exprimé sur la totalité des éclats. Cette proportion est également constatée sur le matériel expérimental. Concernant les effectifs de Septos, qui ne sont pas exprimés en pourcentage, la faible représentation de ce critère ne peut pas être déterminant dans l'hypothèse de l'utilisation d'un percuteur autre que minéral.

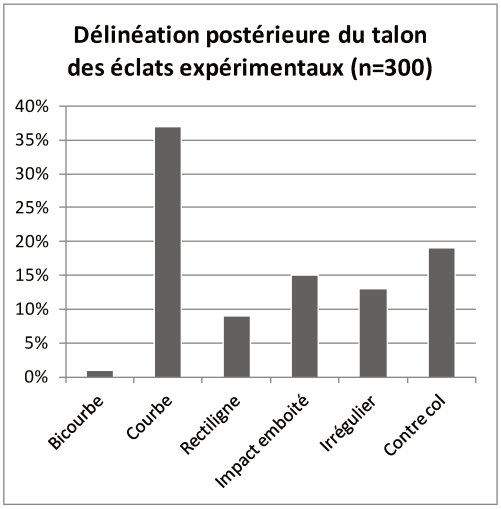
9.2.1.3.La topographie de la zone bulbaire

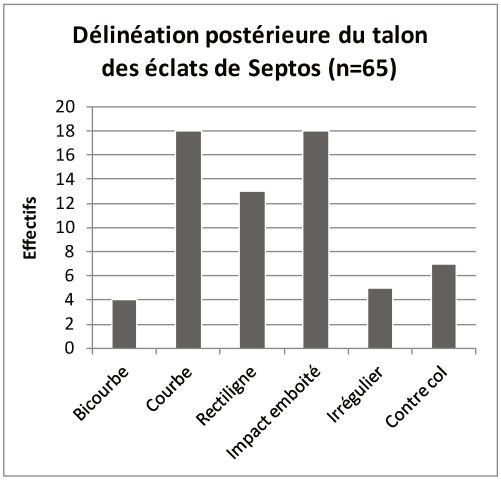
Les critères de la zone bulbaire peuvent nous aider à affiner cette première remarque (**graphique 26**). Concernant d'abord l'étude sur la série expérimentale, on observe que les bulbes plats ou naissants sont plus fréquents que pour les matériaux africains. Ceci est lié aux techniques de percussion employées, majoritairement ici avec des percuteurs minéraux. Mais si on pondère cette observation avec leur nature (**tableau 37**), on constate que le bulbe plat est également possible avec un percuteur végétal ou animal. Ainsi, même si ce critère ne s'exprime pas de manière stricte pour le percuteur minéral, sa fréquence très élevée pour les percuteurs en quartzite est un bon indicateur de cette tendance majoritaire au sein du corpus.

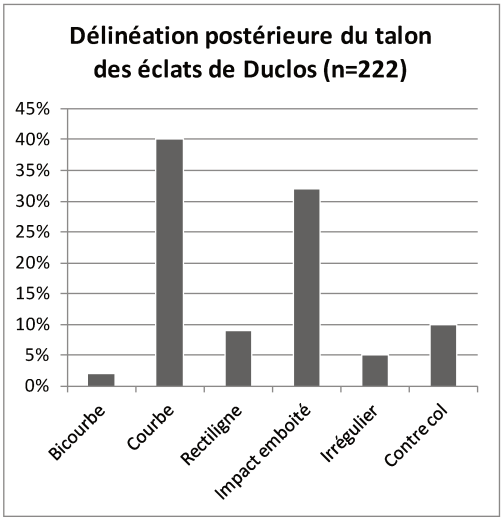
Le matériel archéologique de Septos montre une tendance quasi-exclusive pour l'absence de relief bulbaire, ce qui, une fois encore, oriente notre hypothèse vers une utilisation de percuteurs minéraux.

Tableau 37. Expression de la topographie de la zone bulbaire des éclats expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs.

	Bulbe étroit ou large	Lèvre	Bulbe plat ou naissant
Quartzite	29	14	209
Buis/Elan	0	16	19







Graphique 27. Expression de la topographie de la zone bulbaire des éclats expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs.

Le nombre d'éclats de Duclos autorisant une représentation en fréquence, il est intéressant de noter que les proportions sont moins tranchées entre les différents critères sur ce site. L'expression de bulbes parfois marqués souligne cette fois l'utilisation très probable de G1, mais la présence de lèvres à hauteur de 18% n'est pas négligeable et s'explique par l'utilisation probable de gestes tangentiels.

9.2.1.4.La délinéation postérieure du talon

Pour ces caractères morphologiques, l'assemblage expérimental détonne avec les corpus archéologiques. Cette zone de rupture entre la matrice et l'éclat est majoritairement courbe pour cette série expérimentale, à l'instar des éclats étudiés pour l'expérimentation des roches africaines (**graphique 27**). Cependant, on note des critères plus représentés pour le quartzite comme les impacts emboités, qui semblent mieux s'imprimer dans cette matière, ainsi que les délinéations irrégulières et les contre-cols.
Si on essaie de mettre en relation ces caractères avec le type de percuteur utilisé par les tailleurs modernes (**tableau 38**), on remarque que le contre-col est, ici aussi, exclusif et correspond à la percussion minérale.

Les corpus archéologiques semblent différents. Si l'expression du critère courbe reste majoritaire et tout à fait conforme à ce que montre les résultats des études sur les expérimentations, les stigmates à point d'impact emboités sont beaucoup plus représentés. On peut avancer les hypothèses suivantes: soit les percuteurs en quartzite utilisés ne sont pas exactement identiques à ceux utilisés par les hommes préhistoriques surtout au niveau du cortex/néocortex avec des parties actives peu ou pas utilisées, contrairement aux outils des expérimentateurs souvent utilisés à plusieurs reprises ; soit il est possible qu'ils aient appliquer les coups de manière plus violentes que les tailleurs modernes ou encore que les chaînes opératoires soient vraiment différentes, avec des mises à façon dans les séries archéologiques qui commençaient avec des percussions très intense et rentrante avec un percuteur minéral très dur.

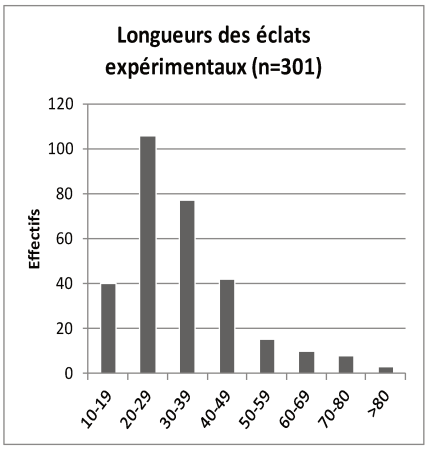
Tableau 38. Expression de la délinéation postérieure des talons expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs.

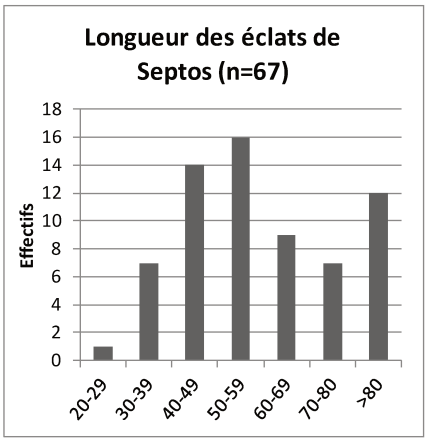
	Bicourbe	Courbe	Rectiligne	Impact emboité	Irrégulier	Contre-col	Autre
Quartzite	0	82	23	36	27	55	13
Buis/Elan	2	16	3	4	7	0	1

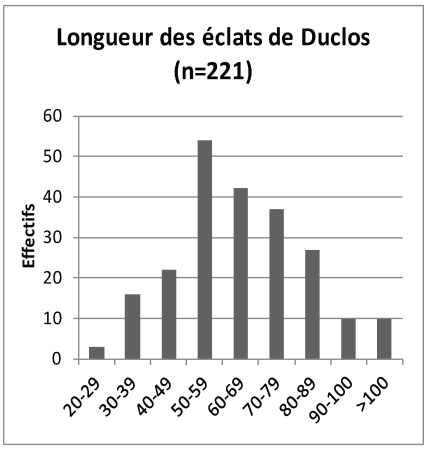
9.2.2. Les critères quantitatifs

9.2.2.1.Les données de longueurs, largeurs et épaisseurs des éclats

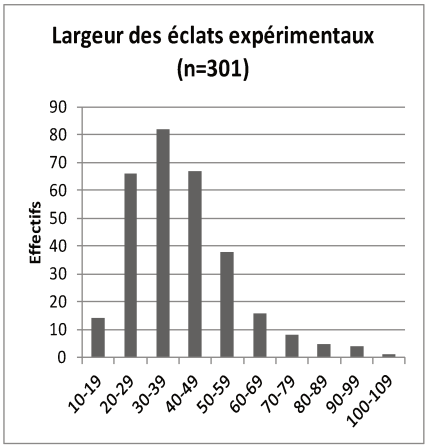
Comme nous l'avions remarqué dans l'analyse des produits de façonnage et celle des critères qualitatifs, des différences notables existent entre les séries archéologiques et les produits issus de l'expérimentation.
Cette assertion se confirme dans l'analyse des données quantitatives des sous-produits de façonnage (**graphiques 28, 29 et 30**). En effet, les éclats de la série expérimentale présentent des classes de longueurs plus réduites que les éclats issus des assemblages archéologiques. Les éclats plus longs que 5 cm y sont rares, alors que plus de la moitié de chaque corpus du Sud-Ouest français entre dans cette catégorie, avec parfois des éclats beaucoup plus longs (jusqu'à 20 cm pour le site de Septos).
Il en va du même constat pour les largeurs. Le matériel archéologique est plus large, même si sur ce critère, on remarque que les sous-produits de Septos sont moins larges que ceux de Duclos.
Bien sûr l'épaisseur des éclats suit logiquement ce même schéma et le corpus expérimental comprend des éclats bien plus fins que les assemblages préhistoriques.
Si on croise ces données entre elles, ce constat se précise, montrant que pour les trois séries, les sous-produits sont distincts (**graphique 31 et 32**). La production moderne aura tendance à engendrer des éclats fins et peu épais, presque de façon proportionnelle. Les éclats du site de Septos quant à eux, sont assez longs mais épais, quand ceux de Duclos sont longs et assez fins. Même constat pour les largeurs par rapport aux épaisseurs, les sous produits préhistoriques sont proches et globalement plus larges. Par contre, les épaisseurs semblent être, proportionnellement, moins conséquentes que ce qu'on a remarqué dans le **graphique 30**.
Ainsi, si la production d'outils diffère entre les façonnages modernes et anciens, les éclats issus de ces chaînes opératoires sont également distincts. Il est aussi important de noter que les données des éclats issus de l'expérimentation sur les matières premières africaines sont très proches des données sur l'expérimentation des quartzites.

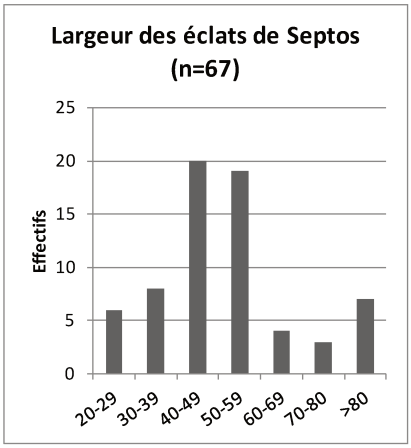


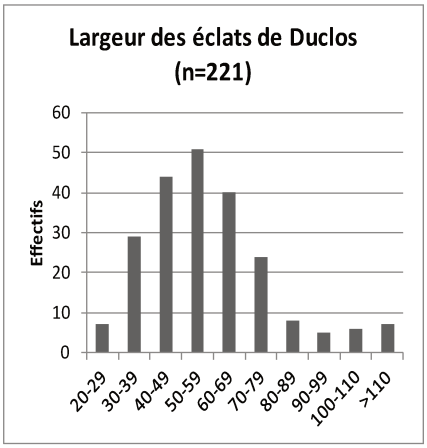




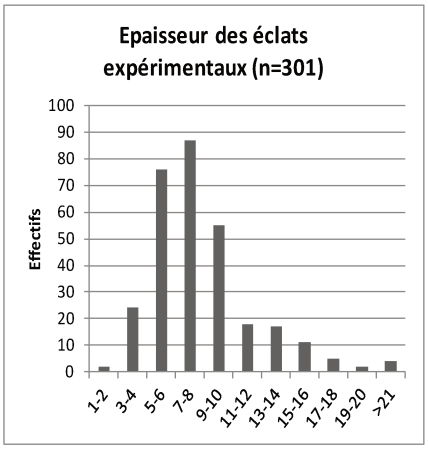
Graphique 28
Longueurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.

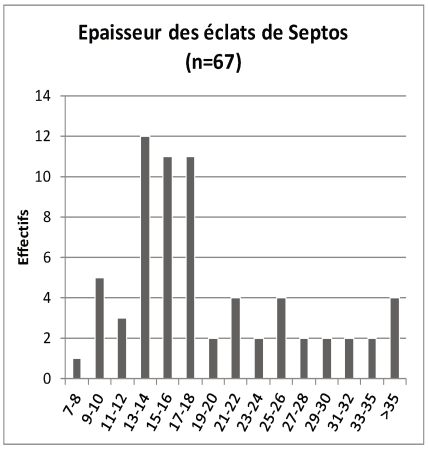


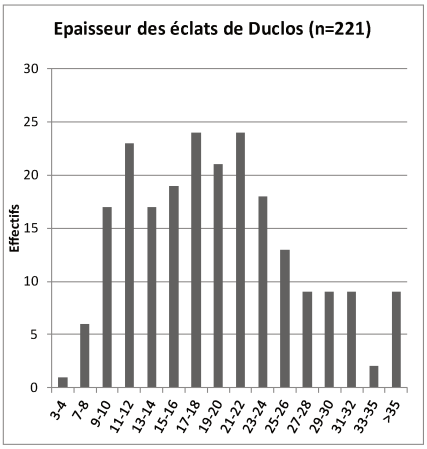




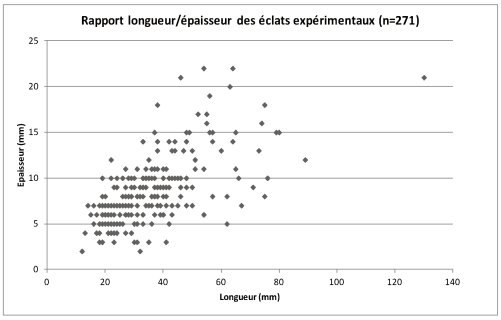
Graphique 29.
Largeurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.

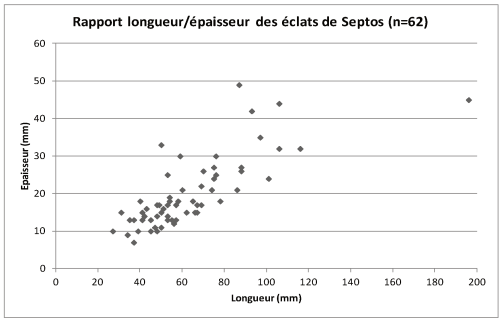


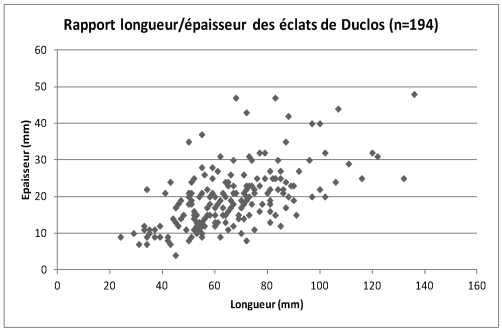




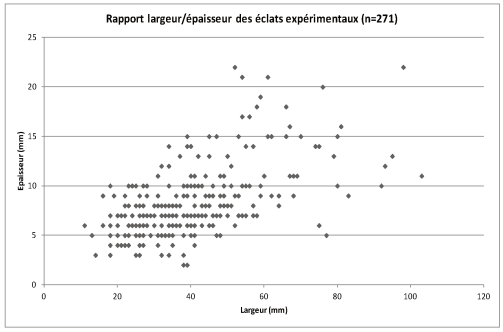
Graphique 30.
Epaisseurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.

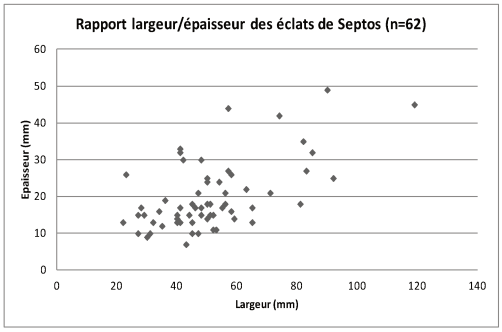


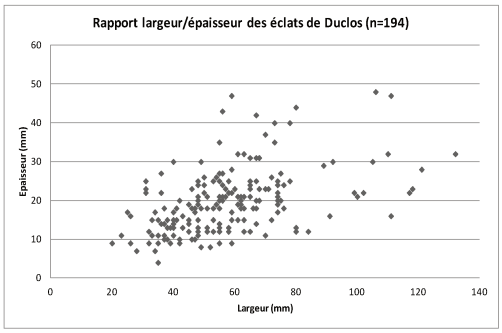




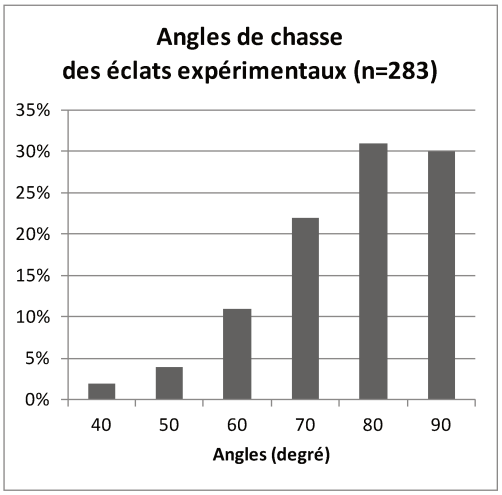
Graphiques 31. Longueurs par rapport aux épaisseurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.

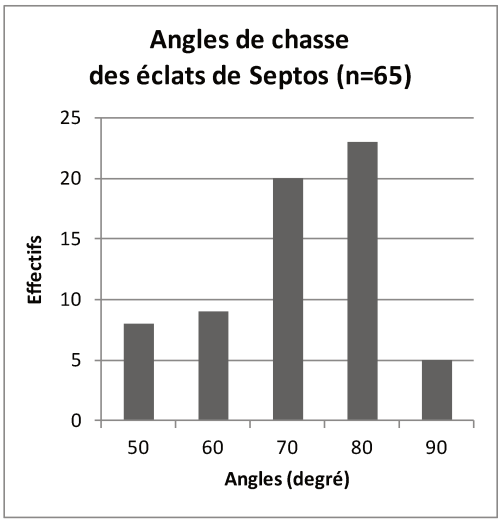


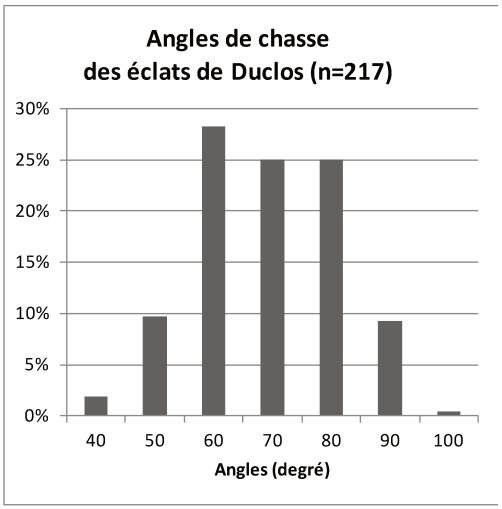




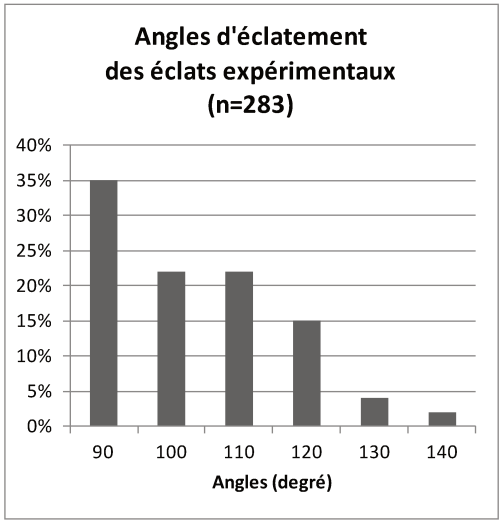
Graphiques 32 . Largeurs par rapport aux épaisseurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.

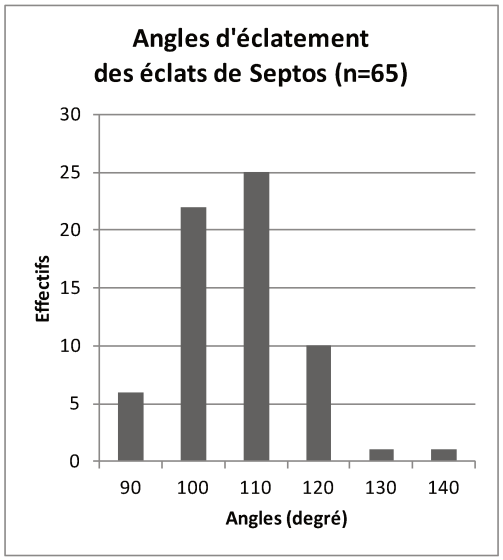


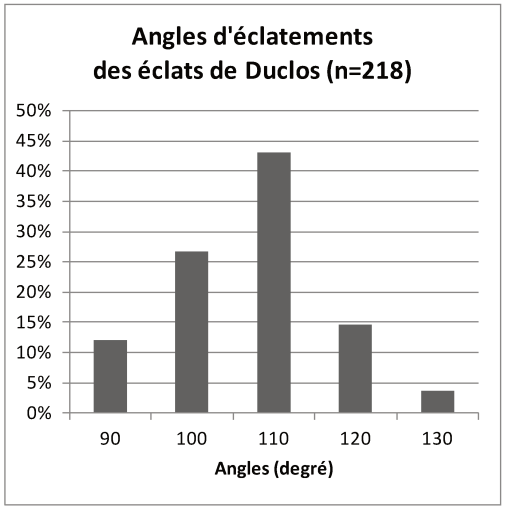




Graphiques 33. Angles de chasse des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.







Graphiques 34. Angles d'éclatements des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos.

9.2.2.2.Les angles de chasse et les angles d'éclatements

Les angles de chasse peuvent différer suivant le type de préparation du talon. En effet, une préparation invasive modifiera en profondeur l'angle avant la percussion. Il est ainsi intéressant de noter que les angles de chasse (**graphique 33**) pour les séries archéologiques se distribuent dans des valeurs plus aigües (entre 60° et 90°) que les angles des talons des éclats expérimentaux (plutôt entre 80° et 90°). Concernant les angles d'éclatements, la conclusion est sans appel: alors que l'expérimentation produits des éclats avec des angles majoritairement à 90°, les séries préhistoriques sont surtout entre 100° et 110° (**graphique 34**). D'une manière générale, la nature de ces angles a des incidences majeures sur la structure des outils ainsi façonnés. Cela corrèle le constat fait lors de l'analyse structurelle des pièces bifaciales, où l'on voit que les répliques modernes sont «pensées» et donc réalisées différemment des outils préhistoriques.

9.2.2.3.Nature et type de talon

Si les variations que nous avons mis en exergue sont le fruit de préparations de talon différentes, les données qualitatives sur le type et la nature de ceux-ci devraient pouvoir nous orienter.
Or, comme pour les matériaux d'origine africaine, la quasi-totalité des talons des collections archéologiques sont lisses: soit parce qu'ils le sont effectivement, soit parce que la préparation, notamment si elle ne consiste qu'en un simple raclage du bord de plan de frappe, comme appliquée pour l'expérimentation, n'est pas décelable à l'œil nu. Cependant, si on regarde la nature du talon, on constate une fois de plus que l'expérimentation est différente des séries archéologiques (**tableau 39**). En effet, si les talons issus des assemblages archéologiques sont très majoritairement corticaux et par définition, non transformés; ceux des expérimentations modernes sont pour la plupart non corticaux, probablement du fait d'une chaîne opératoire différente et notamment au traitement alternant et simultané des deux faces lors de l'expérimetation, ce qui corrobore la distribution différente des angles de chasse des éclats.

Tableau 39. Nature des talons de l'expérimentation, Septos et Duclos.

Nature des talons	Expérimentation	Septos	Duclos
Corticale	89	52	164
Non corticale	204	13	57
Totaux	293	65	221

Par extension, si les talons sont modifiés, la percussion ne se fait ni sur le même type de surface, ni sur le même type d'angle. Il est donc possible que les gestes soient différents. Par ailleurs, ces multitudes d'indices nous obligent à considérer la question de l'objectif de taille. En effet, il semble, à travers le prisme de la grille d'analyse et l'étude structurelle des produits de façonnage que si les objectifs de taille se voulaient identiques, ils ne le sont pas. Les dissemblances se répercutent aussi bien sur les sous-produits de façonnage, que sur les produits de façonnage.

9.3. Synthèse des résultats de l'analyse de Septos, Duclos et de la série expérimentale

Au commencement de l'analyse, les différences entre les produits de façonnage archéologiques et modernes étaient notables. En effet, tant sur la morphologie que sur la structure, nous sommes en présence de concepts différents, bien que l'objectif était pour cette expérimentation, de produire des bifaces selon les mêmes chaînes opératoires. La présomption de retrouver des types de sous-produits également différents s'est vérifiée.
La combinaison des critères qualitatifs de Septos confirme une utilisation majoritaire de percuteurs minéraux lisses avec un geste rentrant. Ce constat est valable pour Duclos, mais l'expression combinée de profil courbe et de lèvre au niveau de la zone bulbaire indique *a minima* l'application de gestes tangentiels.
Les éclats archéologiques ne sont pas forcément plus longs mais la distribution dans les différentes classes de longueur montrent une fréquence plus élevée que pour l'expérimentation, pour les éclats supérieurs ou égaux à 4 cm. Notons que les tris granulométriques des séries archéologiques sont visibles par l'absence de toute la fraction fine.
Finalement, la différence la plus remarquable réside dans le critère des angles de chasse et des angles d'éclatement, en cohésion avec les conclusions sur la structure des bifaces.
De même, les gestes des tailleurs préhistoriques ont été appliqués majoritairement sur des talons corticaux, c'est à dire non transformés et sont donc probablement différents également.

Il faut à ce stade de la réflexion, replacer ces résultats bruts dans la problématique de départ. Les différences et similitudes que nous avons pu soulever entre les séries expérimentales et archéologiques sont des sources d'informations tangibles pour asseoir nos questionnements sur le changement technique. L'inadéquation de l'expérimentation par rapport aux faits archéologiques démontre les liens entre technique de taille et structure du concept bifacial évoqués dans la problématique. Ainsi, ce cas de figure européen nous enseigne qu'à des objectifs structurels distincts qui engendrent des chaînes opératoires différentes, sont ici associées

des techniques globalement distinctes par la fréquence et la nature des stigmates. Donc pour ces matières premières microgrenues et tenaces, la technique peut avoir un rôle structurant. Plus généralement, traquer le changement de technique de taille peut nous renseigner sur un changement technique plus global.

Quatrième partie

Discussion et synthèse conclusive



10. DISCUSSION

10.1 Réflexions sur la méthode

10.1.1. Validité et compatibilité

10.1.1.1. Des matières premières semblables et comparables

Une des premières observations que l'on peut faire, à ce stade de l'analyse, est que les matières premières sont comparables. En effet, le postulat de départ voulait que les matières premières utilisées par les acheuléens africains - principalement des phonolithes, des trachytes, des rhyolites et des basaltes - et les matières premières issues du piémont pyrénéen du sud-ouest de la France étaient au moins semblables. A la lecture des stigmates et des réactions enregistrées de ces différents matériaux, il convient de confirmer qu'ils sont effectivement analogues et donc comparables pour ce qui concernent leurs propriétés physiques face à la fracture conchoïdale. L'exemple le plus révélateur réside dans ce **stigmate de contre-col** au niveau de la délinéation postérieure du talon. Cette caractéristique, qui semble liée à une perte de matière au moment de l'impact, s'exprime aussi bien sur les laves africaines non vitreuses que sur les quartzites pyrénéens. Ces dernières présentent toutefois une meilleure cohérence dans leur structure, moins litée, liée à la composition de la roche. En effet, on peut observer sur un certain nombre de leurs talons, des impacts emboités, souvent identifiés sur le silex ou la dolérite (Soriano, Villa et Wadley 2007; Roussel, Bourguignon et Soressi 2009); stigmate que nous n'avons pas pu observer sur les phonolites et les trachytes testées.

Au regard des résultats analysés un autre constat peut être fait concernant la méthode choisie. Les catégories, les critères définis en amont, à partir de phonolites et de trachytes provenant du Nord Kenya sont opérants et identifiables sur ces matières sédimentaires et métamorphiques et les réactions par rapport aux différentes techniques testées sont similaires pour plusieurs d'entre eux.

10.1.1.2. Une grille d'analyse efficiente

Fort de ce constat sur la comparaison possible des matières premières, la grille d'analyse s'est aussi avérée efficace concernant l'identification de stigmates communs aux matériaux étudiés. Les réactions équivalentes des matières premières autorisent certaines conclusions. D'abord sur le critère de la zone ventrale de l'éclat, les catégories de **zones bulbaires plates ou avec des bulbes naissants** sont surtout caractéristiques de percussions minérales avec un geste rentrant. Elles sont associées à un contact percuteur/matière pratiquement toujours interne. Cette atténuation du bulbe, qui, par ailleurs n'a pas été observée sur du silex, semble donc propre à ce type de matière première tenace. Etant donné que le conchoïde caractéristique du principe hertzien ne s'exprime pas ici pleinement, nous avons proposé de différencier cette fracture en la qualifiant de **sub-conchoïdale**.
Un autre critère, celui du profil, peut permettre de comprendre le type de geste appliqué lors du choc. Ainsi les profils courbes sont caractéristiques des gestes tangentiels, tandis que les profils droits sont le résultat de gestes rentrants. Ces critères ne présument cependant pas de la matière du percuteur. La façon la plus convaincante de déterminer l'utilisation d'une technique de percussion plutôt qu'une autre reste de combiner certains stigmates comme démontré dans le chapitre 7.2.

Ces matières minérales microgrenues et tenaces ont une dernière caractéristique commune: la reconnaissance des techniques de percussion reste malaisée, étant donné la difficulté qu'elles ont, à enregistrer les stigmates avec une bonne résolution. Par exemple, si les tendances expriment clairement la percussion dure rentrante et/ou tangentielle pour Septos et Duclos, l'expression d'une éventuelle percussion tendre organique tangentielle est trop discrète pour pouvoir avoir un impact statistique identifiable.

Cette grille d'analyse permet donc de soulever les tendances majoritaires des techniques de percussion utilisées au sein d'une série homogène et cohérente. Pour asseoir des hypothèses valables concernant les techniques de percussion et les méthodes, il est indispensable de compléter ces observations par une expérimentation en fonction des problématiques de départ, pour les confirmer ou les infirmer et comprendre ce qui est possible ou impossible au regard des chaînes opératoires identifiées. L'expression d'un même stigmate pour plusieurs techniques de percussion montre que la détermination des techniques de percussion ne peut se résumer à une unique identification de stigmates.

10.1.2. Les apports de l'expérimentation

10.1.2.1. Le visible et l'invisible

Si ces matériaux sont comparables, peut-on penser qu'ils ont été traités de la même manière? En effet, si la contrainte des matières premières est un fait, y-a-t'il des solutions semblables pour les tailler? Peut-on adhérer au fait que les morphologies des grands outils sur éclat, observées durant l'Acheuléen sont liées à ces matières premières particulières ? Ou bien le fait que ces outils sur éclat ait un lien avec les possibiltés de façonnage offertes par les techniques de percussion sur ces matières premières?

Une des questions principales au commencement de la réflexion concerne l'éventuel gain qu'apporte un changement de technique de percussion. Au regard des résultats, on peut aborder plusieurs réflexions.
Avoir l'opportunité de tester plusieurs types de percuteurs permet de révéler plusieurs paramètres sur la place de la technique de percussion au sein de la chaîne opératoire. Premièrement, elle est fonction de l'adaptation et du savoir-faire du tailleur. Ainsi, c'est lui et lui seul qui saura ou choisira d'appliquer tel type de geste, d'utiliser tel nature de percuteur ou telle séquence opératoire pour obtenir l'enlèvement voulu ou affronter une difficulté. Ce paramètre n'est mesurable que pour le matériel expérimental mais reste difficile à discerner sur les assemblages archéologiques.
Les résultats de la grille d'analyse montrent aussi clairement la difficulté à distinguer la nature des percuteurs quand ils sont utilisés selon des gestes tangentiels. La comparaison avec l'étalon d'éclats de silex souligne également que, contrairement à ce qui prévaut pour le Silex, la percussion minérale altérée est équivalente voire parfois mieux adaptée à des enlèvements sub-parallèles et envahissants que la percussion tendre organique, comme le souligne l'épaisseur des éclats. L'expérimentation a permis de révéler une autre particularité des matières premières microgrenues et tenaces : une aténuation non négligeable des stigmates. Une des conséquences est l'impossibilité de repérer à l'oeil nu la préparation par raclage des talons, même sur les éclats tout juste taillés. Cette étape, pourtant indispensable, devient «fantôme» dans les assemblages archéologiques et empêche d'identifier avec précision certains gestes techniques liés au façonnage et par conséquent la technique de percussion utilisée.

Ces observations menées sur différentes matières premières et en diachronie permettent de constater enfin que la technique de percussion reste un moyen pour arriver à la conception voulue de l'objet. Les expérimentateurs ont recouru à des moyens différents, répondu à des contraintes différentes, utilisés des savoirs-faire différents pour obtenir arriver aux mêmes fins, comme cela a déjà été observé dans les travaux d'expérimentations sur le débitage prismatique (Driscoll, Garcia-Rojas 2014).

10.1.2.2 Des résultats tangibles

Comme toute méthode, les deux expérimentations présentées dans ce travail offrent des possibilités et se heurtent à des limites incontournables. Les confirmations les plus notables au terme de l'exercice, restent l'efficience de tous les percuteurs testés sur les matières premières quelles que soient leurs origines. Si la percussion organique au bois végétal avec une essence européenne au moyen d'un geste tangentiel avait déjà fait ses preuves dans les années 1980 pour les problématiques du site d'Isenya, l'expérience menée sur d'autres laves a confirmé que **les essences africaines étaient aussi valables** en tant que percuteurs que le buis utilisé jusqu'ici. Plusieurs essences d'*Acacia*, très présent sur le continent africain, ont été testées et se sont révélées très efficaces, même si leur durée d'utilisation est plus limitée que celle observée pour le buis. Le prélèvement d'une racine d'*Acacia tortilis* avec des éclats bruts de basalte, dont la durée n'a pas excédée 1h30, confirme que la question du renouvellement du percuteur n'est pas un problème en soi. Elle est, en tout cas, largement surmontable, surtout avec des outils plus adaptés à l'exercice de type hachereau.

Nous pouvons confirmer, que les trois techniques de percussion testées (percussion minérale lisse/geste rentrant ; percussion organique végétale/geste tangentielle ; percussion minérale altérée/geste tangentielle) permettent d'obtenir de très bons résultats sur ce type de matière première, par rapport aux objectifs fixés pour chacune. La percussion avec un minéral dont le cortex est altéré peut être considérée comme une «percussion tendre» au regard des ténacités des différentes matières en jeu. Nous ne nous autorisons cependant pas à la désigner comme telle, pour ne pas prêter à confusion, nous lui préférons une description stricte de l'état physique des percuteurs que nous avons testés.
Pour les laves africaines, **l'utilisation de percuteurs en matière minérale altérée** offre des possibilités équivalentes, voire parfois plus adaptées aux matières à tailler que leurs homologues organiques et nécessite une préparation des talons moins soignée que pour le Silex. Cette technique de percussion minérale altérée avec un geste tangentiel s'est révélée également particulièrement efficace pour le façonnage des bifaces en silex (**figure 70**).

Les réactions des matériaux du piémont pyrénéen confrontés à plusieurs types de percuteurs et de gestes sont encore une fois semblables et comparables avec le corpus expérimental africain. L'hypothèse d'une grande variabilité de percuteurs à disposition selon la volonté, le besoin et le savoir-faire des artisans est donc tout à fait possible, incluant toutes les sources disponibles, à savoir le minéral, le végétal et l'animal, ce quelque soit la période. Cette hypothèse est bien sûr valable pour les sites acheuléens d'Afrique de l'est, étant donné que la variété de percuteurs potentiels est très large (Arroyo, de la Torre 2018). La ressource animale reste

cependant à tester pour être validée parmi le cortège de percuteurs supposés disponibles.

10.2. La technique de percussion: un point central de la chaîne opératoire?

10.2.1. A matières premières semblables, choix techniques semblables ?

Si l'expérimentation du volet africain présenté en deuxième partie a été l'occasion de souligner certaines limites de l'exercice, celle sur les quartzites révèle d'autres obstacles.
En effet, les constatations sur les séries expérimentales réalisées au Kenya mettaient en lumière des restrictions au niveau des possibilités des tests à effectuer ou des limites des matériaux. La série expérimentale de Duclos révèle quant à elle, l'impossibilité de reproduire à l'identique la structure de l'outil souhaité, malgré une chaîne opératoire et un but communs. En effet, si on peut, par l'étude technologique, structurelle ou fonctionnelle, distinguer les objectifs des tailleurs acheuléens, il est plus difficile de reproduire les mêmes intentions. Les tailleurs modernes, *a fortiori* des érudits, fort de connaissances physico-chimiques des matières utilisées et des possibilités multiples de réalisation, ne se placent pas, *de facto*, dans la même configuration qu'un petit groupe d'*Homo erectus* ou de Néandertals, dans un environnement donné, avec des contraintes variées qui leurs sont propres.
Concrètement, cela se traduit par des différences notables sur les produits de façonnage. Les structures techno-fonctionnelles des pièces façonnées sont très différentes entre l'expérimentation et les pièces archéologiques. Les enlèvements visibles sur les bifaces archéologiques sont également plus envahissants que sur les expérimentations.

La ténacité des roches concernées demande à ce que les coups, quelle que soit la nature du percuteur, soient appliqués avec une très grande force, voire une certaine violence au risque d'obtenir des accidents rédhibitoires ou de ne pas atteindre l'objectif fixé. Les matières premières réagissent cependant très bien aux trois techniques de percussion testées. L'expérimentation démontre que les difficultés liées à la structure, parfois impossibles à surmonter, peuvent être contournées par des choix appropriés qui ne s'articulent pas autour des techniques de percussion, mais plutôt autour de la phase d'obtention du support. De grands éclats proches de la volumétrie souhaitée pour les séries africaines ou des galets à néocortex offrant des plans de frappe de meilleures cohésions pour les sites du sud-ouest de la France. Les choix techniques des artisans paléolithiques sont donc fonction de





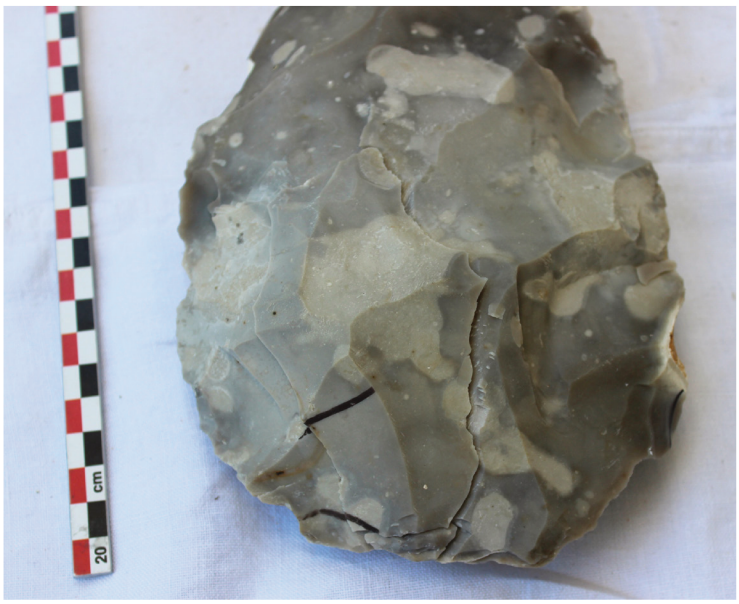


Figure 70. Exemple d'enlèvement et de talon obtenu par façonnage au percuteur minéral calcaire au moyen d'un geste tangentiel.

l'adaptation à la matière première dans la contrainte de leur objectif. A l'échelle de la chaîne opératoire, on pourra voir autant de choix que de tailleurs ou de supports.

Néanmoins, passée la phase d'obtention du support, il semble quand même que la technique de percussion puisse aussi être choisie dans les mêmes conditions. Ainsi on distingue des variabilités dans les duretés de percuteurs ou dans les gestes qui peuvent être communs entre les laves africaines et les quartzites. Par exemple, les percussions minérales non altérées peuvent s'appliquer avec un geste tangentiel en interne du plan de frappe sur les quartzites.
Les transformations limitées des tranchants et des éclats laissent entrevoir d'autres similarités techniques recherchées par ces différents groupes humains, c'est à dire des matières premières qui offrent la possibilité d'un tranchant très résistant sans qu'une retouche ne soit nécessaire. Il est alors peu étonnant que l'utilisation éventuelle d'éclats de façonnage dans des cas de façonnage mixte, ait été recherchée comme à Duclos.

10.2.2 Où voit-on un changement?

Paradoxalement, les limites de l'exercice de l'expérimentation apportent ici une autre réponse fondamentale. En effet, la différence dans les sous-produits de façonnage entre les séries archéologiques et expérimentales pour le sud-ouest de la France permettent de rendre compte de gestes différents, malgré des objectifs communs.
Ainsi, pour certains critères comme les angles de chasse et d'éclatement, on remarque que la variabilité est beaucoup plus grande sur les corpus obtenus par la taille expérimentale et surtout que les mesures des produits de façonnage archéologiques se distribuent selon des dimensions plus constantes.
Une catégorie s'exprime différemment entre les deux types de corpus : la délinéation postérieure du talon. En effet, les délinéations irrégulières sont plus fréquentes chez les tailleurs contemporains que dans les assemblages acheuléens. S'il n'y a pas de conclusion particulière à en tirer pour le sujet qui nous occupe, il est probable que cela provienne d'une différence de cohésion des néocortex (en particulier pour les quartzites) si ce n'est des modules façonnés, des percuteurs utilisés. Cela souligne que les modules de matières premières ne sont peut être pas de qualité équivalente ou que leur état global diffère. Il faut cependant garder en mémoire que les bords de plans de frappe des séries archéologiques peuvent être plus érodés que ceux fraîchement taillés, ce qui auraient pour effet de gommer l'aspect irrégulier de certaines lignes postérieures de talon.

Ces gestes ont donc une conséquence directe sur la structure des pièces façonnées. On voit donc une répercussion de ces gestes dans la chaîne opératoire sur la structure et par conséquent sur la fonctionalité de l'objet. L'expérimentateur ne se place pas dans une structuration choisie de l'objet qu'il réplique, même si

les moyens (chaîne opératoire et technique de percussion) apparaissent pour lui identiques à ceux identifiés sur les vestiges archéologiques.
Seulement le tailleur acheuléen lui, est mûé par le caractère fonctionnel de l'objet qu'il produit pour répondre à un besoin. La fonction est le moteur principale et la structure de l'objet qui en découle est donc choisie, c'est l'objectif à atteindre au moyen de gestes, de percuteurs, de savoir-faire par rapport à la matière première disponible dans son environnement avec laquelle il doit composer. Les différences morphologiques des bifaces classiques par rapport aux bifaces plus frustres seraient donc probablement plus une question de changement de structure de l'objet qu'un changement de nature de percuteur.
Dans les sites de Duclos et Septos, on constate que la plupart des pièces bifaciales ont une chaîne opératoire réduite à quelques éclats, avec une mise en place de la structure de la pièce dès les premiers enlèvements, au moyen d'éclats longs, épais et *de facto* corticaux qui jouent sur la morphologie et la volumétrie.
Pour revenir à la nature du percuteur, souvent citée dans les changements de morphologie des bifaces ; si les conséquences sur la matière sont indéniablement différentes suivant le type de percuteur utilisé, il est improbable que le changement intervienne à ce niveau de la chaîne opératoire. On ne peut écarter les caractères prépondérants de l'idée de départ, du besoin fonctionnel de la pièce, du choix de la méthode à appliquer et du savoir-faire du tailleur sur la nature même du percuteur.
Cette analyse en diachronie, complétée par l'étude d'un deuxième assemblage expérimental apporte des réponses sur plusieurs points, qu'il convient maintenant de replacer dans un contexte plus large, celui du changement technique.

11. SYNTHESE CONCLUSIVE ET PERSPECTIVES

11.1. Les techniques de percussion à l'échelle du court terme

11.1.1. Focus sur la chaîne opératoire

11.1.1.1. Les techniques de percussion face aux matériaux microgrenus et tenaces

La difficulté d'étudier l'Acheuléen africain comme l'Acheuléen européen, est résolument liée à la façon dont il a été défini mais aussi dont ont été identifiés et classés les évolutions/changements techniques au sein de cette entité. Cette difficulté est accentuée par une temporalité particulièrement étendue, même au sein du seul continent africain. Cette question a été soulevée quasiment dès les premières études de sites :

« La manière dont nous sérions ces industries typologiquement et chronologiquement ou la sériation elle-même sont-elles importantes ? En fait, il y a une sérieuse question en jeu : comment comparer la variation au sein d'un complexe de sites avec celle entre des sites sur une longue période ? Isaac (1972) a longuement considéré ces questions. Elles sont la clé de notre compréhension de la nature des changements culturels pendant le Paléolithique inférieur. » (Gowlett 1993)

S'il est inféodé à la présence du concept bifacial (Lepre *et al.* 2011), tout comme l'Acheuléen européen, il comprend également une grande variabilité de concepts techniques de façonnage et de débitage qui posent parfois problème pour son identification (de la Torre, Mora 2005; Diez-Martín, Sánchez-Yustos et de Luque 2018). On cherche donc des éléments typologique, technologique voire culturel pour tenter d'identifier des ruptures. La technique de percussion est un de ces éléments. Mais pour identifer ces changements, ce qui est en jeu, c'est l'échelle d'analyse que l'on va appliquer à la question que l'on pose. En effet, un changement de technique de percussion visible à l'échelle de la chaîne opératoire d'un site ou d'un complexe de site, sera-t-il toujours perceptible à une échelle plus large ? Et surtout sera-t-il valable ?

Ce que nous montre l'expérimentation et les résultats qui en découlent, c'est que certaines différences de réactions de la matière première peuvent être perçues à l'échelle de l'assemblage. Néanmoins, on n'observe pas de réel saut technique, c'est à dire, un résultat technique qui ne serait possible que grâce à une technique de percussion, excluant les autres. On constate même que certaines techniques

de percussion peuvent se confondre, non seulement au niveau des stigmates, mais aussi au niveau de leurs conséquences sur la matière façonnée (*cf.* 5.2.2.4 et 5.2.2.5). Les dimensions des éclats obtenus par les techniques G2 ou G3, sont quasiment égales, voire avantageuses pour G3 dans un processus de façonnage. Enfin, si on peut parvenir à identifier certaines techniques de percussion, avec toutes les précautions que comporte l'exercice, ce constat ne sera valable que pour la série en question. Dès que l'analyse changera d'échelle, « ces preuves » ne seront plus tangibles.

11.1.1.2. Le changement de technique de percussion: une histoire de geste ?

Ce que nous constatons à l'aune de notre étude, c'est que les productions expérimentales réalisées au moyen de matériaux volcaniques microgrenus et tenaces, provenant exclusivement d'Afrique de l'est, ont été possibles avec différents types de percuteurs tendres autres que le buis. Ainsi au moins trois essences différentes (*Acacia tortilis*, *Acacia eliator turkanae Br.* et *Delonix elata*) se sont révélées particulièrement efficaces pour la confection de bifaces, à l'instar des percuteurs minéraux, dont la surface altérée par des phénomènes chimiques, est rendue poreuse. La surface de restitution de l'énergie est alors élargie, du fait du contact «poudreux» et entraîne moins de risques de fissuration et d'écrasement qu'avec une surface lisse. L'efficacité de ce type de percuteur sur les matières volcaniques n'est pas anodine. Elle remet au centre de nos hypothèses la possibilité d'avoir des techniques de percussion impliquant des percuteurs minéraux « tendres » dès l'Acheuléen. Elle oblige à prendre en compte la variabilité de dureté au sein du matériel de percussion disponible, dès les premières expressions de ce type d'activités. En effet, les outils percussifs et les activités de percussion sont déjà maitrisées depuis plusieurs millions d'années (Harmand *et al.* 2015; Arroyo *et al*. 2018)

Par ailleurs, l'application de la grille d'analyse a mis en lumière plusieurs différences notables par rapport à ce que nous connaissions sur les corpus en silex. Tout d'abord les stigmates ne s'expriment pas aussi bien et en aussi grande fréquence que sur le silex. On pourrait aller jusqu'à dire que les matières premières microgrenues et tenaces testées changent la résolution des stigmates. Ensuite certains de ces stigmates sont liés aux propriétés intrinsèques des matières premières et leurs sont propres, en particulier pour la délinéation postérieure du talon et le bulbe, qui la plupart du temps, est plat ou naissant, mais qui n'est quasiment jamais conchoïdal. Cette différence majeure d'expression des stigmates et par conséquent de leur difficile identification, rend encore plus périlleux la caractérisation formelle de telle ou telle technique de percussion. Ainsi, dans ce cas, comme pour d'autres *« nos données ne sont que le résultat de la capacité exploratrice des méthodes dont nous disposons »* (Boëda 1991, p. 37).

Néanmoins il est possible d'avoir une réflexion plus affinée sur les gestes appliqués sur les produits de façonnage. En effet, les différences de stigmates sont plus marquées si on les considère à travers le prisme du geste. Ainsi, on a constaté qu'un geste tangentiel sera préférentiellement appliqué sur une zone marginale au bord de plan de frappe et la rupture se fera alors en retrait de celui-ci, ce qui formera une lèvre d'arrachement, plus ou moins prononcée selon l'élasticité du percuteur, donc de sa nature et de la tenacité de la matière et va créer un profil plus courbe.

Ce critère du geste a déjà été soulevé par plusieurs auteurs, sans pour autant prendre l'importance que l'on pourrait lui accorder. H. Bertouille implique dans le geste, une relation directe avec la forme du percuteur plutôt que sa nature.

« Or, il semble que le geste peut être plus lié à la forme du percuteur (oblong/ sphéroïdal) qu'à sa matière » (Bertouille 1989, p. 62)

L'auteur finit par lier forme et matière dans sa conclusion, à savoir sphéroïdal pour les percuteurs minéraux et oblong pour les percuteurs organiques. Notre travail expérimental montre que le geste s'accomplit quelle que soit la forme du percuteur. Par contre il est clair que la nature du geste va autoriser une percussion plus marginale inversement proportionnelle à sa dureté.

Ces différences de gestes ont également joué un rôle certain dans l'expérimentation conduite dans les années 1980 par Pierre-Jean Texier. Celui-ci précise bien les gestes appliqués lors de l'utilisation des techniques de percussion G1 et G2 lors du façonnage :

« Les deux techniques s'accompagnent d'une gestuelle différente et produisent des éclats aux caractères morphotechniques distincts : geste sec et retenu immédiatement après la percussion avec un percuteur dur, éclats au talon épais ; geste ample et sans retenue avec un percuteur tendre, éclats au talon mince » (Roche *et al*. 1988b, p. 46).

Toutes ces remarques remettent au centre de la notion de technique de percussion, le rôle fondamental du geste ou de la posture, souligné par Jacques Tixier, il y a plusieurs années.
Cette nouvelle perspective nous amène à nous interroger sur la nature du changement technique. Si le diagnostic d'une technique de percussion sur le matériel archéologique reste un exercice délicat au terme de cette étude, une des informations majeures que l'on peut retenir est que la différence entre celles-ci se définit au moins autant dans le geste que dans le type de percuteur. Or cette information est capitale, car si le cortège de percuteurs potentiels reste dans le registre du minéral, alors le changement ne réside plus dans un concept radicalement différent du premier - c'est à dire la recherche d'une essence adaptée, prélèvement des percuteurs, séchage (car nous avons vu que les échantillons tout juste coupés n'étaient pas efficient), éventuel entretien du percuteur - mais plutôt

dans la manipulation et les nuances que l'on peut apporter à cet outil percussif déjà maitrisé de longue date.
Il est donc envisageable de concevoir un changement de geste en amont d'un changement de nature de percuteur. Cette variabilité de geste, fruit d'une adaptation du savoir-faire des tailleurs, pourraient alors constituer, ce que Simondon désigne comme un changement mineur. Selon lui, à la différence des changements majeurs qui créent une rupture dans l'évolution d'une lignée d'objet, les changements mineurs abondent la lignée de perfectionnements progressifs (Simondon 1989). Il peut aussi s'apparenter à ce que Rabardel appelle «la recombinaison des schèmes» (Rabardel 1995). Dans ce cas est-ce que ce geste de percussion marginal existait dans une autre sphère technique et qu'il a été introduit dans la sphère du façonnage bifacial ? Dans le façonnage des PSSB ?

A la lumière de ces arguments, l n'est plus possible d'imputer à la seule nature du percuteur, les changements parfois radicaux des caractères morphotechniques des bifaces.

11.1.2. Quelques pistes de réflexion

11.1.2.1. Appréhender le changement : une question d'échelle

Plusieurs études ont été menées sur l'influence des échelles d'analyse sur l'identification et la caractérisation des changements (Braudel 1949; Koehler 2009; Perlès 2013). Concernant un autre ensemble culturel à priori solide et circonscrit, le Moustérien, Héloïse Koehler (2009) a réussi à mettre en évidence plusieurs faits sur l'expression de la variabilité technique et de la perception que l'on peut en avoir. Ainsi on se rend compte que plus l'échelle d'analyse s'affine, plus les différences sont visibles et nombreuses (*Ibid.*), mais surtout, sur les groupes techniques que l'auteur a pu caractériser, se sont les échelles d'analyse et non les critères qui font varier la perception des différences.
En explorant ce raisonnement, l'Acheuléen africain, qui peut sembler cohérent à une échelle d'analyse large, l'est-il tout autant avec une échelle moyenne ou fine? Il est nécessaire, pour cerner le changement et lui donner sa juste valeur, de savoir à quelle échelle on le situe. Si on reprend ces notions pour les adapter à notre propos, on peut proposer trois niveaux d'analyses du changement technique, répartis de cette manière :

A contrario, il semble qu'une échelle d'analyse très fine, voire trop fine comme celle de l'objet (biface en général, ou la production bifaciale), accentue les effets de variabilité et de changement. Pour revenir à nos interrogations sur le statut du changement de technique de percussion, si on avance l'hypothèse que le geste change en priorité sur la nature du percuteur, alors on assiste surtout à une recombinaison du schème de percussion (Rabardel 1995), déjà bien maîtrisé et intégré depuis plusieurs millions d'années (Lewis et Harmand 2016, Arroyo, de la Torre 2018) au sein de la chaîne opératoire. Ainsi, ce changement sera perceptible à l'échelle d'une analyse fine, mais pourra s'exprimer de manière moins prononcée à une échelle moyenne ou générale, selon les besoins ou des choix techniques incluant les variations des matières premières. Ce qui est vrai ou juste à une échelle n'est donc pas forcément transposable à d'autres échelles d'analyses, d'où l'hypothèse périlleuse d'attribuer à un changement de nature de percuteur, une valeur trop globale.

.

De plus, il y a changement et Changement. En effet, l'histoire de l'humanité est ponctuée d'une multitude de changements qui n'ont pas tous le même statut. Ce statut peut être analysé selon une conception temporelle de continuité ou de discontinuité.

« A temporally continuous conception of change relies on a gradualist paradigm, whereby each sphere of human activities can evolve independently from the others, at its own rythm, with gradual transformations due to successive innovations or borrowings. In contrast, a temporally discontinuous conception of time relies on a systemic paradigm, whereby feedback mechanisms limit the range of possible change until a disruption of the equilibrium - an economic or social crisis, for instance - entails simultaneous transformations in several spheres of social and economic activities[25] » (Perlès 2013, p. 283).

Ainsi, on pourrait considérer que le changement de technique de percussion constitue un choix continu au sein de la production lithique, mais qu'il n'est pas le proxy d'un changement majeur au sein d'une hypothétique culture acheuléenne.
Le problème soulevé est donc peut être plus dans la tendance à vouloir appliquer à des échelles trop large, des résultats obtenus dans des analyses à haute résolution et de traduire des changements valables à l'échelle de la chaîne opératoire, dans un contexte plus général. Ce défaut de lecture nous place alors en face de plus d'incohérences méthodologiques et de questions, que de réponses à nos problématiques.

25 «Une conception du changement sur un temps continu repose sur un paradigme gradualiste selon lequel chaque sphère d'activités humaines peut évoluer indépendamment des autres, à son propre rythme, avec des transformations graduelles dues à des innovations ou des emprunts successifs. Par contre, une conception temporelle discontinue du temps repose sur un paradigme systémique selon lequel des mécanismes de réactions limitent l'éventail des changements possibles jusqu'à ce qu'une interruption de l'équilibre -une crise sociale ou économique, par exemple - implique des transformations simultanées dans plusieurs sphères d'activités sociales et économiques.»

• Analyse fine : Chaîne opératoire et exploitation de la matière première de chaque assemblage
• Analyse moyenne : Variation des compositions des assemblages acheuléens (échelle micro-régionale à régionale)
• Analyse générale : Variation durant l'Acheuléen sur la zone de la Vallée du rift, par exemple

11.1.2.2. Comment ou pourquoi?

Au regard des conclusions exposées précédemment, une interrogation majeure se dessine : lorsqu'on invoque un changement de technique de percussion pour justifier d'un changement technique global dans l'Acheuléen, pose-t'on la bonne question ?

En effet, à ce stade de la réflexion, plusieurs écueils sont identifiables. Tout d'abord, la conception d'un Acheuléen centré sur le biface. Nous avons vu dans le premier chapitre la nébuleuse avec laquelle cette définition est toujours assortie. En effet, qu'est-ce qu'un biface ? Quelles que soient les limites et les critères que l'on veut intégrer à cette définition, considérer les productions acheuléennes à travers un seul outil, c'est oublier la variabilité incontestable des assemblages du Paléolithique inférieur et minimiser leur complexité. C'est également partir du postulat que tous les bifaces sont issus d'une seule et même lignée et qu'ils seraient donc eux aussi, dans une évolution progressiste traduite par leurs morphologies ? Outre le caractère typologique qui peut amener une certaine déroute dans l'analyse, les études récentes sur le biface montrent que le terme rassemble une quantité importante d'outils et de concepts différents et on ne peut plus se satisfaire de ce seul point de vue. Pour pouvoir comprendre ces changements radicaux de morphologie, il faudrait pouvoir déterminer si les «bifaces» sont bien tous comparables.

De même, présumer d'un changement technique à travers ce seul outil, est un raisonnement d'emblée tronqué d'une certaine réalité. Car comme le souligne l'équipe qui a fouillé Isenya, *« Although one cannot deny that many Acheulean sites are characterised by large quantities of handhaxes and cleavers, Homo erectus is far from being a maker of handhaxes*[26]*.»* (Roche et Texier 1995, p. 153).

26 *« si personne ne peut nier le fait que la plupart des sites acheuléens se caractérisent par une grande quantité de bifaces et de hachereaux, Homo erectus est loin d'être seulement un fabriquant de biface.»*

S'il fallait donner un statut aux techniques de percussion, il faudrait les identifier et les nommer selon trois degrés distincts : globalement dans la composition des assemblages (nombre de percuteur, nature), spécifiquement les chaînes opératoires (geste) et de manière plus détaillée sur les produits finis (stigmate, enlèvement). Cela permettrait de définir un meilleur contexte pour discuter de leurs influences durant l'Acheuléen. Ainsi, dans un contexte où le choix d'une technique de percussion se ferait à contre courant, alors elle pourrait devenir un proxy d'un choix culturel, comme c'est le cas dans les périodes plus récentes (Goutas 2009).

Si la question du changement technique est abordée pour justifier la différence de morphologie des bifaces, il est donc indispensable de le replacer dans l'intégrité complète des séries. Au final, notre questionnement de départ, qui pouvait paraître simple, se révèle, à l'image de l'Acheuléen, plus complexe qu'il n'y parait. En d'autres termes, est-il pertinent de répondre à la question du *comment* quand il faudrait poser celle du *pourquoi*?

11.2. Les techniques de percussion à l'échelle du long terme

11.2.1. Apports de la diachronie

11.2.1.1. Des productions a priori similaires

Les similarités entre les collections du corpus étudiées ne se limitent pas aux matières premières. En effet, les productions et le traitement de ces matières premières du sud-ouest de la France sont parfois étonnamment proches des séries acheuléennes de l'Afrique orientale, du moins d'un point de vue typo-morphologique. Le travail discuté ici propose de considérer ce que les techniques de percussion rendent possible au regard des changements techniques. Intégrer des collections d'un lieu géographique différent du sujet de départ et d'une chronologie plus récente, permet d'analyser, s'il y a lieu, les mécanismes du changement en se libérant des contraintes chronologiques. Ce choix a été déterminé par le faciès particulier de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, dont les productions lithiques composées de débitage de grands éclats ou de supports plus modestes et de façonnage de grands outils de type biface ou hachereau, se rapprochaient beaucoup des productions de l'Acheuléen africain

Une première remarque sur ces industries françaises : au sein d'un même assemblage, en ce qui concerne l'outillage lourd, une certaine récurrence semble se dessiner au niveau des grands éclats supports, plus que sur les morphologies finales des produits de façonnage. C'est également le cas pour d'autres sites attribués à l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, comme celui de Lanne-Darré par

exemple (Colonge, Callède et Mourre 2003), mais aussi, pour des sites beaucoup plus éloignés géographiquement, notamment ceux attribués à l'Acheuléen africain (Isenya, Bouri, Olorgesailie, Garba I, Konso-Gardula) (Roche *et al.* 1988b, Asfaw *et al.* 2002, Isaac 1977, Piperno et Chavaillon 2004, Beyene *et al.* 2013). Pour autant ces supports de Septos et Duclos sont par la suite traités de façon différente, soit dans des chaînes opératoires de débitage ou de façonnage, voire dans des combinaisons de schèmes impliquant les deux conceptions en symbiose. On sait par ailleurs qu'à Isenya par exemple, les chaînes opératoires de débitage et de façonnage sont plus clairement délimitées.
Cela souligne la complexité technologique voire la diversité de ces groupes d'homininés et les implications multiples des différents concepts qu'ils manipulent. En parallèle de cette variété de schèmes opératoires ou de combinaisons de schèmes opératoires, on remarque également que la variété de percuteurs utilisés, qu'ils soient minéraux ou autre, ainsi que la variabilité des gestes exécutés sont possibles et aussi bien pour le façonnage que pour le débitage, même s'ils sont parfois difficilement distinguables.

Dans ce cas, comment justifier qu'une technique de percussion pourrait détenir la clé de changements morphotechniques flagrants dans la production de bifaces au sein d'un même assemblage ? Il semble que des objectifs différents impliquent parfois des morphologies différentes, cependant le changement majeur réside plus dans le concept de l'outil que dans la technique de percussion choisie pour mettre en œuvre le processus de fabrication.

Alors que veut dire un « Acheuléen ancien » ou « classique » ou « évolué » si on se base sur des morphologies d'outils dont on ne connaît pas les concepts de base, ni les fonctions ? Tous les bifaces identifiés comme frustres sont-ils issus des mêmes concepts ? A contrario les bifaces « évolués » seraient-ils le produit d'un autre concept spécifique ?

11.2.1.2. Variabilité des assemblages acheuléen

La variabilité au sein de l'Acheuléen est certes un constat récurrent quelle que soit la situation géographique des sites archéologiques, mais il semble que ce soit une question peu traitée en ce qui concerne l'Acheuléen africain. Souvent, le phénomène bifacial prend le pas sur les autres productions, le biface, notion encore plus restreinte de l'outillage, reste au centre des préoccupations dans sa définition. Si, pour tenter de sortir de point de vue typologique, des études récentes sur les collections d'Elandsfontein (Afrique du Sud), s'orientent délibérément sur la volumétrie des bifaces plutôt que sur la typologie, il n'en reste pas moins que le sujet de l'étude est déconnecté du reste de la production anthropique (Archer et Braun 2010).

Pourtant, les assemblages acheuléens d'Afrique, comme ceux d'Europe ou d'Asie, offrent un éventail de production large, souvent avec deux chaînes opératoires qui coexistent : le façonnage et le débitage et qui sont loin de s'exprimer de façon équivalente (Gallotti 2016; Rocca *et al.* 2016).
A partir d'un constat fait sur du matériel archéologique de France et d'Afrique du nord, E. Boëda propose quatre situations observées indépendamment de la chronologie, de l'attribution typologique ou culturelle des séries (Boëda 1991, p. 42) :

1) Une conception unique de façonnage, proposant la production de pièces bifaciales, outils (bruts ou retouchés) ou supports d'outils

2) Une conception unique de débitage, proposant une production d'éclats, outils ou supports d'outils

3) Une conception double et interactive de débitage puis de façonnage, proposant la production d'éclats qui serviront de support pour effectuer des opérations de façonnage

4) Deux conceptions indépendantes de débitage et de façonnage

Aussi, les productions de pièces bifaciales, devraient être associées systématiquement à d'autres traits de production complémentaire. C'est dans ces autres productions qu'on pourrait finalement trouver ce qui caractérise l'Acheuléen africain (Diez-Martín et Eren 2012).
Par ailleurs, si ces variabilités sont perceptibles dans la composition des assemblages, elles s'expriment également au niveau du débitage et du façonnage. On voit ainsi, que les productions d'éclats peuvent prendre des formes très dissemblables, malgré des matières premières similaires et un cadre chronologique et culturel considéré comme cohérent, au moyen de techniques de percussion pas toujours identifiables ou identifiées (Chevrier 2012; Gallotti *et al.* 2014; Diez-Martín *et al.* 2014). Il est fort probable que la variabilité observée sur les bifaces acheuléens d'Europe se retrouve dans ceux d'Afrique. Ces considérations nouvelles sur les assemblages acheuléens, mise en parallèle de nos résultats, où la technique de percussion est parfois difficile à définir et ne semblent pas être un pilier de la réalisation de l'outil, ouvrent des perspectives plus larges et bien plus complexes sur les changements techniques et sur le statut que l'on peut leur accorder.

11.2.2. Identifier le changement

11.2.2.1.Interconnexion des concepts techniques de production lithique

En effet, si une multitude de conceptions de façonnage et de débitage, réalisée au moyen de méthodes différentes est aussi la réalité de l'Acheuléen africain, alors comment savoir si des combinaisons de chaîne opératoire existent (Boëda 1991). Bien entendu, l'identification de telles combinaisons n'est possible que par l'examen de l'intégralité des assemblages. Si cette dernière observation ressemble à un lieu commun, elle reste nécessaire à marteler tant le biface, voire le paradigme du fossile directeur (Diez-Martín et Eren 2012) reste encore l'objet de beaucoup d'attention dans la compréhension de l'Acheuléen africain, aux dépens des autres productions d'outils ou de supports, souvent relégués à la portion congrue des analyses. On constate souvent que *« la notion de biface occulte la notion de bifacial en substituant à une structure volumétrique capable de gérer un grand nombre de situations, un objet unique, totalement invariant. »* (Boëda 1991, p. 58).

Cette interconnexion des concepts techniques de production est bien identifiée sur certains sites acheuléens comme à Isenya où les conceptions de débitage et de façonnage sont interdépendantes. Mais elle reste floue pour la majorité des autres sites. Au regard des collections étudiées dans ce travail, la proposition de Michel Brenet et David Colonge sur le façonnage mixte-combiné[27] fait écho aux chaînes opératoires de façonnage requises pour atteindre les structures volumétriques recherchées. En effet, la mise en place des surfaces focntionnelles de l'outillage bifacial se fait au moyen de quelques éclats épais et sécants identiques à ceux du débitage. Nous apporterions donc une hypothèse inverse : ce n'est pas la chaîne opératoire de façonnage qui est adaptée pour produire des éclats, ce sont les objectifs volumétrique du façonnage qui vont nécessairement donner ces éclats. Quoiqu'il en soit, il est indispensable, pour ces séries aux apparences simples, d'étudier ensemble toute la production lithique et les interconnexions possibles entre les différentes chaînes opéartoires. Car, si les études des pièces bifaciales issues d'assemblages africains sont (trop) souvent argumentées autour des morphologies, il ne faut pas oublier que *« si le phénomène bifacial doit représenter un stade dans l'évolution des techniques, il faut alors tenir compte du fait que ces pièces peuvent résulter autant d'une structure de façonnage que d'une structure de débitage. »* (*Ibid*., p. 56).
Les techniques de percussion sont alors des moyens adaptés aux différents concepts dépendant des objectifs fixés, des matières premières, des besoins et des savoir-faire.

27 Où le façonnage devient un moyen de produire, au moins dans les premières phases de mise à façon, des éclats similaires au débitage associé.

11.2.2.2. Histoire technique et histoire culturelle : deux chemins parallèles ?

Que reste-t'il des changements observés à l'échelle de la chaîne opératoire?
Si on se place au niveau de l'analyse générale (voir *supra*) , difficile de définir une rupture qui se situerait uniquement au niveau de la technique de percussion.

Les résultats que nous avons obtenus montrent des convergences de réaction des matières premières microgrenues et tenaces par rapport à différents percuteurs. Théoriquement, les trois techniques de percussion testées sont possibles et efficaces sur ces matériaux, quels que soient le lieu géographique ou la période chronologique. L'étude d'assemblages diachroniques montre également que l'utilisation des techniques de percussion ne peut être liée à une espèce d'homininé en particulier et donc être calquée sur une évolution graduelle selon les gestes ou les percuteurs utilisés.

Car si on a posé les questions du *comment* et du *pourquoi*, il est indispensable de se demander : *qui* a inventé, utilisé ou redécouvert ces techniques de percussion?

Si aucun fossile d'homininé n'a jamais été clairement associé aux sites acheuléens africains, il n'y a pas beaucoup de candidats possibles entre 1,7 Ma et 500 000 ans (**figure 71**). *Homo erectus* est donc très probablement le tailleur acheuléen de l'Afrique et le responsable d'un certain nombre de choix techniques, ainsi que du perfectionnement continu des savoir-faire en matière de taille de la pierre pendant cette période. *A contrario*, les productions du sud-ouest de la France, ont été réalisées bien plus tard par une espèce plus proche de la notre (*Homo sapiens neandertalensis* ou *Homo sapiens*). Si on considère que les bifaces d'Isenya ont été taillés au percuteur organique et que ceux de la vallée de l'Adour sont majoritairement façonnées avec des percuteurs minéraux durs avec un geste tangentiel, on peut affirmer qu'aucune notion d'évolution ou de perfection liée à une espèce plutôt qu'une autre ne peut être avancée concernant les techniques de percussion. Il semble que la taille de la pierre et le savoir-faire qui en découle partagent plus que quelques principes physiques liés aux matériaux, qui sont maitrisés très tôt dans l'histoire de la technique et sans cesse découverts ou redécouverts.
Convergence de forme, nous l'avons vu, n'est pas convergence de structure ou de système technique, ni même de méthode. Mais cette convergence de forme nous indique une règle immuable et fonctionnelle :

«[…] l'étude structurelle de ce type de pièce indique plutôt que la convergence des bords résulte d'une intention fonctionnelle. L'amincissement en profondeur (vers l'intérieur de la pièce) de la pointe est nécessaire pour permettre la pénétration

de la pointe dans la matière. Plus la pointe est amincie (sur toute la largeur de la pièce), plus sa capacité de pénétration est importante. La convergence, si elle n'est pas fortuite mais bien construite, est l'indication d'une intention fonctionnelle» (Nicoud 2011).

Donc si l'intention d'obtenir une pointe, ou plus souvent une combinaison bord-pointe est l'objectif partagé par quasiment toutes les productions, alors il n'y a d'autres choix que la convergence des bords. Si elle peut être obtenue de différentes manières sur les produits de débitage, le façonnage ne propose pas beaucoup de solutions différentes. La probabilité d'obtenir alors une « convergence » de forme est d'autant plus grande.

Peut-on alors avoir ce type de raisonnement également avec les gestes ? Si les premières productions ante-oldowayennes ou oldowayennes sont réalisés avec une multitude de techniques de percussion minérale dure, le geste semble presque toujours rentrant avec des points d'impacts très internes (Roche *et al.* 2003; Mora et de la Torre 2005; de la Torre et Mora 2005; Harmand 2005; Gallotti *et al.* 2014; Diez-Martín *et al.* 2014; Harmand *et al.* 2015). Si on considère maintenant une percussion exclusive à main libre (*free hand percussion*) plus fréquente dans les productions plus récentes, à l'exception de la production de grands éclats (Mourre et Colonge 2010), alors deux gestes sont possibles : le geste rentrant et le geste tangentiel. Ne peut-on pas alors imaginer des caractères inhérents à la taille de la pierre qui obligent la technologie, indépendamment de son acteur, à converger vers les mêmes solutions. Impliquant alors des inventions ou des réinventions (à nos yeux de contemporains) face à des problèmes identiques donnés.

L'histoire technique, si elle évolue sur un chemin parallèle de l'histoire culturelle est alors à même de se réinventer, de voir certains savoir-faire disparaître ou réapparaître au gré des besoins et des contextes, indépendamment des groupes humains qui les exploitent.

11.3. Quels changements techniques durant l'Acheuléen africain?

11.3.1. Du bon choix des méthodes d'analyse

11.3.1.1. Les écueils du «tout lithique»

Avons-nous les moyens de raisonner sur le changement technique durant l'Acheuléen africain? Si l'analyse lithique n'est pas la seule à devoir entrer en

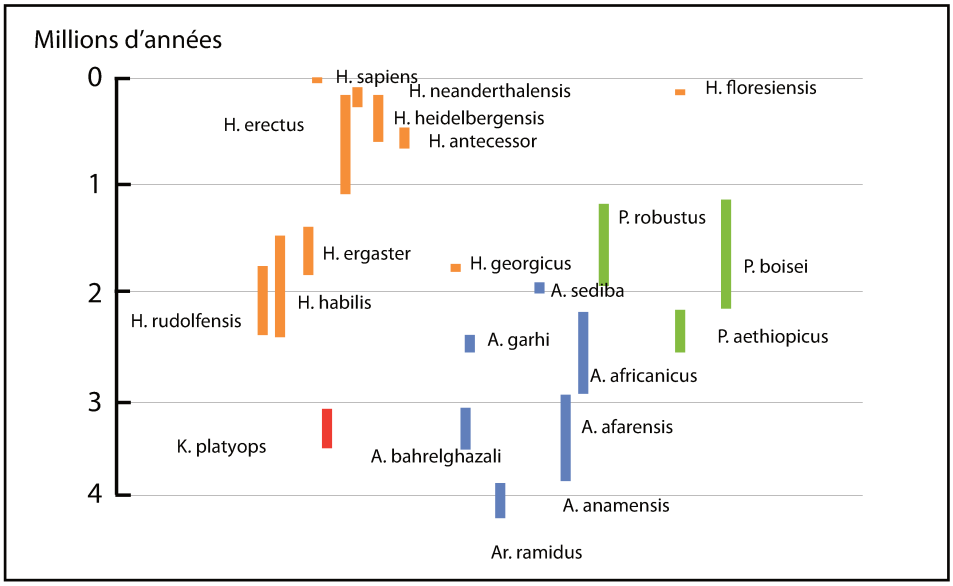


Figure 71 . Synthèse des homininés à partir de 4 millions d'années. D'après S. Prat

ligne de compte, les études sur l'influence du milieu (aussi bien technique qu'environnemental), restent restreintes. Plusieurs chercheurs se sont penchés sur l'influence supposée des matières premières sur la morphologie des outils (Villa 1981), voire de la production des grands éclats (Sharon 2008). Si les contraintes inhérentes aux minéraux tenaces sont incontournables, il apparaît qu'ils ont surtout un caractère « limitant » sur l'objectif escompté (Mourre 2003). De plus, des exemples comme le complexe de sites de Melka Kunturé, offrent un aperçu des choix anthropiques pour les matières premières, avec des ressources très variées allant de l'obsidienne au basalte. Tout comme pour les sites pyrénéo-garonnais ou quartzite et silex sont employés, les matières semblent bien choisies pour leur qualité physique certes différentes, mais volontairement mises à profit.
De même les hypothèses visant à expliquer ces éventuels changements techniques par des changements climatiques (Noll 2000), restent mal aisées dans un contexte où seules les pièces bifaciales et leur morphométrie sont prises en compte et où les fluctuations climatiques à l'échelle régionale ou micro-régionale très rapides ne sont pas documentées dans les séquences continentales (deMenocal 2004). De plus, un lien direct d'influence du climat ou de l'environnement sur les productions lithiques ressemble une fois de plus, à une erreur méthodologique d'échelle d'analyse et de grille de lecture.

D'autres essais se sont penchés sur l'importance du support et l'influence qu'il peut avoir sur le produit de façonnage. S'il est un fait établi que *« le façonnage sur grand éclat constitue un fil directeur dès les assemblages les plus anciens. »*

(Chevrier 2012, p. 737), alors peut être est-ce une piste pour déceler des chaînes opératoires spécifiques. Les modes de production de ces grands éclats peuvent être extrêmement variés (Sharon 2008; Sharon 2010; Mourre et Colonge 2010), même si certaines caractéristiques particulières sont partagées :

« Notons toutefois que le point de percussion [des éclats supports] *se situe régulièrement sur un bord ou sur un coin des pièces façonnées (« side-struck and corner-struck flakes »). »* (Chevrier 2012, p. 736).

Éric Boëda propose que cette variété de méthodes dans les supports soit fonction des volumes souhaités pour le produit de façonnage :

- de deux surfaces de conception technique identique (convexe/convexe ou plane/plane)
- de deux surfaces de conception technique différente (plane et convexe)
- de deux surfaces de conception mixte (plane-convexe/convexe, plane-plane/convexe…).

Quelle que soit la nature de cette variabilité, elle doit être regardée encore une fois selon la bonne échelle d'analyse, au risque de tomber dans un écueil similaire aux tentatives de sériation déjà proposées, à l'instar de l'hypothèse du *« Large Flake Acheulian »* (Sharon 2010) (*cf.* Chap.1.1.2.1)

Au final, à défaut de pouvoir observer l'intégralité de la production anthropique considérant que les matériaux périssables ont disparu, il semble que le tandem gagnant de l'analyse des assemblages dans le but de mettre en valeur les changements soit que le mode de production et les produits obtenus combattent à armes égale dans l'argumentation et que les échelles d'analyse soient dans un premier temps restreintes à des degrés fins ou moyens, avant de pouvoir extrapoler les données à des conclusions plus globales.

11.3.1.2. Vers une compréhension de la fonction de l'objet

Le problème le plus marqué sur ces questions de changement technique est que le préhistorien avance les yeux bandés car il lui manque l'information la plus importante. Quels étaient les besoins des groupes qui ont laissé ces outils derrière eux ? Autrement dit : pour quelle fonction ont-ils produits leurs outils?

Pour tenter d'accéder à cette information, l'analyse structurelle[28] des outils lithiques telle que décrite dans le premier chapitre a permis de mettre au jour un

28 « l'objet technique concret est celui qui n'est plus en lutte avec lui-même, celui dans lequel aucun

certain nombre de différences dans des outils trop souvent considérés comme semblables.
Parmi les évolutions perceptibles dans les productions, il en est une que nous n'avons pas encore évoquée. Concernant le phénomène bifacial pour la durée définie ici, Benoit Chevrier (2012) a mis en évidence une évolution moins dans la forme que dans le degré de concrétisation[29] des pièces. D'après ses résultats, les productions les plus anciennes, dont les types « pièce bifaciale support d'outils » et « pièce bifaciale outil » coexistent dans les assemblages, sont plus abstraites que les productions les plus récentes qui tendent à se concrétiser. Autrement dit, la conception des premiers outils se traduit par une addition d'UTF, indépendantes les unes des autres, alors que les productions plus concrètes comportent des UTF qui sont complémentaires, les unes ne pouvant exister sans les autres. Ce changement de structure intrinsèque de l'outil produit nous paraît plus concret que le changement unique de technique de percussion.

A ce sujet, il souligne d'ailleurs que *« la maîtrise de la percussion tendre constitue à l'évidence un adjuvant pour ce perfectionnement majeur. En effet, la finesse, la longueur et le profil des enlèvements permettent une meilleure gestion volumétrique qu'avec une percussion dure, que celle-ci soit réalisée avec un geste interne ou marginal. »* (Chevrier 2012, p. 732).

A la lumière de nos observations, nous apportons une nuance à ce propos. La percussion minérale dure au moyen d'un geste rentrant permet de produire des surfaces adjacentes plus ou moins étendues souvent marquées par des ruptures nettes dans leur caractères (orientation, angulation, délinéation du bord, etc...) ; on se retrouve alors dans la juxtaposition de surface, soit le mode abstrait. La percussion au moyen d'un geste tangentiel, quel que soit le percuteur, pourrait avoir introduit la possibilité de «construire» de façon cumulative des surfaces par addition de multiples négatifs ; on passe alors dans un mode concret.

« Toutefois, il est difficile pour le moment de se prononcer sur l'antériorité ou la postériorité de cette technique par rapport au basculement concrétisant des pièces bifaciales : est-ce la percussion tendre qui a permis une intégration des différentes composantes ou bien ce perfectionnement majeur a-t-il été effectué avant l'utilisation de la percussion tendre, celle-ci pouvant affiner les volumes une fois maîtrisée ? » (*Ibid*. p. 732).

Effectivement, nous arrivons à une question ici qui nous rappelle un paradoxe sur les gallinacés. Pourtant il semble que l'analyse structurelle nous offre une porte de

effet secondaire ne nuit au fonctionnement de l'ensemble ou n'est laissé en dehors de ce fonctionnement. De cette manière et pour cette raison, dans l'objet technique devenu concret, une fonction peut être remplie par plusieurs structures associées synergiquement, alors que dans l'objet technique primitif et abstrait, chaque structure est chargée de remplir une fonction définie et généralement seule. » (Simondon 1989, p. 34)

29 Selon la notion développée par Eric Boëda : « Nous entendons par structure une forme intégrant et hiérarchisant un ensemble de propriétés techniques qui aboutissent à une composition volumétrique définie. » (Boëda 1991, p. 40).

sortie, ou du moins, une piste de réflexion, si on considère que *« Chaque objet se traduit par une forme, portée par une structure, elle-même composée d'autres éléments - des caractères techniques - liés entre eux de sorte que la spécificité de leur agencement crée la forme requise »* (Boëda 1997). La forme, donc, puisque c'est bien de là que part notre interrogation est plus fonction de la structure que de la technique.

Reste que le cortège d'assemblages éligibles à ce type d'analyse reste restreint. Si l'éventuel changement se situe entre 1.4 Ma et -700 000 ans[30], on constate un déficit majeur du nombre de sites archéologiques pour la période, ce qui restreint les possibilités de réflexion, du moins pour le moment.
La difficulté de porter des projets nouveaux sur le continent africain, la rudesse des terrains et le caractère chronophage des prospections constituent des freins majeurs à ces nouvelles découvertes qui seraient ici indispensables.

11.3.2. Cerner le changement, une histoire de curseur

Finalement la perception du changement est très liée à la méthode d'analyse de celui-ci. Il apparaît donc nécessaire de choisir des proxys cohérents avec la résolution des données dont nous disposons. Tenir compte du nombre de sites trop restreints, de la qualité de conservation des données, parfois médiocre et surtout d'une échelle de temps très long, amène parfois à des comparaisons hasardeuses sur des sites supposés contemporains, mais très rarement péné-contemporains, qui finalement biaisent la lecture générale de la problématique des changements techniques. Il est nécessaire de «*discuter à la fois de l'unité et de la diversité et de choisir l'échelle la plus pertinente en fonction des problématiques abordées*» (Chevier et Koehler 2013, p.8). Comme récemment démontré dans une étude sur l'Acheuléen d'Atapuerca, il est important de pouvoir étudier des sites sur une même localité pour comprendre les éventuels continuité ou saut technique, afin que les interprétations et la pensée ne soit ni simplifiée ni uniformisée (Olle *et al.* 2016).

Il s'agit donc de réajuster les curseurs, c'est-à-dire de mettre en adéquation l'échelle à laquelle on peut discerner un changement (l'objet), aux interrogations sur la valeur de ce changement (analyse générale). Aussi, ce changement d'échelle d'analyse que nous avons exposé précédemment nous paraît être un de ces curseurs. La nécessité d'appliquer des échelles d'analyse fine ou moyenne sur l'intégralité des assemblages correspondant aux problématiques reste un des objectifs que nous partageons avec d'autres chercheurs (Diez-Martín et Eren 2012, Gallotti 2016, Rocca *et al.* 2016). Cette étape incontournable permettra

30 Cette dernière date correspondant à l'identification formelle de l'utilisation de la technique de percussion avec des percuteurs organiques déjà bien maitrisée. (Texier 2018)

d'entamer une réflexion plus solide sur la globalité de la période, où les variabilités peuvent être plus discrètes et où on peut avoir l'illusion d'un ensemble homogène. Dans le même temps, il faut affranchir l'Acheuléen africain de l'analyse de l'objet, trop exclusif et trop éloigné de la réalité de l'environnement technique global dont il est le produit, pour sortir du paradigme du fossile directeur encore trop présent et privilégier des études sur l'intégralité des productions. Ainsi, les critères d'analyse pourront être définis sur les modes de productions plutôt que sur un type d'objet.

Les méthodologies appliquées aux différents degrés d'analyse se doivent d'être totalement adaptées aux collections africaines et à leurs matières premières. Aussi, pour une analyse fine ou très fine, il est indispensable de comprendre les chaînes opératoires de l'assemblage complet et pour les techniques de percussion avoir une grille d'analyse des stigmates en adéquation avec les matières exploitées et les matières des percuteurs potentiellement disponibles.
Ces pistes de travail pourraient nous aider à réduire la trop grande disparité des données disponibles et l'impossibilité de comparaison de celles-ci, frein trop grand à la réflexion globale que chacun veut avoir. Car si les points de vue ou les méthodes divergent, l'objectif commun est bien la compréhension de ces groupes humains à la transition du Pléistocène inférieur et du Pléistocène moyen.

11.3.3. Vers une (re)définition de l'Acheuléen africain ?

Loin de pouvoir répondre aux questions que nous avions posées en amont, il semble que cette question de la place des techniques de percussion au sein des assemblages acheuléens africains, nous ait amené à soulever un certain nombre d'interrogations sur les méthodologies employées pour définir le changement et par la même, les périodes que nous étudions.

Mais que faire quand tous les paradigmes sur lesquels notre réflexion s'appuie sont déconstruits ? Finalement, qu'est-ce que l'Acheuléen africain ?
Comme l'Acheuléen européen pour lequel des questions ont été récemment soulevées sur la période et sur sa définition, l'Acheuléen africain demande une révision complète de sa définition en s'affranchissant de la typologie des bifaces et en prenant en compte les productions visibles et invisibles dans leur ensemble. Définir des comportements à l'échelle locale, micro-régionale et régionale serait déjà un bon début. Il est urgent de définir les complémentarités débitage/façonnage, explorer les structures des outils bifaciaux pour comprendre les changements majeurs, mineurs, les césures et les continuités en les dépouillant des notions évolutionnistes trop souvent induites et en recentrant le débat sur le contexte.
Si on adhère au fait que l'Acheuléen africain, dès son identification, comporte bons nombres d'imperfections, il est incontournable de poser aujourd'hui la question de sa définition, voire de sa redéfinition. En effet, l'entité et la cohérence

de celui-ci reste encore largement à prouver et les notions de « technologie lithique acheuléenne » (Santonja et Villa 2006, Lepre *et al.* 2011) si elles sont volontairement floues, créent plus de confusions sur ce qui pourrait être un éventuel dénominateur commun, dans ce techno-complexe supposé. Le faible nombre de sites bien datés et bien identifiés disponible pour conduire cette réflexion reste l'obstacle le plus imposant. Par ailleurs, la difficulté de comparer les données et d'accéder ainsi à une réflexion globale solide sur les changements techniques constitue un autre frein non négligeable.

Pour autant, certains résultats solides et cohérents peuvent constituer les bases de nouvelles réflexions sur la Préhistoire africaine. Les essais d'analyses structurelles menées sur des assemblages complets (Diez-Martín *et al.* 2014, Diez- Martín *et al.* 2014, Diez-Martín, Sánchez-Yustos et de Luque 2018), les expérimentations ciblées sur les assemblages les plus anciens de l'Acheuléen (Sanchez-Yustos *et al.* 2015, de la Torre *et al.* 2018, Arroyo et de la Torre 2018) et les fouilles renouvelées avec des méthodes d'investigations modernes sur d'anciens sites (Domínguez-Rodrigo, Alcalà et Luque 2009, Potts 2011, Soriano *et al.* 2015, Gallotti *et al.* 2014, Mussi *et al.* 2016, Gallotti et Mussi 2017) ouvrent la voie à de nouvelles perspectives et à une meilleure compréhension des comportements de ces groupes d'Homininés plus variés et complexes que l'apparente simplicité de leur technologie lithique.

Conclusion

A travers la définition de l'Acheuléen et de la rupture observée sur les morphotypes des bifaces, outils emblématiques inféodés à cette période chrono-culturelle, nous avons voulu comprendre si ce changement était lié à la technique de percussion employée. Des évidences de percussion tendre organique ayant été démontrées sur le site d'Isenya au Kenya aux alentours de –700 000 ans sur des matières premières essentiellement composées de laves microgrenues et tenaces, il était important de comprendre les réactions spécifiques de ces matériaux. Ce fil conducteur nous a conduit à comparer des collections définies comme appartenant à l'Acheuléen, de provenance diverses au travers du prisme des techniques de taille. L'objectif de départ était de comprendre les modalités de mise en place d'un éventuel changement de technique de percussion et de comprendre son statut. Si les résultats que nous avons obtenus ne nous ont pas permis de répondre à toutes les questions posées, ils nous ont autorisés à hiérarchiser plusieurs possibilités.

Dans un premier temps, une expérimentation nous a permis de nous intéresser à l'échelle du court terme. Menée sur des laves africaines, avec un protocole strict n'incluant que des matériaux africains pour les percuteurs comme pour les supports façonnés, elle a été exploitée à l'aide d'une grille d'analyse spécifiquement configurée pour les matières premières microgrenues et tenaces. Parmi les résultats obtenus, à un premier niveau d'analyse, nous avons identifié un stigmate de percussion strictement exprimé sur ces matières premières et caractéristique de percussions minérales avec un geste rentrant produisant un point de percussion interne au plan de frappe. La possibilité d'utiliser des percuteurs minéraux avec des duretés variables a également été confirmée. Ces outils percussifs peuvent être utilisés selon deux gestes différents, parfois plus faciles à identifier que la seule nature du percuteur. L'efficacité et la disponibilité de percuteurs minéraux altérés appliqués avec un geste tangentiel en font de bons candidats pour le façonnage des pièces bifaciales, au même titre que les percuteurs organiques végétaux déjà identifiés par le biais d'expérimentations ultérieures. Des essences de bois africaines ont également démontré leur efficacité en tant que percuteurs dans l'exécution de pièces expérimentales, confirmant ainsi le potentiel de ce matériau pour une utilisation dans une chaîne opératoire de façonnage. Le bilan de cette première analyse à l'échelle de la chaîne opératoire montre que les gains sur la matière première sont liés autant aux gestes qu'aux natures de percuteurs. Par ailleurs, sur ces matières premières microgrenues et tenaces, pour une application selon un geste tangentiel, on constate une certaine équivalence dans les stigmates et les sous-produits des éclats obtenus avec les percuteurs d'origine organique et les percuteurs minéraux altérés en surface. À ce second niveau de lecture, il semble que la technique de percussion renseigne essentiellement sur le savoir-faire des tailleurs (connaissance du milieu, adaptation/modulation des gestes), plus que sur un changement de comportement technique global des

individus. Elle ne serait donc pas un indice adéquat pour déterminer le changement technique à ce niveau là de l'échelle d'analyse.

Alors que nous n'avions pas les moyens de traiter cette question du changement technique dans la diachronie en nous appuyant sur des collections archéologiques africaines, la comparaison du matériel archéologique et du matériel expérimental du sud-ouest de la France nous a aiguillée sur ce point. Les différences entre les produits et sous-produits de façonnage des divers assemblages, archéologiques et expérimentaux, malgré des matières premières, des techniques de percussion et des concepts similaires, indiquent qu'il est plus probable que la place de la technique de percussion au sein de la chaîne opératoire relève bien plus du strict moyen d'action, qu'un rôle charnière dont découleraient des morphotypes particuliers d'outils. Ainsi, si on doit définir un changement au niveau de la technique de percussion, on le voit plutôt comme une recombinaison de schèmes existants (sensu P. Rabardel) dans d'autres secteurs d'activité ou de changement mineur, c'est-à-dire une adaptation des gestes et des percuteurs au service de concepts de production, plutôt qu'une innovation. Ce dernier terme induit en effet une rupture plus globale et peut être aussi plus radicale. Or, si on observe une discontinuité, elle réside surtout dans la structure des produits de façonnage que dans le gain apporté par une nouvelle technique. Le changement technique majeur (ou innovation), s'il a lieu, réside, à notre avis, plutôt dans le changement de concept de façonnage pour lequel les moyens vont s'adapter.

Si les mêmes observations pouvaient être effectuées dans un contexte acheuléen géographiquement et chronologiquement distinct, alors cette interprétation quant au rôle du changement de technique de taille dans le façonnage, s'en trouverait renforcée. C'est en ce sens qu'a été entreprise l'étude des collections issues des fouilles préventives de l'A65 Langon-Pau. Ceci m'a conduit aux observations suivantes qui soulignent le rôle de la structure volumétrique recherchée par les tailleurs, les implications sur la chaîne opératoire et sur les techniques de taille mises en œuvre. L'utilisation probable de percuteurs minéraux avec différents degrés de dureté et l'application de la force au moyen de gestes rentrants ou tangentiels sont visibles à partir de la lecture des stigmates. La contrainte forte d'un concept de façonnage bifacial dont les volumes sont mis en place dès le début du façonnage par de premiers enlèvements épais et parfois sécants engendre des structures particulières des pièces bifaciales qui produisent des éclats similaires à ceux du débitage, quelle que soit la technique de percussion utilisée. Il est par ailleurs probable que la matière première contraigne les tailleurs à ce type de stratégie de mise en place du volume pour éviter les écueils de leurs structures. Il est possible d'affirmer que dans le cadre examiné ici, il n'existe pas d'évolution des techniques de percussion, ni de hiérarchisation de celles-ci. Comme pour les productions lithiques, nous sommes plutôt face à une multitude de possibilités qui résultent d'adaptations à différents paramètres (besoins, environnement, matières premières, savoir-faire) exprimées autant par une variabilité du matériel percussif que par la variabilité de type de production.

Au terme de cette étude, il apparaît que le changement de technique de percussion peut être proxy pour évaluer les changements techniques à l'Acheuléen, mais pas de la manière énoncée jusqu'alors. En effet, à la lumière de nos résultats et si les matières premières disponibles à Septos et Duclos contraignent les artisans à des concepts particuliers de façonnage, il existe bien un lien entre technique de percussion et structure bifaciale. La comparaison des séries archéologiques du sud-ouest de la France avec la série expérimentale montrent que les contraintes imposées par ces matières premières confèrent aux techniques de percussion un rôle structurant. Relever les indices d'un changement de technique de percussion peut donc renseigner sur un changement technique plus global. A contrario, un changement de structure volumétrique n'implique pas de facto un changement de technique de percussion.

Bien que la taille de la pierre soit une activité essentielle des homininés liée à la survie du groupe, il ne faut pas perdre de vue que tous ces résultats ne concernent qu'une infime partie de la production anthropique et des témoins des comportements humains pendant la Préhistoire. Ainsi, les changements techniques, mineurs ou majeurs, ne prennent de valeur que lorsqu'ils sont replacés dans un cadre plus vaste et contextualisé. La technique de percussion n'est qu'un des proxys parmi d'autres. Comme souvent évoqués par G. L. Isaac (Sept et Pilbeam 2011), l'influence de la taphonomie, les datations, l'étude spatiale de la répartition spatiale des vestiges, la compréhension de la fonction des sites, la prise en compte des témoignages indirects du paléoenvironnement ou d'autres activités anthropiques que la production lithique et surtout une plus grande quantité de sites sont autant de sources d'informations qui manquent cruellement à la compréhension des groupes humains de la Préhistoire et qui pourraient amener à mieux définir l'Acheuléen, ou en tout cas à mieux cerner la variabilité de comportements pendant le Pléistocène moyen.
Là est l'objectif princeps de la recherche en Préhistoire. Il est donc indispensable de penser et définir correctement les outils qui nous permettent de décoder ces comportements, pour s'approcher au plus prêt du fonctionnement et des enjeux rencontrés par ces groupes d'homininés en Afrique ou ailleurs.

Annexes



Annexe 1

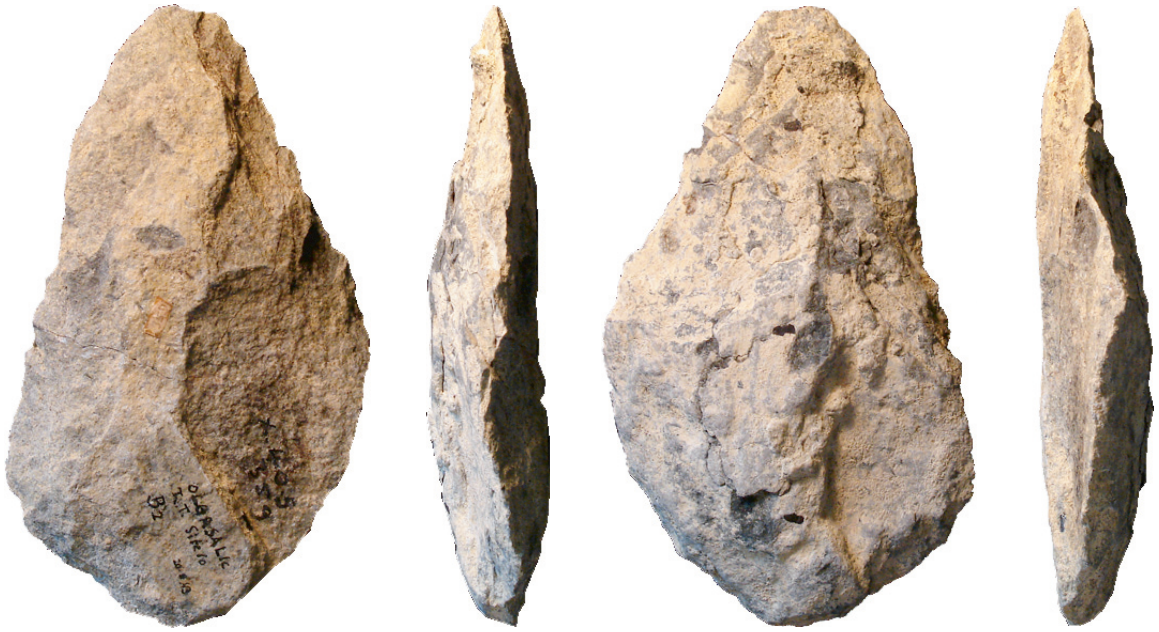
Olorgesailie, Kenya
Site DE89a
Site Meng



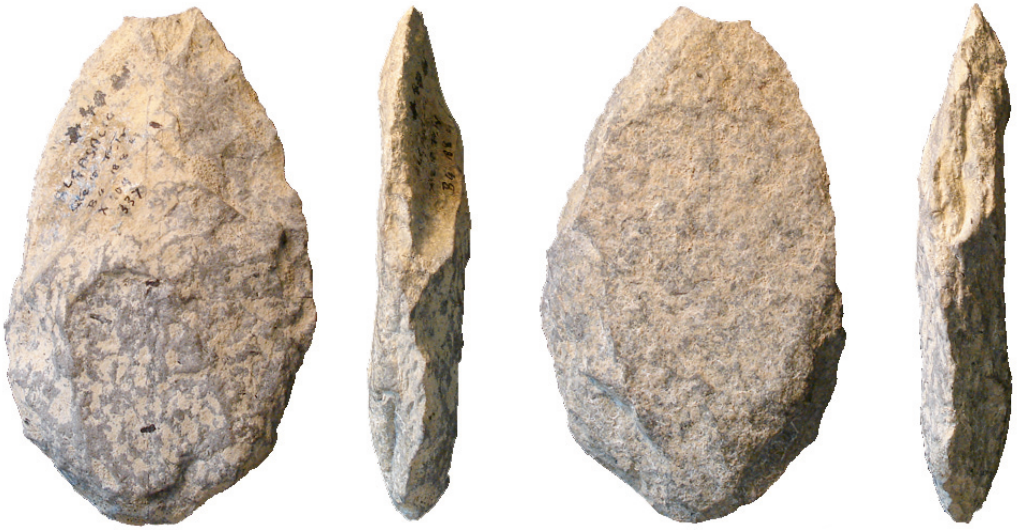
DE89a-338



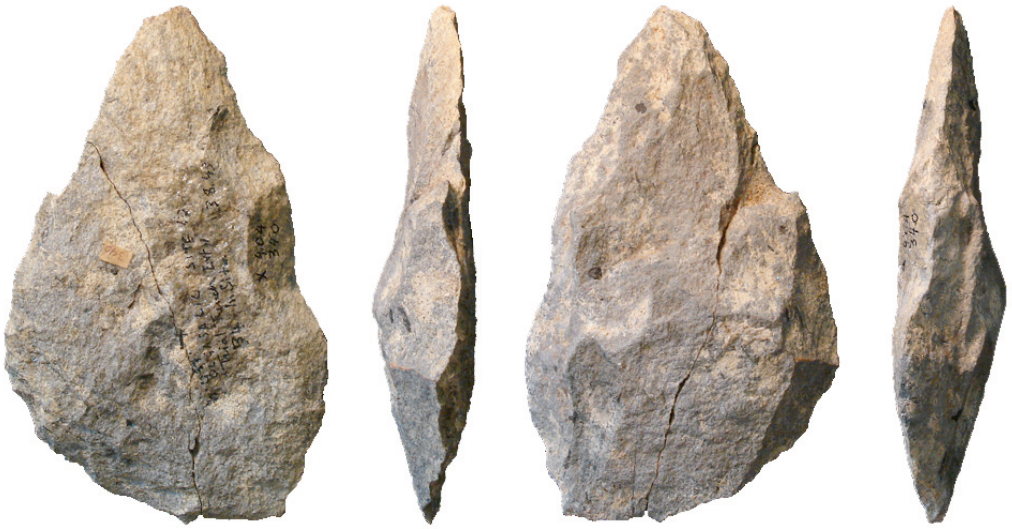
DE89a-354



DE89a-359



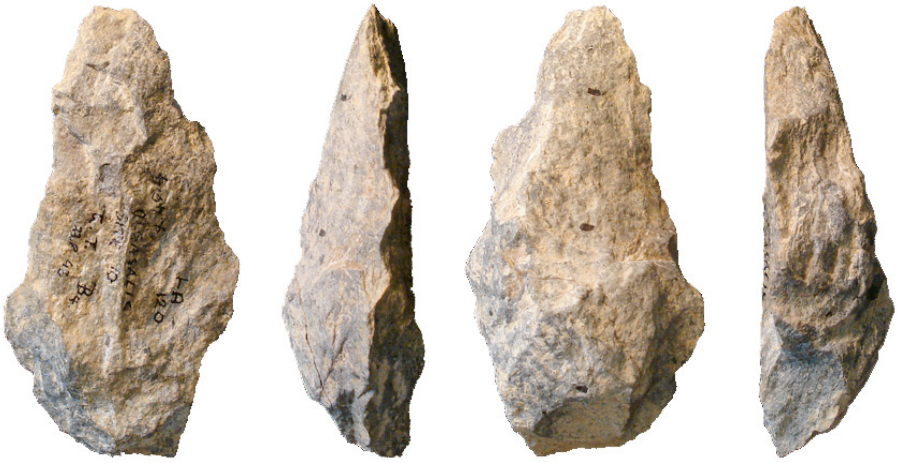
DE89a-337



DE89a-340



DE89a-341



DE89a-LA120



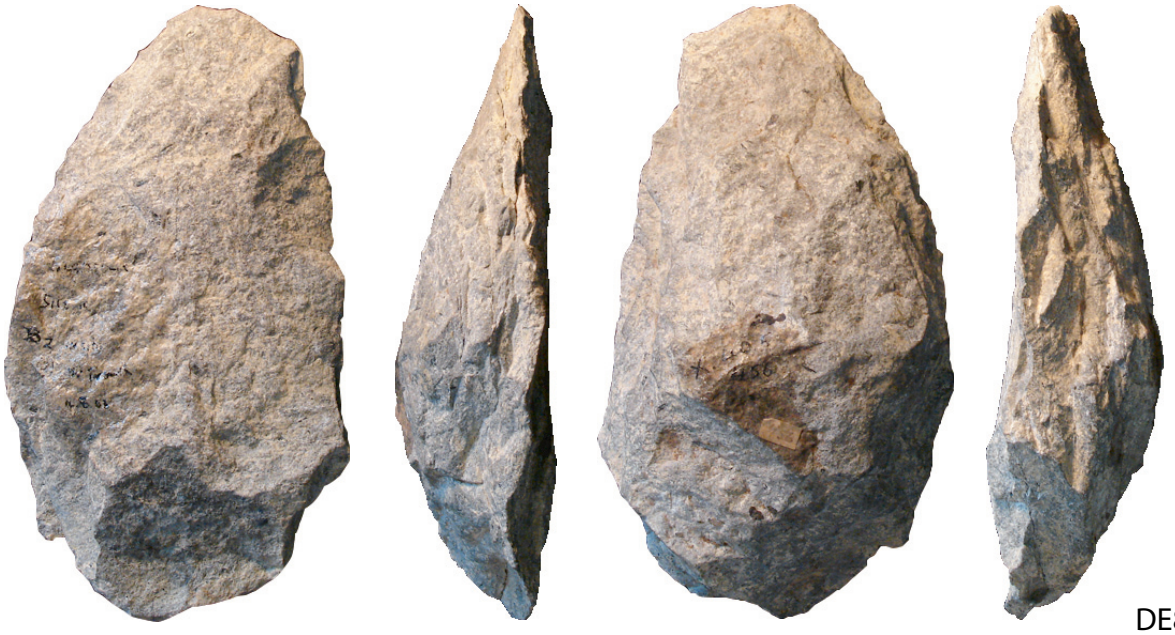
DE89a-LA121



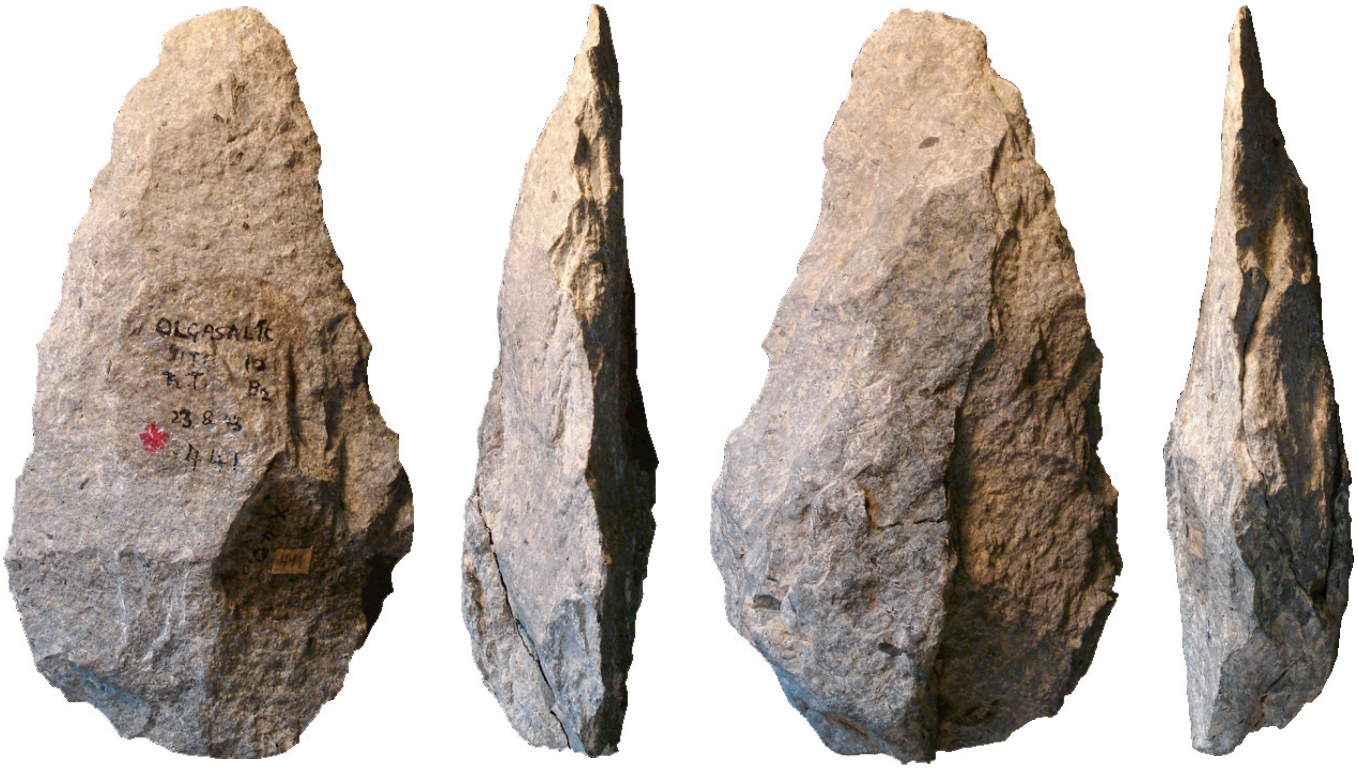
Meng-2166



DE89a-457



DE89a-456



DE89a-441



DE89a-sans n°

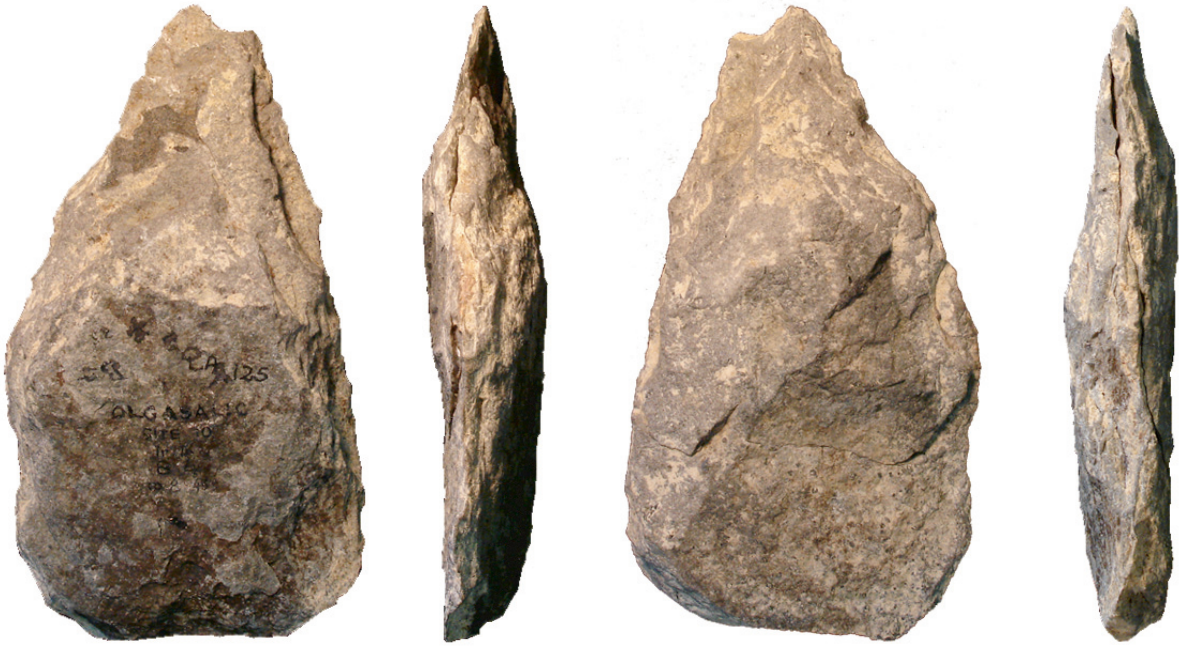


DE89a-XII41



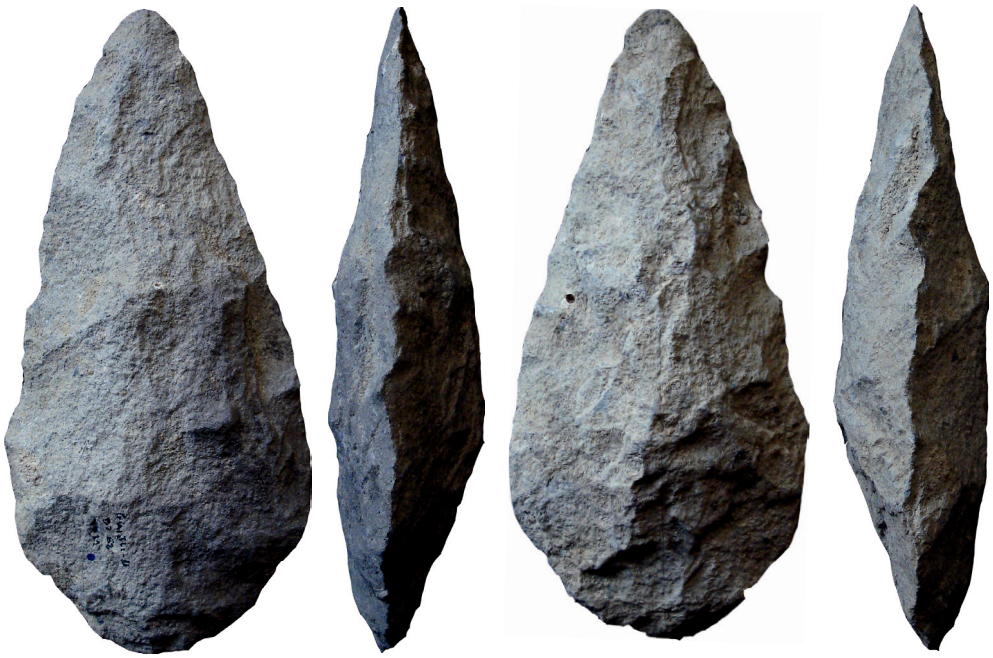


DE89a-433

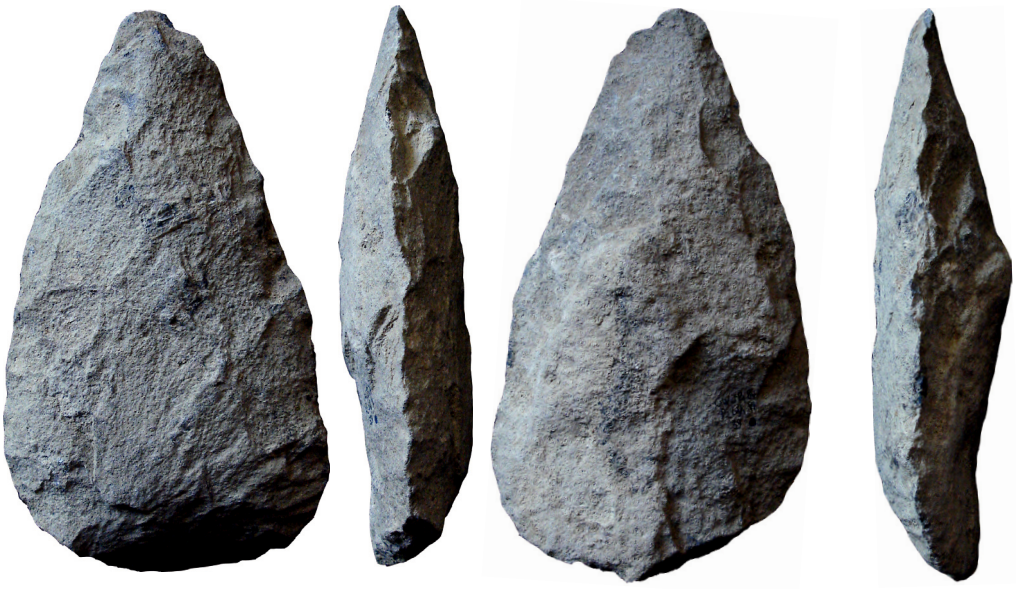


DE89a-LA125

Isenya, Kenya



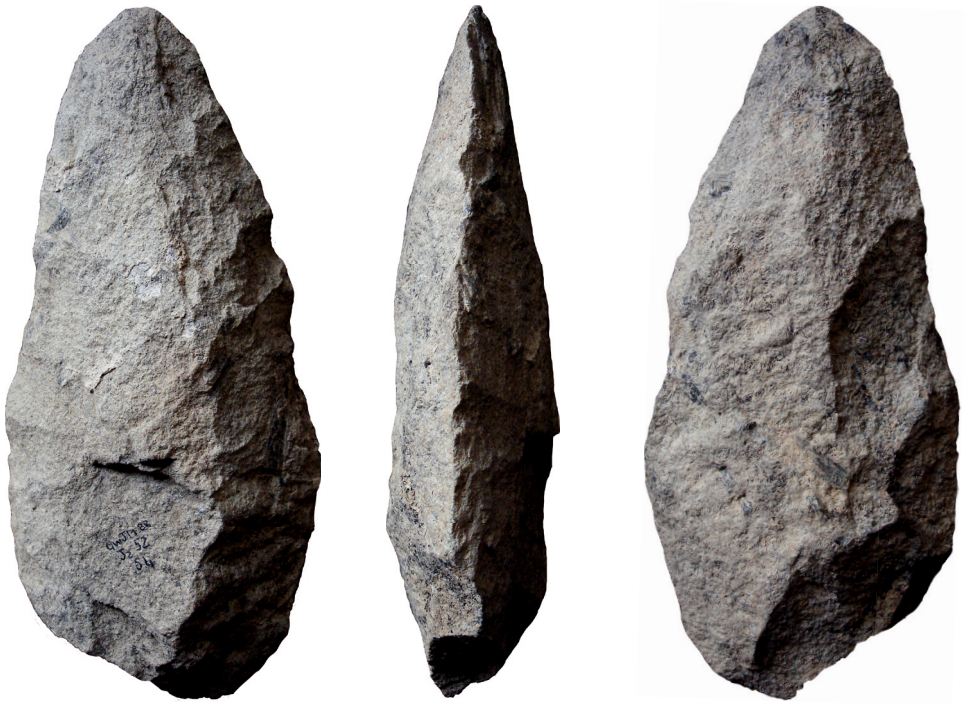
GwJl1/86-D7/62IV-11



GwJl1/84-D2/69VI-39



GwJl1/86-C2/64VIb-115



GwJl1/88-J2/52-54





GwJl1/86-Y1/66V-3



GwJl1/84-Z1/65VSommet

Annexe 2

Date 11/07/2008 **N°Fiche** 1

Genre ?
Espèce
Sous espèce

Nom Turkana Edome

Longueur	300	**Aubier**	non
Largeur	65	**Mode de récolte**	Ramassé
Poids (g)	358	**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Camp KS **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Tronçon récolté a pied de l'arbre, déjà découpé (à la hache) par d'autres quelques mois avant.

Date 11/07/2008 **N°Fiche** 2

Genre ?
Espèce
Sous espèce

Nom Turkana Edome

Longueur	320	**Aubier**	non
Largeur	58	**Mode de récolte**	Ramassé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Camp KS **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Branche déjà découpée, ramassée par Samy puis façonnée à la pierre.

Date 14/07/2008 **N°Fiche** 3

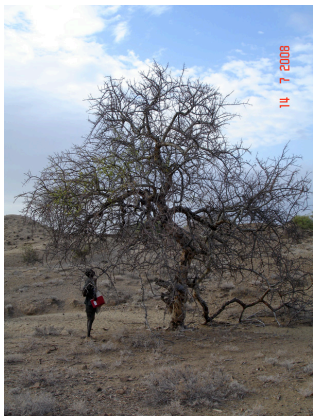
Genre Commiphora
Espèce
Sous espèce

Nom Turkana Ekhadeli

Longueur	340	**Aubier**	oui
Largeur	62	**Mode de récolte**	Ramassé
Poids (g)	486	**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nayena Engol **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Branche déjà découpée. Prélèvement de l'échantillon à l'aide d'outils en pierre.

Date 14/07/2008 **N°Fiche** 4

Genre Delonix
Espèce elata
Sous espèce

Nom Turkana Ekuricharait

Longueur	330	**Aubier**	oui
Largeur	91	**Mode de récolte**	Ramassé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nayena Engol **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Presque dans la rivière (bord du bord) Branche déjà découpée par d'autres avant notre arrivée (le matin même ou la veille). Echantillon prélevé à la panga pour raison d'urgences.

Date 14/07/2008 **N°Fiche** 5

Genre Delonix
Espèce elata
Sous espèce

Nom Turkana Ekuricharait

Longueur	370	**Aubier**	oui
Largeur	98	**Mode de récolte**	Ramassé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nayena Engol **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Idem fiche 4. Fleurs en trompettes jaunes, gousses rouge-violet.

Date 15/07/2008 **N°Fiche** 6

Genre Acacia
Espèce tortilis
Sous espèce

Nom Turkana Ewoi

Longueur	350	**Aubier**	oui
Largeur	83	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	racine

Lieu de récolte Camp KS **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc

Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Racine découpée par Samy avec des outils en pierre. Environ 11 éclats pour la couper en 1h30. Bois très sec, avec traces de termites, peut être plus léger que prévu. Echantillon laissé à Nairobi.

Date 15/07/2008 **N°Fiche** 7

Genre Acacia
Espèce tortilis
Sous espèce

Nom Turkana Ewoi

Longueur	330	**Aubier**	non
Largeur	72	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)	901	**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	racine

Lieu de récolte Camp KS **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc

Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Echantillon découpé à la panga car démonstration le matin même de la dureté du bois et de l'efficacité de la pierre.

Date 16/07/2008 **N°Fiche** 8

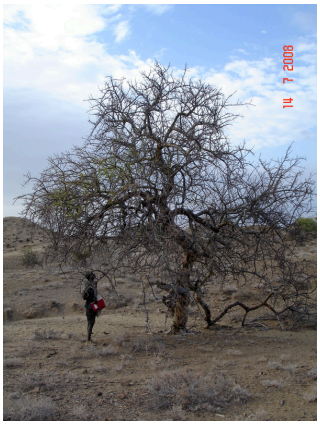
Genre Commiphora
Espèce africana
Sous espèce

Nom Turkana Ekhadeli

Longueur	400+	**Aubier**	oui
Largeur	83	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nayena Engol **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Coupé à la panga par Samy sans moi. Essence que l'on trouve lorsqu'on se rapproche des ranges. On ne le voit pas dans le camp ni près du lac.

Date 16/07/2008 **N°Fiche** 9

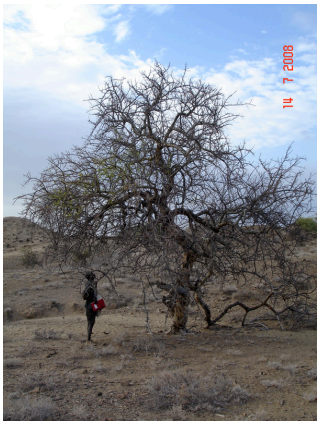
Genre Commiphora
Espèce africana
Sous espèce

Nom Turkana Ekhadeli

Longueur	350	**Aubier**	oui
Largeur	130	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nayena Engol **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire
Idem voir fiche 8.

Date 16/07/2008 **N°Fiche** 10

Genre	Acacia
Espèce	eliator
Sous espèce	turkanae Brennan

Nom Turkana Esanyanait

Longueur	240	**Aubier**	non
Largeur	60	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)	447	**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	racine

Lieu de récolte Camp KS **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Découpé à la pierre pendant environ 1h30 (avec soutien des watoto). Bois très lourd et très dense. Reste des éclats de phonolites fichés dans la section. Réaction intéressante de la phonolite qui éclate sous le choc, mais du coup, qui se ravive pendant le découpage.

Date 16/07/2008 **N°Fiche** 11

Genre Acacia
Espèce eliator
Sous espèce turkanae Brennan

Nom Turkana Esanyanait

Longueur	250	**Aubier**	oui
Largeur	96	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	racine

Lieu de récolte Camp KS **Coordonnées GPS**

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Racine découpée à la panga et à la hache par Samy. Il a fallu creuser pour trouver cette racine car Esanyanait à des racines très profondes, souvent mise au jour par l'eau. Il pousse très souvent sur la berge du laga, voire dans le laga. (cf photo Esanyanait51, fiche 10)

Date 17/07/2008 **N°Fiche** 12

Genre Berchemia
Espèce discolor
Sous espèce

Nom Turkana Emedjan

Longueur	300	**Aubier**	oui
Largeur	60	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Range **Coordonnées GPS** N 04°16'11.6" E 035°47'06.9"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Echantillon découpé à la panga au retour de Lokitaung.

Date 17/07/2008 **N°Fiche** 13

Genre	Berchemia
Espèce	discolor
Sous espèce	

Nom Turkana Emedjan

Longueur	300	**Aubier**	oui
Largeur	63	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)	535	**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte	Range	**Coordonnées GPS**	N 04°16'11.6" E035°47'06.9"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Idem fiche 12.

Date 17/07/2008 **N°Fiche** 14

Genre	Berchemia
Espèce	discolor
Sous espèce	

Nom Turkana Emedjan

Longueur	300	**Aubier**	oui
Largeur	61	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Range **Coordonnées GPS** N 04°16'11.6" E 035°47'06.9"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Idem Fiche 12.

Date 17/07/2008 **N°Fiche** 15

Genre	?
Espèce	
Sous espèce	

Nom Turkana Ekurau

Longueur	250	**Aubier**	oui
Largeur	56	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte	Range	**Coordonnées GPS**	N 04°16'04.5" E 035°47'57.3"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire

Echantillon découpé à la panga, trouvé par hasard à côté d'Emedjan (visiblement c'est un arbre que l'on trouve plus haut dans la montagne.

Date 17/07/2008 **N°Fiche** 16

Genre ?
Espèce
Sous espèce

Nom Turkana Ekurau

Longueur	300	**Aubier**	oui
Largeur	63	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Range **Coordonnées GPS** N 04°16'04.5" E 035°47'57.3"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire
Idem fiche 15.

Date 17/07/2008 **N°Fiche** 17

Genre ?
Espèce
Sous espèce

Nom Turkana Ekurau

Longueur	260	**Aubier**	oui
Largeur	64	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)	495	**Environnement**	Bord de rivière
Aspect	Peu fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Range **Coordonnées GPS** N 04°16'04.5" E 035°47'57.3"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits

Commentaire
Idem fiche 15.

Date 21/07/2008 **N°Fiche** 18

Genre Acacia
Espèce senegal
Sous espèce

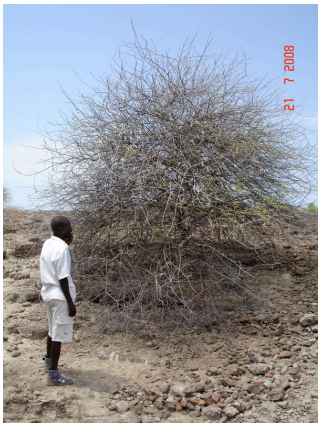
Nom Turkana Ekonoit

Longueur	390	**Aubier**	oui
Largeur	63	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)		**Environnement**	Plaine
Aspect	Fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nadung'a

Coordonnées GPS N 04°08'45.0" E 035°50'25.0"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire

Coupé à la panga par Samy et Daoudi. Dans la plaine de Nadung'a, mais pas loin d'un petit laga.

Date 21/07/2008 **N°Fiche** 19

Genre Acacia
Espèce senegal
Sous espèce

Nom Turkana Ekonoit

Longueur	330	**Aubier**	oui
Largeur	65	**Mode de récolte**	Coupé
Poids (g)	510	**Environnement**	Plaine
Aspect	Fibreux	**Partie prélevée**	branche

Lieu de récolte Nadung'a **Coordonnées GPS** N 04°08'45.0" E 035°50'25.0"

Arbre



Tronc



Feuilles



Fleurs/Fruits



Commentaire
Idem fiche 18.

Annexe 3

Mesure au Duromètre Shore D									
	Test 1		Test 2		Test 3		Moyenne		Commentaires
	⊥	||	⊥	||	⊥	||	⊥	||	
Buxus sempervirens	70	75	72	72	71	74	71	74	
Berchemia discolor	60	60	61	64	61	64	61	63	
Acacia eliator turkanae Brennan (racine)	70	75	71	76	71	77	71	76	Mesure || prise dans le cœur dense et foncé de la racine
Acacia eliator (racine)	63	75	69	71	68	79	67	75	Mesure || prise dans le cœur dense et foncé de la racine
Delonix elata (branche)	70	60	71	64	68	63	70	62	
Acacia eliator (branche)	68	64	65	68	66	66	66	66	
Commiphora africana	58	60	59	63	56	64	58	62	
Acacia tortilis (racine)	75	77	76	81	76	79	76	79	Mesure || prise dans le cœur dense et foncé de la racine
«Edome»	64	63	68	62	72	65	68	63	
Delonix elata (branche)	71	62	69	60	71	64	70	62	
Pinus resinosa (tasseau)	48	47	46	55	48	51	47	51	
Quercus (planche)	70	75	68	71	70	74	70	73	
La dureté Shore est une valeur caractéristique du matériel de travail pour les élastomères et les plastiques basée sur les normes DIN 53505 et DIN 7868. Le duromètre Shore pour le caoutchouc dur et les matériaux de travail semblables est composé d'un crayon chargé d'un ressort dont l'élasticité en pénétrant dans l'essai sert comme mesure de la dureté Shore correspondante, qui est indiquée sur une échelle allant de 0 Shore (2,5 millimètres de pénétration) à 100 Shore (0 millimètres de pénétration).									

Annexe 4

Loi de Khi-deux

Le tableau donne **x** tel que **P(K > x) = p**

p	0,999	0,995	0,99	0,98	0,95	0,9	0,8	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,001
ddl														
1	0,0000	0,0000	0,0002	0,0006	0,0039	0,0158	0,0642	1,6424	2,7055	3,8415	5,4119	6,6349	7,8794	10,8276
2	0,0020	0,0100	0,0201	0,0404	0,1026	0,2107	0,4463	3,2189	4,6052	5,9915	7,8240	9,2103	10,5966	13,8155
3	0,0243	0,0717	0,1148	0,1848	0,3518	0,5844	1,0052	4,6416	6,2514	7,8147	9,8374	11,3449	12,8382	16,2662
4	0,0908	0,2070	0,2971	0,4294	0,7107	1,0636	1,6488	5,9886	7,7794	9,4877	11,6678	13,2767	14,8603	18,4668
5	0,2102	0,4117	0,5543	0,7519	1,1455	1,6103	2,3425	7,2893	9,2364	11,0705	13,3882	15,0863	16,7496	20,5150
6	0,3811	0,6757	0,8721	1,1344	1,6354	2,2041	3,0701	8,5581	10,6446	12,5916	15,0332	16,8119	18,5476	22,4577
7	0,5985	0,9893	1,2390	1,5643	2,1673	2,8331	3,8223	9,8032	12,0170	14,0671	16,6224	18,4753	20,2777	24,3219
8	0,8571	1,3444	1,6465	2,0325	2,7326	3,4895	4,5936	11,0301	13,3616	15,5073	18,1682	20,0902	21,9550	26,1245
9	1,1519	1,7349	2,0879	2,5324	3,3251	4,1682	5,3801	12,2421	14,6837	16,9190	19,6790	21,6660	23,5894	27,8772
10	1,4787	2,1559	2,5582	3,0591	3,9403	4,8652	6,1791	13,4420	15,9872	18,3070	21,1608	23,2093	25,1882	29,5883
11	1,8339	2,6032	3,0535	3,6087	4,5748	5,5778	6,9887	14,6314	17,2750	19,6751	22,6179	24,7250	26,7568	31,2641
12	2,2142	3,0738	3,5706	4,1783	5,2260	6,3038	7,8073	15,8120	18,5493	21,0261	24,0540	26,2170	28,2995	32,9095
13	2,6172	3,5650	4,1069	4,7654	5,8919	7,0415	8,6339	16,9848	19,8119	22,3620	25,4715	27,6882	29,8195	34,5282
14	3,0407	4,0747	4,6604	5,3682	6,5706	7,7895	9,4673	18,1508	21,0641	23,6848	26,8728	29,1412	31,3193	36,1233
15	3,4827	4,6009	5,2293	5,9849	7,2609	8,5468	10,3070	19,3107	22,3071	24,9958	28,2595	30,5779	32,8013	37,6973
16	3,9416	5,1422	5,8122	6,6142	7,9616	9,3122	11,1521	20,4651	23,5418	26,2962	29,6332	31,9999	34,2672	39,2524
17	4,4161	5,6972	6,4078	7,2550	8,6718	10,0852	12,0023	21,6146	24,7690	27,5871	30,9950	33,4087	35,7185	40,7902
18	4,9048	6,2648	7,0149	7,9062	9,3905	10,8649	12,8570	22,7595	25,9894	28,8693	32,3462	34,8053	37,1565	42,3124
19	5,4068	6,8440	7,6327	8,5670	10,1170	11,6509	13,7158	23,9004	27,2036	30,1435	33,6874	36,1909	38,5823	43,8202
20	5,9210	7,4338	8,2604	9,2367	10,8508	12,4426	14,5784	25,0375	28,4120	31,4104	35,0196	37,5662	39,9968	45,3147
21	6,4467	8,0337	8,8972	9,9146	11,5913	13,2396	15,4446	26,1711	29,6151	32,6706	36,3434	38,9322	41,4011	46,7970
22	6,9830	8,6427	9,5425	10,6000	12,3380	14,0415	16,3140	27,3015	30,8133	33,9244	37,6595	40,2894	42,7957	48,2679
23	7,5292	9,2604	10,1957	11,2926	13,0905	14,8480	17,1865	28,4288	32,0069	35,1725	38,9683	41,6384	44,1813	49,7282
24	8,0849	9,8862	10,8564	11,9918	13,8484	15,6587	18,0618	29,5533	33,1962	36,4150	40,2704	42,9798	45,5585	51,1786
25	8,6493	10,5197	11,5240	12,6973	14,6114	16,4734	18,9398	30,6752	34,3816	37,6525	41,5661	44,3141	46,9279	52,6197
26	9,2221	11,1602	12,1981	13,4086	15,3792	17,2919	19,8202	31,7946	35,5632	38,8851	42,8558	45,6417	48,2899	54,0520
27	9,8028	11,8076	12,8785	14,1254	16,1514	18,1139	20,7030	32,9117	36,7412	40,1133	44,1400	46,9629	49,6449	55,4760
28	10,3909	12,4613	13,5647	14,8475	16,9279	18,9392	21,5880	34,0266	37,9159	41,3371	45,4188	48,2782	50,9934	56,8923
29	10,9861	13,1211	14,2565	15,5745	17,7084	19,7677	22,4751	35,1394	39,0875	42,5570	46,6927	49,5879	52,3356	58,3012
30	11,5880	13,7867	14,9535	16,3062	18,4927	20,5992	23,3641	36,2502	40,2560	43,7730	47,9618	50,8922	53,6720	59,7031
40	17,9164	20,7065	22,1643	23,8376	26,5093	29,0505	32,3450	47,2685	51,8051	55,7585	60,4361	63,6907	66,7660	73,4020
50	24,6739	27,9907	29,7067	31,6639	34,7643	37,6886	41,4492	58,1638	63,1671	67,5048	72,6133	76,1539	79,4900	86,6608
60	31,7383	35,5345	37,4849	39,6994	43,1880	46,4589	50,6406	68,9721	74,3970	79,0819	84,5799	88,3794	91,9517	99,6072
70	39,0364	43,2752	45,4417	47,8934	51,7393	55,3289	59,8978	79,7146	85,5270	90,5312	96,3875	100,4252	104,2149	112,3169
80	46,5199	51,1719	53,5401	56,2128	60,3915	64,2778	69,2069	90,4053	96,5782	101,8795	108,0693	112,3288	116,3211	124,8392
90	54,1552	59,1963	61,7541	64,6347	69,1260	73,2911	78,5584	101,0537	107,5650	113,1453	119,6485	124,1163	128,2989	137,2084
100	61,9179	67,3276	70,0649	73,1422	77,9295	82,3581	87,9453	111,6667	118,4980	124,3421	131,1417	135,8067	140,1695	149,4493
120	77,7551	83,8516	86,9233	90,3667	95,7046	100,6236	106,8056	132,8063	140,2326	146,5674	153,9182	158,9502	163,6482	173,6174
140	93,9256	100,6548	104,0344	107,8149	113,6593	119,0293	125,7581	153,8537	161,8270	168,6130	176,4709	181,8403	186,8468	197,4508
160	110,3603	117,6793	121,3456	125,4400	131,7561	137,5457	144,7834	174,8283	183,3106	190,5165	198,8464	204,5301	209,8239	221,0190
180	127,0111	134,8844	138,8204	143,2096	149,9688	156,1526	163,8682	195,7434	204,7037	212,3039	221,0772	227,0561	232,6198	244,3705
200	143,8428	152,2410	156,4320	161,1003	168,2786	174,8353	183,0028	216,6088	226,0210	233,9943	243,1869	249,4451	255,2642	267,5405
250	186,5541	196,1606	200,9386	206,2490	214,3916	221,8059	231,0128	268,5986	279,0504	287,8815	298,0388	304,9396	311,3462	324,8324
300	229,9634	240,6634	245,9725	251,8637	260,8781	269,0679	279,2143	320,3971	331,7885	341,3951	352,4246	359,9064	366,8444	381,4252
400	318,2596	330,9028	337,1553	344,0781	354,6410	364,2074	376,0218	423,5895	436,6490	447,6325	460,2108	468,7245	476,6064	493,1318
500	407,9470	422,3034	429,3875	437,2194	449,1468	459,9261	473,2099	526,4014	540,9303	553,1268	567,0698	576,4928	585,2066	603,4460
600	498,6229	514,5289	522,3651	531,0191	544,1801	556,0560	570,6680	628,9433	644,8004	658,0936	673,2703	683,5156	692,9816	712,7712
700	590,0480	607,3795	615,9075	625,3175	639,6130	652,4973	668,3308	731,2805	748,3591	762,6607	778,9721	789,9735	800,1314	821,3468
800	682,0665	700,7250	709,8969	720,0107	735,3623	749,1852	766,1555	833,4557	851,6712	866,9114	884,2789	895,9843	906,7862	929,3289
900	774,5698	794,4750	804,2517	815,0267	831,3702	846,0746	864,1125	935,4987	954,7819	970,9036	989,2631	1001,6296	1013,0364	1036,8260

Bibliographie



Alimen 1963
Alimen M. H. - Enclumes (percuteurs dormants) associées à l'Acheuléen supérieur de l'Ougartien (Oued Farès, Sahara occidental), *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 60, 1 : 43-47.

Archer et Braun 2010
Archer W. et Braun D. R. - Variability in bifacial technology at Elandsfontein, Western cape, South Africa: a geometric morphometric approach, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 37, 1 : 201-209.

Arroyo et de la Torre 2018
Arroyo A. et de la Torre I. - Pounding tools in HWK EE and EF-HR (Olduvai Gorge, Tanzania): Percussive activities in the Oldowan-Acheulean transition, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 120 : 402-421.

Asfaw *et al.* 1992
Asfaw B., Beyene Y., Suwa G., Walter R. C., White T. D., WoldeGabriel G. et Yemane T. - The earliest Acheulean from Konso-Gardula, *Nature* [En ligne], 360, 6406 : 732-735.

Asfaw *et al.* 2002
Asfaw B., Gilbert W. H., Beyene Y., Hart W. K., Renne P. R., WoldeGabriel G., Vrba E. S. et White T. D. - Remains of Homo erectus from Bouri, Middle Awash, Ethiopia, *Nature* [En ligne], 416, 6878 : 317-320.

Ashton *et al.* 1994
Ashton N., McNabb J., Irving B., Lewis S. et Parfitt S. - Contemporaneity of Clactonian and Acheulian flint industries at Barnham, Suffolk, *Antiquity* [En ligne], 68, 260 : 585–589.

Aubry *et al.* 2008
Aubry T., Bradley B., Almeida M., Walter B., Neves M. J., Pelegrin J., Lenoir M. et Tiffagom M. - Solutrean Laurel Leaf Production at Maîtreaux: An Experimental Approach Guided by Techno-Economic Analysis, *World Archaeology*, 40, 1 : 48-66.

Averbouh 1999
Averbouh A. - Un fragment de percuteur sur partie basilaire de la grotte magdalénienne d'Enlène (Ariège), *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 96, 4 : 497-504.

Avery 2001
Avery D. M. - The Plio-Pleistocene vegetation and climate of Sterkfontein and Swartkrans, South Africa, based on micromammals, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 41, 2 : 113-132.

Bailloud 1965
Bailloud G. - Les gisements paléolithiques de Melka-Kontouré, *Cahiers de l'Institut Ethiopien d'Archéologie*, 1 : 1-37.

Balout 1967
Balout L. - Procédés d'analyse et questions de terminologie dans l'étude des ensembles industriels du Paléolithique inférieur en Afrique du Nord, *in* : Bishop W. W. et Clark J. D. (dir.), *Background to evolution in Africa*, Chicago, Etats-Unis d'Amérique, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, p. 701-735.

Barnes et Cheynier 1935
Barnes A. S. et Cheynier A. - Étude sur les techniques de débitage du silex et en particulier des nuclei prismatiques, *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 32, 5 : 288-299.

Beentje 1994
Beentje H. - *Kenya trees, shrubs, and lianas*, National Museums of Kenya, Nairobi, Kenya, 722 p.

Behrensmeyer 1985
Behrensmeyer A. K. - Taphonomy et palaeoecology reconstitution of hominid habitats in the Koobi Fora formation, *in* : , *L'environnement des Hominidés au Plio-Pléistocène: colloque international, juin 1981*, Fondation Singer-Polignac, Paris, France, p. 309-324.

Behrensmeyer 2006
Behrensmeyer A. K. - Climate Change and Human Evolution, *Science* [En ligne], 311, 5760 : 476-478.

Bekele-Tesemma 2007
Bekele-Tesemma A. - *Useful trees and shrubs for Ethiopia: identification, propagation, and management for 17 Agroclimatic Zones*, Technical manual n° 6, World Agroforestry Centre, Eastern and Central Africa Regional Programme, Nairobi, Kenya, 550 p.

Bello *et al.* 2016
Bello S. M., Delbarre G., De Groote I. et Parfitt S. A. - A newly discovered antler flint-knapping hammer and the question of their rarity in the Palaeolithic archaeological record: Reality or bias?, *Quaternary International* [En ligne], 403 : 107-117.

Bérillon, Bacon et Coppens 1999
Bérillon G., Bacon A.-M. et Coppens Y. - *Les australopithèques*, Ed. Artcom', Paris, France, 252 p.

Bertouille 1989
Bertouille H. - *Théories physiques et mathématiques de la taille des outils préhistoriques*, Cahiers du quaternaire n° 15, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 100 p.

Beyene *et al.* 2013
Beyene Y., Katoh S., WoldeGabriel G., Hart W. K., Uto K., Sudo M., Kondo M., Hyodo M., Renne P. R., Suwa G. et Asfaw B. - The characteristics and chronology of the earliest Acheulean at Konso, Ethiopia, *PNAS* [En ligne], 110, 5 : 1584-1591.

Biard et Prost 2015
Biard M. et Prost D. - Le débitage à la pierre tendre Exemple de deux postes de taille de l'extrême fin du Paléolithique en Haute-Normandie, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 112, 1 : 59-73.

Biberson 1961 a
Biberson P. - Le cadre paléogéographique de la Préhistoire du Maroc atlantique, *Publication du Service des Antiquités du Maroc*, 16.

Biberson 1961 b
Biberson P. - Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique, *Publication du Service des Antiquités du Maroc*, 17

Binder 2008
Binder D. - Technologie lithique et comportement social dans le PPN de Çayönü tepesi (Turquie). Un aperçu à travers l'analyse des matières premières, *Paléorient* [En ligne], 34, 1 : 5-21.

Binford 1980
Binford L. R. - Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation, *American Antiquity* [En ligne], 45, 1 : 4-20.

Bobe, Behrensmeyer et Chapman 2002
Bobe R., Behrensmeyer A. K. et Chapman R. E. - Faunal change, environmental variability and late Pliocene hominin evolution, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 42, 4 : 475-497.

Boëda 1991
Boëda E. - Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du paléolithique inférieur et moyen: chronique d'une variabilité attendue, *Technique & Culture. Revue semestrielle d'Anthropologie des techniques*, 17-18 : 37-79.

Boëda 1997
Boëda E. - *Technogenèse de systèmes de production lithique au paléolithique inférieur et moyen en Europe occidentale et au Proche-Orient: Synthèse pour habilitation à diriger des recherches*, Université de Paris X Nanterre, Paris, France, 173 p. + 86 p.

Boëda *et al.* 2004
Boëda E., Courty M.-A., Fedoroff N., Griggo C., Hedley I. G. et Muhesen S. - Le site acheuléen d'El Meirah, Syrie, *in* : Aurenche O., Le Mière M. et Sanlaville P. (dir.), *From the river to the sea. The Palaeolithic and the Neolithic on the Euphrate and in the Northern Levant.*, BAR International, Archaeopress, Oxford, p. 165-201.

Boëda 2013
Boëda E. - *Techno-logique & Technologie: une paléo-histoire des objets lithiques tranchants*, @rchéo-éditions, 2013, Prigonrieux Dordogne, France, 264 p.

Bonnefille 1972
Bonnefille R. - *Associations polliniques actuelles et quaternaires en Éthiopie (Vallées de l'Awash et de l'Omo)*, Thèse d'Etat. Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 513 p + 58 p.

Bonnefille 1976
Bonnefille R. - Palynological evidence for an important change in the vegetation of the Omo Basin between 2.5 and 2 million years ago. Stratigraphy, Palaeoecology and Evolution, *in* : Coppens Y., Howell C. F., Isaac G. L. et Leakey R. E. (dir.), *Earliest man and environments in the Lake Rudolf Basin: stratigraphy, paleoecology, and evolution*, Karl W. Butzer and Leslie G. Freeman, Chicago & London, p. 421-431.

Bonnefille 1995
Bonnefille R. - A reassessment of the palynological record from Plio-pleistocene deposits in East Africa, *in* : Vrba E. S., Denton G. H., Partridge T. C. et Burckle L. H. (dir.), *Paleoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins*, *Conference Airlie, Virginia, May 1993*, Yale University Press, New Haven, London, p. 300-310.

Bonnefille 1999
Bonnefille R. - Evolution du cadre botanique et climatique du grand rift africain, *in* : Gallay A. (dir.), *Comment l'homme ? AIniz la découverte des premiers hominidés d'Afrique de l'Est*, Errance, Paris, France, p. 199-230.

Bonnefille, Melis et Mussi 2018
Bonnefille R., Melis R. T. et Mussi M. - Variability in the Mountain Environment at Melka Kunture Archaeological Site, Ethiopia, During the Early Pleistocene (~1.7 Ma) and the Mid-Pleistocene Transition (0.9–0.6 Ma), *in* : Gallotti R. et Mussi M. (dir.), *The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Contributions in Honnor of Jean Chavaillon* [En ligne], Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology, Springer International Publishing, [s.l.] , p. 93-114.

Bonnefille et Riollet 1980
Bonnefille R. et Riollet G. - *Pollens des savanes d'Afrique orientale*, Éd. du Centre national de la recherche scientifique, Paris, France, 140; 113 p.

Bonnefille et Vincens 1985
Bonnefille R. et Vincens A. - Apport de la palynologie à l'environnement des hominidés d'Afrique orientale, *in* : , *L'environnement des Hominidés au Plio-Pléistocène: colloque international, juin 1981*, Fondation Singer-Polignac, Paris, France, p. 237-278.

Bordes 1947
Bordes F. - Etude comparative des différentes techniques de taille du silex et des roches dures, *L'Anthropologie*, 51, 1-2 : 1-29.

Bordes 1961
Bordes F. - *Typologie du Paléolithique ancien et moyen*, Impr. Delmas, Bordeaux, France, 85 p.

Bordes 1967
Bordes F. - Considérations sur la typologie et les techniques dans le Paléolithique, *Quartar*, 18 : 25-55.

Bordes 1968
Bordes F. - *Le Paléolithique dans le monde*, (L'Univers des Connaissances). Hachette, Paris, 256 p.

Bordes 1971
Bordes F. - Observations sur l'Acheuléen des grottes de Dordogne, *Munibe*, XXIII, 1 : 5-23.

Bordes 1974
Bordes F. - Percuteur en bois de renne du Solutréen supérieur de Laugerie-Haute Ouest, *in* : Camps-Fabrer H. (dir.), *Premier Colloque International sur l'Industrie de l'Os dans la Préhistoire*, Abbaye de Sénanque, Aix-en-Provence, p. 97-100.

Bordes 1984
Bordes F. - *Leçons sur le Paléolithique*, Éd. du Centre national de la recherche scientifique, 1984, Paris, France, 459 p.

Bordes et Crabtree 1969
Bordes F. et Crabtree D. E. - The Corbiac blade technique and other experiments, *Tebiwa*, 12, 2 : 1-21.

Bourguignon 1997
Bourguignon L. - *Le Moustérien de type Quina: nouvelles définitions d'une entité technique*, Thèse de doctorat. Paris X, France, 738 p.

Bourlon 1907
Bourlon L. - Un os utilisé présolutréen, *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 4, 5 : 262-263.

Braudel 1949
Braudel F. - *La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II*, Armand Colin, Paris, 589 p.

Brenet 2011
Brenet M. - *Variabilité et signification des productions lithiques au Paléolithique moyen ancien: l'exemple de trois gisements de plein-air du Bergeracois (Dordogne, France)* [En ligne], Thèse de doctorat. Bordeaux I, Bordeaux, France, 480 p.

Brenet 2013
Brenet M. - *Variabilité et signification des productions lithiques au Paléolithique moyen ancien. L'exemple de trois gisements de plein-air du Bergeracois (Dordogne, France).* [En ligne], BAR International n° series 2548, Archaeopress, Oxford, England, 352 p.

Breuil et Barral 1955
Breuil l'Abbé H. et Barral L. - Bois de cervidés et autres os travaillés sommairement au paléolithique ancien du vieux monde et au moustérien des grottes de Grimaldi et de l'Observatoire de Monaco (fouilles de S.A.S. le Prince Albert), *Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco*, 2 : 3-32.

Breuil et Kelley 1954
Breuil l'Abbé H. et Kelley H. - Le Paléolithique ancien, *Bulletin de la Société Préhistorique de France* [En ligne], 51, 8 : 9-26.

Brézillon 1968
Brézillon M. - *La Dénomination des objets de pierre taillée: matériaux pour un vocabulaire des préhistoriens de langue française*, Université de Paris, Paris, France, 411 p.

Brown, Brown et Walker 2001
Brown B., Brown F. H. et Walker A. - New Hominids from the Lake Turkana Basin, Kenya, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 41, 1 : 29-44.

Brugal, Roche et Kibunjia 2003
Brugal J.-P., Roche H. et Kibunjia M. - Faunes et paléoenvironnements des principaux sites archéologiques plio-pléistocènes de la formation de Nachukui (Ouest-Turkana, Kenya), *Comptes Rendus Palevol* [En ligne], 2, 8 : 675-684.

Cabrol et Coutier 1932
Cabrol A. et Coutier L. - Contribution à l'étude de la Taille de l'Obsidienne au Mexique, *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 29, 12 : 579-582.

Callahan 1979
Callahan E. - Archaeology of Eastern North America, *in* : , *The basics of biface knapping in the Eastern fluted point tradition: a manual for flintknappers and lithic analysts*, Eastern states archaeological federation, Ann Arbor, p. 1-179.

Camara et Duboscq 1990
Camara A. et Duboscq B. - La fouille d'un site acheuléen à Djita (basse vallée de la Falémé, Sénégal), *L'Anthropologie*, 94, 2 : 293-304.

Carbonell *et al.* 2001
Carbonell E., Mosquera M., Ollé A., Rodríguez X., Sahnouni M., Sala R. et Vergès J. M. - Structure morphotechnique de l'industrie lithique du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne), *L'Anthropologie* [En ligne], 105, 2 : 259-280.

Carbonell *et al.* 2010
Carbonell E., Sala Ramos R., Rodríguez X. P., Mosquera M., Ollé A., Vergès J. M., Martínez-Navarro B. et Bermúdez de Castro J. M. - Early hominid dispersals: A technological hypothesis for "out of Africa", *Quaternary International* [En ligne], 223–224 : 36-44.

Carbonell et Castro-Curel 1992
Carbonell E. et Castro-Curel Z. - Palaeolithic wooden artefacts from the Abric Romani (Capellades, Barcelona, Spain), *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 19, 6 : 707-719.

Carlin, Bodu et Pelegrin 1991
Carlin C., Bodu P. et Pelegrin J. - Processus technique et chaînes opératoires. Comment les préhistoriens s'approprient un concept élaboré par les ethnologues, *in* : Balfet H. (dir.), *Observer l'action technique: des chaînes opératoires, pour quoi faire? Matières et Manières*, Éd. du Centre national de la recherche scientifique, Paris, France, p. 101-117.

Carlos 2015
Carlos P. de. - *Le savoir historique à l'épreuve des représentations sociales : l'exemple de la préhistoire et de Cro-Magnon chez les élèves de cycle 3.* [En ligne], Cergy-Pontoise, Cergy, 694 p. + annexes.

Carr 1998
Carr C. J. - Patterns of vegetation along the Omo River in southwest Ethiopia, *Plant Ecology* [En ligne], 135, 2 : 135-163.

Célérier 1993
Célérier G. - I. Technologie de l'outillage lithique taillé, *Gallia préhistoire* [En ligne], 35, 1 : 7-88.

Chavaillon 1972
Chavaillon J. - *Documents pour servir à l'Histoire des Civilisations Ethiopiennes.*, *Travaux de la Recherche Coopérative sur le programme R.C.P. 230.*, CNRS.

Chavaillon *et al.* 1978
Chavaillon J., Chavaillon N., Hours F. et Piperno M. - Le début et la fin de l'Acheuléen à Melka-Kunturé : méthodologie pour l'étude des changements de civilisation, *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 75, 4 : 105-115.

Chavaillon 1979
Chavaillon J. - Essai pour une typologie du matériel de percussion, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 76, 8 : 230-233.

Chavaillon 1992
Chavaillon J. - L'Afrique, *in* : , *La Préhistoire dans le monde*, Nouvelle Clio, l'Histoire et ses problèmes, Presses universitaires de France, Paris, p. 557-649.

Chevalier, Inizan et Tixier 1982
Chevalier J., Inizan M.-L. et Tixier J. - Une technique de perforation par percussion de perles en cornaline, Larsa, Iraq, *Paléorient*, 8, 2 : 55-65.

Chevrier 2012
Chevrier B. - *Les assemblages à pièces bifaciales au Pléistocène inférieur et moyen ancien en Afrique de l'Est et au Proche-Orient: nouvelle approche du phénomène bifacial appliquée aux problématiques de migrations, de diffusion et d'évolution locale*, Thèse de doctorat. Ecole doctorale Milieux, cultures et sociétés du passé et du présent, Nanterre, France, 864 p.

Chevrier et Koehler 2013
Chevrier B. et Koehler H. - Approche multiscalaire et Préhistoire: Proposition pour un renouvellement de la vision géographique et culturelle du Paléolithique inférieur et moyen, *in* : , *Rencontres jeunes chercheurs*GdR 3359 MoDyS, Université de Franche-Comté (Frasne, 25), p. 1-15.

Clark 1969
Clark G. - *World prehistory: a new outline*, Anthropology n° 564, Cambridge University Press, Cambridge, 2e ed., 331 p.

Clark 1977
Clark G. - *World prehistory in new perspective*, Cambridge Eng, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, 3e ed., 554 p.

Claud *et al.* 2013
Claud E., Thiébaut C., Coudenneau A., Deschamps M., Mourre V. et Colonge D. - Le travail du bois au Paléolithique moyen: nouvelles données issues de l'étude tracéologique de plusieurs industries lithiques d'Europe occidentale, *in* : Anderson P. C., Cheval C. et Durand A. (dir.), *Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux actes des rencontres 23-25 octobre 2012. An interdisciplinary focus on plant-working tools*, Éd. APDCA, Antibes, p. 367-382.

Clément 2004
Clément S. - *Archéologie du Congo : Problème d'identification du Paléolithique inférieur et moyen.*, Diplôme d'études Appliquées. Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 94 p.

Colonge 2012
Colonge D. - *A65 - Auriac (64), Duclos - Pléistocène moyen et Antiquité en Béarn : rapport de fouilles*, *Fouilles*, INRAP, 475p. + 197 fig.

Colonge *et al.* 2012
Colonge D., Lelouvier L.-A., Mourre V. et Normand C. - Matières premières dans l'Acheuléen du piémont pyrénéen, *in* : Marchand G. et Querré G. (dir.), *Roches et sociétés de la Préhistoire : Entre massifs cristallins et bassins sédimentaires* [En ligne], Presses universitaires de Rennes, Rennes, p. 53-65.

Colonge, Callède et Mourre 2003
Colonge D., Callède F. et Mourre V. - *Lanne Darré, Uglas (Hautes-Pyrénées), Un gisement acheuléen de plein-air sur le plateau de Lannemezan*, *Rapport final, fouille programmée triennale 2001-2003*, 109 p.

Colonge et Texier 2005
Colonge D. et Texier J.-P. - Le gisement acheuléen de Lanne-Darré (Uglas, Hautes-Pyrénées) et perspectives régionales dans le sud-ouest de l'Europe, in : Molines N., Moncel M.-H. et Monnier J.-L. (dir.), *Données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique ancien et moyen en Europe*, 22 - 25 septembre 2003, Les premiers peuplements en Europe [En ligne], BAR International, Rennes, p. 203-214.

Coppens et Picq 2001
Coppens Y. et Picq P. - *Aux origines de l'humanité, tome 1 : De l'apparition de la vie à l'homme moderne*, Fayard, Paris, 650 p.

Cornelissen *et al.* 1990
Cornelissen E., Boven A., Dabi A., Hus J., Yong K. J., Keppens E., Langohr R., Moeyersons J., Pasteels P., Pieters M., Uytterschaut H., Van Noten F. et Workineh H. - The Kapthurin Formation Revisited, *The African Archaeological Review*, 8 : 23-75.

Cotterell et Kamminga 1987
Cotterell B. et Kamminga J. - The Formation of Flakes, *American Antiquity* [En ligne], 52, 4 : 675-708.

Coutier 1929
Coutier L. - Expérience de taille pour rechercher les anciennes techniques paléolithiques, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 26, 3 : 172-174.

Crabtree 1970
Crabtree D. E. - Flaking stones with wooden implements, *Science*, 169, 3941 : 146-153.

Crabtree 1972
Crabtree D. E. - *An Introduction to flintworking*, Occasional papers of the Idaho State University Museum n° 28, Idaho State University Museum, Pocatello-ID, 98 p.

Deacon 1970
Deacon H. J. - *The Acheulian Occupation at Amanzi Springs* Uitenhage District, Cape Province, Published jointly by the Cape provincial museums at the Albany Museum , 101 p.

Deino et Potts 1990
Deino A. et Potts R. - Single-crystal 40Ar/39Ar dating of the Olorgesailie Formation, Southern Kenya Rift, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* [En ligne], 95, B6 : 8453-8470.

Deloge, Pelegrin et Alix 1995
Deloge H., Pelegrin J. et Alix P. - Un débitage original de lamelles par pression au Magdalénien du Rocher-de-la-Caille (Loire, France), *Paléo* [En ligne], 7, 1 : 187-199.

Delpech *et al.* 1995
Delpech F., Geneste J.-M., Rigaud J.-P. et Texier J.-P. - Les industries antérieures à la dernière glaciation en Aquitaine septentrionale : chronologie, paléoenvironnements, technologie, typologie et économie de subsistance, *Paléo. Supplément* [En ligne], 1, 1 : 133-163.

deMenocal 2004
deMenocal P. B. - African climate change and faunal evolution during the Pliocene–Pleistocene, *Earth and Planetary Science Letters* [En ligne], 220, 1 : 3-24.

Desachy, Djindjian et Giligny
Desachy B., Djindjian F. et Giligny F. - *Archéologie et nouvelles technologies - ARCHÉOLOGIE* [En ligne], *Encyclopaedia Universalis [en ligne]*.

Deschamps 2010
Deschamps M. - Le Vasconien : Révision de sa signification à partir des industries d'Olha I et II, d'Isturitz et de Gatzarria, *Paléo*, 21 : 103-126.

Deschamps 2014
Deschamps M. - *La diversité culturelle au paléolitique moyen récent : le vasconien et sa signification au sein des faciès moustériens*, Thèse de doctorat. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, Toulouse, 580 p.

Dibble et Pelcin 1995
Dibble H. L. et Pelcin A. - The Effect of Hammer Mass and Velocity on Flake Mass, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 22, 3 : 429-439.

Dibble et Rezek 2009
Dibble H. L. et Rezek Z. - Introducing a new experimental design for controlled studies of flake formation: results for exterior platform angle, platform depth, angle of blow, velocity, and force, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 36, 9 : 1945-1954.

Dibble et Whittaker 1981
Dibble H. L. et Whittaker J. C. - New experimental evidence on the relation between percussion flaking and flake variation, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 8, 3 : 283-296.

Diez- Martín *et al.* 2014
Diez- Martín F., Sánchez Yustos P., Gómez González J. Á., Luque L., Gómez de la Rúa D. et Domínguez-Rodrigo M. - Reassessment of the Early Acheulean at EN1-Noolchalai (Ancient RHS-Mugulud) in Peninj (Lake Natron, Tanzania), *Quaternary International* [En ligne], 322 : 237-263.

Diez-Martín *et al.* 2014
Diez-Martín F., Sánchez Yustos P., Gómez de la Rúa D., Gómez González J. Á., de Luque L. et Barba R. - Early Acheulean technology at Es2-Lepolosi (ancient MHS-Bayasi) in Peninj (Lake Natron, Tanzania), *Quaternary International* [En ligne], 322–323 : 209-236.

Diez-Martín et Eren 2012
Diez-Martín F. et Eren M. I. - The Early Acheulean in Africa: past paradigms, current ideas and future directions, *in* : Domínguez-Rodrigo M. (dir.), *Stone Tools and Fossil Bones: Debates in the Archaeology of Human Origins*, Cambridge University Press, p. 310-357.

Diez-Martín, Sánchez-Yustos et de Luque 2018
Diez-Martín F., Sánchez-Yustos P. et de Luque L. - The East African Early Acheulean of Peninj (Lake Natron, Tanzania), *in* : Gallotti R. et Mussi M. (dir.), *The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond: Contributions in Honor of Jean Chavaillon* [En ligne], Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology, Springer International Publishing, p. 129-151.

Domínguez-Rodrigo, Alcalà et Luque 2009
Domínguez-Rodrigo M., Alcalà L. et Luque L. - *Peninj: A research project on Human origins* [En ligne], (American School of Prehistoric Research Monograph). Oxbow Books, Oxford, England, 284 p.

Douze 2014
Douze K. - *Le « Early Middle Stone Age » d'Éthiopie et les changements techno-économiques à la période de l'émergence des premiers Homo sapiens* [En ligne], Université Bordeaux 1, Bordeaux, France, 377 p.

Driscoll et García-Rojas 2014
Driscoll K. et García-Rojas M. - Their lips are sealed: identifying hard stone, soft stone, and antler hammer direct percussion in Palaeolithic prismatic blade production, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 47 : 134-141.

Duller *et al.* 2015
Duller G. A. T., Tooth S., Barham L. et Tsukamoto S. - New investigations at Kalambo Falls, Zambia: Luminescence chronology, site formation, and archaeological significance, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 85 : 111-125.

Faivre, Geneste et Turq 2010
Faivre J.-P., Geneste J.-M. et Turq A. - La fracturation en split, une technique de production dans l'industrie lithique des Tares (Sourzac, Dordogne), *Paléo Revue d'archéologie préhistorique*, , Numéro spécial : 133-142.

Feblot-Augustins 1997
Feblot-Augustins J. - *La circulation des matières premières au Paléolithique: synthèse des données, perspectives comportementales*, Université de Liège, Liège, 275 p. + ill.

Febvre 1944
Febvre L. - Techniques : comment classifier les techniques ?, *ahess* [En ligne], 5, 1 : 71-74.

Foley et Lahr 1997
Foley R. et Lahr M. M. - Mode 3 Technologies and the Evolution of Modern Humans, *Cambridge Archaeological Journal* [En ligne], 7, 01 : 3-36.

Foucault et Raoult 2001
Foucault A. et Raoult J.-F. - *Dictionnaire de Géologie*, (Masson Sciences). Dunod, Paris, 5ème. 379 p.

Fourloubey 2013
Fourloubey C. - *Aquitaine, A 65 - Landes, Cazères sur l'Adour, Septos - Pléistocène moyen et Antiquité en Béarn*, *Fouille*, INRAP, 289 p.

Gallay 1999
Gallay A. (dir.) - *Comment l'homme ? A la découverte des premiers hominidés d'Afrique de l'Est*, Ed. Errance, Paris, France, 408 p.

Gallotti *et al.* 2010
Gallotti R., Collina C., Raynal J.-P., Kieffer G., Geraads D. et Piperno M. - The Early Middle Pleistocene Site of Gombore II (Melka Kunture, Upper Awash, Ethiopia) and the Issue of Acheulean Bifacial Shaping Strategies, *African Archaeological Review* [En ligne], 27, 4 : 291-322.

Gallotti 2013
Gallotti R. - An older origin for the Acheulean at Melka Kunture (Upper Awash, Ethiopia): Techno-economic behaviours at Garba IVD, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 65, 5 : 594-620.

Gallotti *et al.* 2014
Gallotti R., Raynal J.-P., Geraads D. et Mussi M. - Garba XIII (Melka Kunture, Upper Awash, Ethiopia): A new Acheulean site of the late Lower Pleistocene, *Quaternary International* [En ligne], 343 : 17-27.

Gallotti 2016
Gallotti R. - The East African origin of the Western European Acheulean technology: Fact or paradigm?, *Quaternary International* [En ligne], 411 : 9-24.

Gallotti et Mussi 2017
Gallotti R. et Mussi M. - Two Acheuleans, two humankinds: From 1.5 to 0.85 Ma at Melka Kunture (Upper Awash, Ethiopian highlands), *Journal of Anthropological Science*, 95 : 1-46.

Giraux 1907
Giraux L. - Ossements utilisés de Cro-Magnon, *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 4, 5 : 264-268.

Goodwin et Van Riet Low 1929
Goodwin J. H. et Van Riet Low C. - *The stone age cultures of South Africa*, (Annals of the South African Museum). Neil and Co, Edinburgh, 287 p.

Goren-Inbar *et al.* 2004
Goren-Inbar N., Alperson N., Kislev M. E., Simchoni O., Melamed Y., Ben-Nun A. et Werker E. - Evidence of Hominin Control of Fire at Gesher Benot Ya`aqov, Israel, *Science* [En ligne], 304, 5671 : 725-727.

Goren-Inbar *et al.* 2015
Goren-Inbar N., Sharon G., Alperson-Afil N. et Herzlinger G. - A new type of anvil in the Acheulian of Gesher Benot Ya'aqov, Israel, *Philosphical Transactions of the Royal Society B Biological Science* [En ligne], 370, 1682 : 1-10.

Goren-Inbar et Saragusti 1996
Goren-Inbar N. et Saragusti I. - An Acheulian Biface Assemblage from Gesher Benot Ya'aqov, Israel: Indications of African Affinities, *Journal of Field Archaeology* [En ligne], 23, 1 : 15-30.

Goren-Inbar, Werker et Feibel 2002
Goren-Inbar N., Werker E. et Feibel C. S. - *The Acheulian site of Gesher Benot Ya'aqov, Israel. I, The wood assemblage*, Oxbow Books, Oxford, 120 p.

Goutas 2004
Goutas N. - *Caractérisation et évolution du Gravettien en France par l'approche techno-économique des industries en matières dures animales : étude de six gisements du sud-ouest* [En ligne], Thèse de doctorat. Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 2 vol., 675 p.

Goutas 2009
Goutas N. - Réflexions sur une innovation technique gravettienne importante: le double rainurage longitudinal, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106, 3 : 437-456.

Gowlett 1993
Gowlett J. A. J. - Le site Acheuleen de Kilombe: stratigraphie, geochronology, habitat et industrie lithique, *L'Anthropologie*, 97, 1 : 69-84.

Gowlett 2011
Gowlett J. A. J. - The Empire of the Acheulean Strikes Back, *in* : Sept J. et Pilbeam D. R. (dir.), *Casting the net wide: papers in honor of Glynn Isaac and his approach to human origins research* [En ligne], Oxbow Books, p. 93-114.

Gowlett 2013
Gowlett J. A. J. - Elongation as a factor in artefacts of humans and other animals: an Acheulean example in comparative context, *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 368, 1630 : 1-11.

Gowlett 2015
Gowlett J. A. J. - At the heart of the African Acheulean: the physical, social and cognitive landscapes of Kilombe., *in* : Coward F., Hosfield R., Pope M. et Wenban-Smith F. (dir.), *Settlement, society and cognition in human evolution: landscapes in mind*, Cambridge University Press, New York, p. 75-93.

Gowlett et Crompton 1994
Gowlett J. A. J. et Crompton R. H. - Kariandusi: Acheulean Morphology and the Question of Allometry, *The African Archaeological Review*, 12 : 3-42.

Gragueb et Bourgou 1988
Gragueb A. et Bourgou M. - Datation d'un glacis par un outillage acheuléen évolué dans la coupe du barrage de Bir-Mcherga (oued Miliane, Tunisie nord-orientale), *Méditerranée* [En ligne], 64, 2 : 27-33.

Griselin 2015
Griselin S. - *Fabrication et fonction des outils de type montmorencien. Nouveau regard à partir des découvertes récentes sur les habitats mésolithiques* [En ligne], Paris 1, Paris, 319 p. + annexes.

Groenen 1994
Groenen M. - *Pour une histoire de la préhistoire: le Paléolithique*, (L'Homme des Origines). Editions Jérôme Millon, 616 p.

Guchet 2005
Guchet X. - *Les sens de l'évolution technique*, Léo Scheer, Paris, 383 p.

Guchet 2008
Guchet X. - Évolution technique et objectivité technique chez Leroi-Gourhan et Simondon, *Appareil* [En ligne], , 2

Guérin 1999
Guérin C. - L'Evolution des faunes, *in* : Gallay A. (dir.), *Comment l'homme ? A la découverte des premiers hominidés d'Afrique de l'Est*, Ed. Errance, Paris, France, p. 143-198.

Hamon 2006
Hamon C. - *Broyage et abrasion au Néolithique ancien. Caractérisation technique et fonctionnelle des outillages en grès du Bassin parisien* [En ligne], BAR International n° Series 1551, Archaeopress, Oxford, England, 339p + pl.

Hamon et Le Gall 2009
Hamon C. et Le Gall V. - Les meules en pays Minyanka (Mali) : étude des carrières et techniques de production actuelles, *in* : , *Bread for people. The Archaeology of Mills and Milling*, *Proceedings of a colloquium held in the Bristish School at Rome. 4th - 7th of november 2009* [En ligne], BAR International, Archaeopress, Oxford, England, p. 110.

Harmand 2005
Harmand S. - *Matières premières lithiques et comportements techno-économiques des homininés plio-pléistocènes du Turkana occidental, Kenya*, Thèse de doctorat. Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France, 301 p.

Harmand *et al.* 2015
Harmand S., Lewis J. E., Feibel C. S., Lepre C. J., Prat S., Lenoble A., Boës X., Quinn R. L., Brenet M., Arroyo A., Taylor N., Clément S., Daver G., Brugal J.-P., Leakey L., Mortlock R. A., Wright J. D., Lokorodi S., Kirwa C., Kent D. V. et Roche H. - 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya, *Nature* [En ligne], 521 : 310-315.

Henri-Martin 1906
Henri-Martin L. - Maillets ou enclumes en os provenant de la couche moustérienne de la Quina (Charente), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* [En ligne], 3, 4 : 155-162.

Henri-Martin 1907
Henri-Martin L. - Présentation d'ossements utilisés de l'époque moustérienne, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* [En ligne], 4, 5 : 269-277.

Hernandez *et al.* 2012
Hernandez M., Mercier N., Bertran P., Colonge D. et Lelouvier L. A. - Premiers éléments de datation des industries du Pléistocène moyen (Acheuléen - Paléolithique moyen ancien) de la région pyrénéo-garonnaise : une approche géochronologique pluri-méthodes (TL, OSL et TT-OSL) des sites de Duclos et Romentères, *Paléo Revue d'archéologie préhistorique*, , 23 : 155-170.

Hernández Fernández et Vrba 2006
Hernández Fernández M. et Vrba E. S. - Plio-Pleistocene climatic change in the Turkana Basin (East Africa): Evidence from large mammal faunas, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 50, 6 : 595-626.

Hinguant et Biard 2004
Hinguant S. et Biard M. - Paléolithique supérieur final ou Mésolithique ancien ? Le site du Buhot à Calleville (Eure), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* [En ligne], 101, 3 : 597-600.

Howell *et al.* 1972
Howell F. C., Cole G. H., Kleindienst M. R., Szabo B. J. et Oakley K. P. - Uranium-Series Dating of Bone from the Isimila Prehistoric Site, Tanzania., *Nature* [En ligne], 237, 5349 : 51-52.

Inizan *et al.* 1995
Inizan M.-L., Reduron M., Roche H. et Tixier J. - *Préhistoire de la pierre taillée: suivi par un vocabulaire multilingue*, CREP, Meudon, France, 199 p.

Inizan et Pelegrin 2002
Inizan M.-L. et Pelegrin J. - Débitage par pression et expérimentation : une question de méthodologie, *Paléorient* [En ligne], 28, 2 : 105-108.

Isaac 1969
Isaac G. L. - Studies of Early Culture in East Africa, *World Archaeology*, 1, 1 : 1-28.

Isaac 1977
Isaac G. L. - *Olorgesailie: archeological studies of a Middle Pleistocene lake basin in Kenya*, University of Chicago Press, Chicago, Etats-Unis d'Amérique, 272 p.

Isaac 1984
Isaac G. L. - The archaeology of human origins: studies of the Lower Pleistocene in East-Africa 1971-1981, *in* : Wendorf F. et Close A. (dir.), *Advances in Old World Archaeology*, F. Wendorf and A. Close, New York, p. 1-87.

Isaac 1997
Isaac G. L. (dir.) - *Koobi Fora research project*, Clarendon Press, Oxford, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, 596 p.

Isaac et Isaac 1989
Isaac G. L. et Isaac B. - *The archaeology of human origins: papers*, [s.n.], Cambridge England, Royaume-Uni, 447 p.

Isaac et Isaac 1997
Isaac G. L. et Isaac B. - *Koobi Fora Research Project, Plio-pleistocene archaeology*, Clarendon Press, Oxford, Clarendon Press, 596 p.

Jaubert et Servelle 1996
Jaubert J. et Servelle C. - l'Acheuléen dans le bassin de la Garonne (région Midi-Pyrénées): état de la question et implications, *in* : Tuffreau A. (dir.), *L'Acheuléen dans l'ouest de l'Europe: actes du colloque de Saint-Riquier (6-10 juin 1989)*, Centre d'études et de recherches préhistoriques, Université des sciences et technologies de Lille, Lille, p. 77-108.

Jones 1980
Jones P. R. - Experimental Butchery with Modern Stone Tools and Its Relevance for Palaeolithic Archaeology, *World Archaeology*, 12, 2 : 153-165.

Jones 1994
Jones P. R. - Results of experimental work in relation to the stone industries of Olduvai Gorge, *in* : Leakey Mary D. et Roe D. A. (dir.), *Olduvai Gorge: Volume 5, Excavations in Beds III, IV and the Masek Beds*, Cambridge University Press, p. 254-298.

Kleindienst 1962
Kleindienst M. R. - Components of the East African Acheulian assemblage: an analytic approach, *Actes du IVe Congrès Panafricain de Préhistoire et de l'Étude du Quaternaire, ed. C. Mortelmans and J. Nenquin*, : 81-105.

Koehler 2009
Koehler H. - *Comportements et identité techniques au Paléolithique moyen (Weichsélien ancien) dans le Bassin parisien : une question d'échelle d'analyse ?* [En ligne], Paris 10, Nanterre, 587 p.

Le Roux 1999
Le Roux C.-T. - L'outillage de pierre polie en métadolérite du type A : Les ateliers de Plussulien (Côtes-d'Armor) : Production et diffusion au Néolithique dans la France de l'ouest et au delà, *Travaux du Laboratoire anthropologie, préhistoire, protohistoire, quaternaire armoricains*, , 43 : 12-40.

Le Tensorer 2006
Le Tensorer J.-M. - Les cultures acheuléennes et la question de l'émergence de la pensée symbolique chez Homo erectus à partir des données relatives à la forme symétrique et harmonique des bifaces, *Comptes Rendus Palevol* [En ligne], 5, 1 : 127-135.

Leakey 1975
Leakey M. D. - Cultural Patterns in the Olduvai Sequence, *in* : , *After the Australopithecines: Stratigraphy, Ecology and Culture Change in the Middle Pleistocene*, Walter de Gruyter, p. 477-493.

Leakey 1971
Leakey Mary Douglas. - *Olduvai Gorge: Excavations in Beds I and II, 1960-1963*, Cambridge University Press, 378 p.

Leakey et Roe 1994
Leakey Mary Douglas et Roe D. A. (dir.) - *Olduvai gorge: Excavations in the Bed III, IV and the Masek Bed, 1968-1971*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, 327p. + 24 p.

Lelouvier 2013
Lelouvier L.-A. - *A65 - Le Vignau (40), Romentères, un site du Pléistocène moyen sur les hautes terrasses de l'Adour*, *Rapport de fouilles*, INRAP, 363 p.

Lepot 1993
Lepot M. - *Approche techno-fonctionnelle de l'outillage lithique moustérien: essai de classification des parties actives en termes d'efficacité technique : application à la couche M2e sagittale du Grand abri de la Ferrassie (fouille Henri Delporte)*, Maîtrise. Université Paris X Nanterre, Nanterre, 170 p + 90 pl.

Lepre *et al.* 2011
Lepre C. J., Roche H., Kent D. V., Harmand S., Quinn R. L., Brugal J.-P., Texier P.-J., Lenoble A. et Feibel C. S. - An earlier origin for the Acheulian, *Nature* [En ligne], 477, 7362 : 82-85.

Leroi-Gourhan 1943
Leroi-Gourhan A. - *L'Homme et la Matière - Evolution et techniques* [En ligne], (Sciences d'aujourd'hui). Albin Michel, 2012 éd., Paris, 352 p.

Leroi-Gourhan 1964
Leroi-Gourhan A. - *Le Geste et la Parole. Technique et langage* [En ligne], (Sciences d'aujourd'hui). Albin Michel, Paris, France, 326 p.

Leroi-Gourhan 1965
Leroi-Gourhan A. - *Le geste et la parole*, Albin Michel, Paris, France, 1991 éd., 285 p.

Leroi-Gourhan 1973
Leroi-Gourhan A. - *Milieu et techniques* [En ligne], (Sciences d'aujourd'hui). Albin Michel, Paris, France, 475 p.

Leroyer 2016
Leroyer M. - *Palethnologie acheuléenne : de la technologie bifaciale à l'organisation de la subsistance collective : étude du site de Boxgrove - Eartham Pit (West Sussex, Angleterre) et de deux sites du cours moyen de la Seine* [En ligne], Paris 1, Paris, 620 p.

Lewis et Harmand 2016
Lewis J. E. et Harmand S. - An earlier origin for stone tool making: implications for cognitive evolution and the transition to Homo, *Philosphical Transactions of the Royal Society B Biological Science*, 371

Lézine 2008
Lézine A.-M. - *Le pollen : outil d'étude de l'environnement et du climat au quaternaire*, (Interactions). Société géologique de France Vuibert, Paris, 118 p.

Locko 1984
Locko M. - Problèmes chronologiques de l'Acheuléen africain, *Abbay*, 12, 1983-1984 : 9-31.

Madsen 1983
Madsen B. - New evidence of Late Palaeolithic settlement in East Jutland, *Journal of Danish Archaeology*, 2 : 1231.

Marchand, Pailler et Tournay 2006
Marchand G., Pailler Y. et Tournay G. - Carrément à l'Ouest ! Indices du Villeneuve-Saint-Germain au centre de la Bretagne (le Dillien à Cléguérec et Bellevue à Neulliac ; Morbihan), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* [En ligne], 103, 3 : 519-533.

Marchand et Querré 2012
Marchand G. et Querré G. (dir.) - *Roches et sociétés de la Préhistoire: entre massifs cristallins et bassins sédimentaires*, (Archéologie et Culture). Presses universitaires de Rennes, Rennes, 512 p.

Maundu et Tengnäs 2005
Maundu P. M. et Tengnäs B. (dir.) - *Useful Trees and Shrubs for Kenya*, Technical handbook n° 35, World Agroforestry Centre, Eastern and Central Africa Regional Programme, Nairobi, Kenya, 484 p.

Mayor *et al.* 2018
Mayor A., Douze K., Lorenzo Martinez M., Truffa Giachet M., Aymeric J., Bocoum H., Champion L., Cervera C., Davidoux S., Garnier A., Hajdas I., Lebrun B., Lespez L., Loukou S., Mokadem F., Ndiaye M., Pelmoine T., Rasse M., Serneels V., Tribolo C., Virmoux C., Walmsley A. et Huysecom E. - Dynamiques techniques et environnementales dans la vallée de la Falémé (Sénégal) : résultats de la 20ème campagne du programme « Peuplement humain et paléoenvironnement en Afrique », *in* : , *SLSA Jahresbericht - Rapport Annuel 2017 - Annual report 2017* [En ligne], SLSA, p. 157-256.

McBrearty et Tryon 2006
McBrearty S. et Tryon C. A. - From Acheulean to Middle Stone Age in the Kapthurin Formation, Kenya, *in* : Hovers E. et Kuhn S. (dir.), *Transitions Before the Transition - Evolution and Stability in the Middle Paleolithic and Middle* [En ligne], Interdisciplinary contributions to Archaeology, Springer Science & Business Media, p. 257-277.

Mgeladze 2008
Mgeladze A. - *Premières phases de peuplement dans le Caucase : étude des assemblages lithiques des sites géorgiens de Dmanissi (Pleistocène inférieur), de Koudaro I et de Tsona (Pleistocène moyen)* [En ligne], Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 342 p.

Mora et de la Torre 2005
Mora R. et de la Torre I. - Percussion tools in Olduvai Beds I and II (Tanzania): Implications for early human activities, *Journal of Anthropological Archaeology* [En ligne], 24, 2 : 179-192.

Mourre 1996
Mourre V. - Les industries en quartz au Paléolithique. Terminologie, méthodologie et technologie, *Paléo*, 8 : 205-223.

Mourre 2003
Mourre V. - *Implications culturelles de la technologie des hachereaux*, Thèse de doctorat. Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France, 299 p.+257 p.+327 p.

Mourre 2004
Mourre V. - Le débitage sur enclume au Paléolithique moyen dans le Sud-Ouest de la France, *in* : Van Peer P., Bonjean D. et Sema P. (dir.), *Actes du XIVème congrès de l'UISPP, Liège, 2-8 septembre 2001*, *Session 5: Paléolithique moyen* [En ligne], BAR international series, Oxford, p. 29-38.

Mourre *et al.* 2010
Mourre V., Jarry M., Colonge D. et Lelouvier L.-A. - Le débitage sur enclume aux Bosses (Lamagdelaine, Lot, France), *in* : , *« ENTRE LE MARTEAU ET L'ENCLUME... » La percussion directe au percuteur dur et la diversité de ses modalités d'application*, *Actes de la table ronde de Toulouse (15-17 mars 2004)* [En ligne], Paléo 2009-2010, Toulouse, p. 49-62.

Mourre et Colonge 2007
Mourre V. et Colonge D. - Et si l'Acheuléen méridional n'était pas là où on l'attendait?..., *in* : , *26ème Congrès Préhistorique de France - Avignon 2004*, Société Préhistorique Française, Paris, p. 63-78.

Mourre et Colonge 2010
Mourre V. et Colonge D. - La question du débitage de grands éclats à l'Acheuléen, *in* : , *« ENTRE LE MARTEAU ET L'ENCLUME... » La percussion directe au percuteur dur et la diversité de ses modalités d'application*, *Actes de la table ronde de Toulouse (15-17 mars 2004)* [En ligne], Paléo 2009-2010, Toulouse, p. 35-48.

Movius 1950
Movius H. L. - A Wooden Spear of Third Interglacial Age from Lower Saxony, *Southwestern Journal of Anthropology*, 6, 2 : 139-142.

Müller 1903
Müller H. - Essai de taille du silex - Montage et emploi des outils obtenus, 14 : 417436.

Mussi *et al.* 2016
Mussi M., Altamura F., Bonnefille R., De Rita D. et Melis R. T. - The environment of the Ethiopian highlands at the Mid Pleistocene Transition: Fauna, flora and hominins in the 850-700 ka sequence of Gombore II (Melka Kunture), *Quaternary Science Reviews* [En ligne], 149 : 259-268.

Mussi et Gallotti 2014
Mussi M. et Gallotti R. - The emergence of the acheulean in East Africa - international workshop, Rome, "La Sapienza" University, September 12-13, 2013, *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* [En ligne], 23, 4 : 126-127.

Newcomer 1975
Newcomer M. H. - « Punch technique » and Upper Paleolithic Blades, *Lithic technology: making and using stone tools*, : 97-102.

Nicoud 2011
Nicoud E. - *Le phénomène acheuléen en Europe Occidentale : approche chronologique, technologie lithique et implications culturelles* [En ligne], Aix Marseille 1, Aix-en-Provence, 483 p.

Noll 2000
Noll M. - *Components of Acheulian lithic assemblage variability at Olorgesailie, Kenya.*, Urbana, Illinois, 353 p.

Ollé *et al.* 2016
Ollé A., Mosquera M., Rodríguez-Álvarez X. P., García-Medrano P., Barsky D., de Lombera-Hermida A. et Carbonell E. - The Acheulean from Atapuerca: Three steps forward, one step back, *Quaternary International* [En ligne], 411 : 316-328.

Owen *et al.* 2008
Owen R. B., Potts R., Behrensmeyer A. K. et Ditchfield P. - Diatomaceous sediments and environmental change in the Pleistocene Olorgesailie Formation, southern Kenya Rift Valley, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* [En ligne], 269, 1–2 : 17-37.

Owen, Potts et Behrensmeyer 2009
Owen R. B., Potts R. et Behrensmeyer A. K. - Reply to the comment on "Diatomaceous sediments and environmental change in the Pleistocene Olorgesailie Formation, southern Kenya Rift Valley" by R.B. Owen, R. Potts, A.K. Behrensmeyer and P. Ditchfield [Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 269 (2008) 17–37], *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* [En ligne], 282, 1-4 : 147-148.

Paddayya *et al.* 2002
Paddayya K., Blackwell B. A. B., Jhaldiyal R., Fevrier S., Chaderton D. A., Blickstein J. I. B. et Skinner A. R. - Recent findings on the Acheulian of the Hunsgi and Baichbal valleys, Karnataka, with special reference to the Isampur excavation and its dating, *Current Science - Bangalore*, 83, 5 : 641-647.

Paddayya, Jhaldiyal et Petraglia 2006
Paddayya K., Jhaldiyal R. et Petraglia M. D. - The Acheulean quarry at Isampur, Lower Deccan, India, *in* : , *Axe Age: Acheulian Tool-making from Quarry to Discard*, Equinox, p. 45-74.

Pelcin 1997
Pelcin A. W. - The Formation of Flakes: The Role of Platform Thickness and Exterior Platform Angle in the Production of Flake Initiations and Terminations, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 24, 12 : 1107-1113.

Pelegrin 1991
Pelegrin J. - Sur une recherche technique expérimentale des techniques de débitage laminaire, *in* : , *Archéologie expérimentale*, Archéologie d'aujourd'hui, Errance, Paris, p. 118-128.

Pelegrin 1995
Pelegrin J. - *Technologie lithique: le châtelperronien de Roc-de-Combe, Lot, et de La Côte, Dordogne*, (Les cahiers du Quaternaire). CNRS éd, Paris, France, 297 p.

Pelegrin 2000
Pelegrin J. - Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions, *in* : Valentin B., Bodu P. et Christensen M. (dir.), *L'Europe centrale et septentrionale au tardiglaciaire*, *Actes de la table-ronde internationale de Nemours, 14-15-16 mai 1997*, Éd. APRAIF, Nemours, France, p. 73-86.

Pelegrin 2011
Pelegrin J. - Sur les débitages laminaires du Paléolithique supérieur, *in* : Delpech F. et Jaubert J. (dir.), *François Bordes et la préhistoire: colloque international François Bordes, Bordeaux, 22-24 avril 2009,* Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2011, Paris, France, p. 141-152.

Pelegrin et Inizan 2013
Pelegrin J. et Inizan M.-L. - Soft hammerstone percussion use in bidirectional blade-tool production at Acila 36 and in bifacial knapping at Shagra (Qatar), *Arabian Archaeology and Epigraphy* [En ligne], 24, 1 : 79-86.

Pelegrin et Roche 2017
Pelegrin J. et Roche H. - L'humanisation au prisme des pierres taillées, *Comptes Rendus Palevol* [En ligne], 16, 2 : 175-181.

Perlès 2013
Perlès C. - Tempi of Change: When Soloists don't play Together. Arrhythmia in 'Continuous' Change, *Journal of Archaeological Method and Theory* [En ligne], 20, 2 : 281-299.

Perrin, Ihuel et Plisson 2007
Perrin T., Ihuel E. et Plisson H. - Le Bois Pargas à Pageas (Haute-Vienne) : un nouveau témoin du Néolithique final en Limousin), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* [En ligne], 104, 3 : 543-563.

Petraglia, LaPorta et Paddayya 1999
Petraglia M., LaPorta P. et Paddayya K. - The First Acheulian Quarry in India: Stone Tool Manufacture, Biface Morphology, and Behaviors, *Journal of Anthropological Research*, 55, 1 : 39-70.

Pétrequin *et al.* 2012
Pétrequin P., Bontemps C., Buthod-Ruffier D. et Le Maux N. - Approche expérimentale de la production des haches alpines, *in* : , *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaire avant J.-C.*, Cahiers de la MSHE CN Ledoux, Presses universitaires de Franche-Comté, Centre archéologique de la vallée de l'Ain, Besançon, p. 258-291.

Pétrequin, Croutsch et Cassen 1998
Pétrequin P., Croutsch C. et Cassen S. - À propos du dépôt de La Bégude: haches alpines et haches carnacéennes pendant le V e millénaire, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 95, 2 : 239-254.

Pétrequin et Pétrequin 1993
Pétrequin P. et Pétrequin A.-M. - *Ecologie d'un outil: la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie)*, CNRS éd, Paris, France, 439 p.

Pigeot 1991
Pigeot N. - Réflexions sur l'histoire technique de l'Homme : de l'évolution cognitive à l'évolution culturelle, *Paléo* [En ligne], 3, 1 : 167-200.

Piperno et Chavaillon 2004
Piperno M. et Chavaillon J. - *Studies on the early paleolithic site of Melka Kunture, Ethiopia*, Istituto italiano di preistoria e protostoria, Florence, 736 p.

Porraz, Igreja et Texier 2001
Porraz G., Igreja M. et Texier P.-J. - Développement sur une discontinuité technique dans la séquence Howiesons Poort de l'arbi Diepkloof (Afrique du Sud), *in* : Conard N. J. et Delagnes A. (dir.), *Settlement dynamics of the Middle Palaeolithic and Middle Stone Age*, Introductory volume to the series : Tübingen Publications in Prehistory, Kerns, Tübingen, p. 77-103.

Pottier 1938
Pottier G. - La chronologie du Paléolithique inférieur (Acheuléen et Clactonien), *Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 9, 46 : 69-72.

Potts 1994
Potts R. - Variables versus models of early Pleistocene hominid land use, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 27, 1-3 : 7-24.

Potts 2011
Potts R. - Olorgesailie - Retrospective and Current Synthesis: Contribution to the Commemorative Volume in Honor of Glynn Isaac, *in* : Sept J. et Pilbeam D. R. (dir.), *Casting the net wide: papers in honor of Glynn Isaac and his approach to human origins research* [En ligne], Oxbow Books, p. 1-20.

Potts, Behrensmeyer et Ditchfield 1999
Potts R., Behrensmeyer A. K. et Ditchfield P. - Paleolandscape variation and Early Pleistocene hominid activities: Members 1 and 7, Olorgesailie Formation, Kenya, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 37, 5 : 747-788.

Rabardel 1995
Rabardel P. - *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*, A. Colin, DL 1995, Paris, France, 239 p.

Roberts et Parfitt 1999
Roberts M. B. et Parfitt S. A. - *Boxgrove: a Middle Pleistocene Hominid Site at Earthham Quarry Boxgrove, West Sussex*, Archaeological report 17, English Heritage, London, 456 p.

Rocca 2013
Rocca R. - *Peut-on définir des aires culturelles au Paléolithique inférieur ? Originalité des premières industries lithiques en Europe centrale dans le cadre du peuplement de l'Europe* [En ligne], Paris Ouest Nanterre La Défense, Nanterre, 563 p.

Rocca, Abruzzese et Aureli 2016
Rocca R., Abruzzese C. et Aureli D. - European Acheuleans: Critical perspectives from the East, *Quaternary International* [En ligne], 411 : 402-411.

Roche *et al.* 1984
Roche H., Brugal J.-P., Reduron M. et Texier P.-J. - *Isenya, un site acheuléen du Kenya, 1984: Deuxième campagne.*, *Rapport de fouilles*, Ministère des Relations Extérieures, D.G.R.C.S.T., National Museum of Kenya, 41 p.

Roche *et al.* 1985
Roche H., Brugal J.-P., Lefevre D., Ploux S., Reduron M. et Texier P.-J. - *Isenya, un site acheuléen du Kenya. Rapport 1983-1985*, *Rapport de fouilles*, Ministère des Relations Extérieures, D.G.R.C.S.T., National Museum of Kenya, 41 p.

Roche *et al.* 1986
Roche H., Brugal J.-P., Lefevre D., Ploux S. et Texier P.-J. - *Isenya, un site acheuléen du Kenya. 1986, quatrième campagne : rapport préliminaire*, *Rapport de fouilles*, Ministère des Relations Extérieures, D.G.R.C.S.T., National Museum of Kenya, 7 p.

Roche *et al.* 1988 (a)
Roche H., Brugal J.-P., Lefevre D., Ploux S., Reduron M. et Texier P.-J. - *Isenya, un site acheuléen du Kenya. 1988, sixième campagne : rapport préliminaire*, *Rapport de fouilles*, Ministère des Relations Extérieures, D.G.R.C.S.T., National Museum of Kenya, 12 p.

Roche *et al.* 1988 (b)
Roche H., Brugal J.-P., Lefevre D., Ploux S. et Texier P.-J. - Isenya: état des recherches sur un nouveau site acheuléen d'Afrique orientale, *The African Archaeological Review*, 6 : 27-55.

Roche 1989
Roche H. - Les débuts de l'Aventure Humaine, *in* : Guilaine J. (dir.), *La Préhistoire: d'un continent à l'autre*, Essentiels, Larousse, Paris, France, p. 4365.

Roche *et al.* 1990
Roche H., Brugal J.-P., Lefevre D., Millet M., Ploux S., Reduron M. et Texier P.-J. - *Mission Préhistoriqu au Kenya. 1990 : Rapport préliminaire*, *Rapport de fouilles*, Ministère des Relations Extérieures, D.G.R.C.S.T., National Museum of Kenya, 10 p.

Roche 1999
Roche H. - Afrique, *in* : , *Dictionnaire de la préhistoire*, Encyclopædia Universalis, Paris, p. 15-24.

Roche *et al.* 2003
Roche H., Brugal J.-P., Delagnes A., Feibel C., Harmand S., Kibunjia M., Prat S. et Texier P.-J. - Les sites archéologiques plio-pléistocènes de la formation de Nachukui, Ouest-Turkana, Kenya : bilan synthétique 1997–2001, *Comptes Rendus Palevol* [En ligne], 2, 8 : 663-673.

Roche 2005
Roche H. - From simple flaking to shaping: Stone-knapping Evolution among early hominins, *in* : Roux V. et Bril B. (dir.), *Stone knapping: the necessary conditions for a uniquely hominin behaviour*, Mc Donald Institute Monographs, McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge, p. 35-48.

Roche 2011
Roche H. - Archaeology of Human Origins: The Contribution of West Turkana (Kenya), *in* : Sept J. et Pilbeam D. R. (dir.), *Casting the net wide: papers in honor of Glynn Isaac and his approach to human origins research* [En ligne], Oxbow Books, p. 75-91.

Roche et Tixier 1982
Roche H. et Tixier J. - Les accidents de taille, *Studia Praehistorica Belgica*, 2 : 65-76.

Roche et Texier 1991
Roche H. et Texier P.-J. - La notion de complexité dans un ensemble lithique. Application aux séries acheuléennes d'Isenya (Kenya), *in* : , *25 ans d'études technologiques en Préhistoire: bilan et perspectives. XIe rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Actes des rencontres 18-19-20 Octobre 1990*, Editions APDCA, Juan-les-Pins, p. 99-108.

Roche et Texier 1995
Roche H. et Texier P.-J. - Evaluation of technical competence of Homo erectus in East Africa during middle Pleistocene, *in* : , *Evolution and ecology of Homo erectus. Proceedings of the International Scientific Congress « Human Evolution in its Ecological context »*, Leiden, p. 153-167.

Roussel, Bourguignon et Soressi 2009
Roussel M., Bourguignon L. et Soressi M. - Identification par l'expérimentation de la percussion au percuteur de calcaire au Paléolithique moyen : le cas du façonnage des racloirs bifaciaux Quina de Chez Pinaud, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 6, 2 : 219-238.

Rozoy 1997
Rozoy J.-G. - LA FIN ET LES MOYENS: Quelques mécanismes, causes et significations des changements et des variantes dans les industries des chasseurs préhistoriques, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 94, 4 : 483-502.

Saccà 2012
Saccà D. - Taphonomy of Palaeloxodon antiquus at Castel di Guido (Rome, Italy): Proboscidean carcass exploitation in the Lower Palaeolithic, *Quaternary International* [En ligne], 276–277 : 27-41.

Sánchez Yustos *et al.* 2015
Sánchez Yustos P., Diez-Martín F., Díaz I. M., Duque J., Fraile C. et Domínguez M. - Production and use of percussive stone tools in the Early Stone Age: Experimental approach to the lithic record of Olduvai Gorge, Tanzania, *Journal of Archaeological Science: Reports* [En ligne], 2 : 367-383.

Sánchez-Yustos *et al.* 2017
Sánchez-Yustos P., Diez-Martín F., Domínguez-Rodrigo M., Duque J., Fraile C., Díaz I., Francisco S. de, Baquedano E. et Mabulla A. - The origin of the Acheulean. Techno-functional study of the FLK W lithic record (Olduvai, Tanzania), *PLOS ONE* [En ligne], 12, 8 : 179-212.

Santonja *et al.* 2014
Santonja M., Panera J., Rubio-Jara S., Pérez-González A., Uribelarrea D., Domínguez-Rodrigo M., Mabulla A. Z. P., Bunn H. T. et Baquedano E. - Technological strategies and the economy of raw materials in the TK (Thiongo Korongo) lower occupation, Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania, *Quaternary International* [En ligne], 322-323 : 181-208.

Santonja et Pérez-González 2010
Santonja M. et Pérez-González A. - Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula, *Quaternary International* [En ligne], 223-224 : 154-161.

Santonja et Villa 2006
Santonja M. et Villa P. - The Acheulian of Western Europe, *in* : Goren-Inbar N. et Sharon G. (dir.), *Axe Age: Acheulian tool-making from quarry to discard*, Equinox, London, p. 429-478.

Schick et Clark 2003
Schick K. D. et Clark J. D. - Biface technological development and variability in the Acheulean industrial complex in the Middle Awash region of the Afar Rift, Ethiopia, *in* : , *Multiple approaches to the study of bifacial technologies*, University Museum monograph, University of Pennsylvania - Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia, p. 130.

Sept et Pilbeam 2011
Sept J. et Pilbeam D. R. (dir.) - *Casting the Net Wide*, (American School of Prehistoric Research Monograph). Oxbow Books, Cambridge, 282 p.

Sharon 2008
Sharon G. - The impact of raw material on Acheulian large flake production, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 35, 5 : 1329-1344.

Sharon 2010
Sharon G. - Large flake Acheulian, *Quaternary International* [En ligne], 223–224 : 226-233.

Sharon et Goren-Inbar 1999
Sharon G. et Goren-Inbar N. - Soft Percussor Use at The Gesher Benot Ya'aqov Acheulian Site?, *Miekufat Haeven: Journal of the Israel Prehistoric Society*, 28 : 55-79.

Shipton, Petraglia et Paddayya 2009
Shipton C. B. K., Petraglia M. D. et Paddayya K. - Stone tool experiments and reduction methods at the Acheulean site of Isampur Quarry, India, *Antiquity* [En ligne], 83, 321 : 769-785.

Simondon 1989
Simondon G. - *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier, Paris, France, éd. augmentée, 367 p.+ 15 p.

Slimak 1999
Slimak L. - Mise en évidence d'une composante laminaire et lamellaire dans un complexe moustérien du Sud de la France / Evidence of blade and bladelet debitage in a Mousterian complex from Southern France, *Paléo* [En ligne], 11, 1 : 89-109.

Soressi et Dibble 2003
Soressi M. et Dibble H. L. - *Multiple approaches to the study of bifacial technologies*, University Museum monograph n° 115, University of Pennsylvania - Museum of archaeology and anthropology, Philadelphia, 290 p.

Soriano 2000
Soriano S. - *Outillage bifacial et outillage sur éclat au paléolithique ancien et moyen: coexistence et interaction*, Thèse doctorat. Université Paris Ouest Nanterre La Défense, France, 460 p.

Soriano 2001
Soriano S. - Statut fonctionnel de l'outillage bifacial dans les industries du Paléolithique moyen : propositions méthodologiques, *in* : Cliquet D. (dir.), *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale*, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, p. 77-84.

Soriano *et al.* 2015
Soriano S., Villa P., Delagnes A., Degano I., Pollarolo L., Lucejko J. J., Henshilwood C. et Wadley L. - The Still Bay and Howiesons Poort at Sibudu and Blombos: Understanding Middle Stone Age Technologies, *PLOS ONE* [En ligne], 10, 7 : 1-46.

Soriano, Villa et Wadley 2007
Soriano S., Villa P. et Wadley L. - Blade technology and tool forms in the Middle Stone Age of South Africa: the Howiesons Poort and post-Howiesons Poort at Rose Cottage Cave, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 34, 5 : 681-703.

Soriano, Villa et Wadley 2009
Soriano S., Villa P. et Wadley L. - Ochre for the Toolmaker: Shaping the Still Bay Points at Sibudu (KwaZulu-Natal, South Africa), *Journal of African Archaeology*, 7, 1 : 41-54.

Stiles 1979
Stiles D. - Early Acheulian and Developed Oldowan, *Current Anthropology*, 20, 1 : 126-129.

Tartar 2009
Tartar E. - *De l'os à l'outil : caractérisation technique, économique et sociale de l'utilisation de l'os à l'Aurignacien ancien : étude de trois sites* [En ligne], Thèse de doctorat. Paris 1, 412 p.

Taylor 2009
Taylor N. J. - *The role of Lupemban core-axes in the hominin dispersal into the Congo basin, central Africa : A functional assessment by use-wear analysis* [En ligne], Thèse de doctorat. University of Liverpool, Liverpool, 491 p.

Texier 1996 a
Texier P.-J. - Evolution and diversity in flaking techniques and methods in the Palaeolithic, *in* : , *Oltre la pietra–Modelli e tecnologie per capire la Préistoria*, *XIII UISPP Congress*, ABACO, Forli, p. 281-321.

Texier 1996 b
Texier P.-J. - L'Acheuléen d'Isenya (Kenya) - Approche expérimentale de principales chaînes opératoires lithiques, *in* : Mohen J.-P. (dir.), *La vie préhistorique*, Faton, Dijon, France, p. 58-63.

Texier 2018
Texier P.-J. - Technological Assets for the Emergence of the Acheulean? Reflections on the Kokiselei 4 Lithic Assemblage and Its Place in the Archaeological Context of West Turkana, Kenya, *in* : Gallotti R. et Mussi M. (dir.), *The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond. Contributions in Honor of Jean Chavaillon* [En ligne], Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology, Springer International Publishing, [s.l.] , p. 33-52.

Texier et Meignen 2011
Texier P.-J. et Meignen L. - Soixante années de technologie lithique: étapes marquantes, apports et écueils, *in* : Delpech F. et Jaubert J. (dir.), *François Bordes et la Préhistoire*, Documents préhistoriques, Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, p. 133-140.

Texier et Roche 1995
Texier P.-J. et Roche H. - The impact of predetermination on the development of some chaines opératoires, *in* : , *Evolución humana en Europa a los yacimientos de la Sierra de Atapuerca: actas*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, Valladolid, Espagne, p. 403-420.

Théry-Parisot, Chabal et Chrzavzez 2010
Théry-Parisot I., Chabal L. et Chrzavzez J. - Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* [En ligne], 291, 1-2 : 142-153.

Thieme 1997
Thieme H. - Lower Palaeolithic hunting spears from Germany, *Nature* [En ligne], 385, 6619 : 807-810.

Tixier 1956
Tixier J. - Le hachereau dans l'Acheuléen nord-africain - Notes typologiques, *in* : , *Compte-rendu de la XVème session*, *Congrès préhistorique de France*, Congrès préhistorique de France, Poitiers - Angoulême, p. 914-923.

Tixier 1967
Tixier J. - Procédés d'analyse et questions de terminologie concernant l'étude des ensembles industriels du Paléolithique récent et de l'Epipaléolithique dans l'Afrique du Nord-Ouest, *in* : Bishop W. W. et Clark J. D. (dir.), *Background to evolution in Africa*, Chicago, Etats-Unis d'Amérique, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, p. 771-820.

Tixier 1982
Tixier J. - Techniques de débitage. Osons ne plus affirmer, *in* : Cahen D. et Musée royal de l'Afrique centrale. (dir.), *Tailler! pour quoi faire: Préhistoire et technologie lithique II, Recent progress in microwear studies*, Musée royale de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, Belgique, p. 13-22.

Tixier *et al.* 1980 a
Tixier J., Inizan M.-L., Roche H. et Dauvois M. - *Préhistoire de la pierre taillée*, Cercle de recherches et d'études préhistoriques, Meudon, France, 120 p.

Tixier *et al.* 1980 b
Tixier J., Inizan M.-L., Roche H. et Dauvois M. - *Préhistoire de la pierre taillée. 1, Terminologie et technologie* [En ligne], CREP Diffusion Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, Antibes, Valbonne, 120 p.

de la Torre I. et Mora 2005
de la Torre I. et Mora R. - *Technological strategies in the Lower Pleistocene at Olduvai Beds I & II* [En ligne], ERAUL, Liège, 255 p.

de la Torre Ignacio *et al.* 2014
de la Torre Ignacio, Mora R., Arroyo A. et Benito-Calvo A. - Acheulean technological behaviour in the Middle Pleistocene landscape of Mieso (East-Central Ethiopia), *Journal of Human Evolution* [En ligne], 76 : 1-25.

Tryon et McBrearty 2002
Tryon C. A. et McBrearty S. - Tephrostratigraphy and the Acheulian to Middle Stone Age transition in the Kapthurin Formation, Kenya, *Journal of Human Evolution* [En ligne], 42, 1-2 : 211-235.

Tryon et Potts 2011
Tryon C. A. et Potts R. - Approaches for understanding flake production in the African Acheulian, *PaleoAnthropology 2011* [En ligne], : 376-389.

Tsirk 1974
Tsirk A. - Mechanical Basis of Percussion Flaking: Some Comments, *American Antiquity* [En ligne], 39, 1 : 128-130.

Tuffreau 2004
Tuffreau A. - *L'Acheuléen: de l'Homo erectus à l'homme de Néandertal*, la Maison des roches, Paris, France, 122 p.

Tuffreau et Antoine 1993
Tuffreau A. et Antoine P. - Contexte stratigraphique, climatique et paléotopographique des occupations acheuléennes de la moyenne terrasse de la Somme, *Bulletin de la Société préhistorique française* [En ligne], 90, 4 : 243-250.

Turq 2000
Turq A. - L'Acheuléen, *pal* [En ligne], 2, 1 : 169-242.

Turq *et al.* 2010
Turq A., Brenet M., Colonge D., Jarry M., Lelouvier L.-A., O'Farrell M. et Jaubert J. - The first human occupations in southwestern France: A revised summary twenty years after the Abbeville/Saint Riquier colloquium, *Quaternary International* [En ligne], 223-224 : 383-398.

Uno *et al.* 2016
Uno K. T., Polissar Pratigya J., Kahle Emma, Feibel Craig, Harmand Sonia, Roche Hélène et deMenocal Peter B. - A Pleistocene palaeovegetation record from plant wax biomarkers from the Nachukui Formation, West Turkana, Kenya, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [En ligne], 371.

Van Kolfschoten *et al.* 2015
Van Kolfschoten T., Parfitt S. A., Serangeli J. et Bello S. M. - Lower Paleolithic bone tools from the 'Spear Horizon' at Schöningen (Germany), *Journal of Human Evolution* [En ligne], 89 : 226-263.

Villa *et al.* 2010
Villa P., Soriano S., Teyssandier N. et Wurz S. - The Howiesons Poort and MSA III at Klasies River main site, Cave 1A, *Journal of Archaeological Science* [En ligne], 37, 3 : 630-655.

Villa 1981
Villa P. - Matières premières et provinces culturelles dans l'Acheuléen français, *Quaternaria*, , XXIII : 19-35.

Villa 1983
Villa P. - *Terra Amata and the Middle Pleistocene archaeological record of Southern France*, Anthropology n° 13, University of California Press, 303 p.

Villa *et al.* 2012
Villa P., Soriano S., Tsanova T., Degano I., Higham T. F. G., d'Errico F., Backwell L., Lucejko J. J., Colombini M. P. et Beaumont P. B. - Border Cave and the beginning of the Later Stone Age in South Africa, *PNAS* [En ligne], 109, 33 : 13208-13213.

Villmoare *et al.* 2015
Villmoare B., Kimbel W. H., Seyoum C., Campisano C. J., DiMaggio E. N., Rowan J., Braun D. R., Arrowsmith R. J. et Reed K. E. - Early Homo at 2.8 Ma from Ledi-Geraru, Afar, Ethiopia, *Science* [En ligne], 347, 6228 : 1352-1355.

Vincens 1982
Vincens A. - *Palynologie, environnements actuels et plio-pléistocènes à l'est du lac Turkana (Kenya)*, Aix Marseille 2, Aix-en-Provence, 2 vol.

Vincent 1993
Vincent A. - *L'outillage osseux au Paléolithique moyen : une nouvelle approche* [En ligne], Thèse de doctorat. Paris 10, Paris, 331 p.

Walczak 1998
Walczak J. - La question des styles techniques durant le Mésolithique : remarques générales sur le style tardenoisien de Coincy et sur sa « valeur humaine », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 95, 2 : 203-220.

Wenban-Smith 1998
Wenban-Smith F. - Clactonian and Acheulian industries in Britain: their chronology and significance reconsidered, *in* : Ashton N., Healy F. et Pettitt P. (dir.), *Stone Age Archaeology: Essays in Honour of John Wymer* [En ligne], Oxbow Books, Oxford, England, p. 90-97.

White 2000
White M. J. - The Clactonian question: on the interpretation of core-and-flake assemblages in the British lower Palaeolithic, *Journal of World Prehistory*, 14, 1 : 1-63.

Wymer 1968
Wymer J. - *Lower Palaeolithic archaeology in Britain: as represented by the Thames Valley*, John Baker, London, 429 p.

Wymer 1999
Wymer J. - *The Lower Palaeolithic occupation of Britain*, Wessex Archaeology, Great Britain, 256 p.

Zammit 2007
Zammit J. - Préhistoire et romantisme. Le mythe des classifications typologiques et culturelles., *in* : Thauvin-Boulestin E. (dir.), *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire*, *XXVIe Congrès de Préhistoire de France. Congrès du centenaire de la Société Préhistorique Française, Avignon, 21-25 septembre 2004*, Emmanuelle, Avignon, p. 283-291.

Table des matières

Figure 1. Dessin d'un biface en silex de Saint-Acheul (Somme, France) de G. de Mortillet. 21
Tableau 1. Tableau des modes techniques de G. Clark. 23
Figure 2 (page précédente). Exemple de hachereau provenant du site de Garba 1b
et de pièces bifaciales issues du site DE89 d'Olorgesailie. Photos S. Clément. 29
Figure 3. Dessins de polyèdres et d'une bola, du site d'Isenya. Roche et al. 1988b. 29
Figure 4. Représentation de la théorie du Homebase, d'après Gallay, 1999. 32
Figure 5. Synthèse de la stratigraphie d'Olorgesailie, in Potts et al. 1999. 34
Figure 6. Diagramme illustrant le concept de différentes catégories d'outils larges
formant des groupes au sein d'un champ de gradients morphologiques. D'après Isaac, 1977 35
Figure 7. Schéma opératoire de la production de bifaces sur le site d'Isenya,
d'après Roche et Texier 1991. 37
Figure 8. Schéma opératoire de la production de hachereaux sur le site d'Isenya,
d'après Roche et Texier 1991. 38
Figure 9. Exemple de biface typique du site d'Isenya. Photo S. Clément. 40
Figure 10. Principaux sites acheuléens en Afrique, en parallèle de la vallée du Rift
(d'après Gallay et al. 1999) 42
Figure 11 (page précédente). Bilan synthétique des sites identifiés comme acheuléen
en Afrique de l'est. 45
Légende de la figure 11. 45
Tableau 2. Tableau de la classification de l'Acheuléen, avec les techniques correspondantes,
d'après Balout 1967 46
Figure 12. Schéma de la technique de percussion selon deux axes ,
d'après Soriano, Villa et Wadley, 2007. 50
Figure 13. Léon Coutier lors d'une expérimentation en juin 1947 à Londres,
où il utilise du buis pour la finition d'un biface. © Illustrated London News Ldt/Mary Evans.. 52
Tableau 3. Récapitulatif des stigmates de percussion directe selon différents percuteurs,
d'après Pelegrin 2000. 54
Tableau 4. Tableau non exhaustif de l'aptitude à la taille des roches, d'après Inizan et al. 1995. 58
Tableau 5. Récapitulatif des effectifs de Gomboré 2, d'après Piperno et Chavaillon 2004. 63
Tableau 6. Récapitulatif des effectifs du site DE89 d'Olorgesailie, d'après Isaac 1977. 64
Tableau 7. Récapitulatif des effectifs du site d'Isenya, d'après Roche et al. 1988b. 65
Figure 14. Exemple de variations de végétation en fonction de l'altitude,
dans la région du bassin du Turkana, Kenya/Ethiopie. D'après Vincens, 1982. 72
Figure 15. Schéma a. Chronologie indicative des techniques et principaux concepts de débitage,
d'après Texier 1996. 74
Schéma b. Indications chronologiques des modes de fracturation et actions basiques de taille,
d'après Roche 2005. 74
Figure 16. Théorie artisanale de l'outil. Définition des différents sous-systèmes composant un outil,
d'après Lepot 1993. 79
Figure 17. Exemple de sous-système appliqué à un percuteur tenu en main. 80
Figure 18. Localisation des sites d'Isenya et d'Olorgesailie (Kenya). 97
Tableau 8. Synthèse de la stratigraphie d'après Roche ***et al.*** 1988b, Mourre 2003. 98
Figure 19. Détail des couches V, VIa et VIb, d'après Roche ***et al.*** 1988b. 98
Figure 20. Exemple d'éclats supports retrouvés à Isenya. Photos S. Clément 102

Figure 21. Exemple d'éclats archéologiques d'Isenya présentant des caractéristiques attribuables à la percussion tendre organique végétale selon Roche et al 1988b. Photos S. Clément. 103
Figure 22. Exemple de matières premières microgrenues et tenaces. Photos S. Clément. 111
Figure 23. Expérimentation en cours par Michel Brenet. Photo S. Clément. 112
Figure 24. Exemple des gestes appliqués pendant l'expérimentation. 113
Figure 25. Expérimentation en cours par Sylvain Soriano. Photo S. Clément. 115
Figure 26. (page précédente) Carte de localisation du West Turkana et des lagas attenant au lac. 118
Figure 27. Sélection des blocs de matières premières dans le lit de la rivière Lomekwi. Photos Sophie Clément. 120
Figure 28. Exemple de percussion lancée sur une matrice en phonolite, calée dans une dépression avec d'autres pierres. Photos Sophie Clément. 120
Figure 29. Divers éclats supports. Photos Sophie Clément. 120
Figure 30. ***Acacia tortilis*** et ***Acacia eliator turkanae Brennan***, deux espèces typiques de l'Ouest Turkana. Photos Sophie Clément. 122
Figure 31. Hommes de l'ethnie Turkana apprêtés pour un mariage, assis sur leurs repose-tête et tenant bâtons de marche et rungus. Photos Sophie Clément. 122
Tableau 9. Liste des essences régulièrement utilisées par l'ethnie Turkana, selon leurs propriétés estimées. 124
Figure 32. Prélèvements des échantillons de différentes essences par Sammy Lokorodi. Photos Sophie Clément. 125
Figure 33. Prélèvement d'un échantillon à l'aide d'éclats en basalte aphyrique taillés pour l'occasion. Photos Sophie Clément. 126
Figure 34. Percuteur organique frais avant et après son utilisation pour le façonnage d'un biface. Photos Sophie Clément. 127
Figure 35. Estimation qualitative de l'efficience des percuteurs organiques retenus pour le façonnage des matières premières volcaniques. 132
Figure 36. Morphologie générale de l'éclat. 133
Figure 37. Zone bulbaire de la face ventrale de l'éclat. 136
Figure 38. Délinéation postérieure du talon de la face ventrale de l'éclat. 137
Tableau 10. Présentation générales des pièces façonnées de l'expérimentation. 141Tableau 11. Présentation des statistiques générales des pièces façonnées de l'expérimentation, par rapport aux échantillons de collections archéologiques. 142
Tableau 12. Présentation des statistiques générales des sous produits de l'expérimentation. Eclats entiers sans proximaux et totalité. 143
Tableau 13. Présentation des statistiques générales des sous produits de l'expérimentation sur silex. Eclats entiers sans proximaux et totalité. 145
Graphique 1. Morphologie des éclats en regard des techniques de percussion. 147
Tableau 14. Valeurs observées pour la morphologie des éclats en fonction des technqiues de percussion 147
Tableau 15. Effectifs théoriques calculés selon la formule N x ij = (Ni x Nj) / N 147
Tableau 16. Calcul du Khi² (carré de la différence entre valeurs observées et valeurs attendues, divisé par les valeurs attendues) 148
Tableau 17. Khi2 de la population de morphologie des éclats et degré de liberté (nombre total de lignes - 1 x nombre total de colonnes - 1). 148
Graphique 2. Profil des éclats en regard des techniques de percussion. 149
Tableau 18. Valeurs observées pour le profil des éclats en fonction des techniques de percussion 149
Tableau 19. Effectifs théoriques calculés selon la formule N x ij = (Ni x Nj) / N 149
Tableau 20. Calcul du Khi² (carré de la différence entre valeurs observées et valeurs attendues, divisé par les valeurs attendues) 149

Tableau 21. Khi2 de la population de morphologie des éclats et degré de liberté. 149
Graphique 3. Matériaux africains. Angles de chasse en regard des techniques de percussion. 151
Graphique 4. Silex: Angles de chasse en regard des techniques de percussion.. 151
Graphique 5. Matériaux africains. Angles de chasse en regard des techniques de percussion. 152
Graphique 6. Silex: Angles d'éclatement en regard des techniques de percussion.. 152
Graphique 7. Matériaux africains. Parasites exprimés en regard des techniques de percussion. 153
Tableau 22. Effectifs détaillés des phénomènes parasites quantifiés sur les éclats. 154
Graphique 8. Matériaux africains: Expression de la zone bulbaire en fonction de chaque technique de percussion 155
Graphique 9. Silex: Expression de la zone bulbaire en fonction de chaque technique de percussion 155
Graphique 10. Expression de la morphologie du talon en fonction de chaque technique de percussion 156
Graphique 11. Expression de la longueur des éclats en fonction de chaque technique de percussion 158
Graphique 12. Expression de la longueur des éclats en fonction de l'épaisseur pour chaque technique de percussion. 158
Graphique 13. Expression de la largeur des éclats en fonction de chaque technique de percussion. 159
Graphique 14. Expression de la largeur des éclats en fonction de l'épaisseur pour chaque technique de percussion. 159
Graphique 15. Expression de l'épaisseur des éclats en fonction de chaque technique de percussion. 161
Graphique 16. Expression de la largeur des talons en fonction de chaque technique de percussion. 162
Graphique 17. Expression de l'épaisseur des talons en fonction de chaque technique de percussion. 162
Graphique 18. Expression de l'épaisseur des talons en fonction de chaque geste. 163
Graphique 19. Expression de la position du point de contact du percuteur par rapport à l'initiation de la fracture. 164
Graphique 20. Expression de la position du point de contact du percuteur par rapport au geste appliqué. 164
Tableau 23. Expression des parasites par rapport au point d'impact pour un geste rentrant avec un percuteur minéral (G1) 166
Tableau 24. Expression des parasites par rapport au point d'impact pour un geste tangentiel avec un percuteur végétal (G2) 166
Tableau 25. Expression des parasites par rapport au point d'impact pour un geste tangentiel avec un percuteur minéral altéré (G3) 166
Tableau 26. Pourcentages détaillés de la délinéation postérieure des talons en fonction des techniques appliquées. 166
Graphique 21. Matériaux africains. Expression de la délinéation postérieure du talon pour chaque technique. 168
Graphique 22. Silex. Expression de la délinéation postérieure du talon pour chaque technique. 168
Figure 39. Biface expérimental 1-21. Orientation des éclats et identification des techniques. 170
Figure 40. Biface expérimental 1-21. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 171
Figure 41. Biface expérimental 3-1. Orientation des éclats et identification des techniques. 172
Figure 42. Biface expérimental 3-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 173
Figure 43. Biface expérimental 11-1. Orientation des éclats et identification des techniques. 174
Figure 44. Biface expérimental 11-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 175
Figure 45. Biface expérimental 8-1 Orientation des éclats et identification des techniques. 178
Figure 46. Biface expérimental 8-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 179
Figure 47. Biface expérimental 9-1 Orientation des éclats et identification des techniques. 180
Figure 48. Biface expérimental 9-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 181

Figure 49. Biface expérimental 13-1 Orientation des éclats et identification des techniques. 182
Figure 50. Biface expérimental 13-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 183
Tableau 27. Répartition de l'orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial des pièces pour chaque technique. 185
Figure 51. Biface expérimental 6-13. Orientation des éclats et identification des techniques. 186
Figure 52. Biface expérimental 6-13. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 187
Figure 53. Biface expérimental 10-1. Orientation des éclats et identification des techniques. 188
Figure 54. Biface expérimental 10-1. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 189
Figure 55. Biface expérimental 12-22. Orientation des éclats et identification des techniques. 190
Figure 56. Biface expérimental 12-22. Orientation des éclats par rapport au plan d'équilibre bifacial. 191
Tableau 28. Fréquence des différenst type d'initiation de la fracture sur les matières microgrenues et tenaces. 194
Figure 57. Bilan synthétique des données sur les différentes techniques de percussion. 196
Graphique 23. Expression de la zone bulbaire selon le geste appliqué. 199
Graphique 24. Expression des profils selon le geste appliqué. 199
Figure 58. Carte de situation de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais. D'après Mourre et Colonge 2007. 211
Figure 59. Carte de situation simplifiée des matières premières d'après Colonge 2012. 214
Tableau 29. Description des 5 types de quartzite définit par D. Colonge 2012 215
Figure 60. Carte de situation des sites de Septos et Duclos sur l'axe de l'A65. 217
Figure 61. Restitution graphique simplifiée de la coupe 3 du site de Duclos, d'après P. Bertran, in Colonge 2012. 219
Tableau 30. Décompte général du corpus total de Septos, d'après D. Colonge 221
Tableau 31. Statistiques générales des éclats entiers et des talons étudiés de Septos. 222
Tableau 32. Décompte général du corpus total de Duclos, d'après D. Colonge 223
Tableau 33. Statistiques générales des éclats entiers et des talons étudiés de Duclos. 224
Tableau 34. Présentation générale des supports de l'expérimentation. 225
Tableau 35. Statistiques générales des éclats entiers et des talons de l'expérimentation. 225
Figure 62. Exemple de vestiges issus de la chaîne opératoire du débitage du site de Septos. Dessins P. Rouzo, Inrap. 226
Figure 63. Exemple de produits issus de la chaîne opératoire du façonnage du site de Duclos. Dessins P. Rouzo, Inrap. 228
Figure 64. Exemple de produits issus de la chaîne opératoire du façonnage du site de Septos. Dessins P. Rouzo, Inrap. 229
Figure 65. Biface en silex du site de Septos. Dessins P. Rouzo, Inrap. 231
Figure 67. Synthèse de l'analyse structurelle des pièces façonnées du site de Septos et de l'expérimentation. 234
Figure 66. Schématisation des différents types de tranchants et de la section, identifés sur les collections. 233
Figure 68. Synthèse de l'analyse structurelle des pièces façonnées du site de Duclos et de l'expérimentation. 237
Figure 69. Exemples de stigmate de contre-col sur des quartzites de Septos. Photos S. Clément 240
Graphique 25. Profil des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos 242
Graphique 26. Topographie de la zone bulbaire des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos 243
Tableau 36. Expression des profils des éclats expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs. 244
Tableau 37. Expression de la topographie de la zone bulbaire des éclats expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs. 244
Graphique 27. Expression de la topographie de la zone bulbaire des éclats expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs. 245

Tableau 38. Expression de la délinéation postérieure des talons expérimentaux en fonction de la nature des percuteurs. 246
Graphique 28 Longueurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 248
Graphique 29. Largeurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 248
Graphique 30. Epaisseurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 248
Graphiques 31. Longueurs par rapport aux épaisseurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 249
Graphiques 32 . Largeurs par rapport aux épaisseurs des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 249
Graphiques 33. Angles de chasse des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 250
Graphiques 34. Angles d'éclatements des éclats de l'expérimentation, Septos et Duclos. 251
Tableau 39. Nature des talons de l'expérimentation, Septos et Duclos. 252
Figure 70. Exemple d'enlèvement et de talon obtenu par façonnage au percuteur minéral calcaire au moyen d'un geste tangentiel. 263
Figure 71 . Synthèse des homininés à partir de 4 millions d'années. D'après S. Prat 278

Table des matières

AVANT-PROPOS 5

REMERCIEMENTS 7

GLOSSAIRE 11

INTRODUCTION 13

Première partie
Cadre général, méthodologie et problématiques 17

1. CADRE GENERAL DE LA RECHERCHE 20

1.1. L'Acheuléen : un cadre chronologique, culturel ou technologique ? ***20***
1.1.1. Aux origines de l'Acheuléen *20*
1.1.1.1. Le biface et l'impasse du fossile directeur *20*
1.1.1.2. L'Acheuléen : phénomène unique ? La théorie évolutionniste/ diffusionniste *22*
1.1.1.3. L'Acheuléen : phénomène multiple ? La théorie de la réinvention *23*
1.1.2. L'Acheuléen africain : une caractérisation basée sur un antagonisme *26*
1.1.2.1. Les caractéristiques technologiques *26*
1.1.2.2. Les fabricants, les modes de vie et la maîtrise du milieu *31*
1.1.2.3. Une rupture morphologique des bifaces dans l'Acheuléen : un constat récurrent *35*
Glynn Isaac : la fonctionnalité du biface et du site 35
Isenya : la technique de percussion et les chaînes opératoires complexes 37

1.1.3. Quel bilan de l'Acheuléen africain aujourd'hui ? *41*
1.1.3.1. Une chronologie et un cadre géographique aux contours flous *41*
1.1.3.2. Quelques sites pour définir une période pour un continent *43*
1.1.3.3. Un changement de morphologie de l'outillage bifacial lié à une innovation ? *46*

1.2. La technique ***48***
1.2.1. Une définition à multiples notions *48*
1.2.1.1. Jacques Tixier et la définition princeps *48*
1.2.1.2. L'enrichissement des années 1990 *49*
1.2.1.3. Retour aux sources *50*
1.2.1.4. Les percuteurs en contexte archéologique *51*

1.2.2. La reconnaissance des techniques de percussion : une longue histoire semée d'embuches 52
1.2.2.1. Les pionniers 52
1.2.2.2. Expérimentations lithiques : humain vs machine 53
1.2.2.3. Les résultats récents sur les techniques de percussion 56

1.2.3. La reconnaissance des techniques dans les assemblages acheuléens d'Afrique orientale 57
1.2.3.1. L'influence de l'Europe 57
1.2.3.2. L'apport de la fouille d'Isenya 59

2. LES LIMITES SEMANTIQUES ET METHODOLOGIQUES 61

2.1. Interprétations diverses et dérives ***61***
2.1.1. De la modification de la définition originelle… 61
2.1.2. … Aux dérives interprétatives dans les études des sites africains 65
2.1.3. Les biais des collections de référence 67

2.2. Limites de la méthode de diagnose du type de percussion ***68***
2.2.1. Le risque de surinterprétation de l'expérimentation : les exemples des sites de Corbiac, de Roc de Combe et de La Côte 68

2.2.2. Caractérisation pièce à pièce : une impasse méthodologique ? 69
2.2.2.1. Sur les séries européennes 69
2.2.2.2. Sur les séries africaines 70

2.3. Référentiel expérimental : limites et obsolescence ***71***
2.3.1. Critiques méthodologiques 71
2.3.1.1. L'incontournable « environnement » des séries étudiées 71
2.3.1.2. Chronologie des techniques : des limites invisibles 73

2.3.2. La percussion tendre minérale pendant l'Acheuléen ? Une hypothèse crédible ! 76
2.3.2.1. Une technique attestée dans des sites de plus en plus anciens 76
2.3.2.2. Quelles possibilités concrètes pour les matières premières d'Afrique de l'Est 77

3. METHODOLOGIE GENERALE ET PROBLEMATIQUE 78

3.1. Comment définir le changement de technique de percussion ? ***78***
3.1.1. L'apport de la philosophie des techniques 78
3.1.1.1. Appréhender la technique de percussion comme une entité mixte 78
3.1.1.2. La théorie artisanale de l'outil : penser l'outil autrement 81

3.1.2. Une nouvelle expérimentation 82
3.1.2.1. Quel contexte prendre en compte ? 82
3.1.2.2. Un outil d'identification des techniques renouvelé 84

3.1.3. Analyser le fait technique 84
3.1.3.1. A l'aide d'un point de vue diachronique 84
3.1.3.2. Étendre la problématique aux matières premières microgrenues 85

3.2. Questions principales et problématique **86**
3.2.1. Pourquoi une nouvelle technique ? 86
3.2.1.1. Une nouveauté qui ne remplace pas l'ancien 86
3.2.1.2. Parce que l'outil bifacial le vaut bien ? Quel est le gain ? 88

3.2.2. Les résultats attendus ou le fil d'Ariane… 89

Deuxième partie
Volet est-africain 93

4. LES DONNEES ARCHEOLOGIQUES 96

4.1. Isenya **96**
4.1.1. Contexte de la recherche 96
4.1.1.1. La localisation du site 96
4.1.1.2. Stratigraphie 99
4.1.1.3. Datation 99

4.1.2. Environnement végétal et animal 99

4.1.3. Les vestiges lithiques 100
4.1.3.1. Présentation générale 100
4.1.3.2. Les produits et sous-produits issus du façonnage 101
Les bifaces : 101
Les hachereaux : 101
Les éclats: 104

4.2. L'expérimentation **104**
4.2.1. Les objectifs 104

4.2.2. Le protocole 105

4.2.3. Les résultats 105

4.3. Apport des résultats du site d'Isenya **106**

5. MÉTHODOLOGIE ET EXPÉRIMENTATION 109

5.1. L'expérimentation ***109***
5.1.1. Propriétés physiques des matières premières *109*

5.1.2. Protocole de l'expérimentation *112*
5.1.2.1. Le corpus en matériaux africains *112*
5.1.2.2. Le corpus en silex *115*

5.2. Modalités d'acquisition des matières premières ***116***
5.2.1. Le minéral *117*
5.2.1.1. Les percuteurs *117*
5.2.1.2. Les supports de pièces bifaciales *119*

5.2.2. Le végétal *121*
5.2.2.1. Le bois au sein des assemblages acheuléens *121*
5.2.2.2. Identification d'essences adaptées pour la taille de matières minérales *123*
5.2.2.3. Acquisition des échantillons d'essences sélectionnées *126*

5.2.3. L'animal *127*

5.3. Limites de l'expérimentation ***129***
5.3.1. Les chaînes opératoires *129*

5.3.2. Comparaison de matières premières différentes *129*

5.4. Méthodologie d'analyse des séries expérimentales ***130***

5.4.1. Choix des critères analysés *130*
5.4.1.1. Analyses des produits de façonnage *130*
5.4.1.2. Analyse des sous-produits de façonnage *131*
5.4.1.3. Analyse des percuteurs *131*

5.4.2. Morphologie de l'éclat : définition des critères spécifiques *132*
5.4.2.1. La morphologie générale de l'éclat *133*
5.4.2.2. La morphologie générale du talon *134*
5.4.2.3. La topographie de la zone ventrale *135*
5.4.2.4. La topographie du talon *138*
5.4.2.5. Les informations générales *139*

6. RÉSULTATS 141

6.1. Le corpus de l'expérimentation sur les matériaux africains ***141***
6.1.1. Présentation générale *141*
6.1.1.1. Les produits et sous-produits de façonnage *141*
6.1.1.2. Les techniques de percussion *144*

6.2. L'analyses des données expérimentales ***144***
6.2.1. Comment calibrer les données *144*

6.2.2. Les sous-produits de façonnage *145*
6.2.1.1. Les critères non significatifs *145*
6.2.2.2. Les spécificités de la matière première *146*
Morphologie des éclats 146
Le profil des éclats 148
Angles de chasse et angles d'éclatement des éclats 150
Fréquence et expressions des parasites 153

6.2.2.3. La dureté/l'élasticité des percuteurs *154*
Topographie de la face ventrale (n=533) 154
Morphologie du talon (n=500) 156

6.2.2.4. Avantages et inconvénients des techniques sur la matière première *157*
Longueurs des éclats 157
Largeur des éclats 160
Épaisseur des éclats 160

6.2.2.5. Les techniques ou les gestes *161*
Largeur et épaisseur des talons 161
Position de la zone de contact du percuteur par rapport à l'initiation de la fracture 163
La délinéation postérieure du talon 167

6.2.3. Les produits de façonnage *169*
6.2.3.1. Observations générales liées au remontage des éclats sur les produits de façonnage *169*
6.2.3.2. Observations des produits façonnés à l'aide de la technique G2 *176*
6.2.3.3. Observations des produits façonnés à l'aide de la technique G3 *177*
6.2.3.4. Observations des produits façonnés à l'aide de techniques de percussion multiples *184*
6.2.3.5. Bilan des stigmates des techniques de percussion observées sur les produits de façonnage *185*

7. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS 193

7.1. Les matières premières microgrenues et tenaces ***193***
7.1.1. Difficultés d'identification de certains critères *193*

7.1.2. Des réactions spécifiques de la matière : la fracture sub-conchoïdale *193*

7.2. Identification des techniques : quel champ des possibles ? ***195***

7.2.1. Les critères de diagnose : quelle pertinence ? *195*

7.2.2. Un geste ou un type de percuteur ? *198*

7.2.3. Les conséquences sur la matière *200*

7.2.4. Possibilités et limites des techniques de percussion *200*

7.3. Les limites de l'analyse ***201***

7.3.1. Des difficultés d'identifier les techniques de percussion sur les matières premières microgrenues *201*

7.3.2. Difficultés d'études sur les séries africaines *202*

7.3.3. Quelles autres faciès de l'Acheuléen compatibles avec notre problématique ? *202*

7.3.4. Une approche diachronique pour comprendre le changement *203*

Troisième partie
Volet ouest-européen 207

8. LES DONNEES ARCHEOLOGIQUES 210

8.1 Un faciès acheuléen dans le Sud-ouest de la France ***210***

8.1.1 L'Acheuléen pyrénéo-garonnais *210*

8.1.1.1 Le contexte historique *210*

8.1.1.2. Les productions lithiques *212*

8.1.1.3. La chronologie de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais *213*

8.1.2. Des matières premières spécifiques *213*

8.1.2.1. Provenance et propriétés géologiques *213*

8.1.2.2. Spécificités des aptitudes à la taille *216*

8.2. Contexte et problématiques de Duclos et Septos ***216***

8.2.1. Contexte et méthodologie de fouille *216*

8.2.2. Contexte géographique, stratigraphique et taphonomique *218*

8.2.3. Contexte chronologique *220*

8.2.4 L'expérimentation *220*

8.3. Les séries lithiques de Septos, Duclos et de l'expérimentation ***221***
8.3.1. Les corpus *221*
8.3.1.1. Septos *221*
8.3.1.2. Duclos *222*
8.3.1.3. L'expérimentation *224*

8.3.2. Les chaînes opératoires identifiées dans les sites archéologiques *226*
8.3.2.1. Le débitage *226*
8.3.2.2. Le façonnage *227*

9. ANALYSE DES SERIES DE SEPTOS, DUCLOS ET DE LA SERIE EXPERIMENTALE 233

9.1. Les produits de façonnage ***233***
9.1.1. Septos *233*

9.1.2. Duclos *238*

9.1.3. Expérimentation *238*

9.1.4. Conclusions sur les produits de façonnage *239*

9.2. Les sous-produits de façonnage ***239***

9.2.1. Les critères qualitatifs *239*
9.2.1.1. Le stigmate de contre-col *241*
9.2.1.2.Profil des éclats *241*
9.2.1.3.La topographie de la zone bulbaire *244*
9.2.1.4.La délinéation postérieure du talon *246*

9.2.2. Les critères quantitatifs *247*
9.2.2.1.Les données de longueurs, largeurs et épaisseurs des éclats *247*
9.2.2.2.Les angles de chasse et les angles d'éclatements *252*
9.2.2.3.Nature et type de talon *252*

9.3. Synthèse des résultats de l'analyse de Septos, Duclos et de la série expérimentale ***253***

Quatrième partie
Discussion et synthèse conclusive 257

10. DISCUSSION 258

10.1 Réflexions sur la méthode ***258***
10.1.1. Validité et compatibilité *258*
10.1.1.1. Des matières premières semblables et comparables *258*
10.1.1.2. Une grille d'analyse efficiente *259*

10.1.2. Les apports de l'expérimentation *260*
10.1.2.1. Le visible et l'invisible *260*
10.1.2.2 Des résultats tangibles *261*

10.2. La technique de percussion: un point central de la chaîne opératoire? ***262***
10.2.1. A matières premières semblables, choix techniques semblables ? *262*

10.2.2 Où voit-on un changement? *264*

11. SYNTHESE CONCLUSIVE ET PERSPECTIVES 266
11.1. Les techniques de percussion à l'échelle du court terme ***266***
11.1.1. Focus sur la chaîne opératoire *266*
11.1.1.1. Les techniques de percussion face aux matériaux microgrenus et tenaces *266*
11.1.1.2. Le changement de technique de percussion: une histoire de geste ? *267*

11.1.2. Quelques pistes de réflexion *269*
11.1.2.1. Appréhender le changement : une question d'échelle *269*
11.1.2.2. Comment ou pourquoi? *271*

11.2. Les techniques de percussion à l'échelle du long terme ***272***
11.2.1. Apports de la diachronie *272*
11.2.1.1. Des productions a priori similaires *272*
11.2.1.2. Variabilité des assemblages acheuléen *273*

11.2.2. Identifier le changement *274*
11.2.2.1.Interconnexion des concepts techniques de production lithique *274*
11.2.2.2. Histoire technique et histoire culturelle : deux chemins parallèles ? *276*

11.3. Quels changements techniques durant l'Acheuléen africain? ***277***
11.3.1. Du bon choix des méthodes d'analyse *277*
11.3.1.1. Les écueils du «tout lithique» *277*
11.3.1.2. Vers une compréhension de la fonction de l'objet *279*

11.3.2. Cerner le changement, une histoire de curseur *281*

11.3.3. Vers une (re)définition de l'Acheuléen africain ? *282*

CONCLUSION 284

ANNEXES 289
Annexe 1 291
Annexe 2 305
Annexe 3 327
Annexe 4 331

BIBLIOGRAPHIE 335