Les proto-machines de l'an mil avant l'ère commune : une des racines des sociétés industrielles ?

Michel Pernot

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/essais/5977>

DOI : 10.4000/essais.5977

ISSN : 2276-0970

Éditeur

École doctorale Montaigne Humanités

Édition imprimée

Date de publication : 15 janvier 2015

Pagination : 180-191

ISBN : 978-2-9544269-4-5

ISSN : 2417-4211

Référence électronique

Michel Pernot, « Les proto-machines de l'an mil avant l'ère commune : une des racines des sociétés industrielles ? », *Essais* [En ligne], 6 | 2015, mis en ligne le 30 novembre 2020, consulté le 02 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/essais/5977> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/essais.5977>

Les proto-machines de l'an mil avant l'ère commune : une des racines des sociétés industrielles ?

Michel Pernot

Les automobiles sont une des catégories de machines que nous côtoyons, voire nous utilisons, au quotidien. Chacun peut observer à quel point elles ont envahi notre espace ; dans les villes d'aujourd'hui, les axes de circulation, conçus un ou deux siècles auparavant, sont bien souvent occupés à moitié par des véhicules en stationnement ! Cette immobilité, paradoxe de la mobilité, peut inciter à poser la question de l'histoire des concepts, et des dispositifs, qui sont mobilisés par ce véhicule automobile si présent dans notre vie relationnelle, économique, symbolique, etc. Pour focaliser notre attention, nous retiendrons deux éléments essentiels : des roues et un moteur thermique à combustion interne ; dans ce propos, nous oublierons tous les autres, et ce, jusqu'à l'existence même du moteur électrique. Dans un moteur thermique, nous nous intéresserons particulièrement à quatre types de mécanismes : les pistons, les bielles, le vilebrequin et l'arbre à came. En fait, les machines complexes fonctionnent avec un assemblage de concepts qui, dans le cas examiné, comporte des roues associées à des dispositifs tournants mettant en jeu, entre autres, des engrenages et des cames. Ce n'est donc pas une, mais des histoires, que nous souhaitons tenter de retracer.

Au plus ancien...

Pour reprendre un résumé de quelques éléments marquants de l'Histoire des Techniques¹, rappelons d'abord que nous ne connaissons pas de sociétés humaines sans actes techniques. Les sociétés du Paléolithique, qui fabriquent et utilisent des outils lithiques dans le cadre d'une acquisition alimentaire principalement basée sur la chasse et la cueillette, ont toutes accédé à la maîtrise

1 Michel Pernot, « La place de la technique dans les sociétés anciennes », in P. Duris, E. Filhol, M. Lassalle, M. Pernot et C. Thomas (éd.), *Cahiers d'Épistémé 1 – Histoire et éthique des sciences et des techniques*, Université Bordeaux 1, 2006, p. 7-25.

du feu ; c'est un premier cas de convergence technique. Parmi bien d'autres phénomènes, les sociétés du « monde occidental » vivant durant la période dite du Paléolithique supérieur, qui débute il y a environ cinquante mille ans, font usage de parures et très probablement de l'arc² ; en sont-elles les inventeurs ? est une autre question. La transformation du corps – coupe des cheveux, épilation, rasage, peintures corporelles, tatouages, scarifications, en sont autant d'actes techniques – si caractéristique des Humains implique souvent l'usage, et donc la fabrication, d'objets matériels sans lien avec la quête alimentaire. Des dispositifs rotatifs très simples peuvent alors être mis en œuvre : une simple baguette de bois, munie d'un élément actif qui perce directement, ou bien qui entraîne des grains d'abrasif, mue par le frottement d'une ou des deux mains permet de réaliser des pendentifs ou des perles qui peuvent être enfilés pour former des colliers, bracelets, boucles d'oreille, etc. ; il ne s'agit pas là d'une machine. Mais, l'arc, avec la transmission, à la flèche par la corde, de l'énergie élastique stockée dans le bois, est-il une machine ?

Si l'on définit une machine comme un ensemble de pièces qui constituent un tout et concourent à un but d'ensemble, où commence l'ensemble ? Les deux pièces de l'arc, mettant la flèche en translation à partir de la flexion des branches et de la corde, constituent-elles une machine ? Nous proposons d'y voir la proto-machine la plus ancienne.

Toujours dans le monde occidental, durant la période désignée par le terme « Néolithique », des groupes humains développent une maîtrise des productions alimentaires au moyen de pratiques agricoles ou pastorales qui exploitent des transformations de l'environnement. Cette période se situe dans une fourchette approximativement bornée par 13 et 4 mille ans avant aujourd'hui ; le début et la durée varient évidemment suivant les lieux. Cette domestication du vivant, plantes et/ou animaux, est accompagnée dans certains cas d'une sédentarisation du groupe, mais aussi du développement de l'usage de la cuisson de terres, pour fabriquer des vases, ainsi que de roues, très certainement pour réaliser des dispositifs de transport de matières pondéreuses ou encombrantes.

Des roues pour rouler

De même que pour le bois des arcs, peu d'éléments de ces dispositifs, également en bois, nous sont accessibles à cause de la dégradation de ce matériau ; quelques roues et essieux, datant de 6 à 4 mille ans avant aujourd'hui, nous sont cependant parvenus, car conservés en milieu humide, lacs ou tourbières par

2 Pierre Cattelain, « Apparition et évolution de l'arc et des pointes de flèches dans la Préhistoire européenne (Paléo-, Mésol-, Néolithique) », in P. Bellintani, F. Cavulli (éd.), *Catene operative dell'arco preistorico*, Trento, 2006, p. 45-63.

exemple³. Pour les plus anciens chars, chariots et autres charrettes, faut-il parler de machines ou de proto-machines ? Dans l'Europe de l'Âge du Bronze, soit très grossièrement le 2^e millénaire avant l'ère commune, l'association symbolique entre la roue et le disque solaire apparaît clairement ; un des mythes postule probablement le transport du soleil par un chariot pendant la nuit, alors qu'un autre propose certainement qu'il s'agisse d'une barque pratiquant un monde aquatique. Durant le 1^{er} millénaire avant l'ère commune, l'importance du char dans l'affichage du statut des élites semble bien croître. En témoignent des représentations sur des stèles des IX^e-VIII^e siècles dans la Péninsule ibérique⁴, ainsi que des roues en bronze, de 50 cm de diamètre, employant 12 à 15 kg d'un alliage de cuivre et d'étain, trouvées du Marais poitevin au lyonnais ; par exemple, la roue de Coulon dans les Deux-Sèvres, conservée au musée de Niort⁵. Ces dernières indiquent l'investissement technologique fort de ces sociétés puisque ce sont les plus lourds objets de métal produits sur l'actuel territoire national durant les âges des métaux. Vers le milieu du millénaire, de nombreuses tombes « à char » démontrent le rôle privilégié des véhicules à roues, qu'ils soient chars de guerre à deux roues, ou chars « processionnels » à quatre roues. En effet, pour que le chariot à quatre roues devienne réellement un véhicule de transport, il faut aussi développer des routes adaptées. Le monde de l'Empire romain utilise certainement de manière intense la circulation routière, de marchandises et de personnes, en complément de la circulation fluviale et maritime ; la documentation de la période médiévale montre la continuité de ces usages. Les perfectionnements observés sur les carrosses de la période moderne – divers écarts angulaires : celui des rayons par rapport au plan de la jante (écuaneur), des axes de roulement par rapport à l'horizontale (carrossage) et des plans des roues par rapport au plan de symétrie vertical (serrage) – soulignent la complexification croissante du dispositif.

Des dispositifs qui tournent sans rouler

Un perçoir sert, comme cela a été vu précédemment et comme son nom l'indique, à percer par un mouvement de rotation des trous circulaires de petits diamètres – quelques millimètres – dans des matériaux rigides. Un perçoir à archet est un dispositif qui comporte un « arbre » de 20 à 30 cm de longueur ; l'extrémité active peut être munie d'un outil dur perforant, ou bien entraîne des grains d'abrasif ; l'autre extrémité est maintenue en place, avec la

3 M. Fansa et S. Burmeister (éd.), *Rad und Wagen. Der Ursprung einer Innovation. Wagen im Vorderen Orient und Europa*, Oldenburg, Landesmuseum für Natur und Mensch, 2004.

4 Martin Almagro-Gorbea, *El Bronce Final y el Periodo Orientalizante en Extremadura*, Bibliotheca Praehistorica Hispana, vol. XIV, Madrid, 1977, fig. 67-70, p. 170-173, pl. XVIII-XIX.

5 *Avant les celtes. L'Europe à l'Âge du Bronze. 2500-800 avant J.-C.*, Association Abbaye de Daoulas, Daoulas, 1988, p. 51.

liberté de tourner, par une pièce à cupule, jouant le rôle d'une crapaudine et permettant d'appliquer une force d'appui ; l'arbre est mis en rotation par la translation alternée en va-et-vient d'un archet dont la corde, non tendue, fait quelques tours morts autour de lui. Un homme seul peut utiliser le dispositif ; une des mains appuie sur la crapaudine, l'autre fait aller et venir l'archet ; la pièce travaillée est, soit suffisamment lourde pour ne pas bouger, soit bloquée par un étau, une simple pince en bois suffit, ou bien encore maintenue à l'aide des pieds. L'usage de ce dispositif, parent quelque peu éloigné de l'arc puisque l'énergie élastique n'y joue pas de rôle, est attesté par l'iconographie égyptienne vers le milieu du 3^e millénaire avant l'ère commune.

Des épingles en bronze, trouvées en Bourgogne et datées des environs de 3 200 avant aujourd'hui, témoignent de l'usage de dispositifs tournants pour le travail de la cire du modèle, avant la coulée du bronze, dans un procédé « à la cire perdue », et aussi après coulée pour le polissage du métal⁶. C'est à partir des traces de travail qui subsistent, à la surface de l'objet ou dans la microstructure de l'alliage, que les étapes de la fabrication sont restituées et non à partir des outils employés. Le dispositif tournant a pu être un tour à axe horizontal, selon la définition habituelle, c'est-à-dire que l'outil est fixe, tenu par une des mains de l'ouvrier, alors que la pièce travaillée tourne ; l'arbre, interdit de translation au moyen d'un bâti stable, tourne dans au moins deux paliers ; un archet, mu par l'autre main assure la rotation alternative⁷. Ceci est une proposition – d'autres sont vraisemblables – car la probabilité que le dispositif, réalisé uniquement en matériaux périssables, soit conservé, et retrouvé en tant que vestige archéologique, est nulle.

À l'Âge du Bronze, divers matériaux ont été travaillés avec ce type de dispositif ; des pièces en os ont été mises au jour, dont un fléau de balance ; le bois animal aussi bien que végétal a certainement été travaillé. Au cours de l'Âge du Fer, parmi bien d'autres fabrications, ce sont des pastilles, des perles, des anneaux, voire des bracelets, en lignite, en corail, en ambre, en verre opaque rouge, etc. qui sont tournés pour être mis en place sur des bijoux ou des armes de parade ; c'est également durant cette période que certaines cultures inventent ou adoptent la technique de la poterie tournée⁸.

6 Barbara Armbruster, Michel Pernot, « La technique du tournage utilisée à l'âge du Bronze final pour la fabrication d'épingles de bronze trouvées en Bourgogne », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 103/2, 2006, p. 1-7.

7 Voir par exemple : Barbara Armbruster, *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik*, Monographie instrumentum 15, Montagnac, éditions Monique Mergoïl, 2000, fig. 80, p. 148.

8 Michel Feugère, Jean-Claude Gérold (éd.), *Le tournage des origines à l'an mil*, Monographie instrumentum 27, Montagnac, éditions Monique Mergoïl, 2004.

Des machines tournantes... en grand nombre

Les vestiges des cités enfouies par l'éruption du Vésuve en 79 de l'ère commune nous montrent la très grande importance des dispositifs tournants dans les techniques de l'Empire romain. Dans le domaine de l'alimentation, les grosses meules pour mouder le grain et le *trapetum* pour faire l'huile d'olive en sont des exemples que chacun connaît ; dans la vie quotidienne, les portes tournent sur des axes de rotation, alors qu'elles pourraient coulisser. Dans le bâtiment et le génie civil, des vasques en pierre, des colonnes de plusieurs tonnes sont tournées ; des grues pour les carrières ou la construction monumentale, pour charger et décharger les navires, sont munies d'une « cage à écureuils » ; la représentation de la stèle des Haterii montre cinq hommes placés dans une telle cage pour l'actionner⁹ ; des poulies, simples ou montées en mouffles, sont omniprésentes dans ces dispositifs de forte puissance. À l'autre bout de l'échelle métrique, de très nombreux petits objets ont été fabriqués à l'aide de dispositifs tournants : des pièces de flûtes, des petites boîtes à fards, beaucoup de pièces de bronzes ont été moulées à partir d'un modèle en cire tourné ; dernier exemple : pour assurer leur fonction, les robinets à boisseau tournent. Sans que cela interroge l'immense majorité des historiens, une peinture murale, représentant un menuisier en action, montre que le perçoir à archet est d'usage courant¹⁰. Bref, dire que dans le monde romain de l'apogée tout tourne est excessif, mais souligner que, en dépit de notre maigre connaissance – peu de vestiges subsistent, peu de textes en parlent – il est clair que les machines – comment utiliser un autre terme ? – qui tournent y sont très présentes.

Tours, engrenages, pistons et cames... eau courante et plateau diviseur

Les rares représentations de tours de potiers parvenues jusqu'à nous depuis l'Antiquité donnent à voir des dispositifs simples : un plateau haut tournant sur un axe fixe¹¹ ; des vestiges archéologiques indiquent, en Espagne du II^e siècle avant l'ère commune, l'usage d'un volant d'inertie bas, très probablement entraîné au pied¹², démontrant encore une fois que la réalité est bien plus complexe que ses représentations.

9 *Homo Faber – Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei*, Naples, Electa, 1999, p. 282.

10 Robert Étienne, *Pompéi la cité ensevelie*, coll. Découverte 16, Paris, Gallimard, 1987, p. 73.

11 *Homo Faber – Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei*, Naples, Electa, 1999, p. 164.

12 Alexis Gorgues, José-Antonio Benavente Serrano, « Les ateliers de potiers de Foz-Calenda (Teruel) aux II^e-I^{er} siècles avant notre ère », *Mélanges de la Casa de Velásquez*, 20, 2007, p. 295-312 ; fig. 3, p. 298.

Une illustration de la Bible de Saint-Louis, du XIII^e siècle, comporte une représentation, peut-être la plus ancienne, d'un tour à perche et à pédale¹³. Il s'agit d'une adaptation du tour à archet : une perche, placée au-dessus de l'arbre, fait office de ressort – comme une branche d'un arc ! –, une corde est attachée à une extrémité, l'autre est fixe ; après avoir fait un ou deux tours morts autour de l'arbre, la corde est fixée au bout d'une pédale articulée, par du cuir par exemple, au sol. Un appui sur la pédale fait tourner l'arbre dans un sens, son relâchement fait remonter la corde par l'énergie élastique emmagasinée par la perche et tourner l'arbre dans l'autre sens ; des appuis réguliers font le même effet qu'un archet, mais les deux mains sont libres pour tenir un outil plus grand et la puissance mécanique est plus forte. Cette image du Moyen-Âge nous laisse à penser aujourd'hui, mais sans certitude, que le monde antique ne connaissait pas cette astucieuse machine, utilisée dans nos contrées jusque dans les années d'après la seconde guerre mondiale.

L'arbre à cames semble lui aussi se développer durant la période médiévale et la Renaissance. Un exemple ancien apparaît dans une *représe* » montre un arbre tournant, mis en rotation par une roue hydraulique, muni d'ergots qui actionnent régulièrement les soufflets d'un four, permettant d'atteindre des températures plus hautes que par une action de la force humaine. Le martinet, marteau hydraulique, fonctionne sur le même principe : des cames, placées sur un arbre, font périodiquement lever un marteau qui retombe par son poids ; ainsi typiquement, une masse de cent kilogrammes peut frapper, avec une cadence de l'ordre d'un coup par seconde, une pièce de métal à former. Là encore, l'énergie hydraulique permet une puissance mécanique bien au delà de celle des hommes. En effet, des masses en centaines de kilogrammes, ou en tonnes, peuvent être soulevées par plusieurs hommes, puis relâchées pour faire un mouton, dans le but d'enfoncer des pieux par exemple, mais la fréquence des coups reste trop faible pour forger.

Par le « *De architectura* » de Vitruve, nous savons que des machines hydrauliques de l'Antiquité romaine, au moins vers la fin de la République, employaient des roues à eau et des engrenages ; les découvertes archéologiques récentes montrent que cet usage est courant. Afin de moudre du grain, le moulin décrit par Vitruve (livre X, chap. X) met en rotation une meule active mue par un axe vertical, sur une meule dormante, toutes deux horizontales ; la roue hydraulique verticale entraîne un arbre horizontal ; le renvoi d'angle, entre les deux arbres, est assuré par un plateau denté qui s'engrène sur une « lanterne ». Ce même livre décrit (chap. XII) une pompe aspirante-foulante à pistons, dite machine de Ctesibius ; encore une fois, l'accord est excellent entre les vestiges de la culture matérielle et la source textuelle.

13 Christophe Picod, *Les tourneurs sur bois*, Belfort, France Régions, 1991, p. 93.

Ainsi, il est clair que l'Antiquité fait usage de l'énergie hydraulique et des engrenages ; en revanche, ces sociétés semblent ne pas connaître l'excentrique qui est la forme simple du système associant une bielle à une manivelle ou un vilebrequin. La trace la plus ancienne de ce dispositif pourrait être au Proche-Orient et dater du VI^e siècle¹⁴ ; en ce qui concerne le monde occidental, le développement de ce système se fait durant la période médiévale. Son emploi courant dans les tours ne se généralise probablement pas avant la période moderne ; pourtant, la conséquence est d'importance : la productivité d'un tour fonctionnant avec un système bielle/manivelle, donc à rotation continue, est tout simplement le double de celle d'un tour à rotation alternée !

Une remarque est encore à faire : fabriquer des engrenages requiert l'usage d'un plateau diviseur. Ce dernier est un disque, fait d'un matériau rigide, qui comporte sur des cercles concentriques des repères, généralement des trous, disposés avec un espacement angulaire constant. Cet outil – absolument indispensable – d'emploi simple et facile, est représenté, réalisé en métal, dans les ouvrages du XVIII^e siècle qui décrivent la fabrication de roues dentées pour les horloges. Il est également incontournable pour ce qui est des machines à calculer du type de celle de Pascal ; mais il est nécessairement bien plus ancien ! Comme nous l'avons vu avec les descriptions de Vitruve, les ouvriers de l'Antiquité en ont forcément eu besoin. Cependant, le tracé de décors géométriques complexes, sur des objets plats ou en volume, exploitant les intersections entre des cercles et des droites angulairement réparties régulièrement, pas uniquement des rayons, ne peut se passer de l'usage d'un plateau diviseur. La répartition des trous de la passoire du dépôt d'Evans, mis au jour dans le Jura en 1998¹⁵ et daté de trois mille ans avant aujourd'hui, fait appel à un tel outil ; il en est de même pour le décor d'un disque décoratif de harnachement, vieux de deux mille cinq cents ans¹⁶. Un « bon » plateau diviseur, fabriqué en bois, avec beaucoup de patience, était certainement rangé dans les « secrets » d'ateliers ; les actuelles machines « à commandes numériques » ont bien sûr, depuis quelques décennies, relégué ce précieux outil au musée !

14 Thierry Morin, Jacques Seigne, « Restitution et reconstitution d'une scierie hydraulique du VI^e siècle de notre ère à Gerasa/Jerash (Jordanie) », in *Virtual Retrospect 2007*, Bordeaux, Ausonius éditions, 2008, p. 261-268.

15 Jean-François Piningre, Michel Pernot, Véronique Ganard, *Le dépôt d'Evans (Jura) et les dépôts de vaiselles de bronze en France au Bronze final*, Revue Archéologique de l'Est, 37^e Supplément, Dijon, 2014, fig. 89 et 90, p. 93.

16 Stéphane Verger, « Une tombe à char oubliée dans l'ancienne collection Poinchy de Richebourg », *Mélanges de l'École Française de Rome – Antiquité*, 1996, 108-2, p. 641-691, fig. 21-22.

De la vapeur à la locomotive

La force motrice de la vapeur est connue dans l'Antiquité : l'éolipile de Héron d'Alexandrie, il y a environ mille neuf cents ans, est une sphère munie de sorties de vapeur d'eau chaude telles que cette dernière la mette en rotation ; de là à la locomotive, par exemple la « *North Star* » de 1843, il y a plusieurs grandes étapes à franchir. La première est d'associer un piston au couple bielle/manivelle, pour assurer la transformation d'un mouvement de translation en une rotation. La machine à vapeur de Newcomen de 1712, employée pour l'exhaure, c'est-à-dire l'évacuation de l'eau des mines – problème constant qui est un des moteurs du développement du machinisme dans l'Antiquité –, utilise la vapeur pour faire monter un piston moteur qui redescend sous l'effet de la pression atmosphérique et transmet la translation au piston d'une pompe via un balancier ; en outre, elle est très lourde et fixe. Une autre étape – simple, mais encore fallait-il y penser ! – est d'embarquer un moteur thermique à combustion externe dans un chariot pour en faire un véhicule automobile. Il semble que ce soit Cugnot, en 1771, qui le premier passât à l'acte avec son « fardier » ; ce dernier n'utilisait pas le couple bielle/manivelle, mais un dispositif à cliquet. Il est aussi à remarquer que ce « chariot à feu » ne possédait pas de frein ; les premières bicyclettes n'en étaient pas munies non plus ! L'Histoire des Techniques est émaillée d'idées très simples, qui semblent évidentes une fois qu'on les a mises en œuvre, mais qui, avant qu'un individu, ou plutôt un groupe, ne les développe restent « impensées ».

Convergences et divergences

Nombreux sont les cas de convergence technique, c'est-à-dire le fait que des cultures qui n'ont aucun contact mettent en pratique une même solution. La domestication de plantes, entre treize et deux mille ans avant aujourd'hui, dans une dizaine de régions réparties sur tous les continents, en est un exemple des plus clairs, que nous avons déjà évoqué ; les usages de la terre cuite pour faire des vases, des alliages de cuivre et d'étain, du procédé de la fonte à la « cire perdue », en sont d'autres ; par rapport aux situations géographiques, il est établi, dans plusieurs cas, qu'un mécanisme de diffusion des savoirs ne peut avoir eu de rôle. En revanche, des phénomènes de non convergence existent ; l'exemple, peut-être le plus célèbre, est celui de la roue qui n'est pas en usage en Amérique avant la colonisation européenne. L'Amérique pré-colombienne, qui n'utilise pas la roue, n'utilise pas non plus le fer ni l'écriture ; pour l'école française d'Histoire des Techniques des années post-coloniales, il s'agit d'un blocage. Dans l'ouvrage dirigé par Maurice Daumas¹⁷, on lit, pages 392 et 393, sous la plume de M^{lle} Chita de la Calle :

17 Maurice Daumas (éd.), *Histoire générale des techniques*, t. 1 / *Des origines au XV^e siècle*, coll. Quadriga, Paris, PUF, 1962, réédition 1996.

« L'homme américain n'était pas un technicien né.

Il ne ressentait pas la nécessité de pousser jusqu'au bout les conséquences de l'invention technique. Donc, il n'a jamais appliqué ses découvertes à fabriquer du confort pour les masses. D'autre part, sa curiosité naturelle était vite satisfaite par des explications métaphysiques ou magiques. Inévitablement il découle de cette attitude une stagnation inventive doublée d'inertie technique : arrivés à un certain degré d'efficacité technique qui leur paraît suffisante, ils s'y arrêtent. Ce qui, bien entendu, n'exclut ni l'habileté manuelle croissante de l'exécution, ni l'ingéniosité apportées à perfectionner certaines techniques.

Or, il est incontestable que dans plusieurs domaines le pas qui transforme la trouvaille en invention utile n'a jamais été franchi. Il suffit de considérer le cas de la roue : simple jouet, elle ne deviendra, ni poulie ni tour de potier, ni facteur de locomotion – même pas brouette ou charrette. »

Le jouet en question est un guépard symbolique, de 9 cm de haut pour 14 cm de longueur, muni de quatre petites roues, trouvé au Mexique dans un contexte toltèque, daté de mille ans¹⁸. Bertrand Gille ne fait que compiler ce discours¹⁹. Ces propos sont tellement caricaturaux – les peuples colonisés sont des enfants à mettre sous la tutelle des européens – qu'ils appellent peu de commentaires. Rappelons seulement que l'Empire Inca, guerrier, expansionniste et étatique, s'étendait sur cinq mille kilomètres, que la culture Mochica, qui le précède, met en œuvre des centaines de milliers d'adobes, voire des millions, pour réaliser des ensembles architecturaux, lieux de pouvoir politique et religieux – les *huacas* –, colossaux entièrement peints avec des centaines de tonnes de pigments de couleurs diverses, que cette même culture pratique à grande échelle le placage du cuivre par de l'or, avec plusieurs techniques complexes²⁰. Où est le blocage ? La production d'objets en très grande série n'est-elle pas un des critères de l'industrialisation ? Le placage métal sur métal n'est-il pas une technique des plus élaborées ? Les colonisateurs, avides d'or, ont-ils voulu cacher leur déception de trouver du cuivre plaqué or ? Peut-être ont-ils mis un certain temps à découvrir qu'il ne s'agissait pas toujours d'or massif ? Ce placage n'est aucunement une tromperie, mais un choix technico-économique qui a, soulignons-le, toujours cours : nos pièces « rouges », les centimes d'euros, sont en acier plaqué de cuivre !

La société occidentale, des pays dits développés, ne veut-elle pas faire entendre encore aujourd'hui que les cultures, qui n'ont pas fait les mêmes choix qu'elle, sont en retard ?

18 *Rad und Wagen*, op. cit., fig. 132, p. 97.

19 Bertrand Gille (éd.), *Histoire des techniques*, Encyclopédie de La Pléiade, Gallimard, 1978, p. 470-491.

20 Carole Fraresso, *L'usage du métal dans la parure et les rites de la culture Mochica (150-850 ap. J.-C.)*, Pérou, thèse de doctorat, Université Bordeaux 3, 2007.

Le regard épistémologique de François Hartog²¹ cite et analyse des propos de Claude Lévi-Strauss :

« ... Pas plus dans *Race et histoire* que dans *Tristes tropiques*, le but n'est pas de "détruire" l'idée de progrès, mais de la "faire passer, du rang de catégorie universelle du développement humain, à celui de mode particulier d'existence, propre à notre société (et peut-être à quelques autres)".

[...] D'où d'abord, la critique du "faux évolutionnisme", dénoncé comme l'attitude qui consiste pour le voyageur occidental à croire "retrouver", par exemple, l'âge de la pierre chez les indigènes d'Australie ou de Papouasie. Puis la mise en perspective du progrès. Les formes de civilisation que nous étions portés à imaginer "comme échelonnées dans le temps" doivent bien plutôt être vues comme "étalées dans l'espace". L'humanité "en progrès" n'est pas comme "un personnage gravissant un escalier, ajoutant par chacun de ses mouvements une marche nouvelle à toute celles dont la conquête lui est acquise ; elle évoque plutôt le joueur dont la chance est répartie sur plusieurs dés [...] C'est seulement de temps à autre que l'histoire est cumulative, c'est-à-dire que les comptes s'additionnent pour former une combinaison favorable". »

Rappelons que *Race et histoire*, commandité par l'Unesco, a été publié en 1952, *Tristes tropiques* en 1955 et *Anthropologie structurale* en 1958 ; la leçon est que l'Histoire des techniques doit se nourrir plus profondément de l'ethnologie et de l'anthropologie générale.

En guise de conclusion

Le premier véritable vol humain est celui de Pilâtre de Rozier et du marquis d'Arlandes, le 21 novembre 1783, dans une montgolfière en ascension libre et non en ballon captif. Qu'est-ce qu'une montgolfière ? De la toile vernie, une nacelle en osier, des cordes et de l'air chaud ! Rien que des moyens rudimentaires ! Alors pourquoi au XVIII^e siècle, à Paris, et pas plus tôt, ou dans un autre lieu ?

L'évolution sociétale du *Siècle des Lumières* n'est-elle pas, plus que le développement technologique, responsable de cette « avancée » ? Le saut n'est-il pas d'abandonner le rêve d'Icare ? Il a fallu, bien sûr, accepter que, quelle que soit la machine, la puissance de la musculature humaine, rapportée au poids, ne permet pas le vol. Cependant, la réalisation de cette ascension, à moins de six années de la Révolution française, doit plus probablement être associée aux changements des comportements ; ceux-ci ne touchent pas seulement les domaines très imbriqués du politique et du religieux, mais aussi la façon de vivre la famille. La démographie historique montre que le nombre d'enfants par famille chute dans la France durant la seconde moitié du siècle ; il semble que toutes les catégories sociales soient concernées ; l'exemple de Verdun indique que, en moins de cinquante ans, les notables passent, en moyenne statistique,

21 François Hartog, *Évidence de l'histoire*, Paris, Gallimard, folio histoire, 2005, p. 227.

de six à trois enfants, mais les ouvriers passent aussi de sept à cinq enfants²². L'entrée dans la transition démographique se fait sans « technique » chimique de contraception ; de manière probablement inconsciente, les femmes et les hommes, des quelques décennies qui précèdent la Révolution, intègrent le principe qu'il est préférable d'avoir moins d'enfants et de les élever mieux. Ce que nous souhaitons souligner ici est que l'Histoire des techniques est, peut-être, plus pilotée par le contexte social, et par l'émergence d'idées nouvelles et de comportements nouveaux, que par les avancées techniques elles-mêmes. Une idéologie, très en vogue aujourd'hui dans certains milieux, admet que l'innovation est principalement le produit de financements indépendamment des « mentalités » et qu'un seul choix est le « bon ». Ce modèle de convergence absolue, vers un point unique, reprend l'idée de Theilhard de Chardin qui pense que tout se dirige vers ce qu'il nomme le point « Oméga »²³ ; ce texte, écrit en 1949, déclare, page 146 :

« ... comment ne pas voir que l'industrialisation toujours plus complète de la Terre n'est rien autre chose que la forme humano-collective d'un processus universel de vitalisation... ».

Ce modèle n'est-il pas en flagrante contradiction avec celui d'une évolution buissonnante et en exacte opposition avec l'existence de la diversité ? La diversité des cultures techniques ne doit-elle pas, elle aussi, être appréhendée par le regard de la tolérance ?

Depuis trois mille ans notre société occidentale s'appuie sur des machines qui tournent ; cette « racine » de la société industrielle, associée à l'emploi du fer, à la démarche scientifique, à la quête incessante de plus de productivité, de plus de vitesse, de plus de richesse, et à bien d'autres choses encore, justifie-t-elle que les sociétés qui ont fait d'autres choix – car ce sont des choix ! – soient irrémédiablement éliminées ?

Chacun connaît l'histoire du « cheval de Troie » ; les textes d'Homère nous informent qu'il y a 3 200 ans en Méditerranée orientale, des villes existent, des commerçants y utilisent l'écriture. Au même instant, en Europe occidentale, des sociétés, nous l'avons vu avec l'exemple des épingles de Bourgogne, fabriquent aussi des produits avec une « excellente technologie », et cela sans urbanisation, sans écriture, sans bureaucratie ; comment est-ce possible ?

Michel Pernot

UMR 5060 – CNRS - IRAMAT

Université Bordeaux Montaigne

Michel.Pernot@u-bordeaux-montaigne.fr

22 Stéphane Minvielle, *La famille en France à l'époque moderne*, Armand Colin, Paris, coll. U, 2010, p. 100.

23 Pierre Theilhard de Chardin, *La place de l'homme dans la nature*, coll. 10-18, Paris, Albin Michel, 1956, p. 168.

Résumé

L'efficacité des sociétés du monde occidental repose dans une large mesure sur l'usage de dispositifs tournants. Le premier but de cet article est montrer l'ancienneté d'une partie des concepts employés pour faire fonctionner ces machines ; les racines de certains mécanismes s'ancrent dans l'âge du bronze, c'est-à-dire au moins 3 000 ans avant aujourd'hui. Une augmentation croissante de l'emploi de la transformation de mouvements, de translation et de rotation, en relation avec l'énergie hydraulique, caractérise l'évolution observée du monde romain au Moyen-Âge. Les conséquences de ces choix techniques sont ensuite discutées.

Mots-clés

Histoire des techniques, tournage, tour, machines tournantes, âge du bronze, période romaine, Moyen Âge.

Abstract

Industrial efficiency of western societies is based upon a very large use of rotating devices. This paper first aims to underline how old are some of the concepts used to put in action those machines; the roots of some devices take place in the bronze age, that is at least 3000 years before present. The evolution from roman period to Middle Ages is characterized by the increasing use of transformation of translating to rotating motion in relationship with hydraulic energy. The consequences of those technical choices are then discussed.

Keywords

History of techniques, spinning, lathe, rotating machine, bronze age, roman period, Middle Ages.