

**ALLOCUTION DU PROFESSEUR IAN HODDER
LAUREAT DU PRIX INTERNATIONAL 2016 DE LA FONDATION FYSSSEN**

**La directionnalité de l'évolution humaine:
une approche par l'enchevêtrement**

Cher Président de la Fondation Fyssen,
Mesdames et Messieurs les Membres du Conseil d'Administration et du Conseil Scientifique,
Chers Amis et Collègues,
Mesdames et Messieurs,

Laissez-moi tout d'abord vous exprimer ma plus profonde gratitude pour m'avoir accordé le Prix international de la fondation Fyssen. Je voudrais profiter de cette présentation pour aborder quelques-unes de mes recherches récentes concernant l'enchevêtrement des choses et des Hommes – ce que j'ai appelé *entanglement* en anglais. En tant qu'archéologue, je m'intéresse bien sûr à la culture matérielle et aux débats récents sur la « matérialité » dans les sciences humaines et sociales. Mais en tant que préhistorien, je suis aussi et surtout engagé dans une réflexion sur la longue durée. Ce qui m'intéresse, c'est de comprendre comment il se fait que nous nous soyons ainsi développés, en tant qu'humains, dans ce monde qui nous entoure. Dans cette présentation, je voudrais m'attaquer à l'un des grands problèmes de cette question : en sommes-nous arrivés là où nous en sommes du fait d'une directionnalité propre au développement culturel humain ?

Les éléments en faveur d'une directionnalité générale du développement humain semblent à première vue évidents. Dans une série de publications récentes, Ian Morris a très utilement compilé une série de mesures documentant le développement social de l'Europe et de l'Asie depuis le Pléistocène. Plus récemment encore, il a modélisé l'accroissement de la captation énergétique dans les cinq zones agricoles les plus productives entre le onzième millénaire avant notre ère et l'an 1 (Baumard *et al.* 2015 ; Morris 2010 ; 2013). Dans ces études, la prospérité moyenne est mesurée en fonction de la capacité à capter l'énergie, elle-même mesurée par des variables telles que la taille des maisons, la densité d'habitants ou la population de la plus grande ville. Il est évidemment très difficile de mesurer ainsi avec une quelconque exactitude des tendances à long terme depuis la Préhistoire. Derrière les graphiques se cache une forte variabilité locale. On connaît ponctuellement de nombreux phénomènes « d'expansion-contraction » (Shennan 2013). Les zones concernées par ces développements momentanés changent d'ailleurs dans le temps (voir la discussion sur le déplacement des centralités de l'âge du Fer européen dans Hodder 2016, 146). Or Morris ignore de nombreuses parties du globe dans ses graphiques. La tendance de fond semble par exemple plus difficile à définir dans des zones comme l'Australie précoloniale. Une synthèse récente (Cane 2013) en retrace toutefois l'histoire comme un changement continu depuis les premiers peuplements il y a 74.000 ans. Depuis 18.000 ans notamment, la préhistoire de l'Australie a vu apparaître de nouvelles techniques (comme le boomerang), une industrie lithique plus diversifiée et productive, ou de nouvelles formes d'arts. Dans le même temps, elle a été marquée par de nouvelles migrations, un accroissement de la territorialité en lien avec une augmentation de la population, l'augmentation de la formation de villages, et davantage d'échanges à plus longues distances. Globalement, en dépit d'importantes variations locales qui restent difficiles à apprécier, les éléments convergent donc bien vers une diversité et une complexité croissante des usages humains de la culture matérielle.

Une autre manière d'appréhender cette tendance consiste à comparer les plus anciens artefacts humains avec leurs équivalents contemporains. L'information que l'on en retire est certes encore plus sommaire, mais le contraste n'en est pas moins significatif. Prenons des exemples aussi variés que les outils de moisson, le coton, la poterie et la roue. Et commençons par les plus anciennes faucilles utilisées pour couper des végétaux (Astruc *et al.* 2012). Les premières traces datent de la culture pré-néolithique natoufienne, à peu près 12.000 ans avant notre ère au Proche-Orient. Ces lames simples en silex (ou plus rarement en obsidienne) étaient emmanchées dans des supports en bois ou en corne, et collées avec du bitume. Si les ressources d'obsidienne se situaient à des distances parfois très éloignées, le silex était généralement disponible localement. Maeda *et al.* (2016) affirment que ces faucilles ont d'abord été utilisées en tant qu'outils de coupe de matériaux comme le roseau ou le jonc. Ce n'est que plus tard, au cours du neuvième millénaire avant notre ère, que leur usage fut transféré à la moisson agricole (on pourrait ici parler d'exaptation). Ces premières faucilles étaient facilement démontables et réparables. Autrement dit, leur degré d'enchevêtrement était faible. La moisson pouvait d'ailleurs s'en passer, par l'arrachage par exemple, ou par le battage sur pied des céréales s'égrenant spontanément. Avançons maintenant de 14.000 ans. L'industrie agricole moderne dépend désormais d'énormes moissonneuses-batteuses qui intègrent fauchage, battage et vannage en un seul passage. L'économie de travail est considérable. Mais chacune de ces machines coûte parfois jusqu'à 400.000 dollars. Elles possèdent plus de 17.000 pièces, fabriquées partout dans le monde, et distribuées par des groupes comme la *John Deere company* à travers son « Réseau Stratégique de

Distribution Internationale de Pièces Détachées ». Ce ne sont pas moins de 800.000 pièces de machines différentes qui sont commercialisées à travers celui-ci.

Prenons maintenant l'exemple du filage. Les moutons à laine n'apparaissent que tardivement dans le Néolithique du Proche-Orient. Ce n'est qu'en 7.500 ou 7.000 ans avant notre ère que l'on trouve la trace des premières fusaïoles faisant tourner les fuseaux à tisser la laine (Rooijakkers 2012 ; Zeder 2009). Ces petites choses de rien étaient facilement fabriquées avec de la pierre ou de l'argile. Le bois des fuseaux et la laine de mouton étaient tout autant disponibles localement et facilement remplaçables. À partir de là, on peut suivre le développement de la technique, du filage médiéval au rouet, jusqu'aux différentes machines à filer la laine, le lin ou le coton. Restons sur ce dernier. La première machine à filer le coton est la mule-jenny. Puis, dans les années 1780 à Manchester, des machines appelées *water frame* commencèrent à utiliser l'énergie produite par des roues à eau. C'est la première étape à l'utilisation de la vapeur conduisant directement à la filature contemporaine. Aujourd'hui, la fabrication et la distribution d'un T-shirt en coton est une entreprise globale. D'un côté, elle emploie des millions de gens à différents endroits du monde, de l'autre elle provoque de très sérieux dégâts sur l'environnement.

Prenons enfin l'exemple classique de la roue. Les manuels aiment en placer l'invention quelque part entre l'Europe et l'Asie au cours du quatrième millénaire avant notre ère. Il est en fait très difficile de savoir ce qu'il en est. L'idée d'un axe rotatif a des origines multiples. La fusaïole, que l'on a vue apparaître au huitième millénaire avant notre ère, en est une. Mais dès le Paléolithique supérieur, on en retrouve une trace avec la perceuse à arc utilisée pour fabriquer les perles. Et même bien plus tôt, avec la production du feu par la rotation d'une baguette entre les mains. Si le tour de potier apparaît à peu près au même moment que l'utilisation de la roue pour le transport, il n'est pas facile d'affirmer pour autant une connexion entre les deux. Ce qui est clair, toutefois, c'est qu'après ce début précoce aux origines diverses, les humains n'ont fait qu'accroître les multiples utilisations de la roue : dans le transport, l'armement, la production d'énergie, l'horlogerie, les machines-outils, les tours à bois, la filature, les instruments de musique et j'en passe. Il serait impossible d'imaginer une société contemporaine sans la roue. Ainsi, nous sommes aujourd'hui complètement dépendants de l'automobile et, à travers elle, du commerce mondial qu'implique chacun de ses éléments. Les effets sur le climat de l'immense quantité de gaz à effet de serre que représente cette dépendance ont d'ores et déjà nécessité une réaction. Cette diapositive tente de résumer la diversification des usages de la roue sur le long terme. Comme avec les autres exemples, des choses et des techniques d'abord simples deviennent de plus en plus élaborées dans le temps, prolifèrent et entraînent toujours plus profondément les humains dans des relations complexes entre eux et avec leur environnement.

Il est difficile de continuer à décrire ainsi toutes ces proliférations, car les connexions deviennent rapidement bien trop larges. Mais en tant qu'archéologue, il m'est possible de retracer à une plus petite échelle ces liens en un même lieu. Ainsi, sur le site néolithique de Çatalhöyük que je fouille en Turquie, la plus ancienne poterie était uniquement fabriquée en argile locale. La technique était simple et le résultat servait de récipient. Plus tard, la facture s'améliore et les pots sont utilisés également pour la cuisson. Enfin, leur utilisation pour le stockage et la consommation se développa, tandis qu'ils semblent également devenir des objets de distinction sociale comme en atteste l'apparition d'un décor peint. À travers le temps, on voit ainsi les connexions se multiplier, et ce que l'on appelle « l'affordance » de la poterie se développer, c'est-à-dire l'exploitation croissante des différentes potentialités inscrites en elle.

En ce sens, il est possible de reconnaître une directionnalité générale dans les relations entre humains et choses. Dans tous ces exemples et dans bien d'autres, on retrouve une même tendance à l'exploitation croissante des potentialités qu'offre chaque chose. Ce caractère cumulatif de l'affordance conduit à toujours plus de culture matérielle, à une différenciation plus importante, à un usage plus intensif des ressources et à une plus grande complexité. Ma question est donc : pourquoi tout cela se produit ? Je vais commencer par considérer les réponses qui ont déjà été proposées à cette question par les théories du progrès, de l'évolution biologique et, plus rapidement, de la complexité. Je montrerai ensuite en quoi la théorie de l'enchevêtrement fournit une réponse plus satisfaisante à ce problème.

L'une des réponses possibles consiste donc à considérer cette directionnalité comme un signe du progrès qui s'exprimerait par l'accroissement des capacités techniques à capter l'énergie de l'environnement dans une course à la « civilisation ». On associe souvent la notion de progrès aux XVIII^e et XIX^e siècles. On peut en fait sûrement en retrouver la trace jusque dans l'Antiquité grecque et romaine (Nisbet 1980). Dans le christianisme ancien, des penseurs comme Saint Augustin décrivaient un mouvement nécessaire vers la perfection spirituelle. L'attente millénariste se traduisait vite en lutte terrestre pour l'instauration d'un âge d'or promis. Des idées similaires de l'inexorable déploiement sur terre d'un plan divin se retrouvent tout au long du Moyen Âge européen. La « découverte » de l'Amérique et d'autres parties du globe lors des grandes explorations posa alors un problème à l'Occident. Comment faire sens de cette diversité soudaine ? Comment catégoriser socialement, économiquement et spirituellement ces nouvelles sociétés par rapport à l'Occident ? Tout cela s'est fait de multiples façons, mais la plus commune fut à travers la notion de progrès. Ces « Autres » étaient dans le présent ce que l'Occident avait été dans le passé. Les grandes découvertes ont ainsi renforcé les idées eurocentriques de supériorité et d'avancement. Voir ces « Autres » comme des sauvages, des préhistoriques, permettait de justifier

l'exploitation et l'esclavage. La notion de progrès atteignit son zénith en Occident entre 1750 et 1900. Elle soutint le colonialisme et l'impérialisme, tout autant que les autres idées clefs de cette période : la liberté, l'égalité, la justice sociale ou la souveraineté populaire (Nisbet 1980). Prit dans cette gangue du progrès, ces idées n'étaient pas seulement désirables, elles devenaient inévitables et historiquement nécessaires. L'histoire écrite par Comte, Hegel, Marx et Spencer (tout comme plus tard Talcott Parsons, Leslie White et bien d'autres) fut ainsi faite d'avancées lentes, graduelles, continues, inexorables et orientées vers une fin. L'important était alors de séculariser la notion de progrès. Émanée des plans divins, elle devient processus naturel et objet d'analyse scientifique. Ce qui ne changea pas, toutefois, c'est que chacune de ces conceptions du progrès demeura enlisée dans des intérêts propres — qu'il s'agisse de la suprématie d'Athènes, de la centralité de l'Église ou de la domination impériale de l'Occident.

Une difficulté supplémentaire accompagne les différentes expressions de la notion de progrès : leur caractère téléologique. La chose à expliquer (des sociétés qui ont développé une science objective, un certain niveau de complexité, la démocratie ou la liberté) en est en même temps la cause (des sociétés progressant vers une science objective, la complexité, la démocratie ou la liberté). De plus, ces discours postulent toujours une nature inhérente de l'homme : la volonté constante de progresser. Abandonnée ou contestée dans la dernière partie du XX^e siècle, la notion de progrès se rencontre toujours néanmoins dans la théorie évolutionniste. Smith (2012, 260) considère ainsi que la « théorie de la construction de niche » permet d'expliquer « la domestication initiale, non pas comme une réponse adaptative à un changement environnemental, à une croissance ou à une densification démographique, mais plutôt comme le résultat d'une amélioration délibérée par les humains d'environnements riches en ressources ». Cette idée d'une amélioration consciente et volontaire de la densité et de la productivité des ressources désirées se retrouve également chez Zeder et Smith (2009, 688) ou Zeder (2016). Or, c'est précisément cette « amélioration anthropique délibérée » qui doit être expliquée plutôt que postulée. On trouve un autre exemple de motif progressiste dans le postulat d'augmentation de la population qui structure la théorie évolutionniste contemporaine. La « théorie de la construction de niche » repose ainsi souvent sur l'idée que la croissance démographique agit comme un processus macro-évolutif qui génère du changement (Smith 2012). Il a en fait été prouvé que ce facteur ne peut que difficilement être considéré comme une explication des transformations à long terme (voir Kremer 1993 pour une opinion contraire). Pour prendre l'exemple de l'origine de l'agriculture au Proche Orient, la pression démographique et celle sur les ressources ne constituent pas des causes premières. Quand bien même, encore faudrait-il expliquer les raisons de cet accroissement démographique.

Le parallèle entre l'évolution culturelle et biologique peut-il aider à expliquer la directionnalité que j'ai décrite plus haut? De Darwin à Dawkins, de nombreux doutes persistent, on le sait, quant au fait qu'elles puissent être jugées comparables ou analogues (voir Fracchia & Lewontin 1999). Mais même si nous étions prêts à accepter cette comparaison, pouvons-nous dire que l'évolution biologique possède une direction générale? Il est généralement accepté qu'une directionnalité spécifique est en jeu lorsqu'un organisme s'adapte à un environnement local. La sélection naturelle positive stimule l'augmentation de la prévalence de certains caractères avantageux. Elle s'opère ainsi graduellement sur un organisme en maximisant sa valeur adaptative dans un environnement particulier. Une sélection directionnelle est donc à l'œuvre derrière le succès reproducteur des individus présentant statistiquement les traits les plus avantageux. Mais ce processus d'adaptation locale n'implique aucunement qu'il y ait une direction générale de l'évolution.

On dit souvent que ni le progrès ni le développement cumulatif ne jouent de rôle significatif dans la théorie darwinienne de la sélection naturelle. Nisbet (1980, 173) a toutefois montré dans une série de citations que Darwin s'imaginait bien un progrès général vers des formes parfaites. Autrement dit, l'action continue de la sélection naturelle devrait correspondre en fin de compte à un développement progressif. S. J. Gould (1991 [1989]) a également discuté les fragments dans lesquelles Darwin expose ces idées. Il y voit le produit d'un environnement social particulier, l'Angleterre impériale victorienne, dans laquelle la notion de progrès était omniprésente. Mais Gould est lui-même très clair sur le fait qu'en ce qui concerne les mutations génétiques, « la variation elle-même n'a pas de composante directionnelle » (*ibid.*, n70). À de nombreuses reprises, il a rappelé que s'il l'on pouvait rembobiner la bande de l'évolution, on obtiendrait des résultats différents du fait du rôle significatif qu'y jouent l'histoire et la contingence.

On considère généralement que la complexité biologique a néanmoins augmenté au cours de l'évolution. La raison serait que les organismes les plus complexes ont plus de chances de survivre (bien qu'il soit également possible de défendre l'idée d'un avantage adaptatif des organismes les moins complexes). Pourtant, « aucun consensus ne se dessine sur la manière de mesurer la complexité indépendamment de l'usage interprétatif pour lequel elle est mobilisée » (Fracchia & Lewontin 1999, 515 ; pour une discussion des différentes mesures de la complexité biologique qui ont pu être proposées, voir Lineweaver *et al.* 2013). Il demeure donc difficile d'identifier des tendances générales de fond. [On pourrait ici prendre l'exemple de la « loi de Cope » qui soutient que la sélection tend à l'accroissement de la taille. De nombreuses espèces sont aujourd'hui de plus grande dimension que leurs ancêtres phylogéniques. Cet accroissement est-il dû à une sélection active ou à quelques processus aléatoires ? Heim *et al.* (2015) ont exploré cette hypothèse dans le domaine de la biologie marine pour conclure les volumes corporels ont été multipliés par cinq depuis que les premiers animaux ont évolué. Or leur modèle suggère qu'un tel accroissement ne s'explique pas par un processus aléatoire. Ces résultats n'ont pas pour autant

apaisé les débats autour de la véracité de cette loi – qui, d'ailleurs, ne semble pas pouvoir s'appliquer à tous les rangs taxonomiques ni à tous les clades].

À un niveau général, l'évolution biologique est indubitablement historique et inscrite dans une « dépendance au sentier » (ce que l'on appelle *path dependency* en anglais). C'est-à-dire que tout comme la culture matérielle, les génotypes ont tendance à se transformer en fonction du chemin déjà parcouru, plutôt que de reprendre de zéro à chaque fois. Si la synthèse néo-darwinienne considère que la seule contrainte significative sur l'évolution est celle de l'environnement, des études récentes démontrent que les génotypes imposent aussi eux-mêmes des contraintes. Celles-ci sont pour la plupart l'héritage de parcours évolutifs passés, voire éloignés (Gould 1989). En ce sens, il existe, comme on le verra, des parallèles entre évolutions biologiques et culturelles. Mais on peut difficilement accepter cela comme l'expression d'une directionnalité générale de l'évolution biologique. La survie du plus apte n'est pas forcément celle du plus complexe. Il faut donc chercher ailleurs un modèle explicatif pour la directionnalité générale des relations entre choses et humains.

Je n'ai pas le temps ici de développer le cas de la théorie de la complexité et de son apport potentiel à cette question. Il suffira de renvoyer à la publication récente d'un volume regroupant les contributions de physiciens, de biologistes et de spécialistes de l'auto-organisation des systèmes complexes. Aucun consensus ne s'en dégage concernant les questions clefs : « qu'est-ce que la complexité ? », « comment la mesurer ? », et « est-ce qu'elle s'accroît ? » (Lineweaver *et al.* 2013).

Aucune de ces différentes approches (la notion de progrès, l'évolution biologique et la théorie de la complexité) n'offre donc d'explication satisfaisante à la directionnalité générale apparente dans le domaine de la culture matérielle, de la captation d'énergie, de la différenciation et de la complexité au cours de l'évolution humaine. Selon moi, c'est parce que l'on s'est trop concentré sur les humains et leur adaptation à l'environnement. Le rôle des choses que ces humains fabriquent n'a pas été suffisamment pris en compte. La « théorie de la construction de niche » fait partie des approches qui prennent certes au sérieux la culture matérielle anthropique. Mais cette approche peine dans le même temps à considérer ces choses en elles-mêmes (entre autres problèmes que j'ai déjà soulevés pour cette théorie).

Venons-en donc à la théorie de l'enchevêtrement. Pour revenir à nos exemples, il me semble possible d'y identifier sept principes à l'œuvre à partir desquels fonder une meilleure compréhension des transformations directionnelles des relations entre choses et humains.

1. Toute chose n'est pas une chose en soi. J'utilise en anglais le terme « thing » car son étymologie anglo-saxonne renvoie à « ting », c'est-à-dire une assemblée ou le lieu d'un rassemblement. Dans cette présentation, je me concentre surtout sur les choses matérielles et fabriquées par des humains, mais j'ai proposé ailleurs que d'autres types de choses pourraient également posséder cette propriété dans leur relation à la matérialité anthropique : des concepts, des institutions ou les humains eux-mêmes (Hodder 2012 ; 2016). Comme le disait Heidegger (1958 [1954]), toute chose est une chose en ce qu'elle « rassemble le monde » en elle-même (p. 204-215). Et il prenait alors l'exemple célèbre d'une cruche en terre. On pourrait en dire tout autant des premières poteries néolithiques au Proche-Orient. Les premiers pots de cuisson à Çatalhöyük rassemblent en eux-mêmes des idées ou des techniques préexistantes aussi diverses que la céramique (précédemment utilisée pour fabriquer des figurines), la fonction de récipient (existant alors sous la forme de vannerie ou de vaisselles de bois), l'eau et son usage, le feu et son usage, le foyer ou le fourneau, la cuisine ou la gastronomie. Fabriquer une poterie a aussi toute une série de conséquences telles qu'une cuisson plus efficace, permettant plus d'activités dans l'espace domestique, ou encore l'échange et la circulation des pots. De la même manière, un véhicule à roue rassemble en lui-même beaucoup d'autres choses. C'est d'ailleurs cela qui rend son existence possible et qui est à la source de ses innombrables conséquences. Les archéologues ont l'habitude d'étudier l'aval et l'amont de ce type de processus : les séquences de production, les usages, les matériaux, les rejets ou les abandons, et tous les autres artefacts rendant possibles ces chaînes opératoires. La plus simple des faucilles a ainsi participé à des processus complexes, directement liés, par exemple, à la domestication des plantes.

Aussi, il était incorrect de vous montrer précédemment des séquences linéaires de complexité croissante pour la roue, les instruments de filages ou les outils de moisson. Dans ces diagrammes, les objets étaient comme « objectifiés », réduits à ce qu'ils ont d'inerte et de circonscrit. Mais à les voir comme des choses qui rassemblent – comme des « things » – il devient alors possible d'explorer leurs connexions, leurs conditions et leurs conséquences. Le développement de la filature du coton dans l'Angleterre industrielle, par exemple, était étroitement lié à la traite atlantique, à l'émergence du travail en usine et du salariat, à celle de l'État-Nation, au colonialisme, mais aussi aux bateaux et aux trains, à l'horloge ou au télégraphe (Beckert 2014). De nos jours, deux milliards de T-shirts sont vendus annuellement dans le monde. Cela représente non seulement d'immenses quantités d'eau et d'énergie, mais provoque aussi le rejet de sous-produits comme l'amidon, la paraffine, des teintures, des pesticides et bien d'autres polluants nocifs dans l'air et dans les sols. Des horreurs de l'esclavage et du travail des enfants, jusqu'aux « usines sombres et sataniques » de William Blake et aux pollutions chimiques les plus récentes, le coût social et environnemental de l'industrie du coton a été terriblement lourd. En Inde,

l'année 2005 fut une mauvaise saison pour les récoltes. Des centaines de paysans lourdement endettés pour cultiver du coton génétiquement modifié se sont donné la mort en ingérant leur propre pesticide.

2. Il existe donc de très forts réseaux de dépendances dans lesquelles les humains s'en remettent à des choses pour pouvoir faire plus et tirer parti de plus d'énergie (HT dans ce diagramme). Mais, tout au long des chaînes opératoires, ces choses dont dépendent les Hommes sont également elles-mêmes dépendantes d'autres choses (TT). Le coton dépend par exemple de sols cultivables et d'un climat propice autant que des machines pour le nettoyer, le filer et le tisser. Mais la production et transformation du coton est particulièrement laborieuse. Elle nécessite une main-d'œuvre importante tant dans les champs qu'en usine. Elle dépend donc du travail de nombreux humains (TH). Ceux-ci dépendent eux-mêmes d'autres humains (dans le cas de l'esclavage par exemple) afin de mener à bien l'opération (HH). Ce n'est donc pas tant un ensemble de relations de dépendance qu'un réseau d'interdépendances. Plus qu'un réseau, il faudrait en fait parler d'une toile continue rattachant tous ces points : c'est ce que j'appelle l'enchevêtrement des dépendances HT, TT, TH et HH. Les humains sont comme piégés dans cette toile, bridés par ses intrications. S'ils veulent continuer à vêtir des T-shirts en coton abordable, ils seront dans le même temps astreints aux accords internationaux de commerce, aux transports à longues distances, à la recherche d'une main d'œuvre à bas coût et à l'exploitation des travailleurs, ainsi qu'aux conséquences environnementales à grandes échelles. Ce qui rend la situation inextricable, c'est que la contrainte est en fait « double » : les humains dépendent de choses, qui dépendent en retour des humains, qui héritent ainsi d'une charge inexorable.

3. Ces toiles d'interdépendances — ces enchevêtrements — sont hétérogènes. Elles associent certes des humains et des artefacts, mais également une immense diversité de choses tant concrètes que métaphysiques, sociales qu'économiques, inertes qu'organiques (avec notamment des plantes et des animaux). Dans le cas du coton, il s'agit tout à la fois la dépendance au sol, au climat, aux machines, aux bateaux et aux trains, aux horloges, aux mouvements sociaux et aux institutions, au colonialisme et aux empires. Il faudrait même étendre cette liste à des idées telles que celle de progrès qui a nourri l'émergence du capitalisme industriel dans l'Angleterre du XIX^e siècle. Suite aux travaux issus de la « théorie de l'acteur-réseau » ou du « nouveau matérialisme », il est devenu commun de penser l'hybridité de ces assemblages socio-matériels. Il est toutefois important de souligner que les enchevêtrements en questions ne sont pas des réseaux (Latour 1999 ; 2005), mais de vastes toiles d'interdépendances. L'amidon, les nuisibles ou les gènes ont tous leur importance dans l'histoire du coton : celle-ci forme un unique imbroglio bio-socio-matérielle, intégralement hétérogène. On soupçonne de plus en plus les facteurs environnementaux, sociaux, culturels et psychologiques d'avoir une influence sur l'expression génétique. Ces facteurs extra- ou épi-génétiques peuvent modifier la manière dont s'exprime un gène sans toucher à la séquence de l'ADN. Le fait qu'ils puissent être hérités conduit à un renouveau de la notion lamarckienne de transmission des caractères acquis, une idée longtemps exclue du processus évolutif. Cette « théorie synthétique étendue de l'évolution » ouvre une nouvelle ère de recherches collaboratives et intégrées (Barad 2007, Dickins and Rahman 2012, Jablonka and Lamb 2007, Keller 2014, Mesoudi *et al.* 2013) — autant d'illustrations de l'hétérogénéité des processus à l'œuvre dans les enchevêtrements bio-socio-matérielles.

4. Ces enchevêtrements n'ont pas de limites. L'environnement et le monde organique sont « toujours-déjà » enchevêtrés dans la matérialité de la vie sociale. Depuis le début de l'hominisation, il n'existe pas d'environnement distinct d'une intervention humaine. Il n'existe pas de « niches » dans laquelle un organisme s'insère ; la niche est toujours le résultat d'une interaction dans le cadre d'un enchevêtrement préexistant (Lewontin 2001). Le problème de l'argument adaptationniste est qu'il définit toujours arbitrairement son objet d'étude. La théorie de l'enchevêtrement adopte au contraire une position non réductionniste. Si l'on décrit de cette façon la roue, il est très difficile de distinguer ce qui doit être inclus ou pas dans ses enchevêtrements et donc dans sa définition. Un cylindre est-il une roue ? Et une perceuse à arc ? Et une fusaiole ? Puisqu'une roue nécessite un axe, et que cet axe a besoin d'un cadre, où se situe la limite entre la roue et le véhicule ? Ou avec le cheval, le bovin ou le moteur à combustion interne qui l'anime ? Et que faire de la route, du carburant ou de l'environnement perturbé par la circulation ? Pour comprendre pleinement la roue, il faut explorer cette absence de limites de ses enchevêtrements. Un phénomène lointain peut bien avoir un effet quantique. Un simple événement en Arabie Saoudite ou dans le Golfe peut affecter les prix du pétrole et donc le nombre de véhicules sur les routes de Californie. Il est certes très banal d'affirmer que tout est connecté. Mais vous aurez sans doute commencé à entrevoir que mes exemples, tout éclectiques qu'ils soient — la moisson, le filage du coton, la roue, la poterie ou la notion de progrès — sont en fait tous en lien avec tous les autres.

5. L'enchevêtrement n'implique pas forcément l'intégration fonctionnelle et systématique de ce qui compose la toile d'interdépendances. Elle est au contraire traversée de contingences. C'est la conséquence logique des principes 3 et 4 : la nature hétérogène et l'absence de limites des enchevêtrements génèrent nécessairement du conflit. Étant donné la diversité des processus à l'œuvre, l'émergence de contradictions est inhérente à la nature même de leur enchevêtrement. Dès le niveau le plus simple, la plupart des choses fabriquées par les humains combinent processus organiques et processus matériels et physiques. Or, comme Leslie White l'a souligné, tandis que le monde biologique cherche à concentrer l'énergie, le monde physique tend à l'entropie. Les humains utilisent des faucilles en silex pour produire de la

nourriture, mais ce faisant ils doivent alors s'occuper du fait que les lames s'émoussent, se brisent et doivent être remplacées. De la même manière, lorsqu'ils concentrent de l'énergie dans leur voiture pour circuler, la consommation du carburant (soit l'augmentation de l'entropie) rend l'automobiliste dépendant des caprices des cours internationaux du pétrole. Des événements a priori lointains et sans aucun rapport peuvent ainsi déclencher des réactions en chaîne se propageant à travers les liens enchevêtrés. Ainsi, quand un caricaturiste danois dessine dans un journal local, différentes populations religieuses peuvent se révolter au Moyen-Orient, le prix du pétrole peut s'en trouver affecté, ainsi que le nombre de voitures dans les rues de Californie. Ou lorsque Mohamed Bouazizi s'immole par le feu dans un marché tunisien, déclenchant la vague internationale de révoltes qui sera désignée comme le « Printemps arabe », c'est l'ensemble du globe qui s'en trouvera affecté à travers des phénomènes comme, encore une fois, le prix du pétrole. Dans tous ces exemples, les processus matériels, sociaux, physiques, religieux et biologiques sont tous enchevêtrés d'une manière résolument fortuite et non systématique. Conflits et contradictions émergent de cet ensemble désordonné d'interdépendances.

Prenons un autre exemple : la manière dont le développement de la filature mécanique du coton à Manchester dans les années 1780 est venu alimenter la demande en esclaves aux États-Unis. Les plantations cherchaient alors accroître à moindre coût leur production en coton pour fournir les usines anglaises. Mais l'émergence d'une classe urbaine d'industriels a également propagé les idées de justice sociale qui ont conduit à la Guerre de Sécession et à l'abolition de l'esclavage. Cette contradiction et le contexte de guerre civile ont conduit à une baisse de la production de coton aux États-Unis et de son exportation transatlantique. Les industries européennes se tournèrent alors vers un approvisionnement en Inde (Beckert 2014). Le coton, l'esclavage et la justice sociale rassemblent ainsi des choses, des Hommes et des idées autant qu'ils les mettent en conflit et contradiction.

6. Les humains font face à ces contradictions, ces conflits et ces problèmes en exploitant les potentialités de ce dont il dispose déjà – en développant « l'affordance » des choses autant que ne le permettent les enchevêtrements existants. Il en résulte un développement cumulatif s'inscrivant dans le type de « dépendance au sentier » que j'ai décrit plus tôt à propos de l'évolution biologique. Cela s'explique en partie par le fait que l'on investit tellement dans les enchevêtrements bio-socio-matériels qu'il est logique d'en minimiser la perturbation. Mais le facteur principal est sans doute autre part. Le caractère non systématique ou non intégré des enchevêtrements, ainsi que leur absence de limites, fait de tout changement radical une entreprise difficile et risquée. Dans ce contexte, entretenir ce qui existe déjà fait plus sens que de commencer quelque chose d'autre. L'élaboration graduelle de la roue illustre ce processus cumulatif, tout comme le développement de la machine à filer. La conception initiale de cette dernière était basée sur les techniques manuelles et les instruments de filage du lin. L'émergence de la filature du coton en Angleterre s'est construite à partir du rôle préexistant du commerce maritime et des contacts avec l'Inde. Les enchevêtrements hétérogènes entre esclavage, coton, profits commerciaux et notions de progrès et de supériorité étaient ainsi tributaires d'un « sentier » tracé par la maximalisation des marges et la souffrance de gigantesques masses humaines. Il fallut une guerre civile particulièrement meurtrière aux États-Unis pour ne serait-ce qu'ébranler cette dépendance. Aujourd'hui, l'histoire nous a conduits sur d'autres « sentiers de dépendance ». Les sociétés développées ne peuvent plus se passer de l'automobile quand bien même l'impact sur l'environnement est très négatif. Précisément parce qu'elles sont si étendues, les toiles d'interdépendance nous astreignent à suivre un chemin dont les conséquences à long terme telles que le réchauffement climatique semblent déjà irrémédiables.

7. Même en prenant en compte les phénomènes « d'expansion-contraction », les révolutions violentes et les guerres civiles, le changement demeure graduel, continu et progressif depuis la perspective archéologique de la longue durée. On considère souvent que les développements technologiques et culturels sont exponentiels. La loi de Moore affirme ainsi que la puissance de traitement d'une seule puce ou d'un circuit électronique doit doubler tous les ans. Il y a vraisemblablement une limite à la croissance exponentielle de telles réalisations techniques. Mais l'accroissement sur le long terme des enchevêtrements et de la quantité de culture matérielle que j'ai discuté plus tôt semble bien suivre une telle progression. Selon moi, cela s'explique simplement par le fait que l'exploitation graduelle des potentialités inscrites en chaque chose amplifie dans le même temps le nombre d'enchevêtrements dans laquelle cette même chose est prise. À mesure que l'instrument de filage s'élabore et devient plus productif, ses enchevêtrements se multiplient. À mesure que la roue se diversifie, se spécialise et se différencie, chaque nouveau type ou nouvelle fonction génère ses propres toiles d'interdépendances, ce qui multiplie exponentiellement les enchevêtrements. Le cône d'affordance étant cumulatif, l'élaboration graduelle d'une chose est indissociable du cône d'accroissement des enchevêtrements dans lesquels elle est prise ; ce rapport génère inévitablement une progression exponentielle dans le temps long.

8. Le changement est donc directionnel de deux façons :

(a) Selon une directionnalité spécifique. Elle résulte des choses particulières en ce qu'elles sont prises dans des toiles d'interdépendances, et de la nature cumulative de leur développement. Par exemple, on considère généralement que la roue s'est développée en Eurasie parce qu'ils y avaient là des animaux de traits pouvant tirer les véhicules. Dans les Amériques précolombiennes au contraire les véhicules à roue ne furent jamais utilisés pour le transport. On y concevait pourtant bien l'idée de roue puisqu'il existe des jouets utilisant ce principe sur des sites olmèques au sud du Mexique

(Bulliet 2016). S'il y a sans doute de nombreux autres facteurs à envisager (*ibid.*), la disponibilité des choses dans ces différents contextes bio-socio-matériels a certainement participé à l'adoption de directions évolutives distinctes. Et lorsque des enchevêtrements ainsi dissociés rentrent en contact, le résultat peut être catastrophique. Le titre anglais du livre de Jared Diamond *De l'inégalité parmi les sociétés* (2000 [1997]), *Guns, Germs and Steel* (c'est-à-dire la poudre, les germes et l'acier), liste des éléments qui expliquent pour partie les violentes transformations qui ont ravagé les Amériques suite au contact colonial. On pourrait y rajouter la roue, le coton, les techniques agricoles ou encore l'idée de progrès. Tous y ont pris part au côté de nombreux autres enchevêtrements hétérogènes.

(b) Selon une directionnalité générale. Comme je l'ai montré au début de la conférence, on peut difficilement réfuter les indices archéologiques de la croissance générale et exponentielle dans le temps des capacités humaines à capter l'énergie, à complexifier les choses matérielles et à multiplier les toiles d'interdépendances dans lesquelles elles sont prises. Il s'agit là de l'implication logique des sept principes que je viens de développer. Cette directionnalité générale résulte de ce que l'on pourrait appeler après Heidegger la « chosité des choses », c'est-à-dire le fait que chaque chose repose nécessairement sur d'autres choses, qu'elle les rassemble en elle. Le propre de l'approche que j'ai proposée consiste précisément à mettre ces choses au centre. Il s'agit d'explorer par quels moyens choses et des humains se trouvent attirés en de tels points. Et comment ces derniers se retrouvent ainsi astreints à entretenir les enchevêtrements desquels ils dépendent. Le paradoxe est qu'ils sont alors bridés ou limités par quelque chose qui n'a pourtant pas de limites claires. Hétérogènes et ouverts, les enchevêtrements intègrent de multiples types de processus biologiques, sociaux, matériels ou idéologiques. La contradiction est inévitable entre tous ce qui se trouve ainsi rassemblé en chaque chose. Conflits et interactions contingentes ne peuvent qu'émerger des enchevêtrements bio-socio-matériels. Mêlés aux choses dans une inextricable relation d'interdépendance, les humains subissent les conséquences d'événements que l'on pourrait parfois qualifier de quantiques tant ils semblent venir de nul part et sont difficiles à prédire et à contrôler. Pour s'attaquer à ces problèmes et réagir à ces événements, les humains en sont réduits à répéter ce qu'ils ont toujours fait : trouver autre chose, exploiter les potentialités, ajuster la machine, faire avec les ressources disponibles. L'enchevêtrement ne peut alors que croître tandis que les humains sont toujours davantage pris au piège des choses. Lorsque n'importe quel enchevêtrement, disons celui de la roue, devient trop étendu, il est impossible de rebrousser chemin. Rembobiner la bande n'est plus une option. Trop est dans la toile, et trop est en jeu. Ce serait un soulagement si l'on pouvait répondre au réchauffement climatique en éliminant tout simplement les automobiles. Mais la voiture est tellement intégrée à la vie moderne qu'il serait impossible de faire fonctionner une ville contemporaine en son absence. Puisqu'on ne peut se passer de l'automobile, on cherche donc d'autres solutions, ce qui ne peut qu'accroître le degré d'enchevêtrement. La gigantesque usine à batterie que construit Tesla dans le Nevada en est l'illustration parfaite.

Je conclurais donc que la théorie de l'enchevêtrement fournit un cadre non téléologique pour comprendre la directionnalité à long terme de l'évolution humaine vers toujours plus d'interdépendances entre et avec les choses. Cet enchevêtrement du monde témoigne d'une complexité croissante et de notre capacité à extraire toujours plus d'énergie de notre environnement. Mais il traduit aussi notre impuissance à nous extirper d'un piège qui se renferme à mesure que l'on se débat, et notre incapacité à résoudre les problèmes globaux qui se présentent à nous. Une autre tendance est à noter. Les dépendances entre choses semblent désormais prendre le pas sur les relations entre humains. Très peu de gens travaillent dans l'immense usine à batterie du Nevada. Tesla comme Google développent des voitures sans chauffeur. Les moissonneuses-batteuses connaissent désormais le chemin à suivre dans les champs des cultures humaines. Il n'y a plus besoin d'opérateur. L'humain a été évincé. De toute évidence, Charlie Chaplin avait vu juste dans sa représentation des *Temps modernes*.

Remerciements :

Toute ma reconnaissance va à Hannah Moots et Jean-Pierre Dupuy pour leurs précieux conseils sur la littérature. Je remercie également Lynn Meskell pour ses commentaires sur une première version de ce travail et Rémi Hadad pour sa traduction de mon texte depuis l'anglais.

Bibliographie :

Astruc, L., Tkaya, M.B. and Torchy, L., 2012. De l'efficacité des faucilles néolithiques au Proche-Orient: approche expérimentale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 109(4), pp.671-687.

Barad, K., 2007. *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press.

Baumard, N., Hyafil, A., Morris, I. and Boyer, P., 2015. Increased affluence explains the emergence of ascetic wisdoms and moralizing religions. *Current Biology*, 25(1), pp.10-15.

- Beckert, S. 2014. *Empire of Cotton. A Global History*. New York: Vintage.
- Bulliet, R W 2016. *The Wheel. Inventions and Reinventions*. Columbia University Press.
- Cane, S. 2013. *First Footprints. The Epic Story of the First Australians*. Crows Nest, Australia: Allen and Unwin.
- Diamond, J. 2000 [1997]. *De l'inégalité parmi les sociétés. Essais sur l'homme et l'environnement dans l'histoire [Guns, Germs and Steel. The Fates of Human Societies]* (translated by P.-E. Dautat) Paris: Gallimard.
- Dickins, T.E. and Rahman, Q. 2012. The extended evolutionary synthesis and the role of soft inheritance in evolution. In *Proceedings of the Royal Society B* (p. rspb2012.0273).
- Fracchia, J. and Lewontin, R.C., 1999. Does culture evolve? *History and Theory*, 38(4), pp.52-78.
- Gould, S.J., 1991 [1989]. *La vie est belle. Les surprises de l'évolution [Wonderful Life. The Burgess Shale and the Nature of History]* (translated by par M. Blanc) Paris: Éditions du Seuil.
- Heidegger, M. 1958 [1954]. *La Chose [Das Ding]. Essais et conférences [Vorträge und Aufsätze]* (translated by A. Préau) Paris: Gallimard, pp.194-218.
- Hodder, I. 2012. *Entangled. An Archaeology of the relationships between Humans and Things*. Oxford: Wiley Blackwell.
- Hodder, I. 2016. *Studies in Human-Thing Entanglement*. <http://www.ian-hodder.com/books/studies-human-thing-entanglement>
- Heim, N.A., Knope, M.L., Schaal, E.K., Wang, S.C. and Payne, J.L., 2015. Cope's rule in the evolution of marine animals. *Science*, 347(6224), pp.867-870.
- Jablonka, E. and Lamb, M.J., 2007. Précis of evolution in four dimensions. *Behavioral and Brain Sciences*, 30(04), pp.353-365.
- Keller, E.F., 2014. From gene action to reactive genomes. *The Journal of Physiology*, 592(11), pp.2423-2429.
- Kremer, M., 1993. Population growth and technological change: one million BC to 1990. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), pp.681-716.
- Latour, B. 1999. On recalling ANT. *Actor Network Theory and After* (eds.) J. Law and J. Hassard. Oxford: Blackwell and the Sociological Review, pp.15-25.
- Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Lewontin, R.C., 2001. *The Triple Helix: Gene, Organism, and Environment*. Harvard University Press.
- Lineweaver, C.H., Davies, P.C.W. and Ruse, M. 2013. What is complexity? Is it increasing? *Complexity and the Arrow of Time*, (eds.) Charles H. Lineweaver, Paul C. W. Davies and Michael Ruse. Cambridge: Cambridge University Press. 3-16.
- Maeda, O., Lucas, L., Silva, F., Tanno, K.I. and Fuller, D.Q., 2016. Narrowing the harvest: Increasing sickle investment and the rise of domesticated cereal agriculture in the Fertile Crescent. *Quaternary Science Reviews*, 145, pp.226-237.
- Mesoudi, A., Blanchet, S., Charmantier, A., Danchin, E., Fogarty, L., Jablonka, E., Laland, K.N., Morgan, T.J., Müller, G.B., Odling-Smee, F.J. and Pujol, B., 2013. Is non-genetic inheritance just a proximate mechanism? A corroboration of the extended evolutionary synthesis. *Biological Theory*, 7(3), pp.189-195.
- Morris, I., 2010. *Why the west rules-for now: The patterns of history and what they reveal about the future*. Profile books.
- Morris, I., 2013. *The measure of civilization: how social development decides the fate of nations*. Princeton University Press.
- Nisbet, R.A., 1980. *History of the Idea of Progress*. New Brunswick: Transaction publishers.
- Rooijakkers, C.T., 2012. Spinning Animal Fibres at Late Neolithic Tell Sabi Abyad, Syria. *Paléorient*, 38(1), pp.93-109.
- Shennan, S., 2013. Demographic continuities and discontinuities in Neolithic Europe: evidence, methods and implications. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 20(2), pp.300-311.
- Smith, B.D., 2012. A cultural niche construction theory of initial domestication. *Biological Theory*, 6(3), pp.260-271.

Zeder, M.A., 2009. The Neolithic macro-(r) evolution: macroevolutionary theory and the study of culture change. *Journal of Archaeological research*, 17(1), pp.1-63.

Zeder, M.A., 2016. Domestication as a model system for niche construction theory. *Evolutionary Ecology*, 30(2), pp.325-348.

Zeder, M.A. and Smith, B.D., 2009. A conversation on agricultural origins. *Current Anthropology*, 50(5), pp.681-690.

ADDRESS BY PROFESSOR IAN HODDER
RECIPIENT OF THE INTERNATIONAL PRIZE 2016 OF FYSSSEN FOUNDATION

The directionality of human evolution: an entanglement perspective

Dear President of the Fyssen Foundation, and Members of the Board of Directors and of the Scientific Committee,
Dear Friends and Colleagues,
Ladies, and Gentlemen,

I am extremely grateful for the award of the Fyssen International Prize. In my presentation I would like to talk about my recent work on the entanglements between humans and material things. As an archaeologist I am of course interested in material culture, and in the recent debates about 'materiality' in the social and human sciences. But as a prehistoric archaeologist, I am also interested in the long term and how it is that we have developed as humans into the world we see around us today. In this talk I want to ask the big question of whether we have got to this point as a species because of a directionality in human cultural development.

The evidence for an overall directionality in human development appears clear. In a series of recent publications Ian Morris has very helpfully used a range of measures to document social development in Europe and Asia since the Pleistocene. More recently he has charted the growth of energy capture in the five most intensive agricultural zones from 11,000 BC to 1 CE (Baumard et al 2015; Morris 2010; 2013). In these studies general prosperity or affluence is measured by using the proxy of energy capture, itself measured by variables such as house size, or by population density or the population of the main city. Obviously it is very difficult to measure long-term trends stretching back into deep prehistory with any accuracy, and the charts hide much local variability. Locally through time there is much evidence of 'booms and busts' (Shennan 2013), with the 'boom' areas shifting around through time (see the discussion regarding the shifting focal centers in the European Iron Age in Hodder 2016, 147). In addition many parts of the globe are not accounted for in Morris' charts. In some areas, such as pre-colonial Australia, overall trends may appear difficult to discern. And yet a recent review of the prehistory of Australia (Cane 2013) tells of continual change since the first settling around 74,000 years ago. In particular since 18,000 BP there were new technologies (eg boomerang), more diverse and efficient stone tools, new migrations, new forms of art, increased territoriality linked to increased population, more village formation and more extensive trade. Globally, while there is much evidence of local variation and great difficulty in measurement, there is much evidence for growth in the amount and complexity of human use of material culture.

Another way of exploring this trend is to contrast early human-made things with those produced today. This provides a yet more crude indication, but the contrasts are nevertheless instructive. I have a rather disparate bunch of examples – sickles, cotton, pots and the wheel. Take for example the earliest sickles used to cut grasses (Astruc et al 2012). Starting from around 12,000 BC in the pre-Neolithic Natufian culture, these simple flint (or less commonly obsidian) blades were set in hafts of wood, handle or horn and glued with bitumen. Although obsidian was often obtained over great distances, much of the flint was available locally. Maeda et al (2016) argue that sickles were originally developed as a cutting tool for raw materials such as reeds and sedges. Later over the course of the 9th millennium BC in the Middle East they were transferred (as an exaptation) to agricultural harvesting. These early sickles were not entangled in very much; they were easily mended or replaced. Harvesting could also be carried out by uprooting or beating into baskets. Jump forward 14,000 years and this is how we harvest. The modern agricultural industry has become dependent on massive combine harvesters that 'combine' reaping, threshing and winnowing into one process. The labour savings are considerable, but these machines often cost \$400,000, they have over 17,000 parts that are made all over the globe, and distributed to customers by for example the John Deere company through its Global Parts Distribution Network Strategy. The latter deals with 800,000 parts for different machines.

Or take the example of spinning. Sheep with woolly coats appeared late in the Neolithic of the Middle East, and the first spindle whorls for spinning wool occurred around 7500-7000 BC (Rooijakkers 2012; Zeder 2009). These small innocent whorls were easy to make from clay or stone, and the wooden sticks and the sheep's wool were all available locally and were easily replaceable. We can then follow through the development of spinning technology from the medieval spinning wheel, to different types of machine used to spin wool, linen and cotton. If we just take the case of cotton, the first cotton spinning machine was the spinning jenny, and then in the 1780s in Manchester spinning machines called water frames were used powered by water wheels, leading to the spinning mules that were powered by water or steam, leading directly to the vast spinning machines of today. Nowadays the making, producing and selling of a cotton T shirt is a massive global enterprise that on the one hand employs millions of people and connects the world, but also has serious environmental impact.

Or take the classic example of the invention of the wheel. Although text books often say that the wheel was invented in Europe and Asia in the 4th millennium BC, it is in fact very difficult to know what is the origin of the wheel. The idea of a rotating axle and wheel has many sources including spindle whorls that we have already seen began in the 8th millennium BC, and still earlier the rotating bow drill was used to make holes in beads (in the Upper Palaeolithic), and even earlier sticks rotated by hand were used to make fire. The potter's wheel emerges at about the same time as wheels used in transport but it is very difficult to say that they were connected. What is clear, however, is that after this early start from multiple origins, humans have increasingly made use of the multiple affordances of wheels – for transport, weaponry, the production of energy, the making of clocks and machines, tools and lathes, spinning wheels and machines, musical instruments and so on. It would be impossible to envisage present-day society without the wheel. For example, we have become thoroughly dependent on the car and so have become tied into a global trade in parts and have had to deal with the effects on global climate of the massive production of greenhouse gases. This slide attempts to summarize the long-term global proliferation of uses of the wheel. As in the other examples provided, early simple things and technologies have become greatly elaborated over time, have increased in number and embroiled humans yet more deeply in complex relationships with each other and the global environment.

It is difficult to draw out all the proliferation of the types of thing that I have been describing because the connections become so large. But on a smaller scale as an archaeologist it is possible to draw out the links on one site. So, for example, at the Neolithic site of Çatalhöyük that I excavate in Turkey the earliest pottery was made out of local clays using simple technologies and it was used as a container. Later the pottery was made with greater skill and pottery was used for cooking. Finally these functions were added to by using pots for storage, as well as consumption and social display, as seen in the painted decoration. Through time the affordances of pottery are gradually realized and the connections increase.

In these ways we can argue for an overall directionality in the human relationship with things. In all these examples and many others, we see a general pattern of increased exploitation of the affordances of things leading to more material culture, greater differentiation, increased use of resources, greater complexity. So my question is, why does this happen? I will start by considering answers given to these questions by theories of progress, and by theories of biological evolution, and briefly by complexity theories. I will then argue that entanglement theory offers a more adequate answer.

One possible answer is that this directionality is a sign of progress as humans increasingly used tools to capture energy from the environment in order to build civilization. The idea of progress is often thought to be a product of the 18th and 19th centuries AD, but a good case can be made that it has great antiquity, even present in the Greek and Roman worlds (Nisbet 1980). The early Christians, and especially St Augustine, described a necessary movement towards spiritual perfection – a millenarian movement of worldly struggle leading towards a promised golden age. Similar ideas of a necessary unfolding according to God's plan are found throughout the medieval period in Europe. The opening up of the Americas and other parts of the world through voyages of discovery presented the western world with a problem – how to make sense of the differences between these newly found societies and western societies? How could one locate them socially, economically, spiritually? This was done in a number of ways, but the most common was through the idea of progress – that 'they' were now as the West had been. The discoveries reinforced Eurocentric notions of superiority and advance through the idea of progress. Seeing 'them' as prehistoric savages justified exploitation and enslavement. The idea of progress reached its zenith in the West in the period 1750-1900 AD. It under-pinned colonialism and imperialism and all the other key ideas of this period like freedom, equality, social justice and popular sovereignty (Nisbet 1980). Set in the context of progress, each of these ideas became not just desirable but historically necessary, and inevitable. Comte, Hegel, Marx and Spencer (and later Talcott Parsons, Leslie White and many others) could all write a history of a slow, gradual and continuous and necessary ascent to some end. What is important in this period is the secularization of the idea of progress – wresting it from a divine plan and seeing it as a natural process, subject to scientific analysis. But each of these ideas of progress remained mired in special interests, whether it was the supremacy of Athens, the centrality of the church, or the imperial dominance of the West.

A further difficulty with ideas of progress is that they are teleological in that the thing to be explained (societies have attained objective science, complexity, democracy or freedom) is also the cause (societies progressed in order to achieve objective science, complexity, democracy or freedom). In addition they assume some inherent nature of the human species – to always want to progress. Unpopular through the later part of the 20th century, these ideas are still found today in evolutionary theory. For example, Smith (2012, 260) argues that Niche Construction Theory can explain 'initial domestication not as an adaptive response to an adverse environmental shift or to human population growth or packing but rather as the result of deliberate human enhancement of resource-rich environments'. This notion of humans consciously enhancing the density and productivity of desired resources is repeated by Zeder and Smith (2009, 688) and Zeder (2016). It is precisely this 'deliberate human enhancement' that needs to be explained rather than assumed. Another example of the way in which a progressive drive appears to underlie some contemporary evolutionary theory is the assumption that populations increase. For example, Niche Construction Theory often depends on population increase as a Macro-Evolutionary process (Smith 2012) that generates change. In fact it has proved very difficult to see this factor as an explanation for long-term change

(for a contrary view see Kremer 1993). In relation to the origins of agriculture in the Middle East, for example, population and resource pressures do not prove to be primary causes, and in any case it would still be necessary to explain why populations increase.

Does the parallel between cultural and biological evolution help to explain the directionality I have described? There are of course doubts (from Darwin to Dawkins, and see Fracchia and Lewontin 1999) about whether cultural and biological evolution can be seen as comparable or analogous. But even if we were to accept the comparison, can we argue that biological evolution has an overall direction? It is widely accepted that specific directionality occurs as organisms adapt to local environments. Positive natural selection drives the increase in prevalence of advantageous traits; an organism is gradually selected that has maximum fitness in a particular environment. Directional selection occurs when individuals with traits on one side of the mean in their population survive better or reproduce more than those on the other. But this process of local adaptation does not imply that there is a general direction to evolution.

It is often argued that in Darwin's theory of natural selection neither progress nor cumulative development play a significant role, although Nisbet (1980, 173) shows in a series of quotes that Darwin did have an overall notion of progress towards more perfect forms – the continued action of natural selection leads to a progressive development. S J Gould (1989) too ponders those segments of Darwin's writings in which Darwin proposes an overall progressive development. Gould explains these as a social response to the ideas of progress prevalent in Victorian imperial Britain. But Gould is very clear himself that genetic 'variation itself supplies no directional component' (ibid., 228), and he frequently says that if we were to rewind the tape of evolution different outcomes would occur because of the significant role of contingency and history.

Nevertheless it is often claimed that biological complexity has increased during organic evolution (eg Huxley 1946), because more complex organisms are argued to be able to survive better (although a claim might be made for the adaptive advantages of less complex organisms). As 'no agreement can be reached on how to measure complexity independent of the explanatory work it is supposed to do' (Fracchia and Lewontin 1999, 515; for a discussion of the different measures of biological complexity that have been proposed see Lineweaver et al 2013), it remains difficult to identify overall and general trends. One example that might be claimed is 'Cope's Rule' which states that there is selection for increasing body size. The first animals to evolve were tiny, whereas today many animal species are large. Was this increase in size due to active selection or to some more random process? Heim et al (2015) explored this hypothesis with regard to marine animals and found that indeed body volumes have increased by over five orders of magnitude since the first animals evolved. In addition, their modeling suggests that such a massive increase could not have emerged from a random process. And yet there remains much debate about this rule, and it does not hold true at all taxonomic levels, or in all clades.

General biological evolution is undoubtedly historical and path dependent. As with material culture change, genotypes tend to build on themselves instead of starting over. The Neo-Darwinian Synthesis proposes that the only significant constraints on evolution are imposed by the environment, but recent studies demonstrate that genotypes also impose constraints, and many of these are legacies of evolutionary paths taken long ago (Gould 1989). In these ways, as we shall see, there are parallels between biological and cultural evolution, but there seems to be no agreed account of general directionality in biological evolution. Survival of the fittest is not necessarily the same as survival of the most complex. We need to look elsewhere in the search for explanations of the overall directionality in human-thing relationships.

I do not have space to explore the question of whether complexity theory might help to explain overall directionality. Suffice it to say that a recent volume of papers by physicists, biologists and scientists studying the self-organizing of all complex systems found no consensus on either the questions 'what is complexity and how do we measure it' or the question 'does complexity increase?' (Lineweaver et al 2013).

These varied approaches (ideas of progress, biological evolution, and complexity theory), do not provide an explanation for the apparent overall increases in material culture, energy-capture, differentiation and complexity during human evolution. My view is that this is because attention has always focused on humans and their adaptations to the environments. Insufficient attention has been given to the role of things, to the things that humans make. Niche Construction Theory is one approach that pays attention to human-made material culture, but this theory too pays scant attention to the things themselves and I have already pointed to other problems with this approach.

Returning to the examples that I gave earlier in this talk, we can see 7 principles at work that lead to an understanding of directional change in human-thing relations.

1. No thing is a thing unto itself. I use the Anglo-Saxon word 'thing' here because its etymology refers to an assembly or bringing together in a 'ting'. In this talk I am mainly concerned with material things made by humans but I have argued elsewhere (Hodder 2012; 2016) that other types of things including concepts, institutions and even humans, may have similar properties to human-made matter. As Heidegger (1971) noted, all things draw together. Heidegger talked about this process in terms of a jug, but we can see the same process with the earliest pots made in the Neolithic of the Middle East. For example the earliest cooking pots at Çatalhöyük brought together existing ideas and technologies such as fired clay

(earlier used for figurines), containers (baskets and wooden bowls), water, fire, cooking hearth and the cooking of food. The making of pots also had a series of consequences such as more efficient cooking that allowed more activities to take place in the house, and pottery exchange. Similarly the wagon wheel brought together and was made possible by many other things and had innumerable consequences. Archaeologists are used to study the upstream-downstream processes, the chains of production, use and discard and all the other artifacts that make these operational sequences possible. The simple sickle was involved in complex operational chains associated with the domestication of plants.

It was wrong, therefore, to show you earlier linear sequences of the increasing complexity of wheels or harvesting tools or cotton spinning machines. In those diagrams the objects were 'objectified', but if we see them as 'things', we can explore their conditions and consequences. For example, the development of cotton spinning technologies in industrial Britain was closely tied to the trans-Atlantic trade in slaves, to the formation of factory labour and wage labour, the emergence of the proletariat and industrial capitalism, to the rise of the nation state, to colonialism, ships and trains, clocks and the telegraph (Beckert 2014). Today, each year 2 billion T shirts are sold worldwide; this not only uses huge amounts of water and energy, but also releases byproducts of starch, paraffin, dyes, pesticides and other harmful pollutants into the air and soil. Indeed from the horrors of slavery and child labour to William Blake's 'dark satanic mills' and more recent chemical pollution there has come to be a heavy social and environmental cost to spinning cotton. In India in 2005, after a poor growing season, hundreds of heavily indebted farmers of genetically modified cotton committed suicide by drinking their own pesticides.

2. There are thus webs of dependency in which humans depend on things so that they can do more and harness more energy (HT in this diagram). But these things on which humans depend also depend on many other things (TT) along the operational chains. For example, cotton depends on suitable soils and climate, and on the machines used to clean, spin and weave the cotton. But the processing of cotton is very arduous and requires a lot of labour both in the field and in the factory so that the cotton depends on humans (TH), and humans depend on other humans (for example slaves) in order to manage the processing (HH). There is thus not a network of interactions but a web of dependency. Rather than a network there is a binding, or what I call an entanglement of HT, TT, TH and HH dependencies. Humans get trapped or locked-in to these entanglements. If humans want to wear affordable cotton T shirts they get locked into international trade deals, long distance transport, the search for and exploitation of low wage workers, and into large-scale environmental impact. In fact, there is a 'double bind' in that humans depend on things that depend on them so that humans get drawn into their care.

3. These webs of dependency, these entanglements, are heterogeneous. They include humans and things certainly, but an enormous diversity of things from the physical to the metaphysical, from the social to the economic, from matter to biology (plant and animal). In the case of cotton we need to consider dependency on soils, climate, machines, ships and trains, clocks, on social movements and institutions, on colonialism and empire, and even dependency on ideas such as the idea of progress that under-pinned the rise of industrial capitalism in 19th century Britain. We are used, as a result of the work on Actor Network Theory and the New Materialisms to think of the mixed nature of these socio-material assemblages, although it is important again to emphasize that entanglements are webs of dependency, not networks (Latour 1999; 2005). Starch, pests and genes are important in the cotton story so that the overall heterogeneous web is bio-socio-material. There is mounting evidence that environmental, social, cultural, psychological factors can influence DNA expression. These extra- or epi-genetic factors can modify gene expression without altering the DNA sequence and they can be inherited, leading to a return to Lamarckian ideas about the inheritance of acquired characteristics long deemed irrelevant to evolutionary processes of transmission. Within the Extended Evolutionary Synthesis there is the potential to usher in a new era of integrated collaborative research (Barad 2007, Dickins and Rahman 2012, Jablonka and Lamb 2007, Keller 2014, Mesoudi et al 2013). Within the bio-socio-material entanglements there are varying processes at work.

4. The entanglements are unbounded. Biology and the environment are always already entangled in the social materiality of life. There is no environment separate from human intervention since the earliest humans; there is no niche into which organisms fit since the niche is always a product of the interactions within entanglements (Lewontin 2001). Adaptationist arguments fail because the definition of regions of study is always arbitrary. Entanglement theory takes a radically non-reductionist stance. In describing the entanglements of the wheel, it became very difficult to know what should and should not be included. Is a roller a wheel, and what of a bow drill and a spinning whorl? Since a wheel needs an axle, and an axle needs a frame, where is the boundary between the wheel and the wagon; and what about the cow or horse or internal combustion engine that drive the wagon or other wheeled vehicle? And what about the roads and the fuel, and the environment that are affected? A full understanding of the wheel needs to explore all the unbounded entanglements since very distant events can have quantum effects. For example, events in Saudi Arabia and the Gulf lead to price changes in oil and thus affect the numbers of wheeled vehicles on the roads in California. It is perhaps too trite to say that everything is connected to everything else, but you will have begun to notice that my disparate examples are in fact all connected – harvesting, cotton spinning, the wheel, pottery and ideas of progress.

5. There is a contingent non-systemness to entanglements. The heterogeneous and unbounded nature of the webs of dependencies create conflicts and contradictions. This is a logical result of the 3rd and 4th points. Given the many different

types of processes at work in entanglements, and given their far-flung character, there are bound to be conflicts and contradictions that are inherent or that emerge. At the most basic of levels, most human-made things bring biological life processes into conjunction with material physical processes. As Leslie White emphasized, while the biological lifeworld seeks to concentrate energy, the physical world tends towards entropy. Humans use chert sickles to obtain food but the humans then get tied into dealing with the fact that the chert tools get blunt, break and have to be replaced. Humans concentrate energy in their cars in order to travel to work but the fuel gets used up (entropy increases) so that the car user becomes dependent on the vagaries of the international trade in oil. Apparently distant, unrelated events can set off chains of reactions that ripple through the entanglements, as when an artist in Denmark draws a cartoon in a newspaper that incenses populations of different religions in the Middle East that then affects the price of oil and the numbers of cars on the streets in California. Or Mohamed Bouazizi sets himself on fire in a market in Tunisia and unwittingly starts the so-called Arab spring throughout the Middle East, again leading to changes in oil prices across the globe. In these examples, material, physical, social, religious, biological processes are all entangled in a thoroughly contingent, non-systemic way. Conflicts and contradictions emerge out of this messy set of inter-dependencies.

As another example, the development of cotton spinning machines in Manchester in the 1780s fueled the demand for slaves in the United States. The plantations with slaves could produce low cost raw cotton to fill the mills in industrial Britain. But the rise of an urban class of industrial magnates also fueled notions of social justice that led to the American Civil War and an end to slavery. This contradiction and the conflict of the American Civil War led to a decline in the production of cotton in the United States and cotton sourcing shifted to India (Beckert 2014). In these ways cotton, slavery and notions of social justice brought things, humans and ideas together and in conflict and contradiction with each other.

6. Humans deal with the contradictions, conflicts and problems by making use of the affordances of what they already have or by fitting new developments into existing entanglements and goals as best they can. Development is thus cumulative but path dependent. This is partly because so much gets invested in bio-socio-material entanglements that it makes sense to minimize disruption and change, but the main factor is that the entanglements are so large and non-systemic that radical change is difficult and risky. It tends to make more sense to fix things rather than start over. The cumulative process is seen in the gradual elaboration of the wheel, or in the gradual development of spinning machines. The design of the latter was initially based on hand spinning techniques, and on flax spinning machines. The rise of cotton manufacturing in Britain was built on the existing role in sea trade and contacts with India. The heterogeneous web of dependency between slavery, cotton, profit and ideas of progress and superiority got caught in a path dependency in which massive profits were made and in which masses of people suffered. It needed a very bloody civil war in the United States to break this path dependency. Today the wheel has drawn us into another path dependency. Developed societies are very dependent on cars even if they have very negative impacts on the environment. The webs of dependency bind us into pathways that have long-term impacts such as global warming that appear intractable precisely because the webs are so large.

7. From a long-term archaeological point of view, even taking booms and busts and violent revolutions and civil wars into account, change is continual, gradual and exponential. Cultural and technological growth are often argued to be exponential. For example, Moore's Law states that the processing power of a single chip or circuit will double every year. Presumably there is a limit to the exponential growth of such technological achievements. But the long-term increases in entanglements and amounts of material culture that I have been discussing also seem to be exponential. In my view this is simply because the gradual exploitation of the affordances of things also increases the numbers of entanglements of those things. Thus as spinning machines become elaborated and made more efficient, so their entanglements are multiplied. Or the wheel gradually becomes diversified, specialized and differentiated, and each new type or function of wheels has its own entanglement. The more new types of wheel, the more entanglements. The entanglements thus multiply in an exponential manner. The cone of increasing elaboration of a thing is associated with a cone of increasing elaboration of entanglement, creating exponential growth.

8. Change is thus directional in two senses:

(a) Specific directionality. This results from the particular things that are caught up in webs of dependency and on the cumulative nature of development. For example, it is often argued that the wheel developed in Eurasia because there were draught animals to pull carts and wagons. In the pre-Columbian Americas, wheeled vehicles were not used for transport. This was not because humans could not come up with the idea of the wheel, as the existence of toy wheeled vehicles in Olmec sites in southern Mexico makes clear (Bulliet 2016). Many other factors were probably involved (*ibid*), but the specific array of things available certainly resulted in different directions being taken in different bio-socio-material contexts. And when different bio-socio-material entanglements come into contact the results can be catastrophic. The title of Diamond's (1997) 'guns, germs and steel' provides part of the answer for the violent transformations that engulfed the Americas as a result of colonial intervention, but wheels, cotton, harvesters and ideas of progress also played their roles, along with many other heterogeneous entanglements.

(b) General directionality. As I showed at the start of this talk, it is difficult to refute the archaeological evidence for

an overall and exponential increase through time in the ability of humans to capture energy and in the complexity and amount of material things and the entangled webs of dependency. In my view this is the logical result of the seven points that I have made in this talk. The overall directionality results from the 'thingness of things'. The distinctive component of the approach that I have been outlining is that it gives a central role to things. The approach explores the ways in which things pull other things and humans towards them. Humans get caught up in managing the entanglements on which they depend. But they are therefore bound to something unbounded. The bio-socio-material entanglements are heterogeneous and open-ended, incorporating many different types of biological, social, material, ideological process. There are thus always contradictions in the various parts that things draw together. There are always conflicts and problems and contingent interactions that emerge within bio-socio-material entanglements. Humans are caught up in things, and humans and things are dependent on each other, and so humans have to deal with consequences and with the quantum events that seem to come 'out of left field', difficult to predict and control. In fixing problems and in reacting to events, humans do what they have always done, find another thing, tweek the machine, manage with what resources are available. The entanglements thus expand and the human entrapment in things is continued. At some point, when the entanglements around any one thing such as a wheel become too large it becomes impossible to turn back. It is no longer possible to rewind the tape. Too much is caught up and too much is at stake. It would be nice if we could respond to global warming by getting rid of cars. But cars and wheeled vehicles are so integrated into modern life that it would be impossible to run a major contemporary city without them. So rather than getting rid of cars we seek other solutions, which often only increase entanglements, as seen in the enormous battery factories being built by Tesla.

I would argue that entanglement theory provides a non-teleological framework for understanding the long-term directionality of humans towards greater entanglement and dependence on things. Our dependence on things has meant that we can be more complex and take more energy from the environment, but it has also meant that we are increasingly trapped and unable to solve global-scale problems. Another interesting trend is that thing-thing dependencies seem to be taking over from human-human relationships. Very few people work in the huge Tesla factories. Some Tesla and Google cars are driverless. Combine harvesters feel their own way around fields of crops; the driver is not needed. The human has been displaced. Charlie Chaplain was surely right in his depiction of Modern Times.

Acknowledgements

I am very grateful to Hannah Moots and Jean-Pierre Dupuy for their advice on readings. I am also grateful to Lynn Meskell for comments on an earlier draft and to Remi Hadad for his translation of my English text.

Bibliography

- Astruc, L., Tkaya, M.B. and Torchy, L., 2012. De l'efficacité des faucilles néolithiques au Proche-Orient: approche expérimentale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 109(4), pp.671-687.
- Barad, K., 2007. *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press.
- Baumard, N., Hyafil, A., Morris, I. and Boyer, P., 2015. Increased affluence explains the emergence of ascetic wisdoms and moralizing religions. *Current Biology*, 25(1), pp.10-15.
- Beckert, S. 2014. *Empire of Cotton. A Global History*. New York: Vintage.
- Bulliet, R W 2016. *The Wheel. Inventions and Reinventions*. Columbia University Press.
- Cane, S. 2013. *First Footprints. The Epic Story of the First Australians*. Crows Nest, Australia: Allen and Unwin.
- Diamond, J. 1997. *Guns, Germs and Steel. The Fates of Human Societies*. New York: Norton.
- Dickins, T.E. and Rahman, Q. 2012. The extended evolutionary synthesis and the role of soft inheritance in evolution. In *Proceedings of the Royal Society B* (p. rspb2012.0273).
- Fracchia, J. and Lewontin, R.C., 1999. Does culture evolve?. *History and Theory*, 38(4), pp.52-78.
- Gould S J 1989. *Wonderful Life. The Burgess Shale and the Nature of History*. London: Norton.
- Heidegger, M. 1971. *Poetry, Language, Thought*. (Translated by A. Hofstadter) London: Harper.
- Heim, N.A., Knope, M.L., Schaal, E.K., Wang, S.C. and Payne, J.L., 2015. Cope's rule in the evolution of marine animals. *Science*, 347(6224), pp.867-870.
- Hodder, I. 2012. *Entangled. An Archaeology of the relationships between Humans and Things*. Oxford: Wiley Blackwell.
- Hodder, I. 2016. *Studies in Human-Thing Entanglement*. <http://www.ian-hodder.com/books/studies-human-thing-entanglement>
- Huxley, J. 1946. *UNESCO Its Purpose and Philosophy*. London: Euston Grove Press.
- Jablonka, E. and Lamb, M.J., 2007. Précis of evolution in four dimensions. *Behavioral and Brain Sciences*, 30(04), pp.353-365.
- Keller, E.F., 2014. From gene action to reactive genomes. *The Journal of Physiology*, 592(11), pp.2423-2429.

- Kremer, M., 1993. Population growth and technological change: one million BC to 1990. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), pp.681-716.
- Latour, B. 1999. On recalling ANT. In J. Law and J. Hassard (eds.), *Actor Network Theory and After*. Oxford: Blackwell and the Sociological Review, 15-25.
- Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Lewontin, R.C., 2001. *The Triple Helix: Gene, Organism, and Environment*. Harvard University Press.
- Lineweaver, C.H., Davies, P.C.W. and Ruse, M. 2013. What is complexity? Is it increasing? *Complexity and the Arrow of Time*, (eds.) Charles H. Lineweaver, Paul C. W. Davies and Michael Ruse. Cambridge: Cambridge University Press. 3-16.
- Maeda, O., Lucas, L., Silva, F., Tanno, K.I. and Fuller, D.Q., 2016. Narrowing the harvest: Increasing sickle investment and the rise of domesticated cereal agriculture in the Fertile Crescent. *Quaternary Science Reviews*, 145, pp.226-237.
- Mesoudi, A., Blanchet, S., Charmantier, A., Danchin, E., Fogarty, L., Jablonka, E., Laland, K.N., Morgan, T.J., Müller, G.B., Odling-Smee, F.J. and Pujol, B., 2013. Is non-genetic inheritance just a proximate mechanism? A corroboration of the extended evolutionary synthesis. *Biological Theory*, 7(3), pp.189-195.
- Morris, I., 2010. *Why the west rules-for now: The patterns of history and what they reveal about the future*. Profile books.
- Morris, I., 2013. *The measure of civilization: how social development decides the fate of nations*. Princeton University Press.
- Nisbet, R.A., 1980. *History of the Idea of Progress*. New Brunswick: Transaction pub