
Temps, mémoire et altérité en technologie lithique: synthèse et perspectives de l'approche technogénétique française

Louis De Weyer¹, Antonio Pérez¹, Rodolphe Hoguin^{1,2}, Hubert Forestier³, Eric Boëda¹

1. ArScAn-Équipe AnTET, UMR 7041, CNRS, Université Paris Nanterre, 21 Allée de l'Université, 92000 Nanterre, France. Email: Louis De Weyer: louis.deweyer@gmail.com;

Antonio Pérez: antonioperezbalarezo@hotmail.com; Eric Boëda: boeda.eric@gmail.com

2. ICB-Consejo Nacional de Investigaciones en Ciencias y Técnicas (CONICET), UNCuyo, Mendoza, Argentina. Email: roditodelapuna@gmail.com

3. Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 7194 MNHN-CNRS-UPVD, Musée de l'Homme, 17 place du Trocadéro, 75116 Paris, France. Email: hubforestier@gmail.com

Résumé:

L'approche technogénétique dans le domaine des études en technologie lithique préhistorique trouve son origine à la fin des années 1980. Les approches traditionnelles comme de la typologie à la technologie productionnelle ont eu tendance à aborder les objets de la préhistoire à travers leurs dimensions socioculturelle et économique, sans vraiment considérer l'existence d'une technogenèse antérieure à ces contingences. L'appréhension de cette dimension technogénétique en préhistoire convoquera à la fois la philosophie et l'anthropologie des techniques pour amener à une double approche des artefacts: une approche technogénétique de l'objet lithique selon les critères techniques de sa genèse; et une approche psychosociale de l'objet selon les critères propres à sa production artisanale au sein d'un système technique majeur. L'objectif de cet article est d'identifier deux existences fondamentales constituantes de l'objet technique, l'une interne (technogénétique) avec des lignées techniques et l'autre externe (psychosociale) avec des trajectoires techniques. La distribution spatio-temporelle de l'altérité technique préhistorique sur différents continents a logiquement amené à de nouvelles questions, constats et de nouveaux critères d'analyse. Sur cette base, notre démarche visera à revisiter les principaux axes conceptuels des fondements de l'approche technologique, à préciser les anciennes questions tout en développant de nouvelles expertises. A travers l'application de concepts clés comme celui de temps, de mémoire et d'altérité, une méthodologie d'ensemble sera également rediscutée et proposera une ligne de fuite épistémologique.

Keywords: approche technogénétique; technologie lithique préhistorique; épistémologie; mémoire technique; temps; structure; objet technique



1. Introduction

Dans le contexte général d'une anthropologie des techniques d'une longue tradition, les années 1980 voient l'émergence des premiers efforts méthodologiques concentrés sur l'étude des objets lithiques tranchants. Parallèlement, l'expérimentation lithique offrait un pouvoir heuristique jamais vu auparavant en matière de définition de critères diagnostiques et de protocoles d'expérimentation. Ces efforts aboutiront, des années plus tard, à l'adoption définitive de la chaîne opératoire, concept et outil théorico-méthodologique proposé par Leroi-Gourhan (1964), capable de lire les processus de fabrication des industries lithiques préhistoriques, à travers l'utilisation des remontages et des schémas diacritiques. Dans ce contexte disciplinaire, axé principalement sur la synchronie de la production lithique, les industries du Paléolithique inférieur et moyen de l'Ancien Monde ont offert la possibilité d'une étude diachronique qui envisageait la dynamique technico-fonctionnelle des outils de la préhistoire à différentes échelles de temps. À la fin des années 1980, de nouveaux problèmes commencent à émerger, liés aux cycles de transformation des industries lithiques sur le temps long, principalement à partir de la philosophie des techniques de Simondon et quelques développements théoriques et exégétiques récents autour d'elle, en France et ailleurs (*p.e.*, Simondon 2004: 57-63; 2005: 77-103; 2006: 175-350; 2008: 139-184; 2010: 235-244; 2012: 9-60; 2013: 511-530; 2014: 27-130; 2015: 128-152; 2016: 447-462; 2017: 15-52; 2018: 15-36; aussi, Bardin 2013: 25-44; Barthélémy 2005a: 80-121; 2005b: 10-38; 2008: 11-36; Chabot 2003: 32-58; 2013: 9-22; Chateau 2008: 10-49; Combes 2013: 1-24; Guchet 2010: 133-256; Heredia 2017: 351-390; Hottois 1994: 119-136; Krell 2018: 158-172; Lindberg 2019: 299-310; Loeve *et al.* 2018: 237-256; Stiegler 1994: 115-144; 1998: 241-256; Vaccari 2010: 153-165).

Certains aspects de ces développements ont été considérés par ce qui est actuellement connu dans les sciences humaines et sociales comme le tournant vers la culture matérielle, la matérialité, les matériaux et l'écologie matérielle, et leur rôle dans la constitution de l'individu et de la société (*p.e.*, Dobres & Hoffman 1994; Ingold 2007; de Marrais *et al.* 1996; Miller 1987: 19-43; 2005: 1-50; Miller & Tilley 1996; Olsen 2007; Olsen & Witmore 2015; Olsen *et al.* 2012: 196-210; Thomas 2000; 2006; Tilley 2007; Witmore 2015). Néanmoins, l'approche théorique et méthodologique présentée dans cet article n'a pas ses racines, et n'est pas non plus inspirée de ce tournant ontologique et épistémologique qui s'est produit, surtout dans le monde anglophone, depuis les années 1990 et se poursuit, avec de multiples divergences, jusqu'au présent (voir un résumé de ces approches et de leurs applications potentielles en archéologie préhistorique dans Hussain & Will 2020; Nativ & Lucas 2020).

L'approche présentée ici, appelée technogénétique, car il combine une technologie avec une ontologie génétique, acquiert une date de naissance formelle en préhistoire en 1997 avec l'application du système d'interprétation de Simondon à l'étude des systèmes de productions lithiques (Boëda 1997: 26-33). Plus de vingt ans d'application de cette approche par différents préhistoriens, à différentes époques et dans différents espaces, nous permettent désormais de faire le point sur les principaux axes conceptuels de cette approche, de préciser les anciennes questions et de développer les nouvelles.

Les aspects plus complexes de la diachronie et de la synchronie doivent donc être constamment revisités afin de se procurer un discours scientifique de plus en plus proche de la technicité (*sensu* Simondon 2012: 223; Stiegler 1994: 95) -“une des deux phases fondamentales du mode d'existence de l'ensemble constitué par l'homme et le monde (...) la phase qui équilibre la technicité est le mode d'être religieux” (Simondon 2012: 221-22)-préhistorique. Sans vouloir couvrir l'ensemble des concepts et pratiques méthodologiques de l'approche technogénétique, ce travail se concentre sur la discussion de trois concepts qui nous paraissent fondamentaux dans son développement: le temps, la mémoire et l'altérité. Ces

trois concepts sont les piliers qui soutiennent toute la construction épistémologique de l'approche technogénétique, et par conséquent, ils traversent les autres concepts et critères qui lui ont donné forme au cours de ces années.

2. Nouvelles questions en technologie lithique préhistorique

Dans notre discipline, l'objet de la préhistoire a rarement été pensé en lui-même, il a toujours été pensé par ce qui existe en dehors de lui, c'est-à-dire dans ses dimensions socioculturelle et économique. C'est, dans cette mesure, un problème d'incongruité épistémologique: comment percevoir un phénomène culturel à partir d'objets comme celui-ci, dont on ignore tout? De fait, la qualité de l'information se tarit au fur et à mesure qu'on remonte dans le temps. Néanmoins, la pierre, puisqu'elle garde en mémoire les gestes de l'opérateur (ou du moins en partie), permet l'analyse d'aspects qui vont au-delà du diptyque classique forme-fonction et aux échelles de temps courtes.

Jusqu'à la fin des années 1980, la réalité technique archéologique, c'est-à-dire les artefacts, ont été et continuent d'être étudiés à partir de leurs modes de production, hors de toute structure matérielle de l'objet. La dimension fonctionnelle, interne à l'objet dans sa genèse qui implique sa fonction et son fonctionnement, ne reçoit autant d'attention dans les études, quelle que soit la tradition académique des chercheurs. On peut s'interroger sur la possibilité réelle d'approcher la dimension fonctionnelle des objets par la technologie lithique.

Entre les années 1980 et 1990, d'importantes avancées méthodologiques et interprétatives ont eu lieu au sein de l'École française en technologie préhistorique, notamment à travers les approches techno-économiques et cognitives (Audouze & Karlin 2017). Cependant, si ces études étaient préférentiellement orientées vers la technologie productionnelle, une impasse méthodologique demeurait quant à la problématique de l'outil préhistorique: "Pourquoi (et pour quoi faire) un outil préhistorique existait-il?" (Boëda 1986: 29). Tout en essayant de surmonter ainsi la question classique de la fabrication d'un artefact, ce questionnement initié par l'un d'entre nous, relançait alors le débat en poursuivant une remarque formulée par Perlès (1983: 161): "On parle de chaînes opératoires comme s'il n'y avait pas, à l'origine, un besoin. En réalité, elles se déroulent en fonction d'un besoin". C'est en tenant compte de ce besoin qu'il a fallu s'interroger en profondeur sur les objectifs des chaînes opératoires et faire place à ce que Tixier (1963: 17) avait appelé le vaste champ d'investigation de la préhistoire fonctionnelle.

Ainsi, le projet actuel qui anime notre équipe de recherche AnTET Anthropologie des Technique, des Espaces et des Territoires au Pliocène et au Pléistocène, ancrée dans la tradition française, consiste à s'éloigner de l'approche externe de l'objet et de sa méthodologie tournée vers le seul aspect productionnel de l'artefact, au profit de l'aspect technico-fonctionnel. L'objectif est de se rapprocher de la nature de l'objet, ce dont il est genèse et de l'évolution temporelle de l'objet technique. Cette approche consiste en une nouvelle épistémologie qui étudie les conditions historiques et culturelles des phénomènes techniques à travers l'information fonctionnelle contenue dans l'objet archéologique. En d'autres termes, il s'agit de s'interroger, d'abord, sur les principes de fonctionnement auxquels répond l'ensemble des éléments qui configurent la structure volumétrique de l'outil.

3. Une nouvelle épistémologie

Nous proposons une nouvelle épistémologie qui partirait de la manifestation phénoménale des objets techniques et pas seulement de l'objet apparaissant, c'est-à-dire tel qu'il est visé par l'analyste. D'un point de vue méthodologique, cela se traduit par l'application concrète de la technologie fonctionnelle. Le principal objectif de cette méthode

visait l'analyse et le décryptage des principes de fonctionnements opératoires que l'artefact possédait en son temps (Boëda 1997: 7).

Ainsi, la conception du système technique dans les traditions tant françaises qu'anglophone est encore étudiée sur la base de principes externes: cultures, forces productives, environnement, savoir-faire, *etc.*, qui bien sûr sont tout à fait valables, mais dans une dimension non essentielle à la technique. Il fallait donc percevoir sa réalité première: l'objet technique en tant qu'individu. À partir de là, l'objet technique est fondamentalement compris comme un mode de relations techniques, non plus simplement comme un objet économique ou culturel, ou, comme il est d'usage de dire à la façon de Mauss, un fait social. Sans nier l'origine humaine de l'objet technique, et sans nier non plus la validité de son appréhension anthropologique, la philosophie de Simondon lance un appel à la reconnaissance d'une réalité fondamentale propre aux objets techniques qui n'a pas encore été perçue ou observée (Simondon 2014: 52).

Cette perspective nous conduit inévitablement à une anthropologie génétique des techniques ou "technogenèse" (Boëda 1997: 111-142). Le terme génétique prend ici le sens d'évolution temporelle. Il s'agit donc d'une anthropologie des techniques centrée sur l'évolution temporelle des objets de la préhistoire, reconnue et développée par l'équipe AnTET de l'Université Paris Nanterre dans le cadre d'un programme de recherche visant une ontologie génétique des techniques (Boëda 2013: 170-217; Forestier 2019; Pérez & Boëda 2019; Ramos & Boëda 2019). En effet, il ne s'agit plus seulement de reconstituer les méthodes de production de l'outil, mais bien de comprendre les conditions historiques de son existence, à partir de l'analyse détaillée de son fonctionnement opératoire (Boëda 1991; 1997: 7-12; 2013: 39-41; Forestier 2010: 125-130).

Dans le cadre de l'approche technogénétique, l'objet technique est, fondamentalement, un produit temporel matérialisé (*i.e.* un artefact), c'est-à-dire la manifestation physique d'un ensemble d'opérations techniques. Par conséquent, la connaissance des artefacts est comprise comme un emplacement temporaire dans les systèmes techniques et plus essentiellement au sein des lignées et des trajectoires techniques. Nous verrons plus loin pourquoi la lignée technique se définit comme un ensemble d'objets qui ont évolué, répondant à la même fonction et au même principe de fonctionnement stable, tandis que la trajectoire technique se définit comme un ensemble d'objets qui ont subi des transformations en répondant à des itinéraires socioéconomiques locaux ou spécifiques.

Vu que presque rien du système technique d'une société ne survit au passage du temps (et encore moins les aspects sociaux et symboliques, *i.e.* la mémoire culturelle), nous avons décidé de nous concentrer sur la mémoire véhiculée par l'objet lui-même, une mémoire technique (Boëda 2013: 171). C'est aussi pourquoi la question du pourquoi de l'existence fonctionnelle de l'outil préhistorique acquiert une importance scientifique et une perspective de réflexion plus large sur les comportements du passé. Cette question peut alors être reformulée de la sorte: Qu'est-ce qui existe dans l'outil préhistorique et qui le rend outil tout en justifiant son existence nécessaire autant que sa nécessité d'exister?

Par conséquent, pour accéder aux opérations techniques, il est nécessaire de localiser les phénomènes techniques en fonction de leur propre évolution, qui est le véritable sens de la recherche de "ce dont il y a genèse" (Simondon 2012: 42). C'est une voie de recherche longue, car il n'y a pas de raccourcis ni de détours, l'analyste reste toujours dans la même réalité des objets. Ce n'est que dans un second moment, que la réalité humaine sera abordée, à partir de l'analyse du contexte socioéconomique de production des objets.

Cela étant dit, la question du pourquoi est liée à la question de quelle préhistoire parlons-nous? De quoi la préhistoire telle que nous en parlons est-elle l'histoire (Boëda 2013: 11; Canguilhem 2015: 9)? Quelle est la genèse technique de l'outil? D'où vient-il? Quelles sont les conditions techniques par lesquelles l'objet acquiert le statut d'objet social, c'est-à-dire

d'objet produit d'un environnement ou d'un contexte social? Ces nouvelles questions n'éliminent pas la validité des questions traditionnelles (quoi, quand, comment) mais les actualisent plutôt en les intégrant dans une épistémologie des relations (*sensu* Bontems 2008). Cette épistémologie suit de près la proposition de Simondon d'un réalisme des relations, qui dépasse une phénoménologie ou un réalisme naïf des objets techniques et se situe dans une ontologie génétique dont le postulat épistémologique principal est que "la relation entre deux relations est elle-même une relation" (Simondon 2013: 83). Simondon donne ainsi une valeur d'être à la relation. Un exemple pratique donné par Bontems aidera à mieux comprendre l'idée générale de cette épistémologie:

"le verre posé sur la table n'est plus une réalité statique, identique à elle-même, non seulement il est issu d'un processus technique de transformation, mais, en outre, sa nature amorphe signifie qu'à la différence du cristal, à une autre échelle de temps, il ne cesse d'évoluer, de couler très lentement" (Bontems 2008: 5).

Cela signifie qu'un objet technique n'est pas seulement le produit d'une relation instrumentale entre l'être humain et l'environnement, mais que, plus fondamentalement, l'objet technique, l'être humain et l'environnement sont trois termes d'une relation de technicité, où aucun d'eux n'est en suprématie sur l'autre. Plus important encore, cette relation technique entre les trois termes a également le caractère d'un terme, et définit ce que l'on appelle la genèse technique (Figure 1).

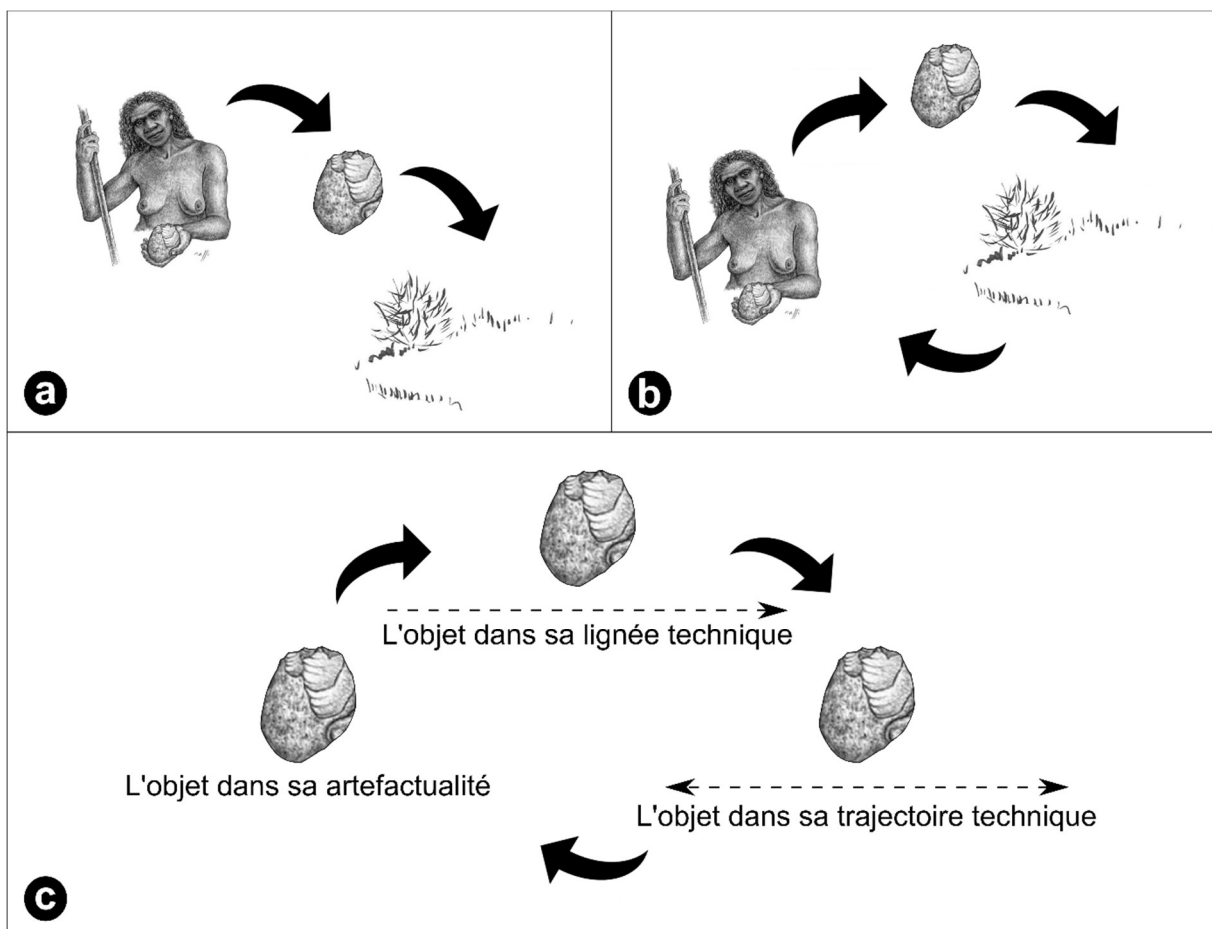


Figure 1. Différents types de relations entre les humains, les artefacts et l'environnement: (a) le cas habituel des épistémologies en anthropologie qui considèrent l'être humain comme le maître de la nature. Dans cette conception, l'objet n'est qu'un intermédiaire entre l'être humain et l'environnement. (b) Le cas le plus récent de certaines épistémologies en anthropologie qui considèrent une relation symétrique entre l'être humain, l'objet et l'environnement. (c) Le cas de l'épistémologie du réalisme des relations, proposé dans cet article. En préhistoire, en n'ayant pas d'individus vivants, l'objet entre dans une relation symétrique avec sa lignée technique et avec sa

trajectoire technique, définissant ainsi, les trois, une genèse technique. L'objet existe non seulement parce qu'il a été produit par l'être humain, mais aussi parce qu'il est en constante évolution technique (lignées) et en constante évolution historique (trajectoires). En d'autres termes, l'objet que nous percevons n'est que la manifestation stable d'un ensemble de relations techniques instables plus fondamentales. Nous appelons aussi cet ensemble de relations technicité. Les dessins ont été réalisés par Maxence Raffi.

Ainsi, ce que nous étudions, ce sont les relations techniques, comprises comme l'ensemble des structures techniques et des opérations, portées par la matière. Les structures et les opérations intègrent *de facto* des relations techniques. Toutefois, les structures sont visibles après analyse technicofonctionnelle alors que les opérations ne le sont pas. Pour les rendre visibles, il faut aller plus loin, et utiliser, d'une part, les données issues de l'analyse technicofonctionnelle pour retracer les lignées techniques et, d'autre part, utiliser d'autres données issues d'autres types d'analyses (traceologie, archéométrie, analyse de éléments associés dans le contexte archéologique, *etc.*) pour retracer des trajectoires techniques. La Figure 2 nous montre une représentation de la densité temporelle des objets de la préhistoire, et leurs différents statuts ou identités épistémologiques à chaque étape de l'analyse du technologique: artefact, structure, objet technique et objet historique. Un artefact consiste en toute matière minérale transformée par l'humain. Une structure (productionnelle ou fonctionnelle) consiste en toute matière minérale organisée à travers un ensemble d'éléments ou de critères techniques établis par l'humain. Quant à lui, un objet technique consiste en toute structure située dans son évolution technique propre, c'est-à-dire dans sa lignée technique. Finalement, un objet historique consiste en toute structure technique située dans son évolution historique, c'est-à-dire dans sa trajectoire technique.

Dans le langage de Simondon, les structures techniques constituent l'individualité de l'objet, tandis que les opérations techniques constituent à la fois l'individualisation et la transindividuation (Simondon 2012: 27-44; 2013: 285-296). Le terme d'individualisation est utilisé par Simondon (2012: 75-76) pour désigner un aspect de l'évolution technique (plus précisément, du processus de concrétisation) par lequel l'objet technique a besoin d'un milieu associé pour fonctionner. En ce sens, l'individualisation constitue le déphasage constitutif continu entre l'objet technique et son milieu, et donc, la condition même de l'évolution technique. Quant à lui, le terme transindividuation n'est pas utilisé à l'origine par Simondon. Ce terme a été proposé par Stiegler (1994: 45-51), déclinant le terme transindividuel d'origine simondonienne. Chez Simondon (2013: 29), le transindividuel est défini comme "l'unité systématique de l'individuation intérieure (psychique), et de l'individuation extérieure (collective)", c'est-à-dire comme le processus de production (Simondon utilise le terme de régime) à la fois psychique et social de l'individu, c'est-à-dire de la personnalité psychosociale de l'individu. Ce concept va au-delà d'une simple inter-individualité ou intersubjectivité, puisque ce n'est pas une simple somme d'individus qui forment un tout social, mais que ce tout social est formé par la somme des individus et de leurs milieux associés, tous deux en relation permanente. Compte tenu de cela, le terme de transindividuation désigne cette dynamique psychosociale fonctionnelle par laquelle l'individu (vivant ou technique) n'est jamais un résultat donné et fermé, mais toujours en transformation permanente et dans un rapport constitutif et constituante aux techniques. En d'autres termes, la transindividuation consiste en un triple processus d'individuation psycho-collective-technique (Stiegler 1994: 145-162; 1998).

Nous considérons que les deux processus ou régimes, l'individualisation et la transindividuation, peuvent être abordés en Préhistoire, en raison de la dimension du temps long avec laquelle elle travaille et du type de matérialité technique qui est son objet d'étude. Ainsi, sous-jacente à la notion de lignée technique se trouve la notion d'individualisation, tandis que sous-jacente à la notion de trajectoire technique se trouve la notion de transindividuation. Évidemment, on ne pourra jamais aborder la totalité de l'individualisation

technique et de la transindividuation dans la préhistoire, mais il est possible de retracer des lignées et des trajectoires en prenant en compte de ces deux régimes comme des instruments d'interprétation archéologique. Cela nous permet de dire que si dans les travaux de Leroi-Gourhan, la technologie était au coeur de la description anthropologique (Métais & Lenay 2016); pour nous, la technologie est au coeur de la description ontogénétique.

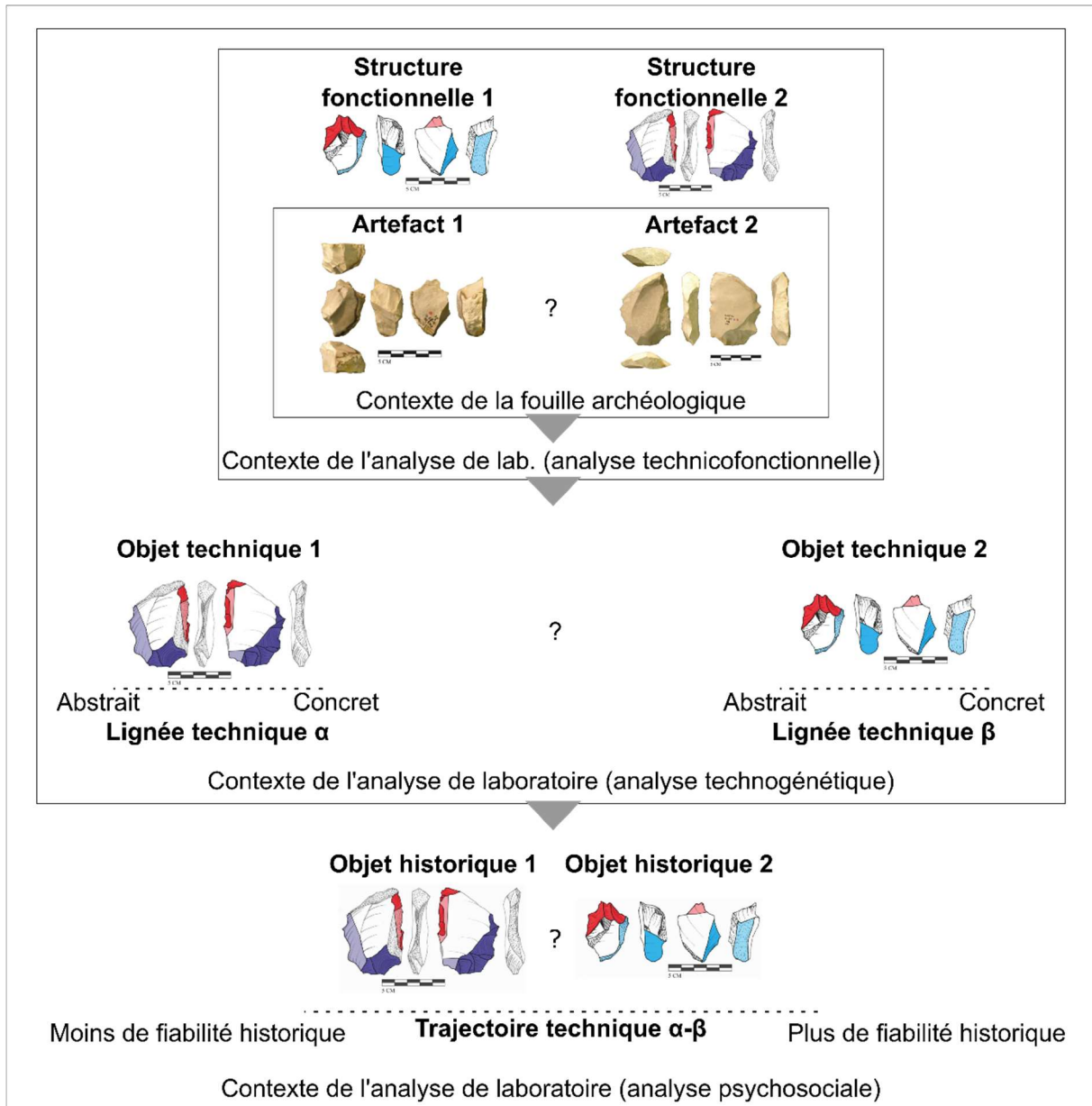


Figure 2. Relations techniques entre artefacts, structures et opérations, dans une technologie lithique qui suit les principes d'une épistémologie des relations.

Dans cette perspective, il faut noter que l'expression objet de la préhistoire ne porte pas le même sens qu'objet technique de la préhistoire. L'objet de la préhistoire est défini par une structure matérielle que nous récupérons à partir d'un certain contexte archéologique, tandis que de son côté, l'objet technique de la préhistoire constitue l'objet situé dans son champ propre d'évolution technique. Dans un certain sens donc, l'objet technique est une sorte d'avatar du temps et de l'espace: la matérialisation rationnelle de l'instabilité créatrice de l'être humain depuis la Préhistoire (Forestier & Boëda 2018).

3.1. Les objets de la préhistoire comme structures techniques

L'objet de la préhistoire peut être défini de deux manières: structurellement et opérationnellement. Structurellement, comme nous l'avons expliqué précédemment, l'objet de la préhistoire est un artefact, un volume naturel construit par la main humaine. Cette notion d'artefact nous permet de comprendre d'autres manifestations qui résultent d'une étude scientifique (Figure 3). Ainsi, le produit technique est un artefact au sein d'un système technique (sensu Lemonnier 2010), et plus précisément le résultat d'une chaîne opératoire (Geneste 2010). L'outil est un artefact dans une panoplie d'outils, ce qui implique que l'artefact doit également avoir eu un schéma d'utilisation (Rabardel 1995: 80). Enfin, le nucléus est un artefact au sein d'un ensemble de structures de production, qui impose un volume et une ou plusieurs surfaces utiles, un concept (Boëda 1986: 30) et une ou plusieurs méthodes (Tixier 1980: 37). On peut ainsi qualifier ce caractère artificiel de l'objet-artefice comme sa première temporalité.

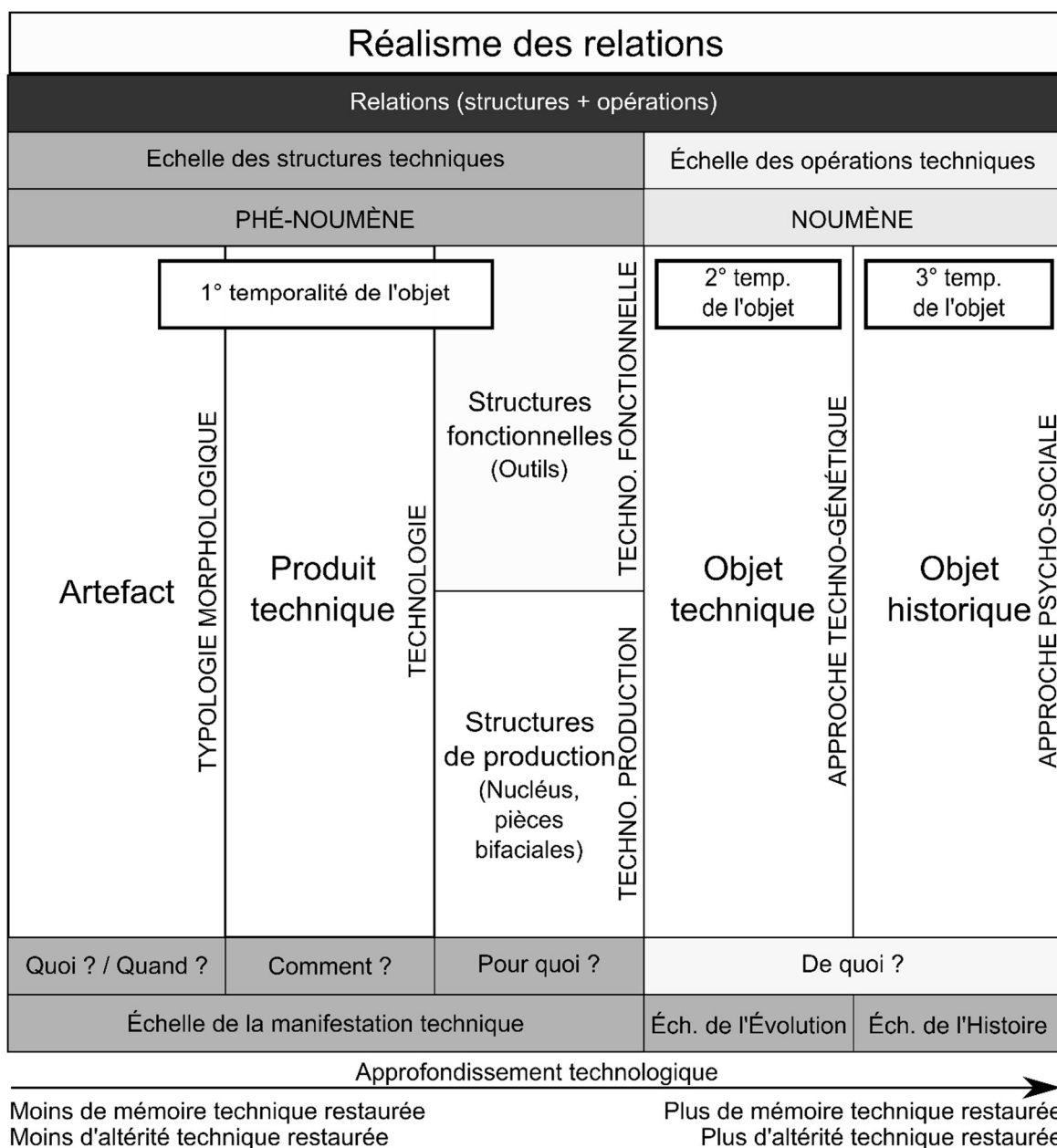


Figure 3. Diagramme catégoriel en technologie préhistorique basé sur une épistémologie du réalisme des relations.

Quant à la typologie morphologique, elle aborde l'artefact comme un morphotype d'une industrie déterminée, fixe et normée. On reste donc dans le contour de l'objet. Si la technologie productionnelle s'en détache en considérant l'artefact comme un produit technique au sein d'un système technique (c'est-à-dire, elle analyse le *dintorno* de l'objet); la technologie fonctionnelle comprend elle, l'artefact comme un outil ou une structure fonctionnelle (Figure 4).

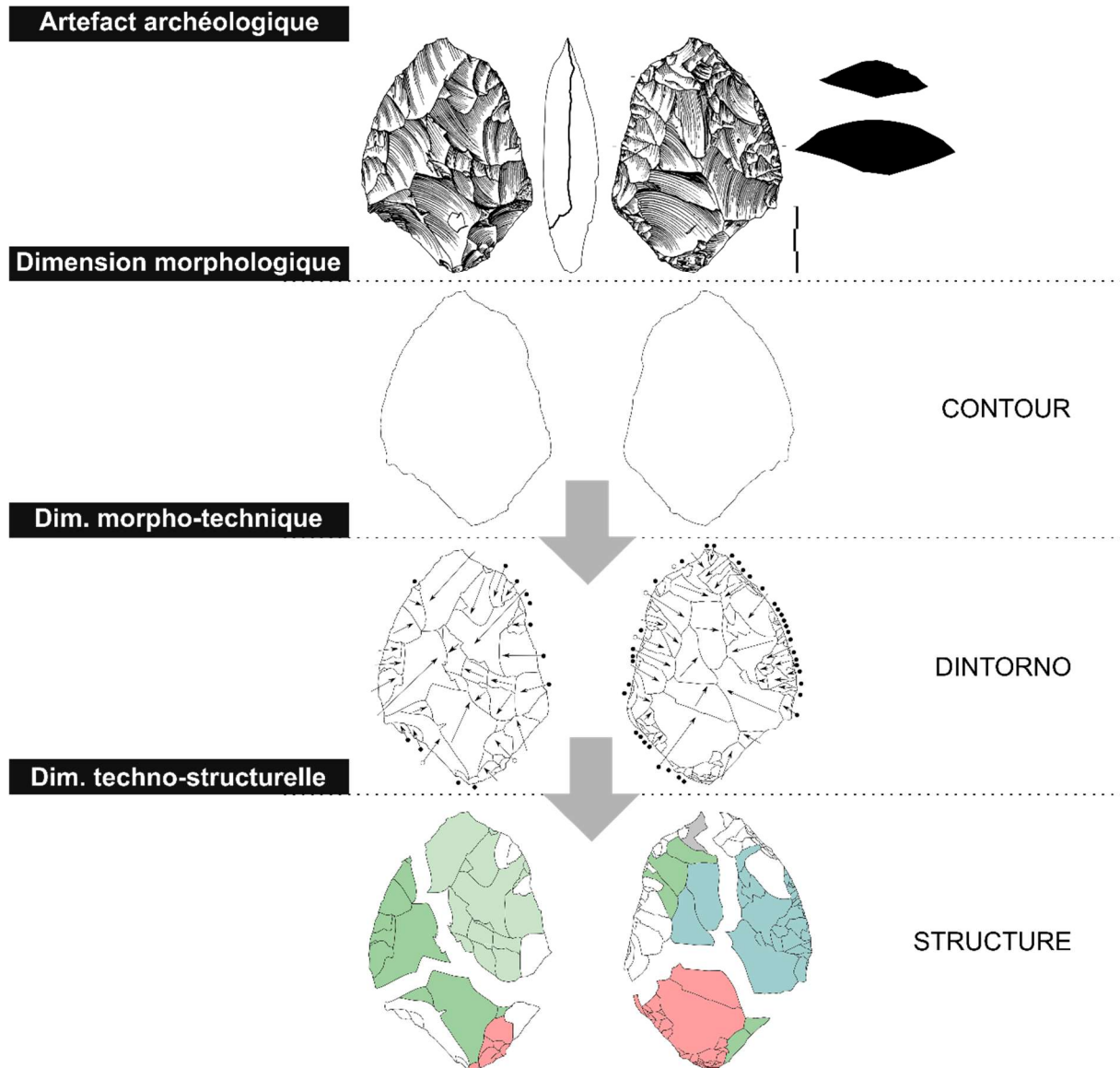


Figure 4. Exemple des différentes dimensions analytiques d'un artefact selon l'approche utilisée. Ce que nous appelons artefact correspond à l'objet immédiatement retrouvé lors des fouilles archéologiques. La typologie morphologique favorise une analyse du contour de la pièce. Bien souvent cette analyse nous offre des informations pertinentes, mais il faut tenir compte du fait que le contour (ou ce que l'on appelle généralement forme) n'est qu'un des critères techniques qui composent la structure de la pièce lithique. La technologie, quant à elle, privilégie l'étude de la production de l'artefact, c'est-à-dire de son *dintorno*, des processus de production contenus dans son contour et qui lui ont donné forme. Finalement, la technologie fonctionnelle part de l'analyse du *dintorno* pour identifier la structure de l'artefact, les zones fonctionnelles qui permettent son fonctionnement opératoire.

Dans l'approche technogénétique, une structure technique, qu'elle soit productionnelle ou fonctionnelle, est une forme qui intègre et hiérarchise un ensemble de propriétés techniques qui aboutissent à une composition volumétrique définie (Boëda 1997: 27). En d'autres termes,

une structure technique est un ensemble de propriétés techniques matérialisées par une forme et un volume visible. Ces structures correspondent à des phénomènes techniques que le technologue peut saisir à travers sa perception sensible. Mais il y a une certaine gradation dans cette perception sensible -étroitement lié aux outils méthodologiques disponibles à chaque période de la Préhistoire-, puisque la forme “est l’amorce de la découverte de la structure, qui est donnée par une perception savante, approfondissante, et qui définit le mode d’organisation” (Simondon 2018: 59) de l’objet. Cette phrase de Simondon parle en réalité du passage de la perception sensible (la forme) à une perception intelligible (la structure). La structure est non perceptible par le sens, mais par une intellection.

3.2. Les objets de la préhistoire comme opérations techniques

Les opérations techniques ne sont pas visibles (en soi), car elles ne sont pas dans un état matériel stable, comme peuvent l’être les structures en tant qu’entités hiérarchisées et signifiantes. C’est pourquoi il est possible de repérer des invariants structurels au sein d’événements techniques. Les opérations techniques renvoient à des objets techniques et des objets historiques. En ce sens, les opérations techniques constituent les principes de causalité qui définissent les structures techniques. Quand on parle d’objets historiques, on se réfère à des objets qui, une fois produits, entrent en relation avec leurs utilisateurs. Autrement dit, ils entrent dans une dimension externe qui ne leur est pas essentielle, c’est-à-dire qu’elle ne fait pas référence à la dimension interne ou proprement fonctionnelle.

En termes d’opérations, l’objet de la préhistoire, en tant qu’individu, est un artefact et un milieu associé (Simondon 2012: 75). Ainsi, l’objet est un système qui possède des éléments internes qui configurent une organisation particulière, établie par la main de l’être humain dans sa première temporalité. Ce caractère individuel est la seconde temporalité de l’objet technique, donnée par son appartenance à une lignée technique. La troisième temporalité de l’objet est donnée par sa dimension sociale (économique, politique, etc.) et symbolique (religieuse, rituelle, etc.). On parle ici, en général, d’objets historiques. Un objet dans sa vie externe appartient à une trajectoire technique, définie par des critères socioéconomiques qui transcendent la logique évolutive interne de l’objet.

Sur le plan structurelle, l’objet technique se définit à travers sa lignée et, sur le plan sociologique il se définit à travers la trajectoire technique à laquelle il appartient et ne peut s’extraire. Épistémologiquement et méthodologiquement, nous reconstituons la lignée technique et la trajectoire technique à partir de la localisation temporelle des structures de production et des structures fonctionnelles. Dans les sections concernant la méthodologie, nous donnerons quelques exemples de lignées et de trajectoires. Signalons enfin que si les structures techniques sont des phénomènes à part entière, les opérations (lignées et trajectoires) correspondent à des noumènes, c’est-à-dire à des entités que le technologue ne peut saisir à travers sa perception sensible (sur la manière les phénomènes et les noumènes s’intègrent dans une épistémologie du réalisme des relations, voir Simondon 2009: 115-117). Mais ces noumènes ne doivent pas être compris comme “le passé de l’objet”, comme il est traditionnellement compris en préhistoire. Lignées et trajectoires correspondent, en raison de la rupture temporelle dont l’artefact archéologique est un médiateur, à un autre passé, à d’autres passés. En forçant le trait, on dira qu’il s’agit de passés technogénétiques et psychosociaux, c’est-à-dire des constructions réductrices propres du métier du préhistorien-technologue.

3.3. Le milieu associé en technologie lithique préhistorique

Dans la première moitié du XX^e siècle, Leroi-Gourhan (1943: 325) propose la notion de “milieu technique”. Cependant, cette notion ne conçoit l’action technique que comme le

résultat d'une extériorisation du "milieu intérieur". Par conséquent, le milieu extérieur de Leroi-Gourhan se trouve être passif et inerte. Ce milieu extérieur inerte constitue un point problématique dans la démarche leroi-gourhaniennne, car il nous oblige inévitablement à réfléchir à une relation symétrique d'adaptabilité entre l'outil et son environnement, pour mieux remplir sa fonction. Cela implique d'assumer un déterminisme fonctionnel qui conduit à la dangereuse notion de progrès en préhistoire. De son côté, Simondon (2012: 75-80) propose la notion de "milieu associé" qui permet de caractériser l'environnement transformé par l'individu technique, lui-même constitué par ce dernier. C'est un environnement externe dynamique, une composante de l'objet lui-même, qui fait partie de son individualité.

Le milieu associé se présente comme un concept technogéographique qui permet la conception et l'étude d'objets industriels, mais aussi d'objets de la préhistoire, si l'on admet qu'une grande partie de ce milieu associé ne survit pas dans le contexte archéologique. Ce concept ne peut être compris uniquement comme la combinaison d'un support géographique et d'un support technique, puisque ce support est également produit par et avec la création de l'individu technique. Cette notion a été comprise, appliquée et étendue au domaine de la technologie lithique préhistorique dans le cadre d'une évolution technique des outils tranchants. L'importance de ce concept réside dans le fait qu'il permet de concevoir l'existence d'un milieu technique qui constitue les objets eux-mêmes, au niveau structurel, qui permet une lecture plus fine et plus réelle des artefacts (Boëda 1997: 5; 2013: 30). De cette manière, en même temps, différents groupes humains peuvent avoir développé un milieu singulier, basé sur leur situation géographique et culturelle, produisant des lignées techniques différentes, donc des objets techniques différents. Le milieu associé est la notion fondamentale qui nous permet d'aborder l'altérité à travers les phénomènes techniques.

Bien que l'objet de la préhistoire n'ait pas de milieu associé selon Simondon (2012: 71-87) car il se trouve dans le niveau des "éléments techniques", il peut être approché à partir de sa localisation au sein d'une lignée technique, c'est-à-dire comme s'il s'agissait d'un individu technique. Ainsi, la notion de milieu associé est ici entendue comme un environnement technogéographique qui définit l'objet au moment de sa genèse technique. C'est pourquoi "technique" est ajouté à "objet".

Dans la préhistoire, nous n'avons pas l'individu vivant couplé à l'individu technique. C'est pourquoi il peut être surprenant que l'approche ontogénétique de Simondon soit appliquée à l'archéologie préhistorique, un domaine où l'on ne travaille pas avec des objets industriels. À cet égard, il faut rappeler que Simondon postulait que l'évolution technique se produisait à trois niveaux consécutifs: éléments, individus et ensembles techniques (Simondon 2012: 61). Simondon considérait également ces niveaux de réalité technique comme des âges tendanciels du progrès technique. Cependant, cela ne doit pas nous empêcher d'aborder l'évolution technique des artefacts archéologiques à partir des mêmes niveaux de réalité technique. Les éléments techniques pour Simondon étaient les outils, les individus étaient les machines et les ensembles techniques étaient les usines industrielles, pour se référer uniquement aux exemples prototypiques donnés par Simondon lui-même. Pour lui, l'évolution technique va des éléments aux ensembles. Dans la préhistoire, autre échelle de temps de la réalité technique, les artefacts peuvent être considérés comme des éléments techniques. L'outil peut être considéré comme ce qui reste de l'individu technique, puisque nous n'avons pas l'artisan ou l'utilisateur, qui était le principal milieu associé de l'objet (sans l'être humain, l'objet n'a pas pu fonctionner). Enfin, l'activité technique ou l'événement de production peut être considéré comme un ensemble technique où divers individus et éléments interagissent afin de donner naissance à de nouveaux individus (Figure 5).

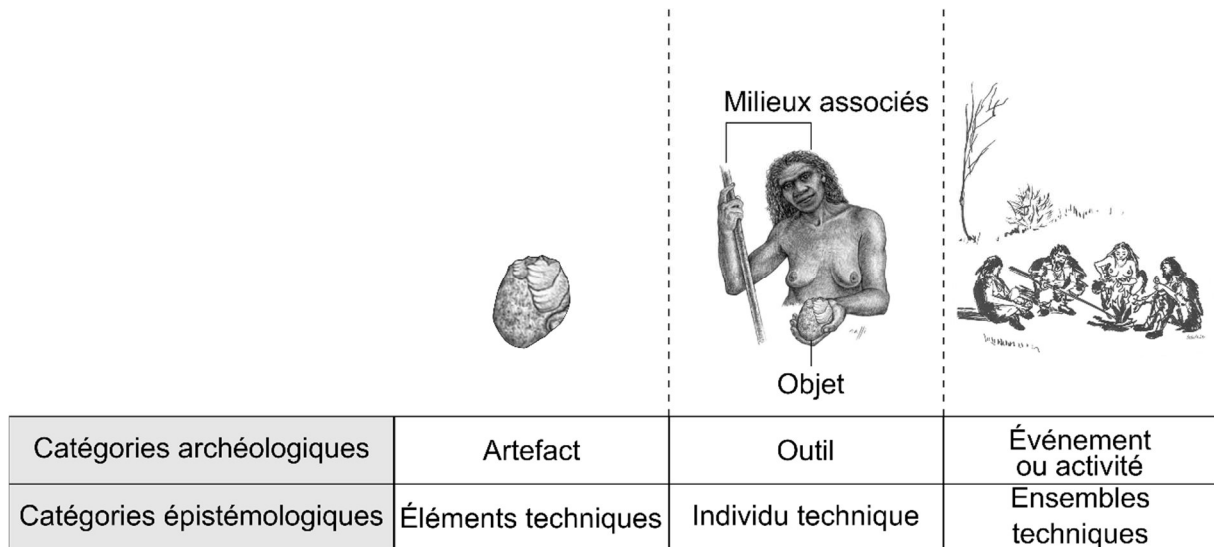


Figure 5. Corrélation conceptuelle entre les catégories archéologique et épistémologique mobilisées dans le présent travail. Les dessins ont été réalisés par Maxence Raffi, et Aurore de Dinechin.

En d'autres termes, l'application des propositions simondoniennes deviennent possible à partir du moment où nous abandonnons l'approche hylémorphique au profit d'une approche structurelle (centrée sur la notion de construction volumétrique). Nous voyons l'objet tel un système fait d'éléments, de relation entre ces éléments, de règles de fonctionnement. Une entrée qui est l'objectif une sortie le résultat, un effet *feedback* éventuel ne fonctionne pas bien, une erreur, *etc.*

Ainsi, comprendre l'être humain comme milieu associé de l'objet, c'est-à-dire comme faisant partie du fonctionnement opératoire de l'objet, c'est donner à l'objet le même statut épistémologique que celui de l'être humain. Il existe bien sûr d'autres milieux associés possibles, comme le lieu d'activité ou un autre objet qui entre en contact avec l'objet lithique pour fonctionner, *etc.* Ensuite, c'est à travers l'élucidation de la notion de milieu associé que l'évolution technique telle que conçue par Simondon a pu s'appliquer à la préhistoire.

Compte tenu de tout ce qui précède, il n'est donc pas surprenant que Simondon analyse un outil (et non pas un individu, c'est-à-dire une machine) comme s'il s'agissait d'un individu:

“Tout se passe comme si l'outil dans sa totalité était fait d'une pluralité de zones fonctionnellement différentes, soudées les unes aux autres. L'outil n'est pas fait seulement de forme et de matière ; il est fait d'éléments techniques élaborés selon un certain schème de fonctionnement et assemblés en structure stable par l'opération de fabrication. L'outil recueille en lui le résultat du fonctionnement d'un ensemble technique. Pour faire une bonne herminette, il faut l'ensemble technique de la fonderie, de la forge, de la trempe” (Simondon 2012: 89).

Dans cette description de l'herminette, Simondon nous donne des clés précieuses pour analyser chaque objet -qu'il soit industriel, artisanal, archéologique, *etc.* - à partir des éléments qui composent sa structure, en relation avec les autres individus et éléments qui l'ont permis avoir cette structure. Ces éléments structurels, que Simondon appelle aussi des “zones fonctionnellement différentes”, de notre point de vue, peuvent être abordés à partir de la notion d'unités technico-fonctionnelles, définies comme l'ensemble des éléments et des contraintes techniques qui coexistent dans une synergie d'effets, c'est-à-dire dans une organisation systémique (Boëda 1997: 27-28). Ainsi, tout outil, quelle que soit l'époque, peut être analysé structurellement à partir des éléments techniques qui le composent.

3.4. La mémoire technique comme lien épistémologique entre les structures et les opérations techniques

En résumé, l'objet de la préhistoire a trois temporalités dans sa structure: la temporalité de sa structure, la temporalité de sa lignée technique et la temporalité de sa trajectoire technique (Pérez & Boëda 2019). Ces temporalités doivent être étudiées au niveau de la vie d'un individu ou d'un groupe, voire de plusieurs groupes en raison du processus de transmission. Chacune de ces temporalités intègre une mémoire technique, qui est essentiellement une mémoire épiphylogénétique (Stiegler 2018: 191). Ce concept a été introduit par le philosophe Bernard Stiegler depuis le début des années 1990. Chez Stiegler, “la technique est avant tout une mémoire, une troisième mémoire, ni génétique ni simplement épigénétique. Je l’ai appelée épiphylogénétique, parce qu’étant le fruit d’une expérience, elle est d’origine épigénétique, et parce que cette expérience individuelle étant sommée, cette mémoire technique rendant possible une transmission et un héritage, un phylum qui ouvre la possibilité d’une culture, elle est également phylogénétique” (Stiegler 1998: 191-192). Les italiques figurent dans le texte). Simondon appelait cette mémoire technique “mémoire non-vivante” (Simondon 2012: 172).

En ce sens, les questions de quoi, quand, comment et pourquoi, ensemble, permettent d'appréhender une partie de cette mémoire épiphylogénétique que porte l'artefact, qui n'est complète que lorsqu'on aborde les dimensions techniques et historiques. En d'autres termes, l'artefact relève d'un volume minéral qui mémorise un message technique. Ainsi, à partir de l'objet artificiel tel que nous le voyons à travers son apparence extérieure, nous déduisons l'objet technique et sa technicité (Boëda 1997: 14). La technicité, nous l'avons dit auparavant, renvoie à ce que nous appelons ici les relations techniques. Ni les structures ni les opérations ne constituent, isolément, une mémoire technique préhistorique. Cette mémoire technique est un ensemble de schémas opératoires (schèmes), qui peuvent être exprimés à travers des schémas fonctionnels et de production (schémas) (Boëda 1997: 32; 2013: 43). Dans la préhistoire, la distance temporelle et spatiale entre les schémas génétiques et historiques et les schémas productifs et fonctionnels appréhendés par le préhistorien présente différents degrés qui peuvent être compris comme une mémoire oubliée, partielle et vivante. C'est pourquoi on reconnaît plus facilement une pointe de projectile qu'un artefact à deux ou trois enlèvements. En ce sens, les récurrences techniques constituent un instrument de lecture des opérations effectuées à travers des structures présentées à l'analyste.

4. Un cadre théorique: la double approche

“Il existe donc une convergence de contraintes économiques (diminution de la quantité de matière première, de travail, et de la consommation d’énergie pendant l’utilisation) et d’exigences proprement techniques: l’objet ne doit pas être autodestructif, il doit se maintenir en fonctionnement stable le plus longtemps possible. De ces deux types de causes, économiques et proprement techniques, il semble que ce soient les secondes qui prédominent dans l’évolution technique” G. Simondon (2012: 30).

Il y a donc deux “existences” fondamentales chez l'objet technique, une existence interne et externe, interne ou “technogénétique” et externe ou “psychosociale”. La dimension interne se traduit par des lignées techniques ; l'externe, dans les trajectoires techniques (trajectoires technologiques *sensu* Gras 2003: 121-142; 2010). Bien que le terme trajectoire vienne de la sociologie des techniques de Gras, nous utilisons le terme “trajectoire technique” pour désigner ce que Deforge (1985: 182-190) appelait les “avatars de lignées techniques”, c'est-à-dire les chemins empruntés par l'évolution interne des objets en raison de sa relation avec la dimension anthropologique (Boldrini 2012). Cette double approche théorique (Figure 6), basée sur l'épistémologie des relations expliquée ci-dessus, constitue le matériel nécessaire

pour analyser tout objet dans n'importe quelle période historique, à court et à long terme. Elle permet de comprendre l'évolution technique comme le résultat d'une "renégociation" constante entre les principes techniques et socioéconomiques, et d'étudier le rythme entre les deux dimensions (Manclossi *et al.* 2019). Une double approche atténue les clivages rigides entre ces deux dimensions: technogénétique (macroévolution) et psychosociale (microévolution) (Boëda 1997: 36-37). Compte tenu de ces deux perspectives complémentaires, notre boîte à outils conceptuels s'enrichit énormément, puisque nous pouvons faire référence à des objets techniques, des objets historiques et des objets sur historiques. Des concepts que nous développerons ci-dessous.

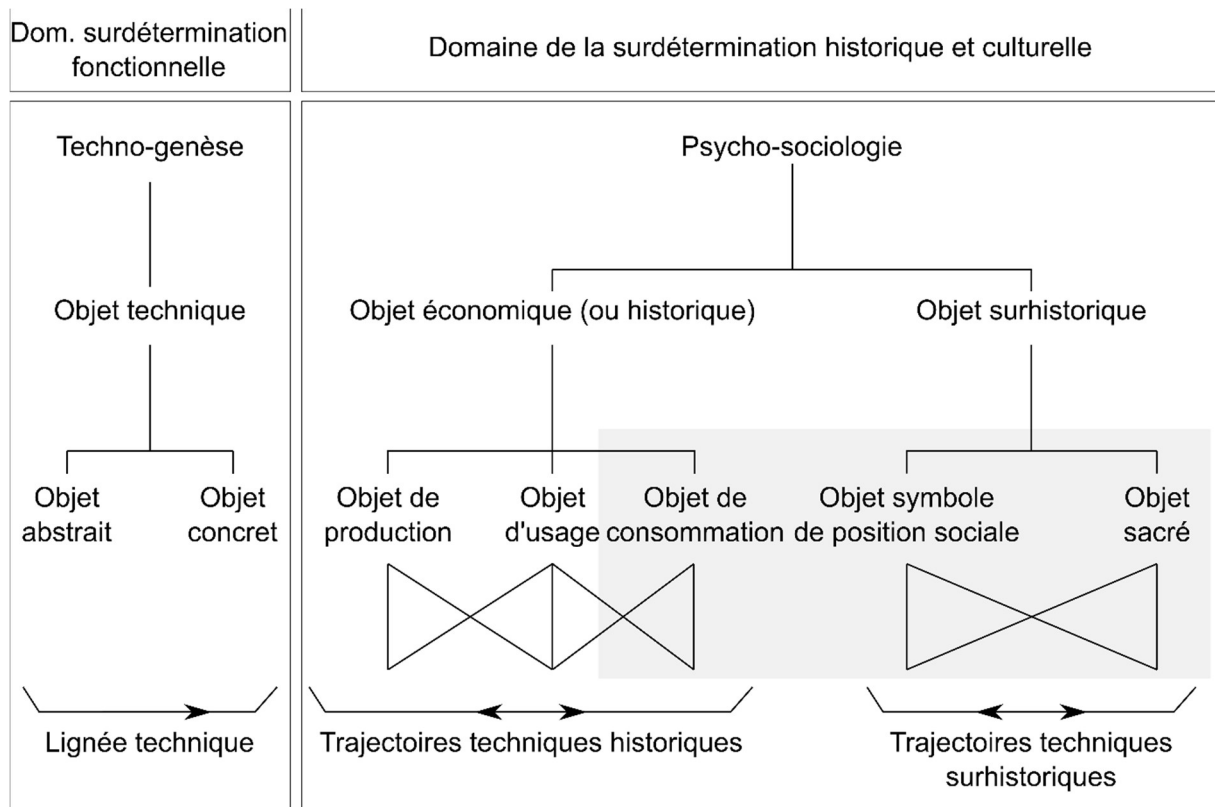


Figure 6. Deux perspectives complémentaires sur les objets de la préhistoire. La zone grise représente le chevauchement possible entre les dimensions économique et symbolique.

On pourrait dire que les approches technogénétique et psychosociale sont "deux modes d'analyse, et que l'homme doit apprendre à traiter les problèmes selon ces deux processus, modes extrêmes qui permettent de saisir les limites des domaines complexes de la réalité" (Simondon 2014: 329). Voici le grand défi de la préhistoire. Répondre à la question "quel genre d'histoire est la préhistoire des outils ?", c'est précisément toujours garder à l'esprit que ces deux modes d'analyse ne sont pas contradictoires, mais reflètent les limites d'une réalité technique extrêmement complexe. Il ne faut pas oublier que d'après Simondon "l'objet est la résultante de plusieurs contraintes: celle de l'idée de l'objet, celle de sa matérialisation et celles du monde socio-économique dans lesquelles il doit s'intégrer" (Chabot 2003: 234). Avoir construit un discours scientifique unilatéral, en ne prenant en compte qu'une seule de ces contraintes, c'est le grand poids que la préhistoire porte encore depuis sa fondation, et dont elle doit s'éloigner pour ne pas tomber dans des épistémologies bi-substantialistes.

4.1. L'approche technogénétique

L'approche technogénétique repose sur une notion clé: “le processus de concrétisation” (Boëda 1997: 75; Simondon 2012: 122). Dans une grande partie des travaux consacrés à l'application de cette approche, le terme “techno-logique” a été utilisé pour y faire référence, suite à la proposition de Boëda (2013), sur l'existence d'une logique interne à l'évolution technique d'objets lithiques. Dans ce travail, “techno-logique” et “technogénétique” sont considérées comme synonymes, en raison d'un aspect facile à comprendre: “on ne fait pas l'outil avec n'importe quoi” (Simondon 2014: 430). Sous-jacent à et en raison de la dynamique culturelle de la production d'objets, il existe alors un ordre logique dans leur succession, ce qui ne veut pas dire unilinéaire. La concrétisation rappelle que l'objet technique est et ne peut être compris que comme une combinaison d'éléments séparés fonctionnant ensemble. Cette combinaison d'éléments définit ce que nous appelions précédemment la structure technique. Indépendamment du contexte socioéconomique de production, il est possible de mettre en évidence un ordre logique de succession de ces structures. Cette succession structurelle est “logique”, car on remarque une intégration progressive des éléments techniques internes à chaque structure dans le but d'un meilleur fonctionnement opératoire. Au sein d'une approche technogénétique, les termes “meilleur”, “progrès”, “perfectionnement” ou “primitif” sont utilisés strictement pour qualifier le fonctionnement opératoire des structures, de sorte que leur utilisation est loin des connotations socioéconomiques qui leur sont généralement attribuées par rapport à leur usage. Il faut prendre en compte que, en termes stricts, l'usage est un fait sociologique » (Simondon 2014: 377) et non pas technologique, et que “les besoins humains se diversifient à l'infini, mais les directions de convergence des espèces techniques sont en nombre fini » (Simondon 2012: 26). Lorsqu'il est possible d'identifier un seul fonctionnement opératoire partagé par une succession de structures à des morphologies différentes (ou similaires), on applique le concept de lignée technique (Deforge 1985: 170; Simondon 2012: 23). Au début de la lignée, l'objet technique relaye une structure abstraite (également appelé structure additionnelle) ce qui signifie que chaque élément de l'objet est indépendant et déterminant dans le fonctionnement opératoire. Nous utilisons le sens étymologique du terme abstrait (*abstratum*), qui signifie “hors de”, “séparé de”. À partir de ce stade d'abstraction technique, c'est-à-dire de non intégration des éléments internes, va se développer un processus de concrétisation qui consiste en plusieurs recombinaisons au cours de l'évolution de l'outil ou du nucléus. À un certain moment, une meilleure adaptation de la structure à son milieu associé créera un nouvel élément qui portera en lui l'efficacité opératoire des deux précédents. Cette recombinaison dudit élément entraînera logiquement et systématiquement l'élimination d'un élément précédent au sein de la structure même de l'objet. L'accumulation de recombinaisons aboutira à un objet dit concret (également appelé structure concrète), dont les éléments sont complètement intégrés (synergie totale), c'est-à-dire que chaque élément est interdépendant et n'existe pas en dehors de l'objet technique. Au sens étymologique du terme, concret (*concretum*) signifie “quelque chose qui se tient et en quoi, organiquement, aucune des parties ne peut être complètement séparée des autres sans perdre son sens” (Simondon 2014: 432).

En résumé, une structure abstraite est une structure constituée d'éléments juxtaposés. Elle représente une solution fonctionnelle composite. Quant à elle, une structure concrète est une structure constituée d'éléments intégrés les uns dans les autres dans une synergie de forme, de fonction et de fonctionnement. Dans cette perspective, l'évolution technique est fonction du “degré de synergie structurelle par rapport au passage du temps: l'objet technique progresse par redistribution intérieure des fonctions en unités compatibles, remplaçant le hasard ou l'antagonisme de la répartition primitive ; la spécialisation ne se fait pas fonction par fonction, mais synergie par synergie” (Simondon 2012: 41). C'est-à-dire que l'objet

technique évolue par convergence et par adaptation à soi, en vertu d'une nécessité interne: Il s'unifie intérieurement selon un principe de synergie (*i.e.* cohérence) interne (Simondon 2012: 23).

Simondon offre de nombreux exemples de concrétisation d'objets techniques à l'ère industrielle. Le moteur à combustion interne est peut-être le plus classique (Figure 7A). Le philosophe commence par tracer une chronologie de ces moteurs de 1900 à 1956. D'après lui, le moteur d'automobile de 1956 n'est pas le descendant du moteur de 1910 seulement parce que le moteur de 1910 a été produit par des gens d'une autre époque, ni parce que le moteur de 1956 est dans un état plus perfectionné en ce qui concerne son usage. En termes d'usage, dit Simondon, un moteur 1910 reste effectivement supérieur à un moteur de 1956, mais en termes de fonctionnement opératoire, le moteur 1956 est le descendant du moteur de 1910. En effet, dans le moteur de 1956 (*p.e.*, moteur Sunbeam S7), chaque élément interne -la bougie, la culasse, les ailettes, les cylindres, les carters, *etc.* - est tellement rattaché aux autres au niveau fonctionnel qu'il ne peut pas être autre qu'il n'est. Dans la Figure 7A nous avons mis l'accent sur le cas des ailettes de refroidissement, car il nous permet d'expliquer de manière simple comment un élément technique qui existait isolément dans le moteur Werner de 1903 et 1904, va progressivement gagner plus de terrain à l'intérieur du moteur, jusqu'à ce qu'il prenne de la place sur les carters inférieurs du moteur Sunbeam S7 de 1956. Ce gain de terrain est l'une des manifestations de la concrétisation ou de l'intégration des éléments qui composent le moteur. Une autre manifestation de ce phénomène évolutif est que les ailettes elles-mêmes auront progressivement une double fonction. Dans le moteur Werner à quatre temps, les ailettes ne remplissent que la fonction de refroidissement; tandis que dans le moteur Zurcher à deux temps (*ca.* 1920) les ailettes commencent à s'approcher de la culasse, comme des nervures, empêchant ainsi sa déformation due aux températures élevées, en renforçant sa paroi. Donc, les ailettes-aillettes deviennent des ailettes-nervures (Simondon 2012: 26). Les deux manifestations, l'invasion de l'espace interne par un élément et la plurifonctionnalité sont des critères qui permettent à Simondon de qualifier le moteur Sunbeam S7 de moteur concret, tandis que les moteurs à quatre temps sont considérés comme abstraits. De cette manière, une lignée technique se configure autour de ces moteurs qui, malgré leurs formes différentes, présentent le même principe de fonctionnement: la combustion interne. C'est un cas où le temps historique coïncide avec le temps de concrétisation, puisque nous n'observons pas de régressions techniques. Cette évolution technique d'un objet abstrait à un objet concret a une grande conséquence: Lorsqu'un objet technique est concret, il n'a plus de moyen d'évoluer. Il ne peut pas supporter de nouvelles innovations techniques ou ces dernières n'ont plus d'effet sur lui. Ensuite, pour évoluer, l'objet technique doit être créé à partir d'une nouvelle structure qui commencera une nouvelle lignée.

Ce mécanisme, appelé loi de concrétisation par Simondon, permet de penser l'évolution technique à plusieurs ordres de grandeur: un temps long, au sein d'une lignée spécifique et un temps court, basée sur les changements de lignée. Cette lacune méthodologique est énorme pour le préhistorien, en particulier si on se concentre sur les systèmes techniques et l'évolution technique.

Dans notre discipline, cette notion est très pertinente pour étudier l'évolution des modes de production de débitage ou de façonnage et aussi l'évolution des structures fonctionnelles (outils). Il est important de souligner que dans le premier cas, le système de débitage est considéré comme une structure de production. Tout mode de production, du simple débitage d'éclats à la production Levallois ou laminaire, est régi par des critères techniques. Le nombre de ces critères et leur combinaison peuvent être utilisés pour définir une structure de production. L'un de nous a proposé une classification des différents systèmes de débitage en utilisant le nombre et la combinaison de critères techniques utilisés dans chaque système.

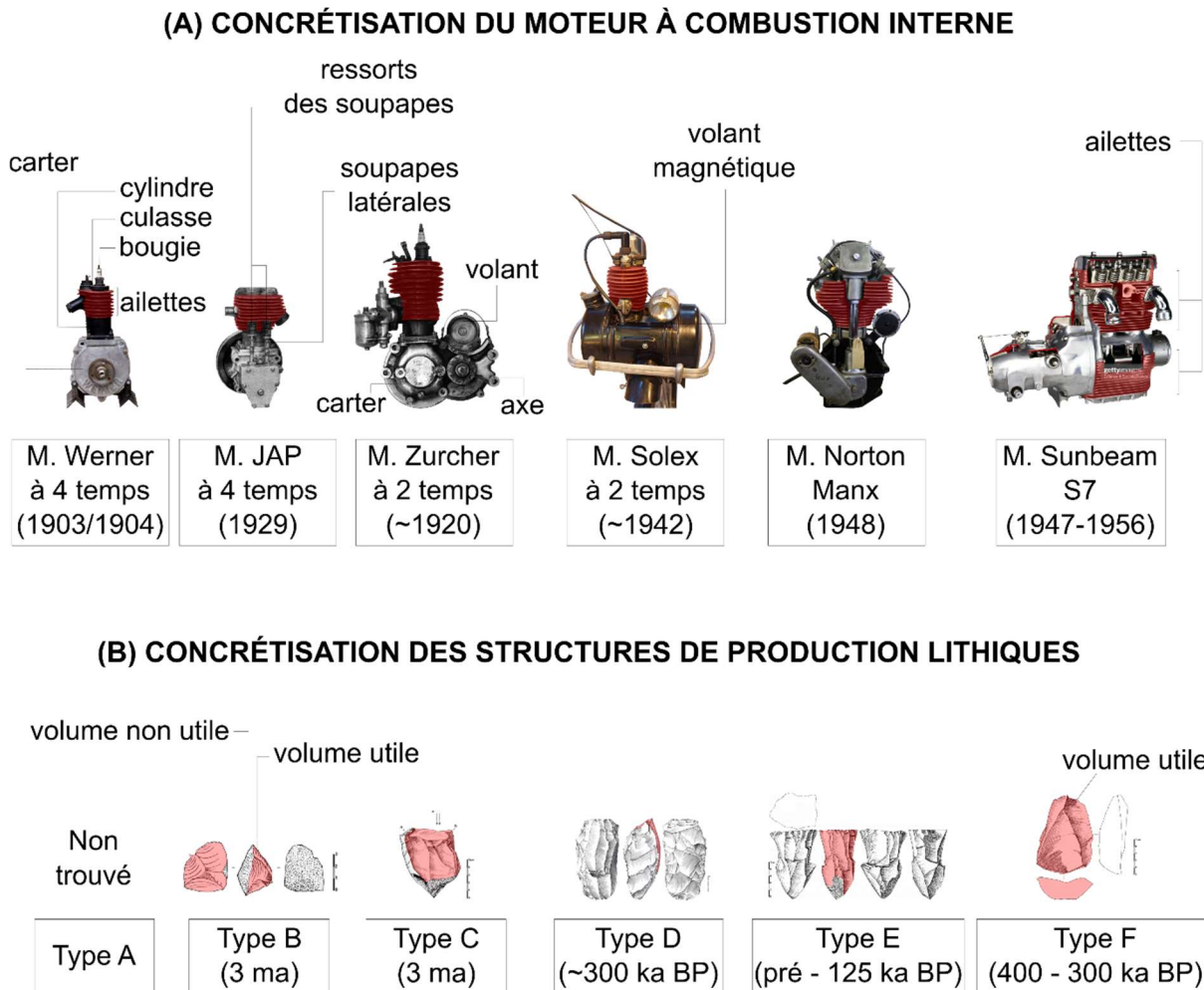


Figure 7. Exemple de concrétisation des objets techniques. (A) Concrétisation du moteur à combustion interne (élaboré à partir de Simondon 2012: 20-26). La zone colorée en rouge dans chaque moteur correspond aux ailettes qui, au fil du temps, commencent à gagner plus de place dans la structure du moteur. Autrement dit, les ailettes commencent à s'intégrer plus efficacement avec les autres éléments. (B) Concrétisation des structures de production lithiques (élaboré à partir de Boëda 2013: 60-72), en utilisant des nucléus archéologiques provenant de différents sites archéologiques. La zone colorée en rouge dans chaque nucléus correspond aux volumes utiles (*sensu* Boëda 2013: 89) qui, au fil du temps, commencent aussi à gagner plus de place dans la structure du nucléus.

Six stades techniques principales (A-F) sont définies, dans lesquelles différents types de nucléus et enlèvements peuvent être trouvés (Boëda 2013: 100) (Figure 7B). Dans le cas des nucléus, la concrétisation réside dans l'intégration progressive de deux éléments techniques internes à chaque nucléus: un volume utile et un volume non utile. Le premier fait référence au nucléus *sensu stricto*, tandis que le second fait référence à la partie du bloc non investie car non nécessaire pour la production des enlèvements (Boëda 2013: 89-90). Chaque concept de débitage définit une organisation structurale particulière entre ces deux volumes. Sans cette organisation, la production de supports n'est pas possible, à moins d'un non-respect des critères techniques qui composent le concept. Dans la Figure 7B, nous avons mis l'accent sur le volume utile. Ceci nous permet d'observer que dans un temps long de 3 millions d'années, le volume utile commence à gagner du terrain à l'intérieur de l'objet. Dans les premières structures de production, le volume utile est isolé des autres parties du bloc, tandis que dans les dernières, comme dans le cas de la structure de type F ou Levallois, le volume utile correspond à la totalité du bloc. Il faut souligner que le volume non utile n'est pas synonyme de zone avec présence de cortex. Dans certaines structures de production, comme celle

illustrée par le type D sur la Figure 7B, presque tout le bloc est inversé, mais seule une partie produite réellement les supports recherchés. C'est donc surtout le degré de synergie entre volume utile et non utile qui permet à Boëda (2013: 90) de se référer aux structures de production abstraites (types A, B, C, D et subdivisions) et aux structures de production concrètes (types E et F, et subdivisions), et définir ainsi une lignée technique autour de structures de production de formes différentes, mais qui suivent le même principe de fonctionnement: le fractionnement des roches dures par débitage. Au sein de cette concrétisation plus générale, il y a bien sûr des cas particuliers, comme les lignées de production laminaire (C2, D2, F2, E2), les lignées de production Levallois (éclat, pointe, lame), entre autres.

Tous les stades techniques font alors partie d'au moins deux lignées de débitage: la production d'éclats et la production de lames. Le processus de concrétisation fonctionne sur la base de la combinaison de critères. Les structures abstraites (additionnelles) (A-D) impliquent certaines configurations dans la préparation du nucléus, ce qui signifie que la combinaison de critères techniques doit être recomposée pour chaque éclat ou après le détachement de certains. Seuls quelques paramètres sont contrôlés avant le débitage (longueur ou largeur par exemple). Les structures concrètes (intégrées) (E et F) impliquent une préparation de tous les critères techniques avant la production des éclats. Cela signifie que tous les composants de l'éclat sont contrôlés avant le détachement. Cela se voit notamment dans la production Levallois et la production de lames du Paléolithique supérieur. Il est évident dans l'état actuel de nos recherches que le nombre de lignées de production est fini, et qu'à partir de ce fond techno-génétique, l'être humain va produire des accélérations, des régressions, des emprunts et d'autres phénomènes de nature psychosociale.

4.2. L'approche psychosociale

Dans l'un de ses textes postérieurs à "Du Mode d'existence des objets techniques" (MEOT), Simondon reconnaît que l'approche technogénétique ne suffit pas pour appréhender l'évolution des objets techniques: "la notion d'objet technique doit être élargie" (Simondon 2014: 373). En fait, il s'agit de la réponse que Simondon donne à Jean-Louis Maunoury, jeune économiste, qui rédige en 1962 sa thèse sur le contenu évolutif des innovations techniques et se demande quelle est l'influence des facteurs économiques dans le processus de concrétisation. Cette réponse conservée dans les archives de Simondon a été publiée en 2014 (Simondon 2014: 373-377), sous le titre "Objet économique et objet technique". Mais c'est une proposition qui correspond à la conséquence logique de ce que Simondon avait déjà souligné dans MEOT: "En fait, pour être justement connue, selon son essence, et droitement intégrée à la culture, la technicité doit être connue dans sa relation aux autres modes d'être au monde de l'homme" (Simondon 2012: 208). Cette intégration entre technique et culture est largement développée dans le texte "Psychosociologie de la technicité (1960-1961)", où Simondon discute les autres vies ou réalités des objets techniques. Quand on rentre dans ces réalités essentiellement non techniques, il est nécessaire de mobiliser de nouveaux concepts. L'un d'eux et sur lequel repose l'approche psychosociale telle que nous l'entendons dans la Préhistoire est le cycle de transformation ou cycle évolutif (Boëda 1997: 124; 2013: 230). Le cycle évolutif constitue un concept transversal aux lignées techniques, car il permet d'introduire la main humaine dans sa segmentation et son articulation. Dans ce processus, l'organisation humaine opère les changements, l'être humain est alors le moteur qui choisit le rythme, la fréquence, l'interruption ou la résurgence d'une lignée technique.

Quand on considère l'entrée de la main humaine comme utilisateur de l'objet technique dans une certaine activité technique, il y a une dimension historique et une dimension surhistorique dans l'objet. D'après Simondon, la dimension historique de l'objet technique

correspond à cet espace culturel et économique dans lequel l'objet est libéré une fois produit. Elle correspond donc à une dimension extérieure à la dimension purement fonctionnelle de l'objet, et correspond plutôt à l'usage et à l'échange de l'objet (Simondon 2014: 54-55). De son côté, la dimension surhistorique de l'objet technique correspond à cet espace culturel et symbolique, où l'objet est chargé ou surchargé de caractéristiques non fonctionnelles ou économiques (c'est-à-dire des aspects inessentiels à l'objet), mais plutôt typiques de l'époque, de la mode ou du goût personnel. Simondon offre un exemple très clair: "Si une automobile était conçue comme un objet technique pur, sans surhistoricité, elle serait faite en tôle d'acier inoxydable, comme les wagons des trains rapides" (Simondon 2014: 58). Ceci implique de considérer non seulement les aspects économiques qui guident la production de certains objets, mais aussi le symbolisme et les aspects sacrés ou profonds de technicité (Simondon 2014: 61). Ainsi, on pourrait parler d'objets économiques, d'objets symboliques et d'objets sacrés, qui sont tous des objets historiques (Figure 6). Mais cette classification triviale doit être nuancée, à la lumière d'une perspective psychosociale de la technicité.

D'un point de vue psychosocial, l'objet historique a deux dimensions, historicité et surhistoricité: L'historicité de l'objet en tant qu'ustensile est renforcée et surdéterminée par une historicité culturelle (Simondon 2014: 53). Dans la dimension de l'historicité, l'objet technique devient un objet d'échange au sens large du terme, plus précisément un objet économique, qui peut être un objet d'usage, un objet de production ou un objet de consommation. De son côté, dans la dimension de surhistoricité, l'objet économique est surchargé d'un ensemble de valeurs extra-économiques, en dehors de son histoire d'échange, l'objet devient donc un signe (Figure 6).

Évidemment, ces deux dimensions sont complémentaires, en ce sens qu'aucune n'est sans rapport avec l'autre. En fait, il est problématique dans une certaine mesure d'identifier le degré de surhistoricité qu'un objet de consommation peut avoir pour se définir comme tel. Il existe des compromis évidents entre ces dimensions ; l'objet technique passe par différents degrés de surhistoricité, ce qui dans certains cas est extrêmement difficile à reconnaître, car aucun objet n'est purement un objet d'usage, il est toujours partiellement surdéterminé en tant que symbole psychosocial (Simondon 2014: 29). À l'époque préhistorique, l'outil peut aussi avoir développé ces zones concentriques que les degrés du fait de Leroi-Gourhan (1943: 325) ont tenté de comprendre à travers l'idée d'accumulation de spécificités. Cette reconnaissance doit passer par une analyse topologique de l'objet technique, dans son évolution au sein de l'espace psychosocial. Cette topologie psychosociale permet d'identifier des zones concentriques qui dépassent son échelle individuelle et l'entourent. Cependant, l'approche de Leroi-Gourhan correspond à une vision hylémorphique du phénomène technique, qui oblige à concevoir la tendance comme un déterminisme fonctionnel, sans prendre en compte la structure interne des objets et le processus génétique qui les a fait naître.

La différence fondamentale entre cette approche et la technogénétique réside dans le fait que d'un point de vue technogénétique, l'outil produit ne s'éloigne pas vraiment du cycle de fabrication, mais est toujours en contact permanent avec lui, revient toujours à lui (actes de réparation, recyclage, *etc.*). Ces zones concentriques autour d'un objet historique peuvent être appliquées à la compréhension d'un objet de la préhistoire de la manière suivante (Figure 8):

1. La zone fonctionnelle, qui est la zone la plus pure en termes fonctionnels. Cette zone est composée d'aspects essentiels à l'objet. Il décrit le moment précédant l'introduction de l'outil dans l'espace psychosocial. Évidemment, cela ne signifie pas que l'espace psychosocial commence par l'acte d'utilisation, puisqu'il s'inscrit dans l'objet dès sa production. En tout cas, il s'agit d'un deuxième espace psychosocial où l'objet acquiert une dimension historique et surhistorique.

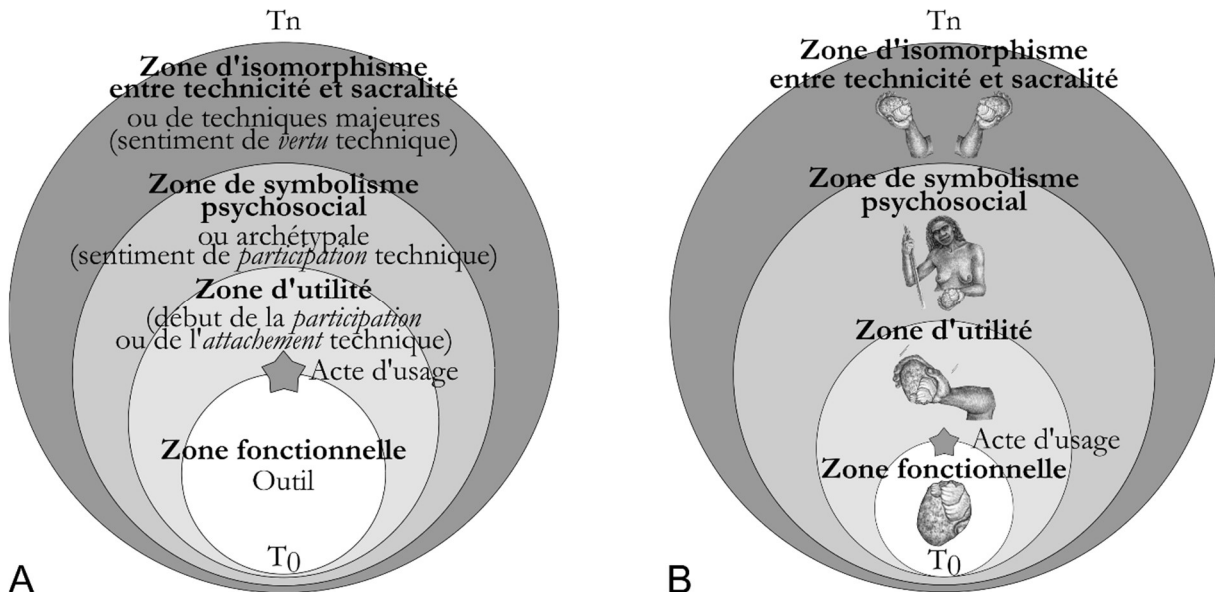


Figure 8. Topologie psychosociale de l'objet technique. (A) Zones concentriques d'un outil théorique à partir de Simondon (2014: 52-64). (B) Une illustration graphique d'un cas archéologique théorique. T_0 , temps initial de trajectoire; T_n , temps final de trajectoire. Les niveaux de gris correspondent au degré de pureté (au sens de technicité) de l'objet: plus la zone est grise, plus l'objet technique est contaminé (culturellement). Les dessins ont été réalisés par Maxence Raffi.

2. La zone d'utilité, produite immédiatement après l'acte d'utilisation. C'est la zone d'interaction entre l'outil, l'opérateur et la matière à transformer. C'est aussi le début d'un attachement (réparation, entretien constant de l'outil) ou d'une éventuelle participation (personnalisation de l'outil, sa dénaturation totale ou partielle, abandon, *etc.*).

3. La zone du symbolisme psychosocial ou zone archétypale, où se produit une réelle participation. L'outil devient un symbole, dans le sens où il représente la position de son utilisateur et n'a aucun sens en dehors de lui. Cela implique des actions sans fin pour personnaliser l'outil (marques ou signatures d'identité).

4. La zone d'isomorphisme entre technique et sacralité, ou le domaine des grands travaux. C'est la zone la plus contaminée pour les aspects culturels. L'outil devient le symbole d'une vertu technique (perfection artisanale). Cela comprend: la démonstration de compétences techniques, des pièces taillées sans fonctionnalité inhérente (fonctionnalité acquise uniquement plus tard).

Ces quatre zones ne constituent pas toutes les couches qui existent autour de l'outil dans sa trajectoire psychosociale. Cependant, elles aident à décrire les mécanismes qui produisent des sauts (ou plutôt des sursauts) de lignées techniques, sur une courte échelle de temps. Les réponses sur la technicité préhistorique ne se trouvent pas toujours dans les mécanismes d'évolution à grande échelle. Lorsque c'est le cas, il est nécessaire de chercher des réponses dans les aléas d'ordre socio-économique, symbolique et sacré.

5. Une méthodologie

Couplée au développement théorique que nous venons d'esquisser, il existe une méthode déjà bien connue dans le monde: la méthode d'analyse technico-fonctionnelle (Boëda 1991; 1997: 92-110; 2001; 2013: 47-51; Lepot 1993: 25-40; Soriano 2000: 119-136). Il n'est pas dans notre intention de passer en revue tous les détails de cette méthode, mais de développer quelques points qui nous semblent essentiels pour atterrir certaines des notions et concepts précédemment exposés.

5.1. L'analyse technicofonctionnelle: au-delà de la chaîne opératoire

L'analyse technicofonctionnelle repose sur deux notions clés: l'outil et les intentions technicofonctionnelles (Boëda 1991; 1997: 79). Si un outil lithique peut être considéré comme le produit d'une chaîne opératoire, nous considérons qu'il est plus fondamental de comprendre les intentions technicofonctionnelles qui sous-tendent chaque opération technique. En effet, nous travaillons principalement avec des objets dont nous n'avons aucune mémoire technique. Les intentions technicofonctionnelles renvoient aux schèmes opératoires appliqués par l'artisan pour constituer une structure spécifique d'outil. Ainsi, toute approche technogénétique part d'une analyse technicofonctionnelle des outils afin de comprendre leurs structures. Dans le cas des nucléus ou autres pièces, la même logique est suivie, c'est-à-dire qu'une analyse structurelle de ces artefacts est effectuée. Donc, l'analyse technicofonctionnelle est, à proprement parler, une analyse structurelle des outils lithiques incisants. La détermination des structures internes des outils permet logiquement d'arriver à une appréhension, à travers une démarche inductive, des intentions technicofonctionnelles recherchées par l'artisan ou les artisans.

Notre objectif ne se situe pas dans les processus de production eux-mêmes, mais dans la contribution fonctionnelle de chaque processus de production dans la constitution structurelle de l'outil. Nous n'abordons pas les outils pour comprendre les processus de production, mais au contraire, nous abordons les processus de production pour comprendre les outils. C'est donc par essence une technologie fonctionnelle. Cette démarche nous permet de concevoir l'outil comme une entité mixte constitutive de trois composantes: l'objet en tant que tel nommé artefact, le schème d'utilisation (Rabardel 1995: 80) et l'énergie qui le maintient en action. Le composant artefact est, à son tour, subdivisé en quatre unités technico-fonctionnelles (UTF): une unité technico-fonctionnelle préhensive (UTFp), réceptrice d'énergie; une unité technico-fonctionnelle transmettrice de l'énergie; et une unité technico-fonctionnelle transformative (UTFt) qui transforme la matière d'oeuvre (l'action se déroule ici) (UTFtr), à l'intérieur de laquelle se trouve le fil (Boëda 1991; 1997: 16-18; Lepot 1993: 29-33). Pour avoir un fonctionnement opératoire l'outil, en tant qu'une structure fonctionnelle a besoin de ces quatre unités.

Par conséquent, l'analyse technicofonctionnelle ne doit pas être comprise comme une intégration entre les observations technologiques et tracéologiques. Le terme fonctionnel est utilisé dans le sens de l'organisation structurelle de l'artefact en raison de sa fonction (Figure 9). Ainsi, cette analyse se concentre, d'une part, sur la détermination des conséquences technicofonctionnelles de chaque opération technique et, d'autre part, sur la détermination des schèmes opératoires appliqués pour produire ces conséquences technicofonctionnelles.

De notre point de vue, il existe trois opérations techniques dans la production d'outils en pierre, également appelées modes de production: l'affordance, le débitage et le façonnage (Figure 10).

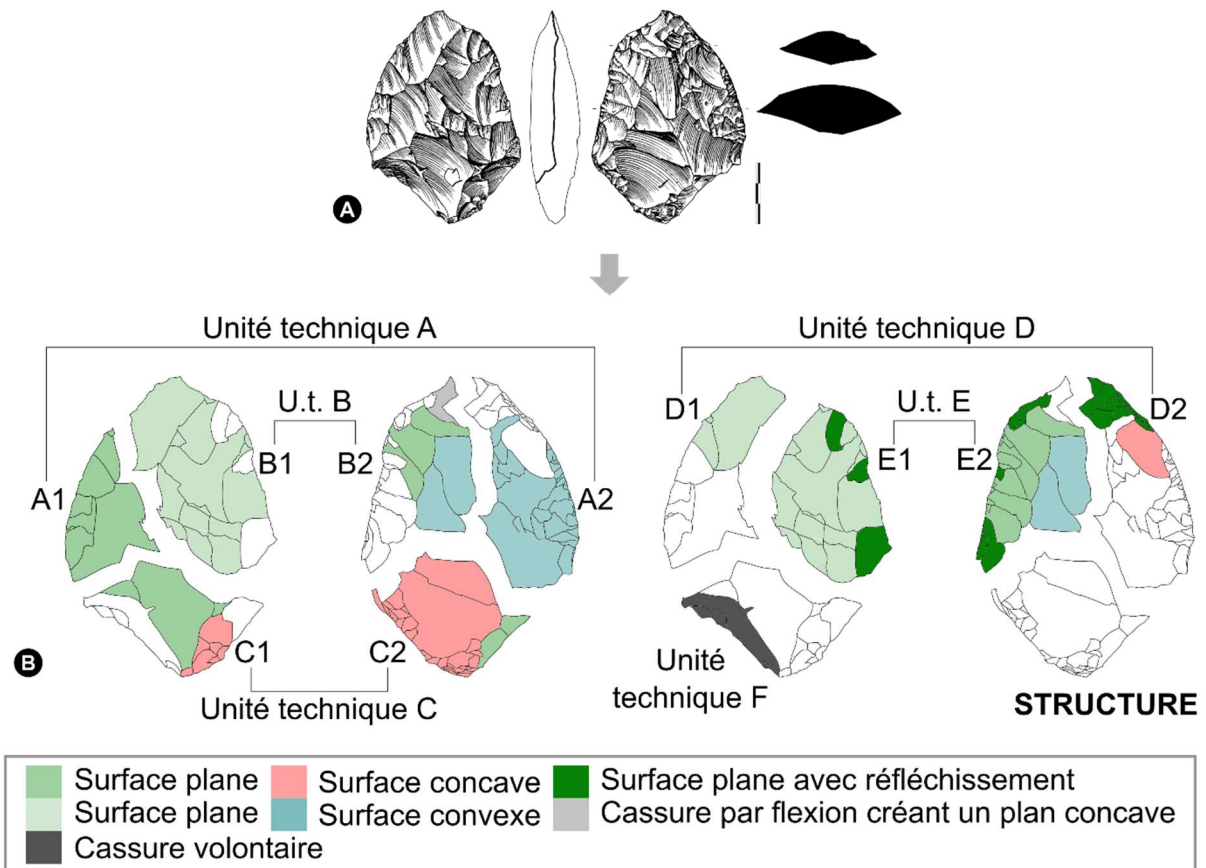


Figure 9. Exemple d'analyse technico-fonctionnelle d'une pièce bifaciale provenant de la couche C'3 base du site de Barbas I, Dordogne (Boëda 2001: 63, figures 8 et 9): (A) dessin de la pièce, (B) détermination des unités technico-fonctionnelles qui définissent la structure tripartite de la pièce bifaciale. Ultérieurement, au niveau interprétatif, cette détermination structurelle permettra de définir le stade évolutive (abstraite ou concrète) auquel appartient la pièce.

L'affordance fait référence à la sélection de critères technico-fonctionnels naturellement présents dans le bloc initial et qui resteront dans le produit fini puisqu'ils participent à la fonctionnalisation de la pièce (Boëda & Ramos 2017).

Le débitage désigne le fractionnement d'un volume de matière à travers une panoplie de méthodes spécifiques, en différentes unités de critères et volumes technico-fonctionnels (Boëda *et al.* 1990; Boëda 2013: 58).

Le façonnage renvoie à la configuration d'une pièce, au sein d'une masse de matière qui est travaillée dès le début pour obtenir les critères technico-fonctionnels qui font défaut au volume initial (Boëda *et al.* 1990; Boëda 2013: 58).

L'utilisation du terme retouche est évitée en raison de son ambiguïté sémantique, car elle peut désigner à la fois des phases techniques et des conséquences techniques. Toute retouche est considérée comme une opération de façonnage.

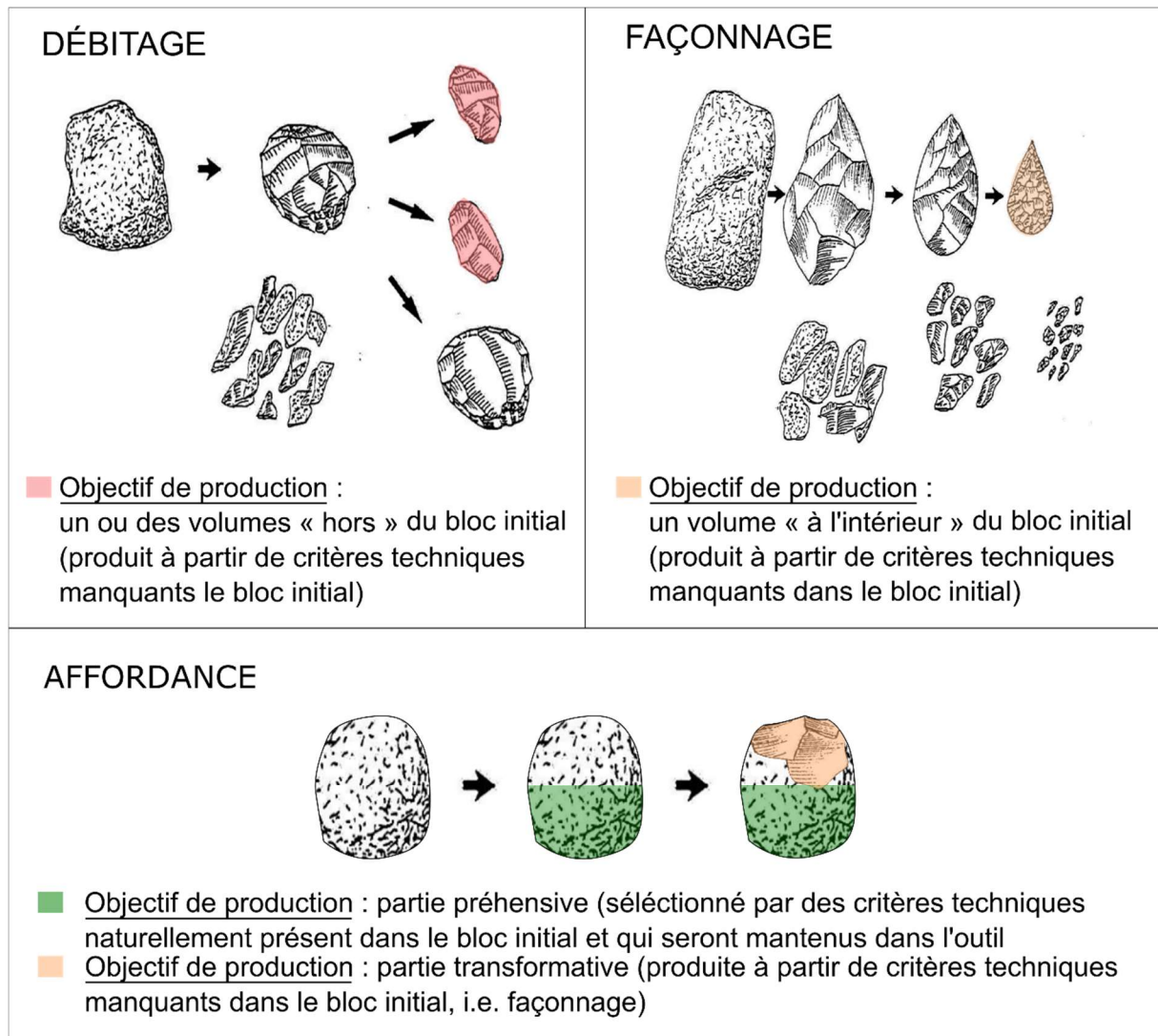


Figure 10. Trois opérations techniques impliquées dans la production d'outils en pierre taillée (élaborée à partir de Boëda 1997, figure 5).

Les conséquences technicofonctionnelles comprennent les effets produits par les opérations techniques mentionnées. Les conséquences sont techniques au niveau de la configuration structurelle (types de surface produites par chaque négatif d'enlèvement: convexe, concave, plane, *etc.*) et fonctionnelle, au niveau de la configuration de la partie transformatrice de l'outil (tranchant, biseau, angle de coupe, surface plane et surface biseautée) (Figure 11).

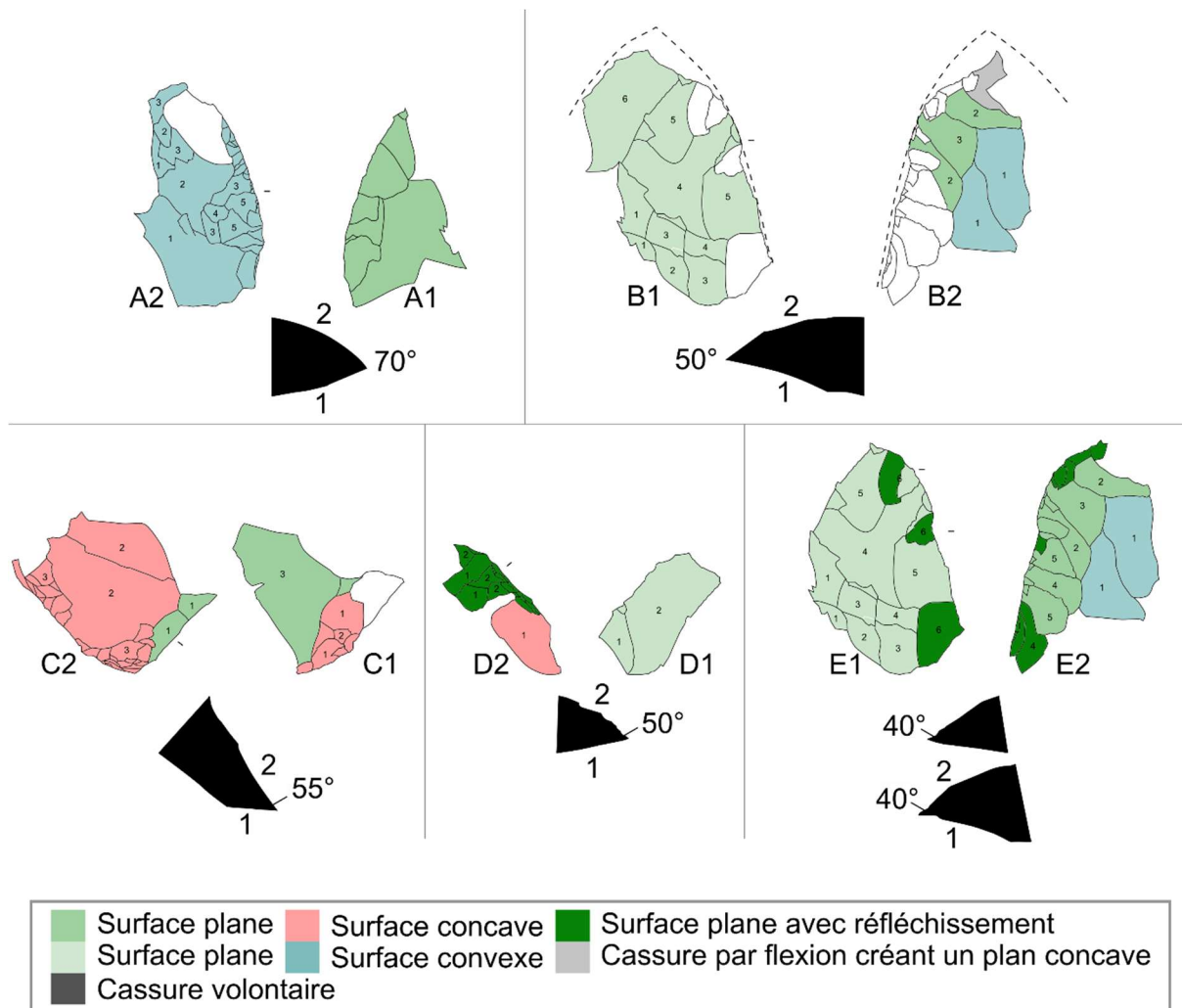


Figure 11. Conséquences techniques et fonctionnelles des opérations de façonnage sur la pièce bifaciale provenant de la couche C'3 base du site de Barbas I, Dordogne (Boëda 2001). Les conséquences techniques sont montrées en norme frontale, tandis que les conséquences fonctionnelles sont montrées en coupe transversale.

La détermination des schèmes opératoires appliqués pour produire les conséquences technico-fonctionnelles sur l'artefact est réalisée au moyen d'une analyse diacritique des négatifs d'enlèvements et d'une observation de l'état d'abrasion des bords. L'étape suivante est l'individualisation des UTF (Figure 12), que nous avons précédemment assimilés à des zones fonctionnelles internes à la structure de l'outil. Ensuite, dans un autre degré d'analyse, la récurrence de ces UTF dans le cadre d'un ou plusieurs assemblages lithiques, permettra de définir des groupes technico-fonctionnels ou techno-types. Un techno-type d'enlèvement est un type de support réalisé à travers un système de débitage spécifique (*p.e.*, techno-type Levallois). Un techno-type d'outil correspond à un type d'outil défini à partir d'un arrangement particulier des UTF (*p.e.*, techno-type d'outil composé par une UTFt opposé à une UTFp, techno-type d'outil composé par une UTFt adjacente à une UTFp, *etc.*).

Or, chaque UTF est porteuse de contraintes qui ont été intégrées pour produire un effet, selon un fonctionnement et un mode d'action spécifiques. Ainsi, la notion d'Unité Technico-Fonctionnelle, synonyme de cohérence technique, permet de démontrer des intentions technico-fonctionnelles en définissant des critères fonctionnels pour chaque partie, également appelés critères d'instrumentalisation. Ces critères, mis en perspective de l'action, restituent l'objet dans son mouvement fonctionnel, donnant lieu à des hypothèses d'instrumentation (trajectoire de mouvement, gestes, mode de préhension, *etc.*).

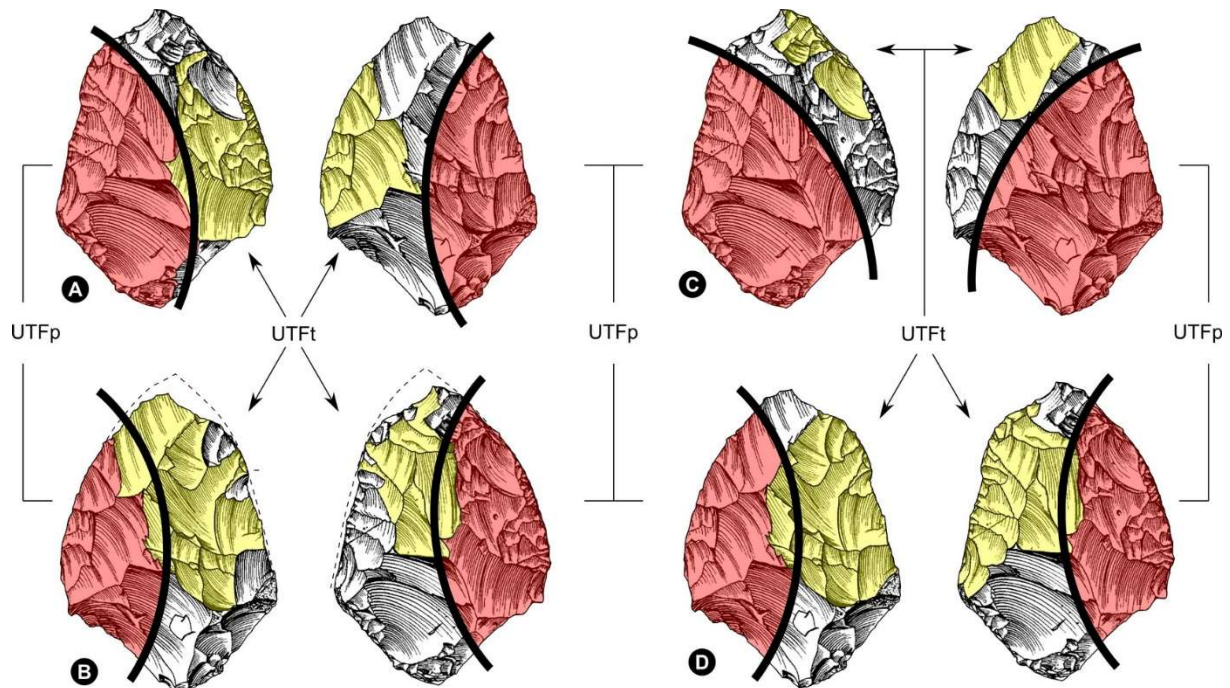


Figure 12. Détermination des unités technico-fonctionnelles dans la structure de la pièce bifaciale provenant de la couche C'3 base du site de Barbas I, Dordogne. En rouge, la zone fonctionnelle à rôle préhensif (UTFp); en jaune, la zone fonctionnelle à rôle transformatif (UTFt). La relation des deux UTF, évaluée au niveau individuel et au niveau de l'ensemble lithique, a permis d'identifier quatre outils (A-D) au sein d'une même pièce bifaciale. Comme il est évident, certaines zones ont une double fonction au sein de la même structure (Modifié de Boëda 2001: 72, figures 16-19).

Quant à la terminologie utilisée pour décrire la géométrie des UTFt, elle provient principalement de la sphère artisanale, et a été introduite principalement par Boëda (1991), Lepot (1993: 25-40), Bourguignon (1997) and Soriano (2000: 119-136). Nous utilisons ici une version récente cette terminologie (Soriano *et al.* 2015), qui décrit les composants suivants de la partie transformative d'un outil (Figure 13):

- Surface biseautée (surface supérieure): la surface sur laquelle glisse le matériau transformé, formée en action de transformation (coupe, grattage, *etc.*).
- Surface plane (surface inférieure): la surface qui fait face à la surface de la zone de travail.
- Surfaces de travail: surfaces biseautées et planes.
- Fil: intersection entre les surfaces de travail.
- Biseau: le corps de l'outil entre la surface biseautée et la surface plane.

Il est à noter que des phases d'instrumentalisation sont également envisagées, comme l'aiguisage ou l'affilage, entre autres. L'aiguisage fait référence à la mise en place de surfaces planes et biseautées, tandis que l'affilage réfère à la mise en place d'un fil tranchant.

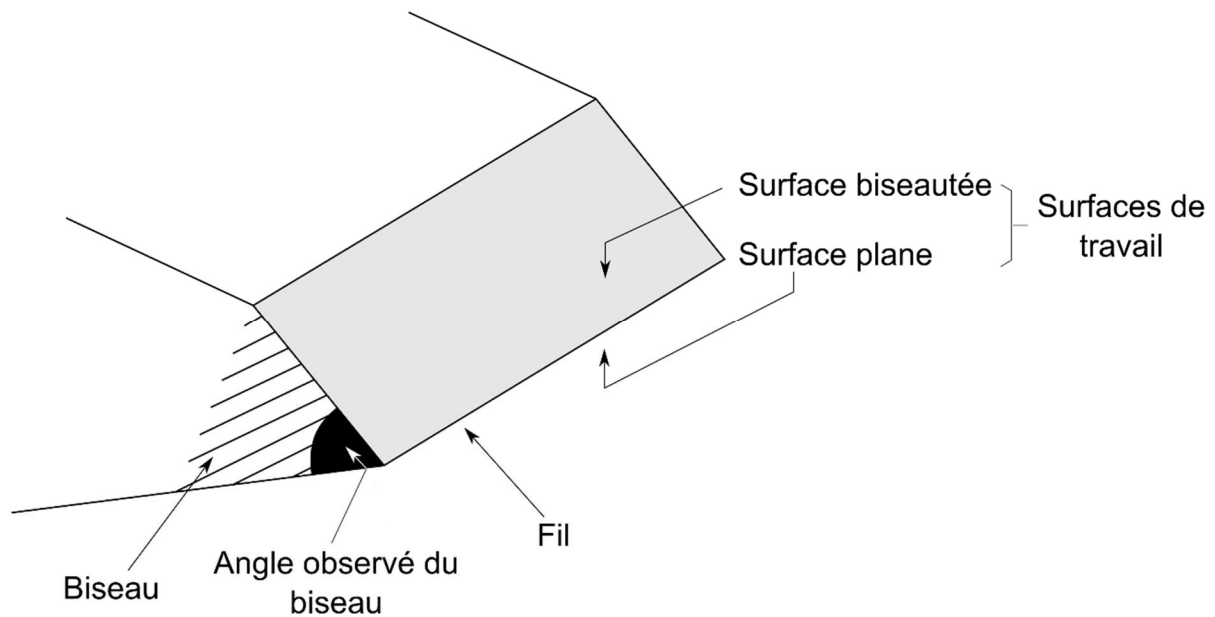


Figure 13. Termes utilisés pour décrire la géométrie de la partie transformative d'un outil (modifié de Soriano *et al.* 2015).

5.2. Les lignées techniques préhistoriques: schèmes de fonctionnement internes sur le temps long

Depuis le début de ce siècle, l'existence de lignées techniques préhistoriques et de trajectoires techniques est devenue évidente. Les travaux de l'équipe AnTET et de ses associés l'ont montré. Ces investigations nous ont permis de reconnaître l'utilité d'une approche simondonienne dans la préhistoire. Il est donc important de clarifier certains aspects sur ce point.

La Figure 14 résume la structure des lignées techniques préhistoriques dans le cadre d'une approche entièrement simondonienne, c'est-à-dire en fonction du temps et du degré de concrétisation des structures techniques. L'objet de la préhistoire passe par un processus de concrétisation interne, au niveau élémentaire, et un processus de concrétisation externe, au niveau des ensembles. Dans le domaine des éléments, l'UTF est le dépositaire de la technicité. Il est important de différencier une lignée de production d'une lignée fonctionnelle. La première se caractérise par la concrétisation des étapes et éléments de production des supports, et donne lieu à une diminution du volume restant par rapport au volume utile. Quant à la lignée fonctionnelle, est une lignée d'outil qui se caractérise par l'intégration de ses différentes UTF, créant ainsi une dépendance entre les gestes d'utilisation, les éléments de l'outil et la transformation des matériaux. A n'importe quel stade de leur développement, une lignée de production peut rencontrer une lignée fonctionnelle pour donner lieu à ce que l'on appelle la genèse technique.

En d'autres termes, ces zones fonctionnellement différentes ou UTF constituent les éléments qui composent l'outil. Ces UTF sont assemblées au niveau d'ensembles (ou de groupes d'individus), dans ce cas, d'autres outils. Ainsi, les éléments portent des critères techniques de la période de fabrication de l'outil, où ils sont regroupés en synergie fonctionnelle.

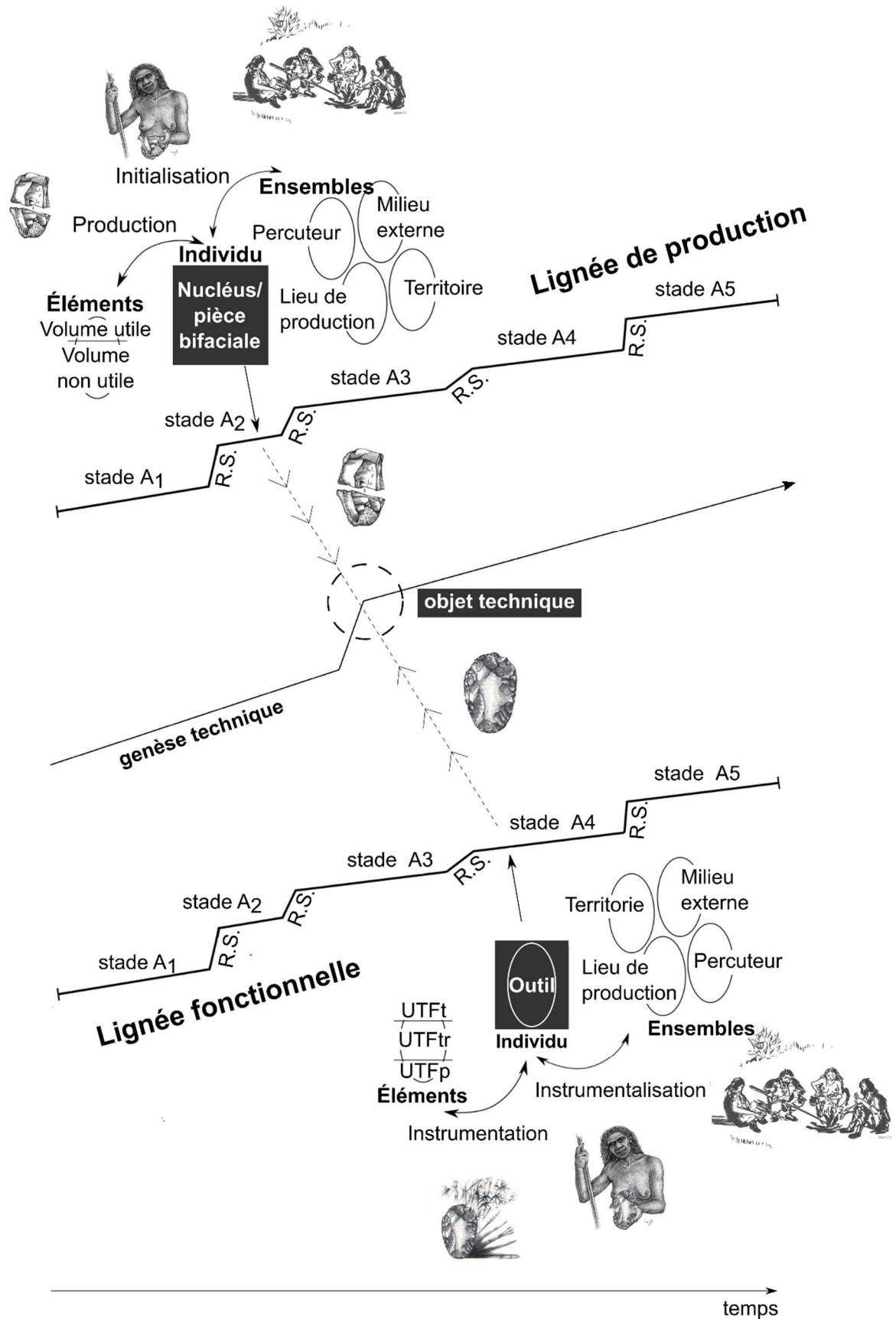


Figure 14. Structure des lignées techniques en préhistoire: les lignées de production et de fonction sont indépendantes à un moment donné de l'analyse, mais doivent ensuite être abordées ensemble pour essayer d'appréhender la genèse technique. Les dessins ont été réalisés par Maxence Raffi, Hubert Forestier et Aurore de Dinechin.

Par conséquent, l'UTF porte en elle-même la réalité technique fonctionnelle. C'est le cœur épistémologique de l'analyse technico-fonctionnelle dans la préhistoire, entendue comme la recherche d'une logique fonctionnelle sous-jacente à toute opération technique (Soriano 2000: 131). On pourrait donc dire que les trois échelles de technicité de Simondon (éléments, individus et ensembles) interagissent à travers l'instrumentation et l'instrumentalisation définies par Rabardel (1995: 70-82). Les critères techniques présents dans l'UTF sont acquis lors de l'instrumentalisation (c'est-à-dire toutes les étapes de production nécessaires à la mise en place des caractères techniques de l'outil) et sont transmis lors de l'instrumentation (la mise en action de l'outil par l'opérateur humain pour agir sur le matériau travaillé dans un lieu d'activité), à l'outil ou à l'individu technique.

Le même processus de concrétisation a été observé dans les structures de production préhistoriques. Au niveau primaire, une structure de production se compose d'un volume utile et d'un volume non utile. A ce niveau, le référentiel de technicité est un volume utile. Au niveau individuel, la structure de production a pour dépositaire technique les outils associés aux supports résultants, et c'est pourquoi il est possible de parler de critères de prédétermination (tant pour les outils que pour les structures de production). Au niveau d'ensemble, le dépositaire technique est le même que pour les outils, c'est-à-dire l'extension et l'intercommutativité du sous-système technique de production. Les outils préhistoriques et les structures de production, dans leur évolution technique, subissent les effets de la loi de relaxation définie par Simondon, qui en fait est plus proche d'un principe de fonctionnement général que d'une loi. Selon lui, les objets préhistoriques subissent deux cycles d'évolution, l'un continu (perfectionnements mineurs) et l'autre discontinu (perfectionnements majeurs), conduisant à des mutations orientées (Simondon 2012). Ce sont les perfectionnements, discontinus ou majeurs, également classés comme des réformes structurelles, qui définissent "l'essence" technique d'une lignée. Par exemple, la lignée de l'éclat est marquée par la prédominance des structures Levallois durant le Paléolithique moyen. La structure des nucléus Levallois répond à des critères techniques précis, qui permettent de produire des éclats fins aux bords tranchants. La morphologie des éclats peut être contrôlée en fonction de la gestion des convexités de la surface de débitage, ainsi que de l'orientation de la surface de plan de frappe. Par ce système, il est possible de produire des éclats allongés qui se confondent avec des lames. Les changements opérés pour produire des lames sont des perfectionnements mineurs qui n'affectent pas la lignée de production Levallois. Lorsque la lame devient le produit préférentiel du système de production, une nouvelle structure de nucléus est développée et va remplacer totalement la structure Levallois. Ce perfectionnement majeur implique donc une nouvelle structuration des nucléus, et on assiste ainsi à la naissance de la lignée de production laminaire qui sera le système de production majeur du Paléolithique supérieur.

5.3. Les trajectoires techniques en préhistoire: schèmes de fonctionnement externes dans le temps court

En préhistoire, est-il possible d'étudier l'évolution technique à une échelle de temps court? (Chevrier 2012: 95-107; Perez & Boëda 2019). Est-il possible de restaurer une technologie à une échelle de temps court, ou sommes-nous uniquement soumis à une échelle de temps longue? Inévitablement, la notion d'espace doit également être introduite comme un facteur de subdivision temporelle des trajectoires techniques préhistoriques (Bonnemaison 2004; Chevrier 2012; Koehler 2010).

Ce n'est qu'à travers cette inclusion qu'il est possible, à travers l'application de trajectoires techniques, d'étudier le temps court au niveau techno-logique. Ce dernier implique, pour les temps les plus reculés de la préhistoire (c'est-à-dire en situation de mémoire oubliée),

d'observer les récurrences qui se trouvent dans les limites d'une trajectoire technique et qui se cachent derrière l'aspect psychosocial des outils et des structures de production. Néanmoins, il faut faire attention au fait que la perception d'une lignée dépend de l'époque à laquelle on vit. Les hommes et les femmes de la préhistoire ont à peine remarqué le passage d'une lignée à une autre. À l'heure actuelle, c'est possible, grâce à une accélération des innovations techniques.

Le concept de trajectoire technique a été introduit en Préhistoire par Forestier afin d'aborder les réponses possibles à ces scénarios. C'est un concept emprunté à la sociologie de la technologie de Gras (2003 : 126 ; 2010). Forestier définit la trajectoire technique comme un segment restreint ou large de l'espace-temps, avec un certain début et une certaine fin (Forestier 2020a : 82). Une trajectoire technique prend en compte les aspects microévolutifs de durée variable, généralement plus visibles sur une courte échelle de temps (Forestier 2019; 2020a; 2020b). Le rythme de chaque individualisation technique, de chaque cycle d'évolution structurelle peut (ou non) définir le début d'une trajectoire technique, un rythme qui correspond à des combinaisons technologiques ou non technologiques des cycles évolutifs des lignées techniques.

Par exemple, dans un espace donné, une structure de production dans un stade évolutif D (*sensu* Boëda 2013), qui reste sans changements importants tout au long de sa lignée, succède à un stade évolutif B. La trajectoire technique configurée, parmi les derniers instants du stade D et les premiers instants du stade B peut trouver une justification logique dans la possibilité que la structure D soit devenue un objet de consommation, dégradée, obsolète au niveau psychosocial (mais pas au niveau technogénétique, car dans son évolution temporelle, la structure D est en transition vers l'hypertélie, c'est-à-dire vers l'obsolescence structurelle) et, par conséquent, elle est écartée ou non utilisée.

Il s'agit évidemment d'une hypothèse de travail qui peut être vérifiée en analysant d'autres trajectoires techniques similaires dans la même région. La datation de ces changements, dans le temps court, est évidemment compliquée, voire inutile, pour comprendre le phénomène. Nous n'avons pas besoin de la date exacte d'un événement pour reconnaître le changement. Bien entendu, il faut garder à l'esprit que plus l'objet est complexe, "plus il est rattaché à des aspects sociaux de l'usage, plus il est sélectivement daté. Une bicyclette a une date plus précise qu'un marteau" (Simondon 2014: 53). Cette complexité est liée à la charge psychosociale portée par l'outil, qui interfère avec son avenir techno-logique et économique, mais qui est partiellement indépendante, comme le souligne plus tard Simondon. Cette indépendance partielle entre les historicités est ce qui permet de percevoir le changement, au niveau des trajectoires techniques.

En ce qui concerne l'évolution conjoncturelle des lignées techniques, au niveau historique (c'est-à-dire économique) une trajectoire technique est fonction du temps et du degré de fiabilité d'un objet historique (Simondon 2014: 52) (Figure 15).

On pourrait dire qu'il existe un principe d'incertitude ou de tension constante qui consiste en la rupture de l'évolution linéaire entre objets d'usage, de production et de consommation, créant des discontinuités groupées qui constitueront plus tard une certaine trajectoire technique. En d'autres termes, toute évolution techno-logique a une certaine plage de hasard et d'indétermination.

Deux exemples rapides permettront de mieux expliquer la notion de trajectoire technique. Le premier correspond à l'Hoabinhien en Asie du Sud-Est. Le phénomène technique Hoabinhien, temporellement circonscrit entre 40 000 et 10 000 ans AP et spatialement dans les grottes et abri-sous-roche d'Asie du Sud-Est, dont l'actuel Vietnam, Thaïlande, Laos, Cambodge et Sumatra, principalement. Une région géographique de près de 2 millions de km². Traditionnellement défini comme un technocomplexe statique comme une *pebble culture* parmi d'autres c'est-à-dire sans transformations techniques majeures dans le temps et

dans un contexte de forêt tropicale humide, l'Hoabinhien est essentiellement constitué d'outils façonnés unifaciellement sur d'épais galets oblongs de calcaire, basalte, andésite, quartz et quartzite, appliquant la technique à la percussion directe à la pierre dure (Forestier 2020a: 33).

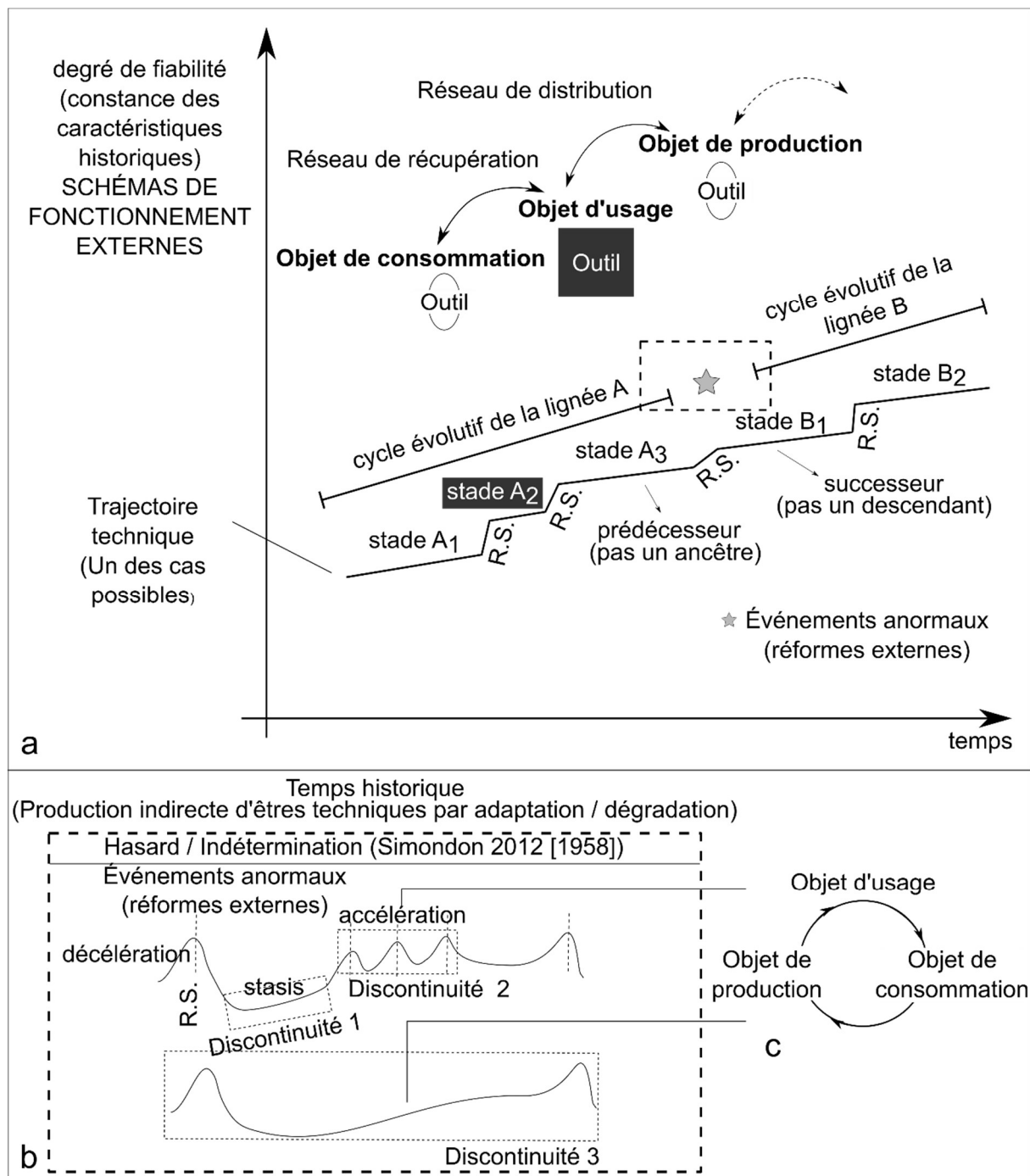


Figure 15. Structure des trajectoires techniques préhistoriques: (a) définition générale, (b) rôle du hasard dans les transformations internes, (c) transformations psychosociales des structures.

L'application de l'analyse technicofonctionnelle a permis de renouveler la définition typologique de l'Hoabinhien à partir de l'identification d'une pluralité de schèmes opératoires de production et des schèmes opératoires fonctionnels. Néanmoins, sur sa durée, la matrice-galet Hoabinhien de conception asymétrique ne présente toujours pas d'évolution technologique apparente, mais plutôt une trajectoires technique composée par de portions de lignes

techniques différentes (Figure 16). Au sein du groupe des lignées de production se trouve la lignée de débitage de type F3 (*split*), c'est-à-dire au stade concret. La lignée de façonnage unifacial au stade abstrait a également été déterminée. Dans le groupe des lignées fonctionnelles, nous avons une lignée d'outils au stade concret sur *split* de galet, une lignée d'unifaces au stade concret sur galets oblongs, et une lignée de *choppers* (*i.e.* outils à biseau simple) au stade concret sur galets ovoïdes. Le fait qu'il y ait une récurrence de portions de lignées à des stades concret d'évolution suggère que l'Hoabinhien dans son ensemble apparaît à un stade technique concret et présente alors une stagnation quasi immédiate. Ainsi, la trajectoire technique de l'Hoabinhien, délimitée dans le temps entre 40.000 et 10.000 BP, correspond à une invention technique non techno-logique sur le temps long, car si tel était le cas, il faudrait aussi observer archéologiquement des structures Hoabinhiennes au stade technique abstrait, ce qui n'est pas le cas. Ainsi, l'explication de l'apparition quasi immédiate de structures concrètes, événement anormal dans l'histoire des techniques d'Asie du Sud-Est, doit être recherchée dans les dimensions psychosociales du phénomène technique Hoabinhien. Forestier (2020a) montre qu'une partie de cette explication se trouve dans le monde végétal omniprésent en Asie du Sud-Est. Les groupes humains qui ont fabriqué les objets Hoabinhiens doivent avoir compris que seul un objet hautement spécialisé pouvait exister (c'est-à-dire fonctionner correctement) dans de ce milieu végétal associé. Ainsi, il est évident que le sens de l'objet Hoabinhien ne se trouve pas seulement dans une zone fonctionnelle bien définie, mais aussi dans une zone d'utilité et même dans une zone de symbolisme psychosocial, où l'être humain et l'objet sont confondus pour constituer un individu technique hautement couplé au niveau fonctionnel: l'un n'existe pas sans l'autre.

Un autre exemple de trajectoire technique est le cas du passage d'une production d'outils lithiques à une production d'outils métalliques dans le Levant méridional lors du passage du Chalcolithique à l'Âge du fer (Manlossi *et al.* 2019) (Figure 17). Au niveau technogénétique, la lignée fonctionnelle d'outils composites se retrouve à certaines occasions en concordance avec la lignée de production du débitage laminaire. En d'autres termes, pendant un certain temps les outils composites au stade concret correspondent à des supports laminaires au stade concret. Il y a une techno-logique entre les deux lignées. Cependant, à un moment donné, face à l'impossibilité d'adapter la structure de production laminaire concrète à une nouvelle exigence fonctionnelle (création de pièces longues avec des jonctions parfaites aux extrémités), les groupes humains avaient deux possibilités: (1) revenir à la production de structures abstraites, (2) créer une nouvelle lignée technique. Le premier cas correspond à une régression technique, tandis que le second a été favorisé par l'invention de la métallurgie, qui a déterminé le passage à une production d'objets métalliques et l'abandon de la production d'objets lithiques au début du 4^e millénaire avant notre ère, sans que cela signifie sa disparition totale. Manlossi *et al.* (2019) montrent que l'adoption de la métallurgie, facteur qui a précipité le changement de lignée, n'a pas été réalisée seulement en raison d'avantages fonctionnels (plasticité et autres propriétés physico-chimiques) ou technoéconomiques, mais pour des raisons symbolico-sociales, probablement liées à des pratiques rituelles ou religieuses. En effet, les haches en cuivre, par exemple, n'étaient pas utilisées pour des tâches fonctionnelles. Dans le cas de la lignée d'outils composites, les chercheurs montrent également que les changements technologiques ont été conditionnés par l'émergence de nouveaux contextes socio-économiques, et pas nécessairement pour des raisons purement fonctionnelles.

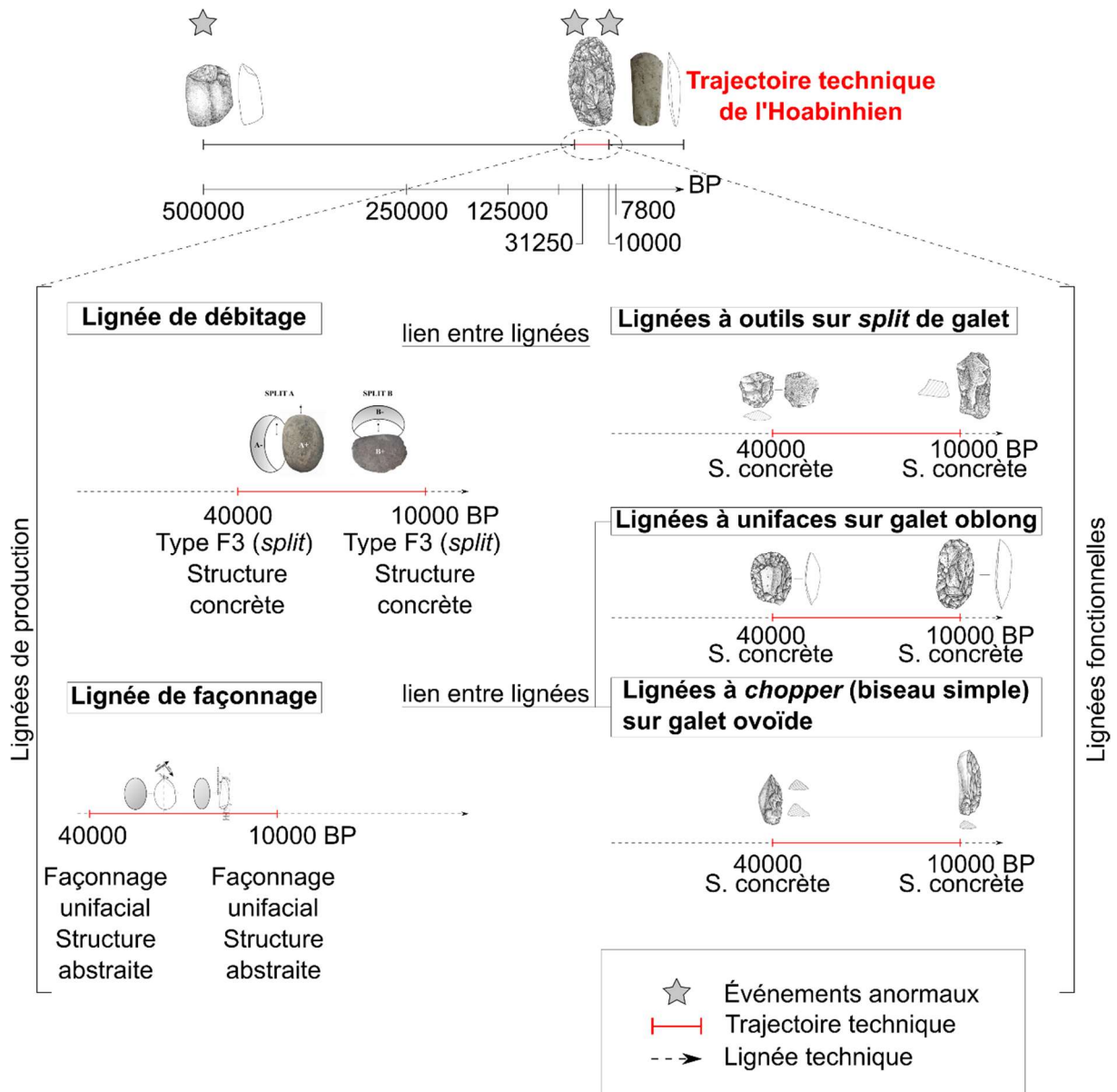


Figure 16. Exemple de trajectoire technique, le cas de l'Hoabinhien en Asie du Sud-Est (élaboré à partir de Forestier, 2020a: 194-200).

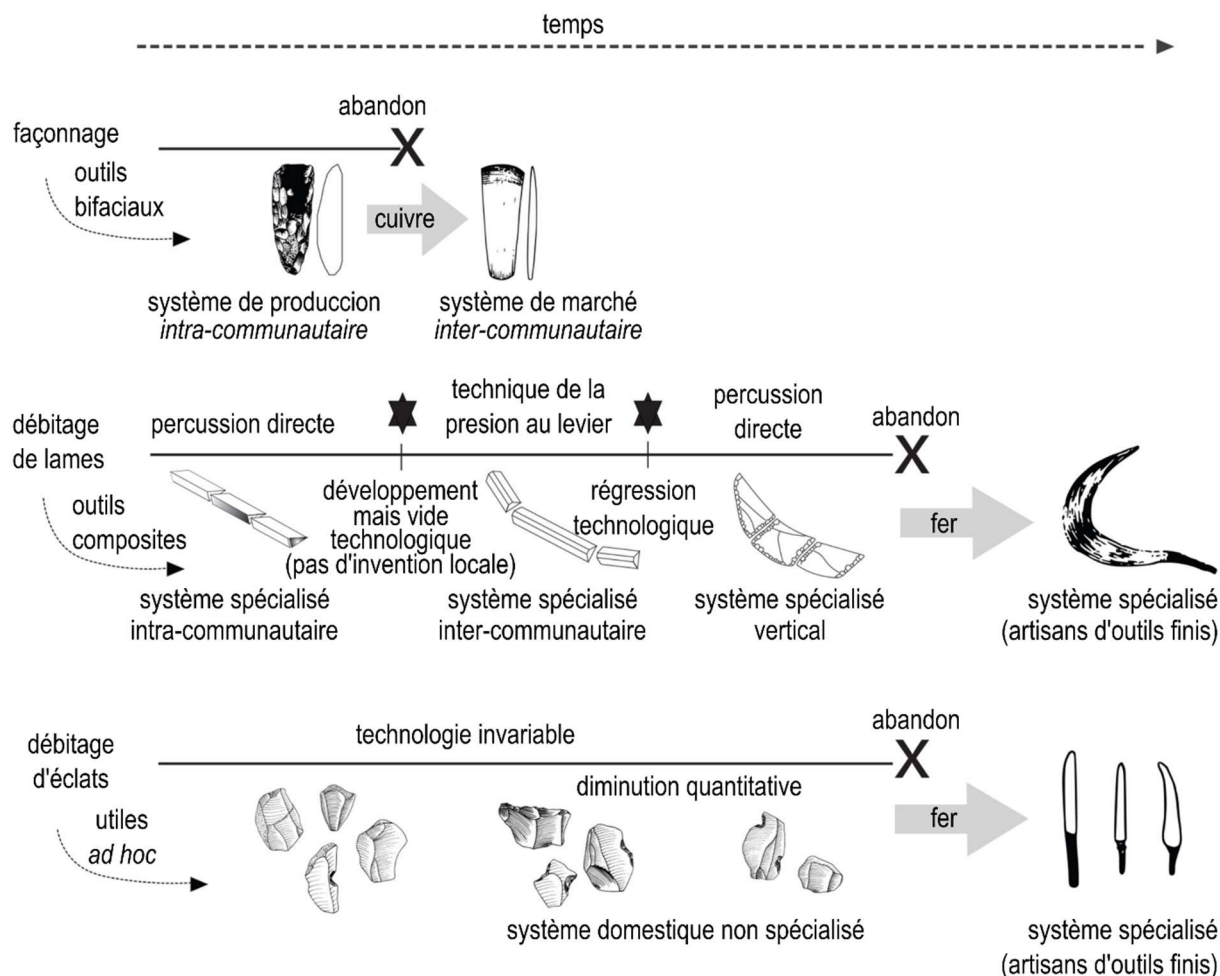


Figure 17. Trois lignes de production différentes (façonnage, débitage laminaire, débitage des éclats) qui ont été remplacées par des lignes d'objets métalliques, suivant des trajectoires et des rythmes différents (Manclossi *et al.* 2019: fig. 9).

6. Exemples et applications supplémentaires

La densité temporelle des objets techniques préhistoriques constitue le corpus de mémoire technique que le préhistorien et technologue doit restituer pour accéder, d'abord, à sa dimension techno-génétique puis à ses dimensions psychosociales. Accéder à ces dimensions, c'est appréhender les différentes altérités techniques dans leur singularité. Autrement dit, l'Autre non pas comme un reflet de moi, mais comme un Autre radicalement différent, tel qu'il était (Boëda 2013: 229). La technologie préhistorique, en ce sens, consiste à aller vers les autres, ceux qui ont traversé le temps en laissant des traces matérielles de leur mémoire technique.

Par exemple, si l'on regarde le Paléolithique inférieur, qui montre l'apparition de systèmes lithiques techniques à travers l'Ancien Monde, l'approche technogénétique révèle plusieurs indicateurs. Les premières traces de taille de la pierre se trouvent en Afrique de l'Est, commençant à 3,34 Ma à Lomekwi 3, au Kenya (Harmand *et al.* 2015) et s'étendant de 2,6 Ma à Gona, Ethiopa (Semaw 2000) à 1,4 Ma avec le développement de la lignée bifaciale (Figure 18a).

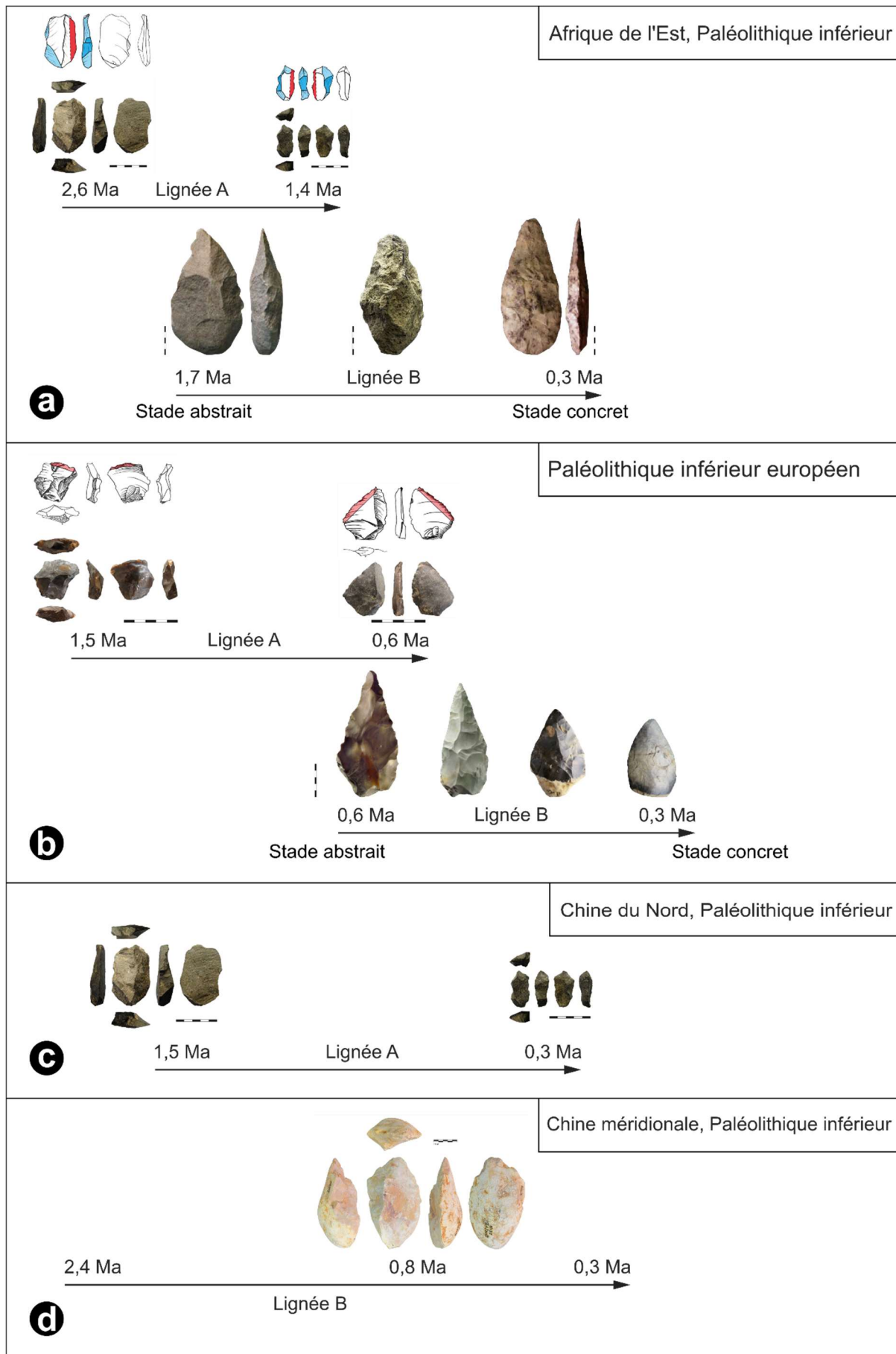


Figure 18. Exemples de lignées techniques en Afrique (a), en Europe (b) et en Asie (c, d).

Prendre l'Europe comme comparaison est intéressant. Le site le plus ancien est Dmanisi en Géorgie, daté de 1,81 Ma (de Lumley *et al.* 2002). Toutes les composantes de l'industrie lithique montrent une stabilité et les mêmes tendances techniques avec l'Oldowayen africain (Mgeladze *et al.* 2011). Il n'y a pas de site connu actuellement entre Dmanisi et l'Europe occidentale. Pirro Nord en Italie, 1,4 Ma (Arzarello *et al.* 2016), et Barranco León et Fuente Nueva 3 en Espagne, 1,3 Ma (Toro-Moyano *et al.* 2010: 278-279), sont également considérés comme oldowayens. Le problème est que lorsque cette technologie précoce axée sur le débitage d'éclats apparaît en Europe, elle a déjà beaucoup évolué en Afrique. Il semble que le Paléolithique inférieur en Europe recommence la même histoire technique que l'Oldowayen africain, un million d'années plus tard. De plus, l'Acheuléen en Europe ne commence pas avant 0,8 Ma, ce qui signifie que la dynamique d'évolution technique a mis à peu près le même temps qu'en Afrique pour changer (Figure 18b).

Ensuite, en comparant l'histoire technique des deux continents, il est difficile de proposer la diffusion du phénomène technique hors d'Afrique (puisque 1 Ma est un intervalle de temps assez long pour qu'une idée se répande quelque part). Un nouveau départ de ce phénomène technique est plus probable. Les méthodes et techniques de production repartent du même niveau de technicité qu'à Gona ou Lokalelei 1 Ma auparavant. Cela montre clairement que les artisans européens n'avaient pas de mémoire épiphylogénétique de la production d'éclats, et qu'il a fallu beaucoup de temps pour la créer et faire évoluer la technologie vers le façonnage bifacial, comme cela a été le cas en Afrique beaucoup plus tôt. Ainsi, l'altérité est révélée par l'énorme période de temps qui sépare une région de l'autre dans l'utilisation des outils de pierre. Les interprétations classiques ne prennent pas en compte cette mémoire épiphylogénétique et aboutissent généralement à l'idée d'une diffusion de la technologie à travers le modèle *Out of Africa*, ce qui signifie que les techniques sont liées à une espèce d'hominidés et évoluent selon la même temporalité. Ce vieux paradigme est complètement invalidé aujourd'hui, car diverses espèces d'hominidés ont pu être les fabricants d'outils oldowayens, d'une part, et parce que très peu de restes d'hominidés ont été découverts en Eurasie par rapport aux preuves archéologiques, d'autre part. Ce modèle de dispersion n'est plus pertinent et il est temps pour la communauté scientifique internationale de surmonter les anciens paradigmes (De Weyer 2016: 25-36; 2020: 279-289). De plus, l'Europe n'est pas la seule à montrer l'apparence indépendante de ce phénomène technique.

En effet, ce phénomène d'émergence se produit également différemment en Asie de l'Est. En Asie, deux lignées techniques différentes divisent le continent avec une partie nord et une partie sud, matérialisées au centre de la Chine par le fleuve Jaune. La partie nord se caractérise par l'apparition de systèmes de production par débitage d'éclats. Le système technique est basé sur la production d'éclats tranchants, de 1,6 Ma à Majuangou (Zhu *et al.* 2004) à 1,1 Ma à Xiaochangliang (Zhu *et al.* 2001). Ces sites sont situés dans le bassin de Nihewan, où de nombreux assemblages lithiques ont été découverts. Tous sont régis par le principe du débitage d'éclats. Cependant, les assemblages lithiques ne sont pas homogènes. A Majuangou, un débitage systématique des nucléus sur galets conduit à une panoplie d'outils dominée par des éclats semi-corticaux quadrangulaires, avec un bord tranchant brut utilisé sans aucun processus de retouche. A Xiaochangliang, les supports sont nettement plus petits et les débris ou petits fragments sont également utilisés comme supports qui seront ensuite retouchés pour la fabrication d'outils (Yang *et al.* 2016). Cela pourrait être considéré comme une évolution technique dans le bassin de Nihewan. Le changement climatique et le remplacement de la population pourraient également être proposés. Dans les deux cas, cette différence technique montre un changement de milieu associé, dû au changement climatique ou culturel. Partant de la même tradition technique, explorant la même lignée de débitage, les différences des systèmes de production apparaissent très tôt dans la production de la panoplie d'outils (De Weyer 2019) (Figure 18c).

La partie sud semble totalement indépendante en termes d'évolution technique (Figure 18d). Le site de Longgupo, dans la municipalité de Chongqing, au centre de la Chine, est daté de 2,6 à 2,4 Ma (Boëda & Hou 2011; Han *et al.* 2017). Il s'agit du premier assemblage connu en dehors de l'Afrique et il est sub-contemporain de Gona ou Lokalelei 2C, les premiers sites oldowayens en Afrique de l'Est (Delagnes & Roche 2005; Semaw 2000). Si les datations font apparaître une relative synchronie entre ces zones extrêmement éloignées, les systèmes techniques sont eux radicalement différents. À Longgupo, la production d'outils est basée sur un système de façonnage qui implique une forte affordance et une phase de confection après sélection des volumes naturels. La sélection du volume est strictement systématique dans le but de sélectionner des critères techniques qui existent naturellement dans le bloc (affordance) et qui conduisent à une phase de fabrication minimale. Comme le volume présente naturellement la forme et le dos nécessaires, seul l'UTF transformative doit être mise en forme (Boëda & Hou 2011).

Ce processus de façonnage est bien connu en Asie du Sud-Est, dans le sud de la Chine, au Vietnam et au Cambodge, par exemple. Le bassin de Bose est un exemple de continuité technique et d'évolution de tendances techniques similaires à celles observées à Longgupo, c'est-à-dire une même lignée technique. Les assemblages du bassin de Bose sont datés de 0,8 Ma et sont généralement reliés au phénomène acheuléen (Xie & Bodin 2007). Cependant, la spécificité des industries du bassin de Bose et de l'Asie du Sud-Est à cette période est le maintien essentiel de l'affordance dans le processus de production. La sélection du volume est hautement contrôlée pour répondre à la plupart des critères techniques. La phase de confection est considérablement raccourcie et la réalisation de l'UTF transformative constitue l'opération principale du façonnage. De plus, le volume est systématiquement organisé autour d'une surface plane naturelle qui conduit à la création d'outils uniquement unifaciaux. Ce critère fondamental d'affordance s'oppose à l'Acheuléen africain et européen, où la phase de façonnage couvre tout le volume, donnant naissance à des pièces bifaciales. Par conséquent, tant l'affordance que le façonnage semblent être les piliers de la lignée technique sud-asiatique, car la mémoire technique implique la capacité à maintenir ces critères sur le temps long.

La comparaison de l'Asie du Sud et du Nord illustre la coexistence d'au moins deux traditions techniques dont chacune a des critères techniques qui restent stables dans le temps et d'autres qui évoluent autour de cette stabilité essentielle. A travers deux mémoires techniques identifiées à grande échelle de temps, l'altérité est révélée.

Sur une échelle de temps plus courte, les changements techniques entre le début de l'Holocène et l'Holocène moyen en Amérique du Sud sont un très bon exemple de ce qui précède (Figure 19). Le site Hornillos 2, dans la région de Jujuy de la Puna, en Argentine, a livré une séquence stratigraphique qui révèle des changements techniques rapides (Hoguin 2013; Yacobaccio *et al.* 2013).

Au début de l'Holocène, l'analyse technico-fonctionnelle montre la coexistence de structures abstraites variées, conduisant à la production de supports non standardisés. Les pointes dites de projectiles sont fabriquées selon un processus de confection et le recyclage est important. La phase de l'Holocène moyen se caractérise par une augmentation des investissements techniques pour produire des pointes de flèches, par le développement de la technique par pression pour le processus de façonnage. Les outils produits par façonnage augmentent très rapidement et leur diversité est plus grande qu'auparavant. Pendant la fin de l'Holocène moyen, bien que cette diversité reste élevée, les processus de production ont changé. En effet, la production de lames et les produits centripètes deviennent les principales structures, tandis que le façonnage diminue progressivement. La production de pointes de projectile est désormais réalisée à partir de produits laminaires.

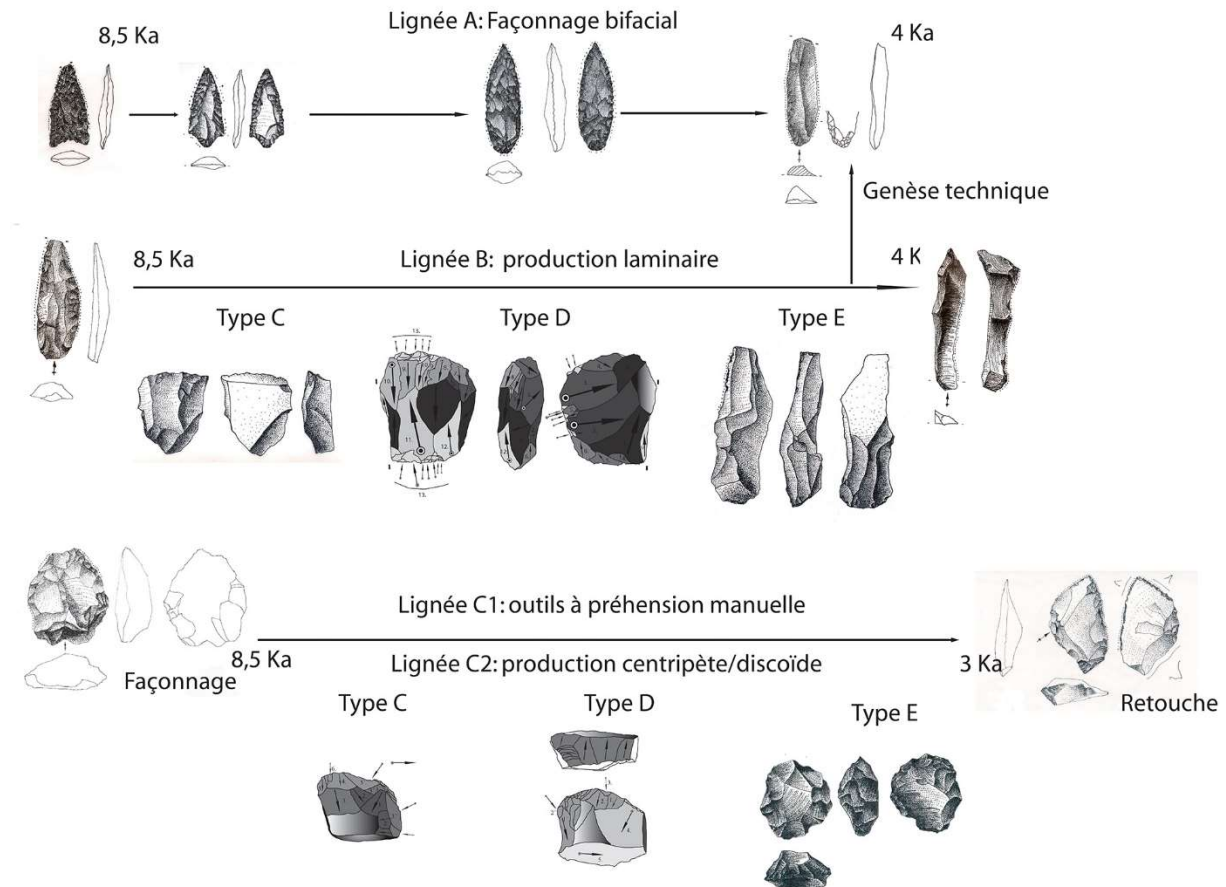


Figure 19. Exemples de lignées techniques en Amérique du Sud.

Au cours de cette courte période, les systèmes techniques ont évolué très rapidement. La première phase montre une production par débitage non standardisée et un processus de confection pour fabriquer les outils (début de l'Holocène). Les outils ont évolué rapidement, conduisant à une augmentation des séquences de façonnage (début de l'Holocène moyen). À partir de cette nouvelle diversité d'outils, le débitage se poursuit avec une grande diversité de structures abstraites, puis évolue vers une structure concrète discoïdale et laminaire, alors que dans le même temps la production par façonnage diminue (fin de l'Holocène moyen). Cet exemple montre comment l'évolution et la diversification des types d'outils ont créé le besoin d'une nouvelle lignée technique (Hoguin 2016; 2019). Après une courte période d'instabilité, les critères techniques sont recomposés pour créer une nouvelle lignée de débitage qui produira des supports standardisés pour produire la nouvelle diversité d'outils. En résumé, la recombinaison des critères techniques implique une mémoire dormante qui a été mobilisée pour l'initialisation d'une nouvelle lignée technique (Hoguin 2016; 2019). Tous ces changements observés définissent une trajectoire technique cohérente (logique) sur une durée relativement courte (environ 6.000 ans).

7. Conclusion et perspectives non conclusives

Tous ces exemples illustrent bien l'existence de deux temporalités d'évolution et de changement techniques. Les analogies entre les mondes biologique, technique et culturel ont souvent été faites dans les recherches archéologiques et anthropologiques, et semblent hasardeuses en raison de la nature très différente des mécanismes responsables. Cependant, il semble pertinent de souligner une similitude importante avec les tempos de l'équilibre ponctué

de Eldredge & Gould (1972) dans l'évolution biologique. Pour être clair, la pertinence de cette comparaison repose sur les résultats observés, et non sur les causes et mécanismes entre l'évolution biologique et culturelle (technique dans notre cas). De plus, les échelles de temps sont très différentes, de la spéciation géologique à la spéciation biologique, et de l'existence humaine pour les lignées techniques. Mais certains faits sont intéressants, comme la façon dont la diversité et l'homogénéité se déroulent dans le temps, ainsi que la façon dont les deux tempos, un rapide et un lent, peuvent expliquer la spéciation biologique (Eldredge & Gould 1988; Gould 1989). À une autre échelle, on peut voir comment ces observations reflètent bien ce que l'on peut observer sur l'évolution des techniques.

Gould (1989) a mis en évidence des explications intéressantes pour ces changements biologiques, en soutenant que les pressions sélectives ne sont pas uniformes dans le temps, comme l'extinction de masse qui est responsable des changements biologiques majeurs depuis le début de la vie. Il a également souligné le potentiel biologique de la faune des schistes de Burgess à évoluer avec disparité et diversité, au-delà de toute pression sélective. L'explication de ce phénomène évolutif est que le potentiel évolutif est tel qu'il évolue rapidement et protège partiellement la sélection naturelle (Gould 1989). De même, l'extinction massive serait une cause possible des processus de macroévolution, avec des sélections différentes dans le temps, alternant des périodes de spéciation et de diversification rapides avec des périodes de stabilisation anatomique (Gould 1989). Nous ne pouvons pas exporter ces explications de la sphère biologique à la sphère culturelle ou technique, mais elles peuvent guider nos interprétations.

La macroévolution technique semble pouvoir être identifiée à travers trois événements principaux: la diversité, l'homogénéité et la rupture et discontinuité. La diversité semble se produire avec des structures abstraites, avec un potentiel évolutif suffisamment élevé pour évoluer rapidement et dans diverses directions. Les facteurs de l'environnement externe et interne peuvent être très dynamiques et interdépendants. L'homogénéité se produit lorsqu'une lignée spécifique est priorisée et évolue vers une structure spécifique. Ce processus peut être très long et est partiellement insensible aux changements du milieu externe. Certaines structures abstraites peuvent persister dans des proportions plus ou moins importantes. Enfin, la rupture d'une lignée peut survenir lorsqu'il y a saturation du potentiel évolutif, blocage technique avec incongruïtés entre les structures et le milieu associé, ou encore provoqué par un changement social important. C'est là qu'interviennent les phénomènes de microévolution.

Cette double approche technogénétique et psychosociale nécessite une approche fonctionnelle de la technologie lithique. Au cours des vingt dernières années, nous avons proposé une voie d'analyse possible. Dans d'autres parties du monde, d'autres équipes de recherche présentent des perspectives qui partagent cette approche fonctionnelle.

Quel que soit le chemin méthodologique emprunté, il est nécessaire de renforcer une idée de surcroît dans une situation de perte de mémoire technique et qui plus est, sur une très longue échelle de temps. Ainsi, l'analyse technologique apparaît comme l'instrument le plus objectif pour restituer les miettes de cette mémoire. Notre travail de préhistorien doit prendre en compte la distance temporelle entre deux êtres: l'être humain préhistorique et le préhistorien. Et cela, même si nous savons que nous n'atteindrons jamais la réalité technique du préhistorique car nous nous trouvons hors de la technicité de ce dernier. C'est évidemment une frustration, qui restera telle quelle si nous ne savons pas adapter nos questions à la valeur informative de chaque artefact et à son écho technogénétique.

Bien que l'on puisse atteindre le phénomène technique à partir de sa matérialité, l'expérience que l'homme préhistorique a eue de cette matérialité est inaccessible car définitivement évanouie dans le temps. Cette expérience est de l'ordre de l'inintelligible, tandis que le phénomène technique est de l'ordre du sensible. Ce n'est qu'après la précision conceptuelle de la lignée technique que nous pouvons donner un sens au sensible. Depuis les

années 1990, cette approche des phénomènes techniques dite technogénétique est appliquée par l'équipe AnTET (UMR 7041, Université Paris Nanterre), offrant des résultats positifs et permettant la détection de lignées et trajectoires techniques en différents espaces géographiques et durant différentes périodes.

Notre base épistémologique s'inscrit dans un réalisme des relations, qui considère les structures techniques et les opérations en couplage structurel, et non comme des termes opposés. Nous n'abordons pas l'artefact pour sa chaîne de production opérationnelle, mais pour son unicité fonctionnelle. L'objet n'est pas défini par ce qui est offert à notre regard (forme, dimensions et structure), mais par la place qu'occupe la structure dans une genèse technicofonctionnelle. C'est la genèse technicofonctionnelle qui donne un sens technique à l'artefact duquel il nous est possible ensuite de mener une investigation psychosociale (dynamique historique), avec des trajectoires sans direction prévisible (hasard aveugle), le long de chemins totalement hétéroclites.

Ce travail, plus qu'une synthèse de l'approche technogénétique, constitue une proposition de recherche heuristique, où toutes les dimensions humaines sont considérées par la révision épistémologique de l'objet technique préhistorique. Mais nous considérons que sans appréhender la réalité première de l'objet, il nous semble vain d'aspirer à comprendre le comportement humain. Le quoi et le comment restent dans l'artefact, et le pourquoi (et pour quoi) rapporte du couple entre artefact et humain. À partir de cette base, nous introduisons une dimension d'orientation technogéographique, car il n'y a pas de culture sans espace, pas plus que d'Homme sans territoire. En combinant le temps et l'espace, aux échelles appropriées, la préhistoire détient alors les clés de l'altérité humaine.

Remerciements

Nous remercions les membres de l'équipe de recherche ArScAn-AnTET et les collègues de l'Université de Paris Nanterre et du Muséum national d'Histoire naturelle pour le débat et la discussion continus sur ce sujet. Les données archéologiques et les exemples présentés dans cet ouvrage ont été compilés grâce aux autorisations du National Museums of Kenya, du Musée national d'Ethiopie, Costech en Tanzanie, de la Junta de Andalucía (Espagne), de l'Università degli studi di Ferrara (Italie), l'Institut de paléontologie et de paléoanthropologie des vertébrés (Beijing, Chine), l'Institut d'archéologie et de protection des vestiges culturels du Guangxi (Nanning, Chine), l'Institut d'archéologie (Université de Buenos Aires, Faculté de philosophie et des lettres, Argentine). Notre gratitude va aussi à Francesca Manclossi qui nous a aimablement autorisé à reproduire une de ses illustrations.

Déclaration d'accès aux données et reproductibilité

Toutes les données sont incorporées au texte et leur origine est citée dans le texte et reproductible.

Références

- Arzarello, M., De Weyer, L. & Peretto, C. 2016, The first European peopling and the Italian case: Peculiarities and "opportunism". *Quaternary International*, 393: 41-50.
DOI: <https://doi.org/doi:10.1016/j.quaint.2015.11.005>
- Audouze, F. & Karlin, C. 2017, 70 years of "Chaîne opératoire": What French prehistorians have done with it [La chaîne opératoire a 70 ans: qu'en ont fait les préhistoriens français]. *Journal of Lithic Studies*, 4(2): 5-73.
DOI: <https://doi.org/10.2218/jls.v4i2.2539>

- Bardin, A. 2013, De l'homme à la matière: pour une 'ontologie difficile'. Marx avec Simondon. In: *Cahiers Simondon*, Vol. 5 (Barthélémy, J.-H., Ed.), L'Harmattan, Paris: p. 25-44. (in French) (“From human to matter: For a ‘difficult ontology’. Marx with Simondon”)
- Barthélémy, J.-H. 2005a, *Penser l'individuation. Simondon et la philosophie de la nature*. L'Harmattan, Paris, 260 p. (in French) (“Think knowledge and technique after Simondon”)
- Barthélémy, J.-H. 2005b, *Penser la connaissance et la technique après Simondon*. L'Harmattan, Paris, 314 p. (in French) (“Think individuation. Simondon and the philosophy of nature”)
- Barthélémy, J.-H. 2008, *Simondon ou l'Encyclopédisme génétique*. Presses Universitaires de France, Paris, 176 p. (in French) (“Simondon or the genetic encyclopedism”)
- Bodin, E. 2011, *Analyse techno-fonctionnelle des industries à pièces bifaciales au Pléistocène inférieur et moyen en Chine*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 597 p. (in French) (“Techno-functional analysis of bifacial pieces industries during the Lower and Middle Pleistocene in China”)
- Boëda, E. 1986, *Approche technologique du concept Levallois et évaluation de son champ d'application: étude de trois gisements Saaliens et Weichseliens de la France septentrionale*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 770 p. (in French) (“Technological approach of the Levallois concept and evolution of its range of application”)
- Boëda, E. 1991, Approche de la variabilité des systèmes de production lithique des industries du Paléolithique inférieur et moyen: chronique d'une variabilité attendue. *Technique et Culture*, 17-18: 37-79. (in French) (“Lithic production variability from the Lower and Middle Paleolithic. A predictable variability”)
- Boëda, E. 1997, *Technogenèse de systèmes de production lithique au Paléolithique inférieur et moyen en Europe Occidentale et au Proche-Orient, Vol. 1*. Habilitation thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 154. p. (in French) (“Technogenesis of lithic production systems from the Lower and Middle Paleolithic in Western Europe and the Near-East”)
- Boëda, E. 2001, Détermination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 Base du site de Barbas I. In: *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe Occidentale, Actes de la Table Ronde organisée à Caen (Basse-Normandie - France), 14-15 octobre 1999 Vol. 98* (Cliquet, D., Ed.), ERAUL, France: p. 51-76. (in French) (“Determination of bifacial tools techno-functional units from the Acheulean C'3 Base layer of Barbas I site”)
- Boëda, E. 2013, *Techno-logique et technologie. Une paléo-histoire des objets lithiques tranchants*. @rchéo-éditions.com, Prignonrieux, 266 p. (in French) (“Techno-Logic and Technology. A Paleo-history of lithic cutting tools”)
- Boëda, E., Geneste, J.-M. & Meignen, L. 1990, Identification de chaînes opératoires lithiques du Paléolithique ancien et moyen. *Paléo, Revue d'archéologie préhistorique*, 2(1): 43-80. DOI: <https://doi.org/10.3406/pal.1990.988> (in French) (“Identification of lithic chaînes opératoires from Lower and Middle Paleolithic”)

- Boëda, É. & Hou, Y.-M. 2011, Analyse des artefacts lithiques du site de Longgupo. *L'Anthropologie*, 115(1): 78-175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2010.12.005> (in French) (“Analysis of lithic artefacts at Longgupo, China”)
- Boëda, E. & Ramos, M. (2017). *The affordance: a conceptual tool for a better understanding of the tools* (oral presentation). presented at the 11th International Symposium on knappable materials “From toolstone to stone tools”, Buenos Aires, Argentina, November 7-12th, 2017.
- Boldrini, J.-C. 2012, Le rythme implacable de l'innovation est-il gouverné par des lois d'évolution internes aux objets? *Revue Française de Gestion Industrielle*, 31(1): 107-131. (in French) (“Is the Relentless Pace of Innovation Governed by Laws of Evolution Internal to Objects?”)
- Bonnemaison, J. 2004, *La géographie culturelle*. Editions du CTHS, Paris, 152 p. (in French) (“Cultural Geography”)
- Bontems, V. 2008, Quelques éléments pour une épistémologie des relations d'échelle chez Gilbert Simondon. *Appareil*, 2: PAGES. (in French) (“Some elements for an epistemology of scale relations in Gilbert Simondon”)
- Bourguignon, L. 1997, *Le Moustérien de type Quina: nouvelles définitions d'une entité technique*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 318 p. (in French) (“The Quina Mousterian: New definitions of a technical entity”)
- Canguilhem, G. 2015, *Études d'histoire et de philosophie des sciences concernant les vivants et la vie*. Vrin, Paris, 432 p. (in French) (“Studies of sciences history and philosophy? Problems and controversies”)
- Chabot, P. 2003, *La philosophie de Simondon*. Vrin, Paris, 160 p. (in French) (“Simondon's philosophy”)
- Chabot, P. 2013, *The philosophy of Simondon: between technology and individuation*. Bloomsbury Academic, Paris, 168 p.
- Chateau, J.-Y. 2008, *Le vocabulaire de Gilbert Simondon*. Ellipses, Paris, 124 p. (in French) (“The vocabulary in Gilbert Simondon”)
- Chevrier, B. 2012, *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*. Doctoral thesis at the Université de Paris Nanterre, Nanterre, 864 p. (in French) (“Bifacial assemblages in the Early and Middle Pleistocene of East Africa and the Near East. A new approach to the bifacial phenomenon applied to issues of migration, diffusion and local evolution”)
- Combes, M. 2013, *Gilbert Simondon and the philosophy of the transindividual*. The MIT Press, Cambridge, 142 p.
- De Weyer, L. 2016, *Systèmes techniques et variabilité fonctionnelle des industries anciennes en Afrique de l'Est et en Europe. Nouvelle approche des premières industries du Pléistocène inférieur*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre. 412 p. (in French) (“Technical systems and functional variability of ancient assemblages in East Africa and Europe. A new approach of the early stone age industries”)
- De Weyer, L. 2019, The emergence of stone tool technology. A comparative study between some Early Stone Age assemblages in East Africa and China. In: *China and East*

- Africa. Ancient Ties, Contemporary Flows* (Kusimba, C., Kiura, P. & Zhu, T., Eds.), Lexington Books, Lanham, USA: p. 3-22.
- De Weyer, L. 2020, *Les premières traditions techniques du Paléolithique ancien*. Collection Anthropologique des techniques Cahier 3. L'Harmattan, Paris, 328 p. (in French) (“The earliest technical traditions of the Lower Paleolithic”)
- Deforge, Y. 1985, *Technologie et génétique de l'objet Industriel*. Éditions Maloine, Paris, 196 p. (in French) (“Technology and genetics of the industrial object”)
- Delagnes, A. & Roche, H. 2005, Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *Journal of Human Evolution*, 48: 435-72.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.12.005>
- Dobres, M.-A. & Hoffman, C. 1994, Social agency and the dynamics of prehistoric technology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 1(3): 211-58.
DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02231876>
- Eldredge, N. & Gould, S. 1972, Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism. In: *Models in paleobiology* (Schopf, T., Ed.), Freeman, Cooper, San Francisco: p. 82-115.
- Eldredge, N. & Gould, S. 1988. Punctuated equilibrium prevails. *Nature*, 332: 211-212.
DOI: <https://doi.org/10.1038/332211b0>
- Forestier, H. 2010, *La pierre et son ombre: réflexion sur le phénomène Hoabinhien d'Asie du sud-est*. Habilitation thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre. (in French) (“The stone and its shadow: reflections on the Hoabinhian phenomenon of Southeast Asia”)
- Forestier, H. 2019, La technologie préhistorique par l'équipe AnTET. In: *Anthropologie des techniques. De la mémoire aux gestes de la préhistoire. Cahier 1* (David, E., Ed.), L'Harmattan, Paris: p. 17-28. (in French) (“Prehistoric technology by the AnTET team. A new episteme?”)
- Forestier, H. 2020a, Évolution biologique, évolution culturelle: un dialogue difficile en préhistoire. In: *Evolution, Évoluons-Nous ?* (Sidéra, I., Ed.), Université Paris Nanterre, Nanterre. (in French) (“The Stone and Its Shadow. Epistemology of Prehistoric science”)
- Forestier, H. 2020b, *La pierre et son ombre. Épistémologie de la Préhistoire*. Cahiers d'Anthropologie des techniques, vol. 2. L'Harmattan, Paris, 274 p. (in French) (“Biological evolution, cultural evolution: a complex dialogue in prehistoric science”)
- Forestier, H. & Boëda, E. 2018, Outil préhistorique. In: *Dictionnaire de l'humain* (Piette, A. & Salankis, J.-M., Eds.), Éditions des Presses Universitaires de Paris Nanterre, Nanterre: p. 401-409. (in French) (“Prehistoric Tool”)
- Geneste, J.-M. 2010, Systèmes techniques de production lithique. Variations technico-économiques dans les processus de réalisation des outillages paléolithiques. *Technique et Culture*, 54-55: 419-449. (in French) (“Lithic production technical systems. Techno-economic variations in prehistoric assemblages production process”)
- Gould, S. 1989, Punctuated equilibrium in fact and theory. *Journal of Social and Biological Structures*, 12 (2-3): 117-136. DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-1750\(89\)90040-7](https://doi.org/10.1016/0140-1750(89)90040-7)
- Gras, A. 2003, *Fragilité de la puissance. Se libérer de l'emprise technologique*. Fayard, Paris, 158 p. (in French) (“Fragility of power. Freeing yourself from the hold of technology”)

- Gras, A. 2010, L'évaluation du fait technique, une métaphysique pour l'hypersavage contemporain. *Cahiers Internationaux de Sociologie*, 128-129: 285-297. (in French) ("The evaluation of the technical fact, a metaphysics for the contemporary hypersavage")
- Guchet, X. 2010, *Pour un humanisme technologique*. Presses Universitaires de France, Paris, 288 p. (in French) ("For a technological humanism")
- Han, F., Bahain, J.-J., Deng, C., Boëda, É., Hou, Y., Wei, G., Huang, W., Garcia, T., Shao, Q., He, C., Falguères, C., Voinchet, P. & Yin, G. 2017, The earliest evidence of hominid settlement in China: Combined electron spin resonance and uranium series (ESR/U-series) dating of mammalian fossil teeth from Longgupo cave. *Quaternary International*, 434: 75-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.02.025>
- 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. & Roche, H. 2015, 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. *Nature*, 521(7552): 310-315. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14464>
- Heredia, J. 2017, *Simondon como índice de una problemática epocal*. Doctoral thesis at the Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 468 p. (in Spanish) ("Simondon as an epocal problematique")
- Hoguin, R. 2013, *Evolución y cambios técnicos en sociedades cazadoras recolectoras de la Puna Seca de los Andes Centro-Sur. Tecnología lítica en la localidad de Susques durante el Holoceno temprano y medio*. Doctoral thesis at the Universidad de Buenos Aires, Université Paris Nanterre, Buenos Aires, 280 p. (in Spanish) ("Evolution and technical changes in the hunting societies. Reassessment of La Puna Seca, Center-south Andes. Lithic technology of Susques site during the Early and Middle Holocene")
- Hoguin, R. 2016, Technologie lithique des débuts de l'Holocène moyen (8500-7500ans BP) dans la localité de Susques (Province de Jujuy, Argentine). *L'Anthropologie*, 120(1): 35-68. (in French) ("Lithic technology of Early and Middle Holocene in Susques (Jujuy province, Argentina)") DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2016.01.001>
- Hoguin, R. 2019, Technical Systems and Settlement Patterns of the First Occupations in the Jujuy Puna, Argentina: The Hornillos 2 Case. *PaleoAmerica*, 5(4): 364-377. DOI: <https://doi.org/10.1080/20555563.2019.1694361>
- Hottois, G. 1994, *Simondon et la philosophie de la "culture technique"*. Point Philosophique. De Boeck Supérieur, Paris, 140 p. (in French) ("Simondon and the "technical culture" philosophy")
- Hussain, S.T. & Will, M. 2021, Materiality, agency and evolution of lithic technology: an integrated perspective for Palaeolithic Archaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 28(2): 617-670. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10816-020-09483-6>
- Ingold, T. 2007, Materials against materiality. *Archaeological Dialogues*, 14(1): 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1380203807002127>
- Koehler, H. 2010, *Comportements et Identité techniques au Paléolithique moyen (Weichsélien Ancien) dans le bassin parisien: une question d'échelle d'analyse ?* Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 351 p. (in French) ("Technical and identity behaviors during the Middle Paleolithic in the Parisian basin: a scale of analysis issue?")

- Krell, J. 2018, Genealogies of technology and prehistory in France: The “Atomic Age”. *Res: Anthropology and aesthetics*, 69-70: 158-172. DOI: <https://doi.org/10.1086/700414>
- Lemonnier, P. 2010, L'étude des systèmes techniques. Urgence en technologie culturelle. *Technique et Culture*, 54-55: 46-47. (in French) (“Technical systems. Emergency in cultural technology”)
- Lepot, M. 1993, *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*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 162 p. (in French) (“Techno-functional approach of Mousterian lithic tool kit. Test of Active part classification depending on the technical efficiency, applied to the layer M2e Sagittale of La Ferrassie”)
- Leroi-Gourhan, A. 1943, *Evolution et techniques, tome 1 - L'homme et la matière*. Albin Michel, Paris, 352 p. (in French) (“Human and matter”)
- Leroi-Gourhan, A. 1964, *Le geste et la parole, tome 1* Albin Michel, Paris, 326 p. (in French) (“The gesture and the word”)
- Lindberg, S. 2019, Being with Technique-Technique as being-with: The technological communities of Gilbert Simondon. *Continental Philosophy Review*, 52(3): 299-310. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11007-019-09466-9>
- Loeve, S., Guchet, X. & Bensaude-Vincent, B. 2018, *French Philosophy of Technology. Classical Readings and Contemporary Approaches. Vol. 29*. Springer International Publishing, Place, 400 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-89518-5>
- de Lumley, H., Lordkipanidze, D., Féraud, G., Garcia, T., Perrenoud, C., Falguères, C., Gagnepain, J., Saos, T. & Voinchet, P. 2002, Datation par la méthode $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de la couche de cendres volcaniques (couche VI) de Dmanissi (Géorgie) qui a livré des restes d'hominidés fossiles de 1,81 Ma. *Comptes Rendus Palevol*, 1(3): 181-189. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1631-0683\(02\)00023-4](https://doi.org/10.1016/S1631-0683(02)00023-4) (in French) (“ $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Dmanisi (Georgia) hominid-bearing volcanic ash level (layer VI): 1.81 Ma”)
- Manclossi, F. *De la pierre aux métaux: dynamiques des changements techniques dans les industries lithiques au Levant Sud, IVème- Ier Millénaire av. J.-C.* Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Ben Gurion University of the Negev, Nanterre, 573 p. (in French) (“From stone to metal: The dynamics of technological change in the decline of chipped stone tool production. A case study from the Southern Levant (5th-1st millennia BCE”)
- Manclossi, F., Rosen, S.A. & Boëda, E. 2019, From Stone to Metal: the Dynamics of Technological Change in the Decline of Chipped Stone Tool Production. A Case Study from the Southern Levant (5th-1st Millennium BCE). *Journal of Archaeological Method and Theory*, 26(4): 1276-1326. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10816-019-09412-2>
- de Marrais, E., Castillo, L. & Earle, T. 1996, Ideology, Materialization, and Power Strategies. *Current Anthropology*, 37(1): 15-31. DOI: <https://doi.org/10.1086/204472>
- Métais, F. & Lenay, C. 2016, Vers une technologie du rapport à l'autre. In: *Dispositifs artistiques et interactions situées* (Guelton, B., Ed.), Presses Universitaires de Rennes, Rennes, France: p. 1-24. (in French) (“Through a technology of the relationship with the other”)
- Mgeladze, A., Lordkipanidze, D., Moncel, M.-H., Desprée, J., Chagelishvili, R., Nioradze, M. & Nioradze, G. 2011, Hominin occupations at the Dmanisi site, Georgia, Southern

- Caucasus: Raw materials and technical behaviours of Europe's first hominins. *Journal of Human Evolution*, 60(5): 571-596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.10.008>
- Miller, D. 1987, *Material Culture and Mass Consumption*. Basil Blackwell, Oxford, 240 p.
- Miller, D. 2005, *Materiality*. Duke University Press, Durham, 304 p.
- Miller, D. & Tilley, C. 1996, Editorial. *Journal of Material Culture*, 1: 5-14.
- Morizot, B. 2016, *Pour une théorie de la rencontre. Hasar et individuation chez G. Simondon*. Vrin, Paris, 248 p. (in French) ("For a theory of Meeting. Random and Individuation in G. Simondon")
- Nativ, A. & Lucas, G. 2020, Archaeology without antiquity. *Antiquity*, 94(376): 852-863. DOI: <https://doi.org/10.15184/aqy.2020.90>
- Nicoud, E. 2011, *Le phénomène Acheuléen en Europe occidentale: approche chronologique, technologie lithique et implications culturelles*. Doctoral thesis at the Université de Provence Aix-Marseille III. (in French) ("The Acheulean phenomenon in Western Europe. Chronological approach. Lithic technology and cultural implications")
- Olsen, B. 2007, Keeping things at arm's length: a genealogy of asymmetry. *World Archaeology*, 39(4): 579-588. DOI: <https://doi.org/10.1080/00438240701679643>
- Olsen, B., Shanks, M., Webmoor, T. & Witmore, C. 2012, *Archaeology: The discipline of things*. University of California Press, Berkeley, 266 p.
- Olsen, B. & Witmore, C. 2015, Archaeology, symmetry and the ontology of things. A response to critics. *Archaeological Dialogues*, 22(2): 187-197. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1380203815000240>
- Pérez-Balarezo, A. & Boëda, E. 2019, Vers une ontologie de la technique en Préhistoire. In: *Anthropologie des techniques. De la mémoire aux gestes en Préhistoire. Cahier 1* (David, E., Ed.), L'Harmattan, Paris: p. 97-118. (in French) ("Through an ontology of technique in Prehistoric sciences")
- Perlès, C. 1983, Discussion de l'article 'Transferts de Techniques et Chaînes Opératoires' par Robert Cresswell. *Technique et Culture*, 2: 160-63. (in French) ("Discussion of the paper 'Technique transfers and chaînes opératoires, by Robert Cresswell")
- Rabardel, P. 1995, *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des Instruments contemporains*. Armand Colin, Paris, 239 p. (in French) ("Human and technologies. Cognitive approach of contemporaneous instruments")
- Ramos, M. & Boëda, E. 2019, Réintroduire la dimension de l'Être pour renouveler l'interprétation de son évolution culturelle. In: *Anthropologie des techniques. De la mémoire aux gestes en Préhistoire. Cahier 1* (David, E., Ed.), L'Harmattan, Paris: p. 29-42. (in French) ("Reintroduction of the Ego Dimension to reassess interpretation of human cultural evolution")
- Rocca, R. 2013, *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*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, 563 p. (in French) ("Can we define Cultural areas during the Lower Paleolithic? Originality of the earliest assemblages in Central Europe in the settlement of Europe context")
- Semaw, S. 2000, The world's oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: Their implications for understanding stone technology and patterns of human evolution between 2.6-1.5

- million years ago. *Journal of Archaeological Science*, 27(12): 1197-1214.
DOI: <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0592>
- Simondon, G. 2004, *Deux leçons sur l'animal et l'homme*. Ellipses, Paris, 96 p. (in French) (“Two lessons on animal and human”)
- Simondon, G. 2005, *L'invention dans les techniques. Cours et Conférences*. Seuil traces écrites, Paris, 350 p. (in French) (“Invention in the techniques”)
- Simondon, G. 2006, *Cours sur la Perception (1964-1965)*. La Transparence, Chatou, 416 p. (in French) (“Lesson on the notion of perception”)
- Simondon, G. 2007, *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Prometeo Editorial, Buenos Aires, Argentina, 280 p. (in Spanish) (“Individuation through the light of the notions of form and information”)
- Simondon, G. 2008, *Imagination et Invention (1965-1966)*. La Transparence, Chatou, 206 p. (in French) (“The mode of existence of technical Communication and information”)
- Simondon, G. 2009, *La individuación a la luz de las nociones de forma y de información*. Cactus, La Cebra, Buenos Aires, Argentina, 511 p. (in Spanish) (“Individuation through the light of the notions of form and information”)
- Simondon, G. 2010, *Communication et Information. Cours et Conférences*. La Transparence, Chatou, 411 p. (in French) (“The mode of existence of technical Communication and information”)
- Simondon, G. 2012, *Du Mode d'existence des objets techniques*. Aubier, Paris, 368 p. (in French) (“The mode of existence of technical objects”)
- Simondon, G. 2013, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Éditions Jérôme Millon, Paris, 576 p. (in French) (“Individuation through the light of the notions of form and information”)
- Simondon, G. 2014, *Sur la Technique*. Presses Universitaires de France, Paris, 480 p. (in French) (“About Technique”)
- Simondon, G. 2015, *Sur la Psychologie*. Presses Universitaires de France, Paris, 520 p. (in French) (“About Psychology”)
- Simondon, G. 2016, *Sur la philosophie 1950-1980*. Presses Universitaires de France, Paris, 472 p. (in French) (“About Philosophy”)
- Simondon, G. 2017, *On the Mode of Existence of Technical Objects*. Univocal Publishing, Minneapolis, 310 p.
- Simondon, G. 2018, *La Résolution des problèmes*. Presses Universitaires de France, Paris, 360 p. (in French) (“The resolution of Problems”)
- Soriano, S. 2000, *Outillage bifacial et outillage sur éclat au Paléolithique ancien et moyen: coexistence et interaction*. Doctoral thesis at the Université Paris Nanterre, Nanterre, X 459 p. (in French) (“Bifacial tools and flake tools throughout the Lower and Middle Paleolithic: Coexistence and Interaction”)
- Soriano, S., Villa, P., Delagnes, A., Degano, I., Pollarolo, L., Lucejko, J.J., Henshilwood, C. & Wadley, L. 2015, The Still Bay and Howiesons Poort at Sibudu and Blombos: Understanding Middle Stone Age Technologies. *PLOS ONE*, 10(7): e0131127.
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131127>

- Stiegler, B. 1994, *La technique et le temps 1. La faute d'épiméthée*. Galilée, Paris, 288 p. (in French) ("Technique and time 1. The epimetheas mistake")
- Stiegler, B. 1998, Temps et individuations technique, psychique et collective dans l'oeuvre de Simondon. *Intellectica*, 1-2(26-27): 241-256. (in French) ("Time and technical, psychic and collective individuation in Simondon's work")
- Stiegler, B. 2018, *La technique et le temps: 1. La faut d'épiméthée. 2. La désorientation 3. Le temps du cinéma et la question du mal-être*. Fayard, Paris, 970 p. (in French) ("Technique and Time: 1. Epistemeas mistake. 2. Disorientation. 3. The time of cinema and the malaise issue")
- Thomas, J. 2000, Reconfiguring the social, reconfiguring the material. In: *Social Theory in Archaeology* (Schiffer, M.B., Ed.), University of Utah Press, Salt Lake City: p. 143-155.
- Thomas, J. 2006, Phenomenology and Material Culture. In: *Handbook of Material Culture* (Tilley, C., Keane, W. & Küchler, S., Eds.), SAGE Publications Ltd, Thousand Oaks: p. 43-59.
- Tilley, C. 2007, Materiality in materials. *Archaeological Dialogues*, 14(1): 16-20.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1380203807002139>
- Tixier, J. 1963, *Typologie de l'épépaleolithique du Maghreb*. Arts et métiers graphiques, Paris, 209 p. (in French) ("Typology of the Epipaleolithic in Maghreb")
- Tixier, J., Inizan, M.-L. & Roche, H. 1980, *Préhistoire de La Pierre Taillée I. Terminologie et Technologie*. Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistoriques, Nanterre, 120 p. (in French) ("Prehistory of knapped stone I. Terminology and technology")
- Toro-Moyano, I., de Lumley, H., Barrier, P., Barsky, D., Cauche, D., Cliberti, V., Grégoire, S., Lebègue, F., Mestour, B. & Moncel, M.-H. 2010, *Les Industries Lithiques Archaiques de Barranco León et de Fuente Nueva 3, Orce Guadiz-Baza, Andalousie*. CNRS Editions, Paris, 306 p. (in French) ("The archaic lithic assemblages of Barranco Leon and Fuente Nueva 3, Orce, Guadiz-Baza, Andalusia")
- Vaccari, A. 2010, Vida, técnica y naturaleza en el pensamiento de Gilbert Simondon. *CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 5(14): 153-165. (in Spanish) ("Life, Technique and Nature in Gilbert Simondon's work")
- Witmore, C. 2015, No past but within things. In: *Allegory of the Cave Painting* (Mirčan, M. & van Gerven Oei, V., Eds.), Extra City Kunsthall, Antwerpen: p. 375-394.
- Xie, G. & Bodin, E. 2007, Les industries paléolithiques du bassin de Bose (Chine du Sud). *L'Anthropologie*, 111(2): 182-206. (in French) ("The Paleolithic assemblages of Bose Basin (Southern China)") DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2007.03.002>
- Yacobaccio, H.D., Morales, M.R., Solá, P., Samec, C.T., Huguin, R. & Oxman, B.I. 2013, Mid-Holocene occupation of the Dry Puna in NW Argentina: Evidence from the Hornillos 2 rockshelter. *Quaternary International*, 307: 38-49.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.09.028>
- Yang, S.-X., Hou, Y.-M., Yue, J.-P., Petraglia, M.D., Deng, C.-L. & Zhu, R.-X. 2016, The lithic assemblages of Xiaochangliang, Nihewan Basin: Implications for Early Pleistocene hominin behaviour in North China. *PLOS ONE*, 11(5): e0155793.
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155793>

- Zhu, R.X., Hoffman, K.A., Potts, R., Deng, C.L., Pan, Y.X., Guo, B., Shi, C.D., Guo, Z.T., Yuan, B.Y., Hou, Y.M. & Huang, W.W. 2001, Earliest presence of humans in Northeast Asia. *Nature*, 413(6854): 413-417. DOI: <https://doi.org/10.1038/35096551>
- Zhu, R.X., Potts, R., Xie, F., Hoffman, K.A., Deng, C.L., Shi, C.D., Pan, Y.X., Wang, H.Q., Shi, R.P., Wang, Y.C., Shi, G.H. & Wu, N.Q. 2004, New evidence on the earliest human presence at high northern latitudes in northeast Asia. *Nature*, 431(7008): 559-562. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature02829>