

Université de Montréal

La notion de l'explosion de la coopération et ses implications chez Kim Sterelny

par

Alexis Thouin-Bourdeau

Département de Philosophie

Faculté des Arts et Sciences

Mémoire présenté à la faculté des Arts et Sciences

en vue de l'obtention du grade de Maître ès arts en Philosophie

Option Philosophie au collégial

Mai, 2016

© Alexis Thouin-Bourdeau, 2016

Résumé

Le concept de coopération est souvent utilisé dans le domaine de l'éthique et de la politique pour illustrer et comprendre l'alignement des comportements associatifs entre les êtres humains. En lien avec ce concept, notre recherche portera sur la première question de savoir si Kim Sterelny (2003) réussit à produire un modèle théorique permettant d'expliquer les origines et les mécanismes de la coopération humaine. Notre recherche portera aussi sur la deuxième question de savoir s'il arrive à se servir de ce modèle pour infirmer la thèse de la modularité massive. Ainsi, ce mémoire traitera successivement du problème de la coopération, de la théorie de la sélection de groupe, du déclencheur écologique de la coopération des hominidés, des notions de coalition, d'*exécution* et d'engagement et finalement de la thèse de la modularité massive. Par l'examen de ces sujets, nous souhaitons démontrer que Sterelny n'arrive qu'à fournir une esquisse probable des origines et du développement de la coopération humaine et que sa critique de la thèse de la modularité massive n'arrive pas à infirmer cette dernière.

Mots-clés: Kim Sterelny, coopération, psychologie évolutionnaire, philosophie de la biologie, *Thought in a Hostile World: The Evolution of Human Cognition*, modularité massive.

Abstract

The concept of cooperation is often used in the field of ethics and of politics to illustrate and understand the alignment of associative behaviors between human beings. In connection with this concept, our research will concern the first question to know if Kim Sterelny (2003) manages to produce a theoretical model allowing him to explain the origins and mechanisms of the human cooperation. Our research also concerns the second question of knowing if he manages to use this model to counter the massive modularity thesis. As such, this work will deal successively with the subjects of the problem of cooperation, of the theory of group selection, of the ecological trigger of hominid cooperation, of the notions of coalition, of enforcement and of commitment and finally of the massive modularity thesis. By the examination of these subjects, we wish to demonstrate that Sterelny manages only to supply a likely sketch of the origins and of the development of the human cooperation and that his criticism of the massive modularity thesis does not manage to counter the latter.

Keywords: Kim Sterelny, cooperation, evolutionary psychology, philosophy of biology, *Thought in a Hostile World: The Evolution of Human Cognition*, massive modularity.

Table des matières

Résumé	i
Abstract.....	ii
Remerciements.....	v
Introduction	1
1. Le primate coopératif	4
1.1. Sterelny : La coopération comme trait évolutionnaire distinctif.....	4
1.2. Richerson et Boyd : Les deux révolutions coopératives.	4
1.3. Sterelny : Le problème de la coopération.....	7
2. La sélection de groupe et la coopération humaine	9
2.1. Sterelny : Le problème du parasitisme et la sélection de groupe.	9
2.2. Sober et Wilson : La sélection de groupe pour l'existence de l'altruisme-coopération.....	10
2.3. Sterelny : La puissance de la sélection de groupe.	12
2.4. Sober et Wilson : L'amplification de la coopération.....	14
2.5. Sterelny : L'importance de la surveillance, de la punition et de la récompense.....	16
2.6. Richerson et Boyd : La punition moraliste.	18
2.7. Richerson et Boyd : L'ethnocentrisme.....	21
2.8. Sterelny : L'imitation et la coévolution biologie-culture.	22
2.9. Sterelny : Gains et problèmes pour la théorie de l'explosion de la coopération.	23
3. Le déclencheur écologique de la coopération des hominidés	24
3.1. Sterelny : Le monde changeant de la coopération.....	24
3.2. Milton : Les conséquences évolutionnaires et sociales du régime omnivore.	25
3.3. Sterelny : La coopération féminine.....	27
3.4. Richerson et Boyd : Apprentissage social, apprentissage individuel et programmation innée. .	29
3.5. O'Connell : L'impact des changements environnementaux sur la coopération féminine, la maturation et la longévité des hominidés.....	31
3.6. Sterelny : La coopération masculine.....	33
4. Coalition et <i>Exécution</i>	35
4.1. Sterelny : La formation de coalitions d'exécution.	35
4.2. Bingham : Armes de jet, punition à distance et l'exécution de coalition.	39
4.3. Sterelny : Problèmes de la théorie de Bingham.	43
4.4. Boehm : Idéologies, normes comportementales et bavardage.	46
4.5. Sterelny : Problèmes de la théorie de Boehm (2000).....	48

5. Engagement et <i>Exécution</i>	52
5.1. Sterelny : Le problème d'engagement.....	52
5.2. Sterelny : La réputation comme exécution externe.	54
5.3. Sterelny : Les émotions comme exécution interne.	54
5.4. Sterelny : Le problème de l'origine et de l'évolution des émotions et de leur signalement.....	55
5.5. Sterelny : Les avantages épistémiques du modèle des émotions (comme exécution interne). .	56
6. La coopération et la thèse de la modularité massive	59
6.1. Sterelny : Les mécanismes de l'explosion de la coopération comme argument contre la modularité massive.....	59
6.2.0. Carruthers : La thèse de la modularité massive et ses arguments.	61
6.2.1. Carruthers : L'argument de la conception.	62
6.2.2. Carruthers : L'argument des animaux.	64
6.2.3.0. Carruthers : L'argument de la docilité informatique.	65
6.2.3.2. Carruthers : L'argument de la docilité informatique ; le LOT et la modularité massive.	69
6.2.3.3. Carruthers : L'argument de la docilité informatique ; conclusions.	69
6.3. Carruthers : Frugalité, encapsulation et heuristique.....	71
6.4. Carruthers : Accessibilité et encapsulation.....	72
6.5. Carruthers : L'encapsulation À <i>portée large</i>	74
6.6. Carruthers : L'inaccessibilité des modules.....	75
6.7. Implications pour la perspective de Sterelny.	78
Conclusion.....	81
Bibliographie.....	84

Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier mon directeur, Frédéric Bouchard, professeur au département de philosophie de l'Université de Montréal, vice-recteur à la recherche, à la découverte, à la création et à l'innovation de l'Université de Montréal et président de l'Association francophone pour le savoir (Acfas). Son encadrement, ses directives et ses conseils ont été indispensables pour la rédaction de ce mémoire. Je lui suis redevable de m'avoir permis d'assister et de participer (comme technicien) au congrès ISHPSSB 2015, congrès qui m'a permis de découvrir de nouvelles pistes de directions, en plus de me permettre de rencontrer Kim Sterelny. Sans son soutien, tout ceci n'aurait jamais été en mesure d'être possible.

J'exprime aussi pleinement ma gratitude envers mes parents, France Thouin et Benoit Bourdeau, ainsi que ma sœur, Camille Thouin-Bourdeau, le conjoint de ma sœur, Pascal Grenier, pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements perpétuels ainsi que pour leur présence constante durant la rédaction de ce mémoire.

Je suis de plus redevable à l'Université de Montréal, institution sans laquelle il m'aurait été impossible d'acquérir ma formation et de produire ce travail.

Introduction

Après la parution de *Origin of Species*, de Darwin (1859), la théorie de ce dernier posa une énigme quant au comportement des organismes. L'idée principale de la sélection naturelle est qu'un trait évolue en raison qu'il aide les individus qui le possèdent à survivre et à se reproduire (Sober et Wilson, 1998, p.3). Sous cette optique, la sélection naturelle favoriserait ceux qui s'aident eux-mêmes. Il semblerait donc, suivant cette logique, que la sélection naturelle devrait éliminer tout comportement qui nous mènerait à aider autrui à survivre et à se reproduire lorsque cela reviendrait à réduire nos chances de survie et de reproduction. La sélection naturelle devrait donc être un phénomène favorisant les comportements égoïstes et éliminant les comportements altruistes et coopératifs.

Cependant, Darwin lui-même reconnaissait que certains des organismes présents dans la nature agissaient parfois de manière coopérative, et que les qualités humaines les plus admirées semblaient bénéficier à autrui au coût de l'agent agissant. Darwin, dans *The Descent of Man*, explique ces comportements en postulant que parfois la sélection naturelle agit aussi sur les groupes en plus de sur les individus. Au sein d'un groupe, un haut standard de moralité ne donnerait qu'un léger sinon aucun avantage à un individu (et à sa progéniture) sur les autres membres du groupe. Cependant, des groupes constitués d'individus ayant un haut sens moral auraient un avantage sur les autres groupes. Selon Darwin, il n'y aurait aucun doute qu'un groupe incluant des individus ayant un haut sens du patriotisme, de la fidélité, de l'obéissance, du courage, de la sympathie et du sacrifice de soi pour le bien commun serait victorieux face à la majorité des autres groupes. Et selon Darwin, ceci serait le fruit de la sélection naturelle, car, de tout temps à travers le monde, lorsque des groupes ont supplanté d'autres groupes, la moralité était un élément important de leur succès, et en conséquence, le standard de la moralité et le nombre d'individus dotés d'un haut sens moral tendait à augmenter (1871, p. 166).

Cependant, un problème se pose : comment expliquer que l'espèce humaine soit aussi coopérative alors que la majorité des autres espèces ne le sont pas ? Pourquoi donc la coopération est-elle une caractéristique qui semble être si peu présente, sinon si peu

développée, parmi la majorité des autres espèces ? Il s'agit donc de savoir pourquoi la coopération est un phénomène si peu présent chez les autres espèces, quels mécanismes ont été en mesure de la faciliter chez l'être humain, quels éléments propres à l'histoire évolutionnaire des hominidés ont favorisé son apparition et par quels phénomènes sociaux et psychologiques a-t-elle été maintenue comme trait distinctif chez l'espèce humaine.

Cette recherche est pertinente pour la philosophie, plus précisément en éthique et en politique, car ces domaines de la philosophie se proposent comme des guides de l'agir (moral et social) humain, mais sans toujours expliquer ni les mécanismes ni l'origine de cet agir. Le but de cette recherche n'est pas de tenter de suppléer au domaine de la philosophie morale et politique, mais d'offrir une explication qui puiserait ses racines dans des hypothèses naturalistes, hypothèses qui expliqueraient les phénomènes d'altruisme et de coopération qui existent dans les sociétés humaines, phénomènes dont les mécanismes devraient être pris en compte par toute philosophie morale ou politique qui se veut naturaliste.

Le philosophe de la biologie Kim Sterelny, dans son œuvre *Thought in a Hostile World*, cherche à répondre à ces questions en produisant un modèle théorique de l'évolution de l'explosion de la coopération des hominidés, modèle qu'il utilise par la suite pour critiquer la thèse de la modularité massive.

Notre recherche visera donc principalement à savoir s'il réussit à déterminer quelles sont les origines de cette explosion de la coopération propre à la lignée des hominidés, quels sont les mécanismes qui ont permis sa maintenance face au problème du *parasitisme* et quels sont les mécanismes qui la structurent. Au final, cette recherche permettra d'offrir des hypothèses pour l'origine et la maintenance de l'explosion de la coopération (et donc des conditions de la moralité) humaine, ainsi que de voir si ces hypothèses infirment la conception de la modularité massive de l'esprit humain.

Pour ce faire, notre recherche sur l'œuvre de Sterelny sera divisée en six parties et de plus exposera en détail certains éléments brièvement mentionnés par ce dernier.

Tout d'abord, nous examinerons la notion d'explosion de la coopération, comment celle-ci se situerait approximativement dans l'histoire et comment elle serait adaptative. Nous exposerons de plus la théorie des deux révolutions coopératives de Richerson et Boyd (1999).

Par la suite, nous étudierons la notion du problème de la coopération et comment la théorie de la sélection de groupe peut venir le résoudre, et ce avec l'aide conjointe de systèmes de

punitions et de récompenses, de l'ethnocentrisme et de l'imitation. Pour ce faire, nous exposerons en détail la mécanique de ces phénomènes tels qu'ils sont présentés par Sober et Wilson (1998) et Boyd et Richerson (1999; 2005).

Nous examinerons ensuite les conditions de vie dans lesquelles les hominidés auraient (hypothétiquement) subi leur première explosion de la coopération, et ce en examinant comment les changements climatiques de la fin du pléistocène ont eu un impact sur le développement d'une diète omnivore (en exposant ici la théorie de Milton, 1999), sur le développement d'une coopération intergénérationnelle féminine, sur l'apprentissage social (en exposant ici les hypothèses de Richerson et Boyd, 2000), sur la longévité et la maturation des hominidés et sur la coopération masculine (et comment tous ces éléments se sont inter-influencés).

Par la suite, nous étudierons deux modèles hypothétiques (celui de Bingham (2000) et de Boehm (2000)) quant à la question de comment la formation de coalition d'*exécution* a pu se produire, afin de voir ce que Sterelny en retire quant aux prérequis cognitifs et à l'ancienneté de la coopération des hominidés.

Nous examinerons ensuite quel rôle que les émotions jouent dans la maintenance de telles coalitions en tant qu'*interne exécution*.

Finalement, nous examinerons comment Sterelny se sert du modèle qu'il a développé pour attaquer la thèse de la modularité massive de l'esprit humain. Afin de déterminer si sa critique infirme réellement cette thèse, nous examinerons cette dernière telle qu'elle est présentée par Carruthers (2006).

1. Le primate coopératif

1.1. Sterelny : La coopération comme trait évolutif distinctif.

Kim Sterelny développe une histoire hypothétique concernant les traits distinctifs des trajectoires évolutives humaines. Celle-ci tourne autour de la confluence de trois traits : la coopération chez les hominidés, l'interaction des lignées en évolution avec leurs environnements (et donc la création de niches cumulatives), et la sélection pour la plasticité (phénotypique) (Sterelny, 2003, p. 123).

Sterelny commence, au septième chapitre de son ouvrage, *Thought in a Hostile World : The Evolution of Human Cognition*, avec un aspect de la vie humaine que personne ne nie, mais dont l'importance est sous-estimée selon lui : la coopération chez les hominidés. Il met l'accent sur deux aspects de ce sujet : premièrement, les environnements sociaux des hominidés sont hétérogènes dans le temps et l'espace, et deuxièmement, les défis sociaux et environnementaux auxquels font face les hominidés sont interdépendants.

Sterelny considère que les humains constituent une espèce qui est extraordinairement coopérative et donc qu'il n'y a aucun doute qu'il y a eu une *explosion de la coopération* (c'est-à-dire une amplification et une complexification des comportements coopératifs sur une échelle temporelle relativement restreinte) à un certain point dans la lignée humaine, une qui a eu de profondes implications pour celle-ci. Sterelny mentionne (2003, p. 123, annotation 1) que selon Boyd et Richerson (1999) il y aurait eu deux explosions de la coopération dans notre lignée. La première serait relativement ancienne et expliquerait les différences entre les organisations sociales humaines ancestrales et celles de nos proches parents primates. La seconde serait plus récente et concernerait les origines du monde moderne, des économies de l'agriculture à large échelle et de l'État. Nous allons maintenant examiner plus en détail cette thèse.

1.2. Richerson et Boyd : Les deux révolutions coopératives.

Richerson et Boyd (1999, p. 7) formulent l'hypothèse que l'effet continu (*long continued*

effect) de la sélection de groupe culturel durant la période du Pléistocène (il y a 2,588,000 à 11,700 années) a conduit à l'évolution d'instincts sociaux tribaux anciens propres à l'humain.

Alors que les gènes humains co-évoluaient avec les normes culturelles pro-sociales primitives, l'environnement culturel a sélectionné et favorisé des dispositions adaptées à la vie en groupe coopératif. Au fur et à mesure que les anciens instincts sociaux devenaient mieux adaptés à la vie dans des groupes culturels coopératifs, l'évolution culturelle pouvait produire encore plus de coopération (Richerson and Boyd, 1999, p. 7), et ce alors que deux instincts se développèrent sous le régime de ce type de sélection : la punition moraliste et l'ethnocentrisme (que nous examinerons plus loin). Selon Boyd et Richerson, ces deux instincts adaptèrent les humains à vivre dans des communautés structurées moralement sur une échelle plus large que celle des familles ou des groupes de *reciprocators* (ceux qui rendent la pareille) (Richerson and Boyd, 1999, p. 8). Les anciens instincts sociaux soutiennent les institutions sociales tribales. Boyd et Richerson considèrent que ceux-ci sont des paramètres culturels qui, une fois mis en place, permettent à la combinaison des instincts et des institutions de produire des systèmes sociaux opérationnels. Les gènes continuaient de contraindre les sociétés humaines de manières importantes, mais la structure sociale de celles-ci restait très flexible, permettant aux sociétés à petite-échelle (dans lesquelles nous avons évolué) d'être très diverses quant à l'organisation sociale (Richerson and Boyd, 1999, p. 8).

Afin de déterminer comment ces sociétés pouvaient être vers la fin du Pléistocène, Boyd et Richerson considèrent le fait que les dernières étapes de l'évolution des instincts sociaux se produisirent lors des événements qui menèrent à la transition au Paléolithique supérieur (Richerson and Boyd, 1999, p. 10) (ce qui correspond approximativement à la fin du Pléistocène). Ces instincts sociaux devaient être adaptés aux tendances centrales à de telles sociétés. En raison de ceci, Boyd et Richerson considèrent qu'il est plausible que les anciens instincts sociaux aient persisté jusqu'à ce jour chez les humains, et donc que les sociétés de fourrageage (*foraging societies*) puissent nous indiquer à quoi ressemblaient ces anciennes sociétés. Cependant, Boyd et Richerson insistent sur le fait qu'il faut se rappeler que les présentes sociétés ont déjà été influencées par le monde moderne avant même d'avoir été étudiées, et donc qu'il ne faut pas les considérer comme des copies conformes des anciennes sociétés ayant vécu à la fin du Pléistocène (Richerson and Boyd, 1999, p. 11). De plus, il est aussi difficile de savoir comment projeter de telles sociétés dans le Pléistocène en raison que

l'environnement durant cette période était beaucoup plus froid, plus sec, et contenait une concentration atmosphérique de CO₂ beaucoup plus basse que durant l'Holocène (Richerson and Boyd, 1999, p. 11). Malgré cela, Boyd et Richerson supposent que, minimalement, la complexité sociale des sociétés de la fin du Pléistocène égalait vraisemblablement celles des sociétés les plus simples des rapports ethnographiques actuels (Richerson and Boyd, 1999, p. 11).

En se basant donc sur plusieurs sociétés simples, comme celle des !Kung San, Boyd et Richerson estiment donc que les institutions tribales d'antan étaient d'échelle modeste et étaient informelles. Elles n'auraient possédé aucune superstructure de gouvernement discernable, et auraient été fortement égalitaristes (Richerson and Boyd, 1999, p. 12). Boyd et Richerson examinent aussi le cas d'autres sociétés de fourragement simples, mais pour le moment il n'est pas nécessaire de donner suite à leur examen. Il suffit de noter ici que les instincts sociaux qui se sont développés durant le Pléistocène ont mené à la formation de sociétés tribales égalitaristes qui étaient beaucoup plus complexes et larges que celles de nos proches parents primates.

Ainsi, comme Sterelny le mentionne, ceci place les humains, rendus à ce point dans leur histoire évolutionnaire, dans des groupes beaucoup plus larges et complexes (quant à l'organisation) que ceux de leurs parents primates, quoiqu'encore relativement petits et simplistes comparativement aux groupes et sociétés d'aujourd'hui.

Richerson et Boyd (1999, p. 17) considèrent que depuis les 10 000 dernières années (ce qui correspond à l'Holocène, une période de stabilité environnementale) il y a eu une course, supportée par la production agricole et industrielle (permise par la stabilité environnementale de l'Holocène), vers des sociétés de plus en plus complexes. De plus, la capacité des organisations sociales complexes de large échelle à produire des biens publics comme la défense, la sécurité économique, et des biens intangibles comme des styles de vie intéressants, alimente cette course, en plus de l'ambition des élites à se sécuriser des privilèges spéciaux. Il est intéressant de noter ici que, selon Boyd et Richerson, cet agrandissement d'échelle sociale et de complexité s'est produit avec une telle vitesse qu'il n'a pas été accompagné de changements significatifs dans les instincts sociaux humains. Ainsi, alors que les humains ont conservé une psychologie adaptée à la vie dans de petites sociétés égalitaristes simples, l'évolution culturelle a mené à des croyances et des institutions (dérivant des instincts sociaux

et tribaux) qui permettent des relations hiérarchisées et inégalitaires et une vaste division du travail.

Ainsi, selon Boyd et Richerson il y a eu non pas une, mais deux explosions de la coopération. La première durant le Pléistocène et découlant du développement des instincts sociaux tribaux propres aux humains (permettant la formation de sociétés égalitaristes relativement larges et complexes comparativement à celles de nos parents primates), la seconde durant l'holocène et découlant du développement industriel et agricole (menant à la formation de sociétés de plus en plus larges et complexes, plus hiérarchisées et inégalitaires, mais qui restent construites sur la base d'une psychologie sociale adaptée à un monde plus simple et plus égalitaire).

1.3. Sterelny : Le problème de la coopération.

Sterelny considère que le phénomène de la coopération est très important, car la coopération n'englobe pas seulement la chasse coordonnée et collective et la défense (même s'il reconnaît que ces adaptations sont probablement très importantes et anciennes). Il nous indique aussi que la coopération inclut, de manière inhabituelle chez les autres espèces non humaines, une coopération entre les sexes (ceci est une coopération selon Sterelny en raison du fait que les mâles investissent du temps et de l'énergie en leurs enfants). Elle inclut aussi une division du travail et du commerce qui rend cette dernière spécialisation possible. Notre compétence technologique et écologique est sociale selon Sterelny, médiée aussi bien par la transmission précise d'information entre les générations et la division du travail entre elles (Sterelny, 2003, pp. 123-4).

Une fois établie, la coopération est une adaptation énormément puissante, car la spécialisation technologique et les avantages que la loi de l'avantage comparatif accorde au commerce génèrent de très grands bénéfices. Or, la spécialisation et le commerce présupposent un environnement de coopération déjà établi. Même la coopération pour la défense, la chasse et le fourrageage (*foraging*) donne accès à un éventail plus large de ressources qui seraient hors d'atteinte de l'effort individuel de n'importe quel hominidé. La coopération augmente à la fois la fraction des ressources locales récoltée et amortit les effets de la variation dans les ressources, et elle améliore plusieurs dangers auxquels les primates sont naturellement sujets.

Une fois établie, la coopération transformera à la fois l'environnement écologique et social. Par la suite, parmi les animaux sociaux intelligents, la coopération mènera à de profondes transformations cognitives en changeant le mélange des problèmes auxquels sont confrontés les agents (Sterelny, 2003, p. 124).

Sterelny soulève par contre que la coopération est une adaptation difficile au sens qu'elle n'est pas dans l'espace des possibilités évolutives de la plupart des lignées, et ce en raison que pour la plupart des espèces animales, la tentation de faire défection (*temptation to defect*) renverse la coopération (Sterelny, 2003, p. 124).

Sterelny nous précise que même si tout le monde s'en tire à meilleur compte dans un groupe coopératif, un transfuge (*defector*) dans un environnement hautement coopératif s'en tire toujours mieux que les autres. La défection est souvent perturbatrice, réduisant la *fitness* (le succès reproductif) absolue de tous les individus d'un groupe. Cependant, sans un quelconque mécanisme évolutif compensatoire, la sélection peut permettre un tel comportement perturbateur d'envahir et de se propager chez une espèce. Ainsi, comme nous l'indique Sterelny, si des mâles agressifs qui exproprient les ressources des femelles sont, finalement, plus *fit* individuellement que les mâles qui respectent les droits de propriété des femelles, alors, sans une force sociale compensatoire, ce comportement se répandra dans la population, et ce même si cette stratégie d'intimidation sape la possibilité d'une collecte de nourriture collective, réduisant la *fitness* absolue de chaque individu dans la population, comprenant aussi celle des voleurs.

Ceci s'explique, selon Sterelny, par le fait que la sélection est sensible au *fitness* relatif (donc à celui de certains individus par rapport à d'autres individus dans le groupe), non pas au *fitness* absolu (celui de tous les individus dans le groupe). En raison de ceci, les modèles de comportements coopératifs sont difficiles à construire et à maintenir (Sterelny, 2003, p. 125).

2. La sélection de groupe et la coopération humaine

2.1. Sterelny : Le problème du parasitisme et la sélection de groupe.

En raison du problème de la tentation à la non-réciprocité égoïste (le parasitisme (*free-riding*)), Sterelny indique que la coopération soulève un problème important dans la théorie évolutionnaire (Sterelny, 2003, p. 125). Comment expliquer le fait de l'existence de la coopération dans les sociétés humaines si la sélection n'empêche pas le *parasitisme* (puisqu'elle n'est sensible qu'au *fitness* relatif et individuel)?

Pour régler ce problème, Sterelny se tourne vers les travaux du philosophe Sober et du biologiste Wilson (1998). Ceux-ci soutiennent que, malgré la dominance des perspectives individualistes dans la sélection, les modèles de l'évolution de la coopération dépendent implicitement ou explicitement de la sélection de groupe.

Sterelny considère que si la notion de sélection de groupe est comprise de façon peu exigeante, comme une sorte de sélection structurée de population, alors Sober et Wilson ont raison (Sterelny nous référant ici à Dugatkin et Reeve, 1994; Sterelny 1996b; Kerr et Godfrey-Smith 2002).

Avant de poursuivre, il faut noter que Sterelny nous précise ici (2003, p. 125, annotation 3) qu'il passe outre la distinction entre la sélection de groupe *intrademic* et *interdemic*. La sélection de groupe *interdemic* fonctionne par le biais de la formation ou de l'extinction de colonies de groupes, alors que la sélection de groupe *intrademic* fonctionne par la productivité différentielle de groupes, c'est-à-dire que des groupes qui sont plus *fit* génèrent plus d'organismes individuels, non pas plus de groupes d'organismes. Reprenant ce que Brett Calcott lui aurait personnellement indiqué, Sterelny nous indique que le modèle de l'évolution humaine de Sober et Wilson fait usage de modèles *intrademic* formels (c'est-à-dire qu'il concerne la génération d'organismes individuels). Cependant, note Sterelny, leur discussion des cas qu'ils étudient semble plus s'apparenter à la sélection de groupe *interdemic* (c'est-à-dire la génération de nouveaux groupes). Sterelny note que dans la plupart des circonstances, la sélection *interdemic* n'est pas puissante. Ainsi, si les modèles de sélection de groupes de la

coopération humaine font vraiment appel à la sélection de groupe *interdemic* (laquelle n'est pas puissante), Sterelny considère que la question de savoir « *pourquoi la sélection de groupe a-t-elle été importante pour l'évolution humaine* » comme encore plus pressante.

Nous allons maintenant examiner ledit modèle de Sober et Wilson.

2.2. Sober et Wilson : La sélection de groupe pour l'existence de l'altruisme-coopération.

Sober et Wilson développent un modèle mathématique (1998, pp.19-25) qui permet de démontrer que l'altruisme (tout comportement qui bénéficie à autrui aux dépens de soi-même (1998, p.17)) peut évoluer lorsqu'il est question de plus d'un groupe au sein d'une population.

Lorsque nous considérons deux groupes mixtes (d'altruistes et d'égoïstes) séparément, nous en arrivons à la conclusion que les individus égoïstes ont plus d'enfants que les individus altruistes (ceci représente donc une perspective *intrademic*). Cependant, si nous mettons la progéniture des deux groupes ensemble, nous pouvons alors constater que les individus altruistes ont plus d'enfants (Sober et Wilson, 1998, p.23). Les altruistes peuvent augmenter en fréquence lorsque les deux groupes sont combinés, et ce malgré le fait qu'ils diminuent en fréquence à l'intérieur de chaque groupe originel, et ce en raison que les groupes contribuent de manière inégale au nombre total d'enfants produits (Sober et Wilson, 1998, p.25). Sober et Wilson notent que si les deux groupes dont il est question ici restent isolés de manière permanente et n'entrent jamais en contact, alors la sélection naturelle éliminera les altruistes dans chacun des groupes (Sober et Wilson, 1998, p.25). Cependant, ils nous indiquent que si la progéniture des deux groupes se disperse pour ensuite se réunir physiquement afin de former de nouveaux groupes par eux-mêmes, alors, tel que le prédit leur modèle mathématique, la fréquence accrue d'altruistes deviendra la fréquence moyenne pour la génération suivante (Sober et Wilson, 1998, pp.25-6)¹. Si ce processus est répété sur plusieurs générations, les altruistes en viendront à graduellement remplacer les égoïstes, tout comme les égoïstes en

¹ Nous pouvons voir ici que le modèle de Sober et Wilson semble être un hybride de la sélection *intrademic* et *interdemic*, car celui-ci se concentre sur la génération d'organismes individuels altruistes-égoïstes, mais requiert la création d'un nouveau groupe avec les nouveaux individus générés pour pouvoir produire plus d'altruistes, et donc de groupes altruistes (ce qui semble être un mélange de sélection *interdemic* et *intrademic*). Ceci est conforme à ce que Sterelny avait noté (voir la section 2.1.).

viendront à remplacer les altruistes si la sélection ne fonctionne qu'avec un seul groupe².

En raison de ceci, Sober et Wilson concluent que pour que la fréquence globale d'altruistes augmente même si la fréquence locale diminue dans chaque groupe, quatre choses sont nécessaires. Premièrement, il est nécessaire qu'il y ait plus d'un seul groupe, qu'il y ait une population de groupes. Deuxièmement, les groupes doivent varier dans leur proportion d'individus altruistes et égoïstes. Troisièmement, il doit y avoir une relation directe entre la proportion d'altruistes dans le groupe et la production du groupe; les groupes avec des altruistes doivent être plus *fit* (ils doivent produire d'une quelconque façon plus de progénitures individuelles) que les groupes sans altruistes. Quatrièmement, même si les groupes sont isolés les uns des autres par définition (les égoïstes d'un groupe ne profitant pas des altruistes d'un autre groupe), ils doivent être en un certain sens non isolé, la progéniture des groupes devant pouvoir se mélanger ou être en compétition dans la formation de nouveaux groupes.

Ces conditions sont nécessaires pour que l'altruisme puisse évoluer dans le modèle multigroupe (Sober et Wilson, 1998, p.26). Sober et Wilson se servent comme exemple théorique du cas du vers de cerveau (un altruiste chez les parasites *Dicrocoelium dentriticum*) (1998, pp.27-30), mais aussi des exemples empiriques de l'évolution des ratios de sexes biaisés envers les femelles (1998, pp.38-39) et de l'évolution de l'hypervirulence à la virulence (1998, pp.43-46) afin de démontrer que ces phénomènes sont des exemples d'altruisme découlant de la sélection de groupe.

Cependant, ils notent (Sober et Wilson, 1998, p.30) que la sélection de groupe favorise n'importe quel comportement qui augmente la *fitness* relative du groupe (la *fitness* du groupe par rapport à d'autres groupes). L'altruisme correspond à cette définition, mais il a aussi la caractéristique additionnelle de réduire la *fitness* relative des individus à l'intérieur d'un groupe (puisque'il correspond à tout comportement qui bénéficie à autrui aux dépens de l'agent). En d'autres mots, l'altruisme évolutionnaire est un concept bidimensionnel qui inclut à la fois des bénéfices et des coûts pour soi-même. Un trait qui augmente la *fitness* du groupe

² Ainsi Sterelny a raison de dire que selon Sober et Wilson (1998) l'évolution de la coopération dépend de la sélection de groupe, car, comme nous venons d'en rendre compte, sans la sélection de groupe, l'altruisme/coopération ne pourrait évoluer, voir même survivre.

sans réduire la *fitness* relative à l'intérieur de celui-ci pourrait aussi évoluer par le biais de la sélection de groupe, mais il ne serait pas altruiste aux yeux de Sober et Wilson (1998, p.30). Nous pourrions même imaginer des traits qui sont favorisés à la fois dans et entre les groupes. Ainsi, l'altruisme constitue un sous-ensemble de traits avantageux pour les groupes, et même un sous-ensemble qui est inférieur (Sober et Wilson, 1998, p.30). En effet, il serait possible qu'un individu atteigne le même résultat qu'un altruiste, mais sans avoir à se sacrifier. Ce type d'individu en viendrait naturellement à remplacer le type des altruistes (Sober et Wilson, 1998, p.30)³.

2.3. Sterelny : La puissance de la sélection de groupe.

Se basant donc sur ce que nous venons de voir, Sterelny nous dit que pour comprendre l'explosion de la coopération, nous devons expliquer la puissance particulière de la sélection de groupe dans l'évolution humaine.

Sterelny nous dit (2003, p. 125) que la sélection pour la coopération est puissante, mais seulement si trois conditions sont satisfaites.

Premièrement, les groupes doivent différer les uns des autres dans leurs tendances coopératives⁴. Deuxièmement, les animaux de groupes coopératifs doivent avoir tendance à former des groupes coopératifs par eux-mêmes (ainsi que pour d'autres profils de groupes)⁵. Troisièmement, l'avantage de *fitness* que les groupes altruistes ont sur les groupes égoïstes

³ Il est intéressant de noter ici que Sober et Wilson (1998) nous parlent d'*altruisme*, alors que lorsque Sterelny nous rapporte leurs propos, celui-ci nous parle de *coopération*. La notion d'altruisme, tel que vu précédemment chez Sober et Wilson (1998, p.17), implique tout comportement qui bénéficie à autrui (tel qu'augmenter la *fitness* du groupe) aux dépens de l'agent actif (diminuer sa propre *fitness* relative dans le groupe), alors que la notion de coopération, telle que vu chez Sterelny (2003, pp.123-124), implique la chasse et la défense collective coordonnée, la coopération entre les sexes, une division du travail et le commerce, notre compétence technologique et écologique et la transmission de l'information entre les individus et les générations. Ces éléments impliquent un investissement de temps et d'énergie et peut-être même de risque de la part des agents actifs. Cependant, nous pouvons nous poser la question de savoir si l'équivalence établie entre ces deux termes (*altruisme* et *coopération*) est justifiée.

⁴ Ce qui semble en lien avec la deuxième condition de Sober et Wilson (1998) pour que la fréquence globale d'altruistes augmente par la sélection de groupe : les groupes doivent varier dans leur proportion d'individus altruistes et égoïstes.

⁵ Ce qui semble en lien avec la quatrième condition de Sober et Wilson (1998) pour que la fréquence globale d'altruistes augmente : la progéniture des groupes doit pouvoir se mélanger ou être en compétition dans la formation de nouveaux groupes.

doit dépasser l'avantage de *fitness* que les individus égoïstes ont sur les individus altruistes à l'intérieur de groupes mixtes⁶. Ceci peut se produire de deux manières selon Sterelny.

En première possibilité, la différence de *fitness* entre les coopérateurs et les transfuges à l'intérieur d'un groupe peut être petite comparativement à celle entre des groupes égoïstes et des groupes altruistes. Sterelny nomme ceci la solution d'altruisme bon marché (*cheap altruism solution*). En deuxième possibilité, il peut exister des mécanismes qui préviennent largement la formation de groupes mixtes. Sterelny nomme ceci la solution de barrière (*barrier solution*). Sans de l'altruisme de bon marché ou des barrières, nous dit Sterelny, la sélection de groupe ne peut être forte (2003, pp. 125-6).

Il est intéressant de noter ici que Sterelny nous parle de barrières empêchant la formation de groupes mixtes. Ceci est intéressant, car la deuxième condition de Sober et Wilson pour que la sélection de groupe augmente la fréquence globale d'altruiste est que les groupes doivent varier dans leurs proportions d'altruistes et d'égoïstes (ce qui signifie qu'il peut déjà exister des groupes mixtes), et la quatrième condition est que la progéniture de ces groupes (séparés) doit pouvoir se mélanger ou être en compétition dans la formation de nouveaux groupes, lesquels pourraient probablement être mixtes.

Sterelny semble donc dire que l'impossibilité de la création de groupes mixtes est possiblement nécessaire (comme deuxième possibilité) pour que la sélection de groupe pour la coopération soit puissante, alors que Sober et Wilson nous disent que pour que la sélection de groupe favorise la coopération, il est nécessaire que leur progéniture de groupes mixtes puisse s'unir pour former de nouveaux groupes (qui pourraient probablement être eux aussi mixtes) dans lesquels la proportion altruiste-égoïste penchera alors en faveur des altruistes. Si par *mécanismes qui empêchent la formation de groupes mixtes* Sterelny entend que la progéniture altruiste d'un groupe ne voudra former un nouveau groupe qu'avec la progéniture altruiste d'un autre groupe, alors, hypothétiquement, il n'y a pas de problème, car ceci respecte le modèle de Sober et Wilson, puisque la sélection de groupe favorise alors la croissance de

⁶ Ce qui semble vaguement en lien avec la troisième condition de Sober et Wilson (1998) pour que la fréquence globale d'altruistes augmente : les groupes avec une proportion plus élevée d'altruistes doivent être plus *fit* (ils doivent produire plus de progénitures individuelles) que les groupes mixtes avec moins d'altruistes ou que les groupes sans altruistes. Néanmoins, l'idée ici semble être que si l'avantage de *fitness* du groupe altruiste sur le groupe égoïste n'est pas supérieur à celui des individus égoïstes sur les individus altruistes dans les groupes mixtes, alors la tentation de faire défection dans les groupes mixtes empêchera la sélection de l'altruisme.

l'altruisme et l'éradication des égoïstes dans les groupes. Cependant, concrètement, la possibilité même qu'un nouveau groupe ne soit constitué que de la progéniture altruiste de plusieurs autres semble faible, et ce même si les altruistes décident d'exclure volontairement tous les égoïstes (en effet, il reste le problème d'identifier ceux qui sont altruistes de ceux qui ne font que le prétendre).

2.4. Sober et Wilson : L'amplification de la coopération.

Sterelny nous indique (Sterelny, 2003, p. 126) que selon Sober et Wilson (1998), les adaptations cognitives humaines réduisent souvent le coût de l'altruisme dans des groupes mixtes.

Sober et Wilson considèrent que les groupes sociaux humains ont autant le potentiel d'être fonctionnellement intégrés que les ruches d'abeilles et les colonies de corail (1998, p.132). Contrairement à ces espèces ultra-sociales, la plupart des groupes sociaux humains consistent en un mélange de non-parents et de parents génétiques de degrés variables. En raison de ceci, en se basant sur le modèle de la sélection des parents, nous ne devrions pas nous attendre à ce que les groupes sociaux humains agissent comme des organismes individuels intégrés (Sober et Wilson, 1998, p.134) (c'est-à-dire que nous ne devrions pas y voir une aussi forte coopération). Cependant, Sober et Wilson considèrent que les liens généalogiques ne sont pas nécessaires pour que la sélection de groupe soit une puissante force évolutionnaire en raison que nous aurions des mécanismes de substitution pour ceux-ci, mécanismes qui exigeraient des capacités cognitives sophistiquées (Sober et Wilson, 1998, p.134).

Sober et Wilson se penchent sur le cas du partage de la viande dans les sociétés de chasseurs-cueilleurs (Sober et Wilson, 1998, pp.142-143). L'acte de recueillir et de partager une ressource essentielle (qui a un fort effet sur la *fitness*) avec les membres de notre groupe, et ce sans regard aux liens de parenté ou sans attente de réciprocité, aurait pour effet d'augmenter la *fitness* du groupe au détriment de la *fitness* relative du chasseur (puisque'il dépense de l'énergie et risque beaucoup au nom du groupe). Ainsi, à première vue, le chasseur semble être altruiste. Cependant, celui-ci, en chassant et en partageant, profite de récompenses et évite des punitions sociales, ce qui fait qu'on pourrait dire qu'il est d'une certaine manière, au fond, un égoïste. De plus, ceux qui fournissent les récompenses et les punitions semblent eux aussi être des

égoïstes, puisqu'ils obtiennent de la viande pour leurs efforts.

Sober et Wilson acceptent ces observations comme des faits pour l'application de leur analyse, mais considèrent que ces faits ne sont pas compatibles dans le cadre de la théorie de la sélection individuelle. Ils considèrent que le système de récompenses et de punitions qui fait en sorte que la viande soit partagée puisse sembler et même être égoïste dans le sens psychologique du terme, mais que leurs définitions évolutionnaires doivent être basées sur les effets de *fitness*, et donc, en tant qu'évolutionnistes adhérant à la théorie de sélection multiniveaux, ils doivent comprendre ce système en termes de sélection dans et entre les groupes.

Prenant l'exemple de la chasse et du partage de la viande dans des sociétés de chasseurs-cueilleurs, Sober et Wilson mettent de l'avant leur théorie des comportements primaires et des comportements secondaires (1998, pp.143-149). L'acte de chasser et de partager la viande correspondrait au comportement primaire. L'acte de dispenser des récompenses et punitions correspondrait au comportement secondaire. Par lui-même, le comportement primaire augmente la *fitness* du groupe et réduit la *fitness* relative du chasseur à l'intérieur du groupe. Si ce comportement évoluait sans le système de récompenses et de punitions, ce comportement pourrait être désigné comme altruiste et comme découlant de la sélection de groupe. L'évolution du comportement secondaire lui peut être analysée exactement de la même manière que celle du comportement primaire. En effet, en causant un autre individu à agir de manière altruiste, le comportement secondaire augmente indirectement la *fitness* du groupe. En même temps, le comportement secondaire exigera probablement du temps, de l'énergie ou même un risque pour les individus qui le performant. Le comportement secondaire requière donc, selon Sober et Wilson (1998, p.144), la sélection de groupe pour évoluer, tout comme le comportement primaire altruiste si ce dernier évoluait sans la présence du comportement secondaire. Cependant, il y a une différence entre les deux comportements. Les coûts individuels du comportement primaire sont substantiels (ils exigent l'investissement de grandes quantités de temps, d'efforts et de risques), et c'est pourquoi le comportement primaire semble intuitivement altruiste. Les coûts du comportement secondaire peuvent être substantiels, mais ils restent minimes. L'acte de dispenser des récompenses (augmenter la *fitness*) et des punitions (diminuer la *fitness*) d'un individu demande peu de l'agent et suscite des bénéfices pour celui-ci, ce qui fait que le comportement secondaire semble plus égoïste

qu'altruiste. Cependant, du point de vue évolutionnaire, le fait que le coût soit bas n'influence pas le niveau auquel le comportement évolue. Les comportements secondaires évoluent plus facilement par la sélection de groupe que les comportements primaires parce qu'ils sont moins fortement opposés par la sélection à l'intérieur des groupes, mais ils évoluent quand même par la sélection de groupe. L'ensemble de comportements primaires et secondaires reste donc une adaptation de niveau de groupe (Sober et Wilson, 1998, p.144).

Sober et Wilson (1998, p. 146) considèrent que l'usage de comportements secondaires en vue de promouvoir les comportements primaires altruistes peut être vu comme une *amplification de l'altruisme*. Ils notent que la structure de population de plusieurs groupes humains puisse être insuffisante pour que les comportements primaires altruistes évoluent par eux-mêmes, mais qu'elle peut être suffisante pour que les comportements primaires et secondaires puissent évoluer comme un ensemble. Puisque les comportements secondaires causent les comportements primaires, les comportements qui évoluent dans les groupes humains peuvent être similaires à ceux qui évoluent chez des populations qui ont des structures de population plus extrêmes, telles que chez les organismes clonaux et les colonies d'insectes sociaux. Sober et Wilson (1998, pp.149) notent donc que la sélection de groupe est nécessaire pour expliquer les comportements primaires altruistes lorsqu'ils évoluent par eux-mêmes, mais que la sélection de groupe est aussi nécessaire pour expliquer le système de comportements secondaires qui causent l'expression des comportements primaires. Ils considèrent que de voir les récompenses et les punitions comme des produits de la sélection de groupe permet d'expliquer comment les groupes sociaux humains peuvent être aussi organismiques même s'ils n'ont pas la même structure de population que les organismes clonaux ou les colonies d'insectes sociaux.

2.5. Sterelny : L'importance de la surveillance, de la punition et de la récompense.

De ceci, Sterelny (2003, p.126) retient que l'altruisme est souvent peu coûteux (*cheap*) en raison du fait que le contrôle (*monitoring*) des transfuges et l'imposition de sanctions sur eux aplanissent les différences de *fitness* dans les groupes. Cependant, nous indique Sterelny, la surveillance et la punition ne font pas disparaître le problème de la défection, car ils sont des problèmes d'action collective en eux-mêmes. Par contre ils peuvent être des formes de

coopération peu coûteuses, car si les actes coopératifs sont récompensés dans le groupe dans lequel nous sommes, et que la défection est punie, alors nos calculs de *fitness* individuels changent.

Cependant, nous dit Sterelny, ceci ne veut pas dire qu'il n'y a pas de problème à expliquer le phénomène de l'évolution du partage de nourriture. Plutôt, le problème se recentre sur comment expliquer la récompense et la punition, car ces actes sont altruistes, ils bénéficient au groupe plutôt qu'à l'agent individuel concerné. Par contre, Sterelny considère que ceci est une transformation cruciale du problème, car il considère que le problème de la récompense et de la punition est plus facile à résoudre.

Un système de récompense et de punition fonctionne comme un multiplicateur d'altruisme (comme nous l'avons mentionné plus haut à propos de Sober et Wilson) en transformant un grand sacrifice d'intérêt personnel (partager un cochon que nous possédons) en un qui est petit (puisque en partageant le cochon nous sommes par la suite récompensés). Ainsi, un tel système réduit le coût de l'altruisme pour les individus altruistes dans des groupes mixtes, et ce sans réduire le bénéfice de l'altruisme de groupe.

À partir de ceci, Sterelny (Sterelny, 2003, p. 126) conclut que selon lui Sober et Wilson pensent que les innovations cognitives et sociales qui supportent un système de récompenses et de punitions forment l'ingrédient clé à l'explosion de la coopération humaine⁷. Celles-ci améliorent (*enhance*) le pouvoir de la sélection de groupe en raison que l'empressement de punir la défection des normes sociales réduit le bénéfice du *parasitisme* dans les groupes mixtes.

Selon Sterelny, Boyd et Richerson sont en accord avec ce point. Ceux-ci nommeraient ce phénomène la punition moraliste (*moralistic punishment*) et le considèreraient important, car le coût de la punition (de l'appliquer) serait alors distribué entre tous les punisseurs. En effet, la punition pour le viol de normes peut venir de n'importe quel individu dans la société, et elle viendra d'une majorité d'individus si l'acte de punir la violation de normes devient une norme elle-même. Ainsi, Sterelny nous rapporte que selon Boyd et Richerson, si le coût de la

⁷ Sober et Wilson considérant en effet que les liens généalogiques ne sont pas nécessaires pour que les sociétés humaines soient aussi intégrées que les organismes clonaux et insectes sociaux, et ce en raison que nous aurions des mécanismes de substitution pour ceux-ci, mécanismes qui exigeraient des capacités cognitives sophistiquées (Sober et Wilson, 1998, p.134).

coopération est celui de punir les transfuges, alors la punition moraliste, en réduisant le coût de la punition par individu, rend l'évolution de la coopération davantage possible. Nous allons maintenant examiner plus en détail comment cette idée s'articule.

2.6. Richerson et Boyd : La punition moraliste.

Boyd et Richerson (1999, p. 5) considèrent que les humains auraient deux ensembles d'instincts sociaux. Le premier serait un ensemble d'instincts que nous partagerions avec nos ancêtres primates, lesquels auraient été formés (*shaped*) par le processus évolutif (qui nous est familier) de réciprocité et de *fitness* inclusif (Richerson and Boyd, 1999, p. 5). Le second en serait un d'instincts qui nous permettraient d'interagir de manière coopérative avec un ensemble plus grand d'individus avec qui nous partagerions ou ne partagerions pas de liens précis, mais avec qui nous partagerions des frontières culturelles communes : la tribu (nous parlons donc ici d'*instincts tribaux*). Ceci est une caractéristique que nous ne partagerions pas avec les autres primates (Richerson and Boyd, 1999, p. 5). Boyd et Richerson considèrent que les théories de la sélection de famille (*kin selection*) ou de l'altruisme réciproque (*reciprocal altruism*) (ce qui constituerait les instincts que nous partagerions avec nos proches parents primates) ne permettent pas d'expliquer ce phénomène, car justement les liens entre les parents et les amis sont très forts et exclusifs (1999, pp. 5-6). Ainsi, la théorie suggère que ni la sélection de famille ni la réciprocité ne peuvent rendre compte de systèmes sociaux à large échelle si ceux-ci étaient les seuls phénomènes sociaux agissant chez l'humain. En effet, la sélection de parents ne résulte en de larges systèmes sociaux que lorsqu'un mécanisme qui multiplie le nombre d'individus apparentés existe. Les castes de travailleurs stériles chez les insectes sociaux sont l'exemple classique d'un tel phénomène. Il n'y a pas, par contre, d'exemple de société à large échelle découlant uniquement de la réciprocité.

Boyd et Richerson considèrent qu'en principe les stratégies de punition moraliste pourraient créer de la coopération dans des groupes larges. Cependant, ils notent que ce mécanisme stabiliserait toute norme qui deviendrait commune, que celle-ci soit adaptative ou non (par

exemple, la pratique de porter une cravate au travail)⁸ (voir aussi Richerson et Boyd, 2001, p. 9). Cependant, Boyd et Richerson notent que même si la coercition par des *dominants* est un phénomène courant, aucun système de coopération à large échelle ne semble être basé uniquement sur le principe de la punition, à moins que ce ne soit qu'en conjonction avec la parenté et la réciprocité, tel que chez les insectes sociaux (Richerson and Boyd, 1999, p. 6).

Boyd et Richerson considèrent que la sélection de groupe sur la variation culturelle est le mécanisme le plus plausible pour expliquer la largeur et la complexité des sociétés humaines (comparativement à celles des autres primates). Comme mentionné précédemment (à la section 1.2.) deux instincts surgissent (les instincts tribaux que nous ne partagerions pas avec nos proches parents primates) sous le régime de la sélection de groupe, soit celui de la punition moraliste et de l'ethnocentrisme (nous ne nous concentrerons ici que sur la punition moraliste) (Richerson and Boyd, 1999, p. 7).

Selon Boyd et Richerson, les humains auraient développé la capacité d'opérer des systèmes de punition moraliste, c'est-à-dire qu'ils sont devenus susceptibles d'être persuadés moralement par d'autres individus et sont enclins à punir des membres de leur groupe qui violent des normes sociales (Richerson and Boyd, 1999, p. 7)⁹.

Sterelny (2003, p.127) nous ajoute que les modèles et expériences de Boyd et Richerson (2001) suggèrent que seulement un petit nombre de punisseurs moralistes changent le coût/profit des récompenses de tous les autres dans le groupe vers la coopération.

Richerson et Boyd notent (2001, pp.9-10) que dans un modèle qu'ils ont étudié, un équilibre était un mélange de coopérateurs-punisseurs et de coopérateurs réticents qui pouvaient être forcés à coopérer par les coopérateurs-punisseurs. Le nombre équilibre de coopérateurs-punisseurs était suffisant de manière à ce que chaque groupe interagissant eût en moyenne un coopérateur-punisseur, c'est-à-dire juste assez pour induire une coopération complète chez la plupart des groupes¹⁰. Même une minorité relativement petite d'individus avec des

⁸ Cependant, comme Sterelny l'a mentionné, cela veut aussi dire que la punition peut elle aussi devenir une norme.

⁹ La punition collective peut même être vue ici comme une forme de coopération.

¹⁰ Ainsi, Sterelny avait raison de dire que la punition pour le viol de normes peut venir de n'importe quel individu dans la société, puisqu'il suffit d'un seul punisseur pour encourager la coopération et peut-être même la coopération à punir en vue de diminuer la triche et d'augmenter la coopération en diminuant le coût de la punition.

engagements sans garantie au bien-être du groupe peut faire se mouvoir une masse beaucoup plus large en générant des motivations¹¹ qui sécurisent la coopération de plusieurs autres. Pour que ceci se produise, la majorité doit être encline à être forcée à coopérer ou à être punie¹². Dans le cas contraire, les coûts de la punition pour les coopérateurs-punisseurs seraient trop élevés pour que leur type puisse évoluer.

Ainsi, Sterelny a raison de considérer que le coût de la punition serait distribué entre tous les punisseurs. La punition pour le viol de normes peut venir de n'importe quel individu dans la société, puisque minimalement (en moyenne) un seul punisseur est nécessaire pour assurer une coopération de masse¹³. De plus, la punition viendra d'une majorité d'individus si l'acte de punir la violation de normes devient une norme elle-même. Cependant, Sterelny ne note pas qu'il faut que la majorité de la population soit encline à être forcée à coopérer par la punition. Ceci semble un oubli important, car si cela n'est pas le cas le coût de la punition serait, même s'il était distribué, trop gros¹⁴.

Sterelny (2003, p.127) rapporte aussi que Boyd et Richerson (1999, 2001) argumentent que l'apprentissage social humain tend à générer de la variation au niveau des groupes. Les barrières seraient importantes¹⁵ pour rendre la sélection de groupe importante dans l'évolution des hominidés. Nous allons donc maintenant examiner le concept d'ethnocentrisme chez Richerson et Boyd.

¹¹ Probablement par le biais de punitions, mais aussi de récompenses.

¹² Ce passage semble vague; être enclin à être puni signifie-t-il que la punition est une norme?

¹³ Et donc aussi une punition collective, ce qui diminue son coût ainsi que celui de d'autres punitions futures (si l'acte de punir devient une norme).

¹⁴ Ici, se pose un problème : une population doit être encline à être forcée à coopérer ou à être punie (donc la punition pourrait être comprise comme étant déjà une norme) pour être motivée à coopérer (voir même à punir collectivement). Autrement, la punition sera trop coûteuse et ne pourra pas encourager certaines normes (dont probablement celle de la punition). Comment donc la punition pourrait-elle apparaître chez une population qui n'est pas déjà encline à la punition et à être punie ? Il semblerait ici que nous ayons un problème du style *l'œuf ou la poule*.

¹⁵ Il n'est pas clair ici si cela est aussi en lien avec la *solution barrière* dont parlait Sterelny, laquelle empêchait la formation de groupes mixtes d'altruistes et d'égoïstes (voir la section 2.3.) afin d'empêcher que l'avantage de *fitness* que les groupes altruistes ont sur les groupes égoïstes ne soit inférieur à l'avantage de *fitness* que les individus égoïstes ont sur les individus altruistes à l'intérieur de groupes mixtes.

2.7. Richerson et Boyd : L'ethnocentrisme.

Boyd et Richerson (1999, p. 7) considèrent que l'ethnocentrisme, le second instinct tribal, a surgi sous l'effet de la sélection de groupe. Selon ces deux auteurs, nous sommes naturellement enclins à détecter et agir sur la base d'adhésions symboliquement marquées. Boyd et Richerson nous indiquent que leurs modèles démontrent que le marquage symbolique de groupes peut évoluer initialement pour des raisons adaptatives ordinaires, mais plus tard il peut faire partie du processus de sélection de groupe culturel. Nous avons tendance à faire confiance aux membres de notre groupe, à nous méfier des membres des autres groupes, à discriminer en faveur des membres de notre groupe et à discriminer contre les membres des autres groupes (Richerson and Boyd, 1999, p. 7). Boyd et Richerson développent plus en détail (et plus clairement) le concept de groupes marqués dans leur œuvre *Not by genes alone : How culture transformed human evolution* (2005). Dans leur œuvre (Richerson et Boyd, 2005), ceux-ci indiquent que l'un des traits les plus frappants de la socialité humaine est le marquage symbolique des barrières de groupe, et ce même dans des sociétés simples de chasseurs-cueilleurs (2005, p.211). Le marquage symbolique permet aux individus d'identifier ceux qui appartiennent à leur groupe et en conséquence permet l'imitation sélective de ces individus. Comme ils l'indiquent, lorsque l'adaptation culturelle est rapide, la population locale devient une source d'information quant à ce qui est adaptatif pour l'environnement local, et donc il est important d'imiter les résidents locaux plutôt que d'imiter les immigrants qui importent des idées qui ne sont peut-être pas adéquates. Qui plus est, la capacité à identifier les membres de son propre groupe permet des interactions sociales sélectives¹⁶. Selon Boyd et Richerson, il serait préférable d'interagir avec les individus qui partagent les mêmes croyances que nous (quant à ce qui est bien et mal) afin d'éviter que ne s'abattent sur nous des punitions et que nous puissions récolter les récompenses de la vie sociale¹⁷. Ainsi, lorsque des marqueurs symboliques fiables existent, la sélection favorisera la propension psychologique à imiter et à interagir sélectivement avec des individus qui partagent les mêmes

¹⁶ Ceci est peut-être en lien avec la solution de barrière de Sterelny : les altruistes-coopérateurs-punisseurs n'interagissant qu'avec les altruistes-coopérateurs-punisseurs et n'acceptant de former des groupes qu'avec des altruistes-coopérateurs-punisseurs qui ont des comportements similaires.

¹⁷ Ainsi, les altruistes-coopérateurs-punisseurs ne voudraient former des groupes et interagir qu'avec d'autres altruistes-coopérateurs-punisseurs ayant les mêmes croyances quant aux normes, récompenses et punitions.

marqueurs symboliques que nous (Richerson et Boyd, 2005, p.212). Ces mêmes marqueurs sont utiles pour déterminer aussi qui est éligible pour l'empathie, qui devrait être suspecté de malhonnêteté ainsi que, dans des cas extrêmes, qui devrait être tué (Richerson et Boyd, 2005, p.221).

2.8. Sterelny : L'imitation et la coévolution biologie-culture.

Sterelny (2003, p. 127), à partir de ceci, note que l'imitation ainsi que d'autres formes d'apprentissage social tendent à rendre les groupes sociaux homogènes. L'évolution de l'imitation dans la lignée des hominidés magnifie l'influence de la sélection de groupe en augmentant la variation entre les groupes et en diminuant la différence dans les groupes, et ce en raison que dans différents groupes, différentes innovations apparaissent et sont adoptées¹⁸. Une fois que les conditions pour la sélection de groupe seront en place, la sélection entre les groupes agira fortement en faveur des groupes coopératifs, nous dit Sterelny, comme dans le cas, par exemple, des groupes qui partagent les gains de la chasse, réduisant du coup la variance dans la consommation alimentaire.

Sterelny (2003, p.127) rapporte que selon Boyd et Richerson (1999, 2001) cette forme d'évolution bioculturelle a une profonde histoire évolutionnaire, et qu'en conséquence, nous avons des instincts sociaux tribaux fortement enracinés en nous (comme nous l'avons mentionné précédemment).

Sterelny (2003, p.127) considère que sous cette optique, il y a un complexe d'adaptations cognitives et émotionnelles qui ont coévolué avec et qui alimentent la sélection de groupe : l'apprentissage par imitation; les normes et les émotions qui les garantissent; le langage (si les normes doivent être exprimées et enseignées). Sterelny (2003, p.127) considère que peut-être que les différences entre les langages, les normes et les coutumes de différents groupes réduisent la formation de groupes mixtes en rendant l'immigration entre les groupes moins faciles (Sterelny ici se basant sur Dunbar, 1999).

¹⁸ Puisque les membres du groupe A n'imitent que ceux du groupe A et les innovations venant de ceux-ci, et la même chose s'applique pour ceux du groupe B.

2.9. Sterelny : Gains et problèmes pour la théorie de l'explosion de la coopération.

Sterelny (2003, p.127) considère que toutes ces idées offrent un compte rendu convaincant de l'élaboration de la coopération dans la lignée humaine. Une fois qu'un seuil minimal de coopération a été atteint, n'importe quel mécanisme qui améliore l'efficacité de l'extraction des ressources d'un groupe tend à réprimer le *parasitisme*, rend les changements entre groupes plus difficiles, ou intensifie la compétition entre les groupes, ce qui favorisera l'évolution de la coopération.

Cependant, selon Sterelny, ces mécanismes ne suffisent pas à expliquer l'ignition de l'explosion de la coopération chez les hominidés. Le langage, les normes, le consentement à les faire respecter, et probablement même l'apprentissage social sont des conséquences de l'explosion de la coopération. Ils présupposent donc l'existence d'une vie sociale coopérative. Ces éléments n'expliquent pas pourquoi l'explosion a commencé et pourquoi elle est unique aux hominidés. Sterelny (2003, pp.127-8) suggère que l'explosion de la coopération est plausiblement le résultat d'une collision entre le monde changeant de l'évolution des hominidés et les caractéristiques uniques de la lignée des hominidés en pleine évolution. Nous allons maintenant examiner comment ces changements mondains, en interaction avec les caractéristiques des hominidés, ont pu influencer l'explosion de la coopération.

3. Le déclencheur écologique de la coopération des hominidés

3.1. Sterelny : Le monde changeant de la coopération.

Sterelny (2003, p.128) (se basant sur Foley, 1995; Potts, 1996, 1998; Key et Aiello, 1999 et Foley, 2001) précise que l'évolution des hominidés s'est produite dans un monde qui devenait de plus en plus inhospitalier au mode de vie simiesque. Les hominidés ont évolué dans un habitat de saisonnalité et d'aridité croissante, ces changements impliquant la transition de la forêt à la savane et à la région boisée ouverte (*open woodland*). Ces changements ont aussi réduit les ressources qui étaient au cœur de la vie des singes (*ape life*), en particulier les fruits mûrs, lesquels forment la base des régimes des chimpanzés (Sterelny se basant ici sur Kaplan et al. 2000, p. 166). La pression sur les budgets de temps (*time budgets*) augmenta alors que le temps de voyage augmentait, ce qui en même temps augmentait le stress dû à la chaleur (*heat stress*).

De tels changements ont joué un rôle central dans la transition vers la *bipédalité* (*bipedality*). Sterelny (2003, p. 128) nous explique qu'alors que la forêt africaine se réduisait et se fragmentait, l'environnement devenait de plus en plus sec et saisonnier, ainsi que peut-être plus varié sur des cycles de temps plus long (Sterelny se basant ici sur Potts, 1996, 1998), une lignée des singes africains répondit à ces changements en évoluant le bipédalisme (*bipedalism*), un régime plus omnivore (probablement biaisé vers la viande et la récupération (*scavenging*)) ainsi qu'un *extractive foraging* associé à un usage accru d'outils.

Ces transitions évolutives étaient liées, nous dit Sterelny (2003, p.128), à une taille de corps accrue (*increased body size*) ainsi qu'à une croissance dans la taille absolue ainsi que relative du cerveau (*absolute and relative brain size*). Le fait que ces changements impliquaient un changement vers (*shift to*) un régime plus basé sur la viande est d'une signification spéciale pour l'encéphalisation (*encephalization*) et la coopération. Les cerveaux devinrent plus larges, et les boyaux (*guts*), lesquels sont aussi coûteux¹⁹ (*expensive*), devinrent

¹⁹ Métaboliquement parlant.

plus petits. Manger de la viande nous permet de devenir plus intelligents. Ainsi, si la coopération requiert l'intelligence, un des aspects critiques de l'explosion de la coopération dans la lignée des hominidés était cette relaxation des contraintes énergétiques sur le cerveau (Sterelny se basant ici sur Foley, 1995; Milton, 1999). Nous allons maintenant examiner en détail les origines et implications d'une diète omnivore, telles que présentées par Milton (1999).

3.2. Milton : Les conséquences évolutives et sociales du régime omnivore.

Milton note (1999, p.12) que l'anatomie des intestins des humains est très similaire à celle des autres hominidés existants. Cependant, malgré les similarités de base, une différence frappante entre celle des humains et celle des singes est dans la relation de taille de différentes sections des boyaux. Chez les humains, le plus haut volume est dans le petit intestin, alors que chez les singes, c'est dans le colon. De plus, comparativement aux singes, les humains ont un volume total de boyaux petit pour leur taille de corps. Ceci indique que les humains ont dévié de la condition ancestrale en termes de diète et de proportion de boyaux. Or, une augmentation en demande énergétique sans changement dans la qualité diététique est associée avec une augmentation dans la taille du petit intestin. Ces modifications dans la taille des boyaux se produisent en réponse à des changements dans l'environnement immédiat, y compris l'environnement diététique.

Milton (1999, p. 17) nous propose d'imaginer l'évolution de la diète humaine comme suit : un ancêtre hominidé vivait en Afrique durant le Pliocène²⁰, ayant une anatomie d'intestins et un système de cinétiques digestives similaires à celles des singes modernes. Cet ancêtre pouvait être vu comme partiellement frugivore, mais se nourrissant aussi de jeunes feuilles, de fleurs et de parties de plantes ainsi qu'un peu de matière animale. Un changement climatique fit en sorte que des zones qui produisaient annuellement une forêt tropicale humide et des plaines humides (*wet lowland rainforest*) devinrent plus froides (*cooler*) et sèches (*drier*). En raison de ce changement climatique et de son effet sur la végétation, des parties de plantes de haute qualité (*high-quality plant parts*) devinrent plus difficiles à acquérir, particulièrement

²⁰ Époque géologique du Néogène précédant celle du Pléistocène.

lors de certains mois. Manger de la nourriture végétale ne fonctionnait pas dans un tel environnement, probablement parce que de telles niches diététiques étaient en train de se remplir avec des herbivores spécialistes, ou peut-être parce qu'une telle diète impliquait une limitation sur la mobilité et donc augmentait les risques de la prédation. Une réduction de la taille de corps n'était pas non plus une option, puisque cet ancêtre hominidé était déjà large. Pour que ce type d'ancêtre puisse persister dans le temps comme une forme de vie large, mobile, active et sociale, il devait réussir à garder une certaine qualité diététique, et ce sans regard aux conditions environnementales. Cependant, puisque la nourriture végétale de haute qualité devint distribuée de manière inégale géographiquement, ceci impliquait minimalement des coûts de déplacement. Ainsi, même si cet ancêtre n'avait pas encore changé de diète ni de taille, les coûts énergétiques associés à cette diète étaient déjà en train d'augmenter. Ainsi, il devait manger plus de ce qu'il ne mangeait déjà comme nourriture et devenir plus efficace à extraire les nutriments de celle-ci, ne serait-ce que pour garder la même qualité diététique. Jusqu'à un certain point, cette stratégie aurait pu marcher. Cependant, cet ancêtre était en train de vivre dans un environnement qui devenait de plus en plus aride et saisonnier. De plus, des demandes conflictuelles se plaçaient graduellement sur sa *digestive tract*. Si cet ancêtre était pour assimiler assez de nourriture végétale chaque jour pour satisfaire ses besoins en protéines ainsi qu'en énergie, le large colon standard des hominidés aurait été utile. Cependant, si cet ancêtre faisait face à des demandes énergétiques grandissantes sans aucune diminution en qualité diététique, alors ces pressions devaient augmenter la taille du petit intestin au détriment (*at the expense*) du colon.

Milton (1999, p. 18) nous dit que pour compenser le fait que les fruits mûrs et les jeunes feuilles n'étaient plus accessibles, nos ancêtres se sont tournés vers la viande. La protéine animale nous fournit tous les acides aminés requis pour la synthèse de la protéine chez l'humain et en plus elle est digérée de manière plus efficace que la protéine végétale. Ainsi, un hominidé n'avait qu'à manger un peu de viande pour satisfaire ses besoins en protéines, comparativement à ce qu'il devait manger en quantité de nourriture végétale. De plus, les tissus animaux fournissent aussi plusieurs minéraux essentiels et des vitamines que les humains nécessitent. Les humains qui étaient capables de satisfaire leurs besoins en protéines, minerais essentiels et en vitamines par de la matière animale plutôt que par des plantes libérèrent de l'espace dans leurs boyaux pour de la nourriture végétale riche en énergie.

Cette stratégie diététique, c'est-à-dire consommer de la matière animale principalement pour les besoins de nutriments essentiels et consommer de la matière végétale pour les besoins énergétiques, est compatible avec l'anatomie d'intestins et les cinétiques digestives des hominidés. Une telle diète aurait permis aux êtres humains en évolution d'éviter les contraintes dont souffrent les gorilles et les orangs outans²¹ en raison de leurs augmentations de taille de corps (une qualité diététique, une mobilité et une socialité réduites)²².

3.3. Sterelny : La coopération féminine.

Ces changements environnementaux et évolutionnaires, nous dit Sterelny (2003, p.128), se seraient produits en même temps que la sélection pour une coopération accrue. Certains de ces changements dans les systèmes d'histoire de vie (*life-history patterns*) auraient eu un impact profond sur les femelles des hominidés.

Un changement (*shift*) environnemental pour une vie basée sur un mode de vie dans les terres boisées ou dans la savane aurait requis que les hominidés voyagent désormais plus loin que leurs ancêtres afin de satisfaire leurs besoins en ressources. Conséquemment, les enfants auraient eu besoin d'être portés sur de plus grandes distances. De plus, ceux-ci étaient devenus plus gros, et ils étaient dépendants plus longtemps²³. À un certain stade, la période accrue de dépendance juvénile, probablement avec les coûts additionnels d'une taille de corps plus large, a certainement augmenté les coûts énergétiques pour les femelles qui avaient à transporter et à prendre soin d'un nombre d'enfants au-dessus d'un certain seuil.

Sterelny (2003, pp.128-129) nous indique que selon Key et Aiello (1999), ceci est ce qui a sélectionné pour la suite de coopération féminine (*the female cooperation suite*). Cette suite inclurait une coopération femelle/femelle directe sur la garde d'enfants (*childcare*), avec les mères se partageant la garde, la protection et peut-être l'alimentation des enfants. Cette suite inclurait aussi une coopération féminine contre les mâles par des ovulations dissimulées et des

²¹ Lesquels ont suivi une stratégie diététique associée avec une taille de corps accrue et une qualité diététique diminuée (Milton, 1999, p. 11).

²² Ces éléments (surtout la socialité réduite) représentent tous un obstacle à la possibilité même de la coopération. Ainsi, l'inclusion de la viande dans la diète des hominidés est un prérequis essentiel à l'hypersocialité humaine.

²³ Nous verrons plus en détail pourquoi plus bas.

cycles synchronisés de fertilité.

Sterelny (2003, p.129) nous dit qu'une version importante de cette idée est celle d'une suite de coopération féminine impliquant centralement une coopération trans-générationnelle (*cross-generational*)²⁴, avec l'évolution du *grandmothering* post-ménopausique.

Comparativement aux autres grands primates, l'histoire de vie humaine (*human life history*) a un certain nombre de caractéristiques inhabituelles. Nous vivons plus longtemps, à la fois en moyenne et en maximum (Sterelny se basant ici sur Hill et Kaplan, 1999). Nous atteignons notre maturité reproductive tard dans notre vie. De façon saisissante, les femmes (mais pas les hommes) vivent typiquement pour dix années ou plus après qu'elles ne soient plus fertiles. Et pourtant on sevrer les enfants plus tôt que chez les chimpanzés, et (même dans les sociétés fourrageantes) les intervalles d'inter-naissances (*interbirth intervals*) sont plus courts que ceux pour les espèces de chimpanzés, et ce malgré nos tailles de corps plus larges et notre dépendance juvénile prolongée.

Sterelny (2003, p.129) nous rapporte que Kristin Hawkes et ses collègues (1998) ont suggéré que ces caractéristiques d'histoire de vie (*life-history characteristics*) sont liées. Les grand-mères aident à nourrir et à prendre soin de leurs petits enfants qui ont été récemment sevrés. Ceci sélectionne pour un ralentissement de la sénescence dans leurs caractéristiques non reproductives et permet à leurs filles (*daughters*) de sevrer plus tôt et de se reproduire plus rapidement. Sterelny nous rapporte que Hawkes et al. lient ces idées au modèle de l'évolution des histoires de vies de Charnov, modèle pour lequel une variable cruciale est le taux de mortalité des jeunes adultes. Une réduction de ce taux sélectionne pour une taille de corps plus grande par le biais d'une maturation retardée (*delayed*) et d'une période de croissance plus longue. Sterelny note que si l'idée de Hawkes est correcte, celle-ci a une conséquence importante et pertinente : une période juvénile prolongée qui constituerait alors une période durant laquelle le jeune (*the juvenile*) passerait beaucoup de temps avec un adulte attentif et expérimenté (Sterelny, 2003, p. 129).

Si, note Sterelny (2003, p.129), une telle prolongation de la période de développement juvénile a évolué chez *Homo ergaster* ou chez *Homo habilis* comme un effet secondaire passif de la sélection pour une taille de corps plus grande, alors celle-ci pré-adapterait cette lignée

²⁴ Donc une coopération entre les grands-mères et les mères.

pour une expansion de l'apprentissage social.

Une telle préadaptation pourrait bien avoir été très importante, car, comme le note Sterelny (2003, p.130), Hawkes (1998) argumente que cette période dans l'histoire des hominidés a subi un changement (*shift*) vers une plus grande extraction de ressources (*extractive foraging*). Sterelny note (2003, p.130) que certaines sources de nourriture que les chimpanzés consomment dépendent de procédures habiles pour leur acquisition. Cependant, la majorité de ces sources de nourriture, spécialement les fruits, sont aisément accessibles. Mais, comme nous l'avons dit plus tôt, de telles ressources sont moins abondantes dans des régions boisées et des prairies plus sèches²⁵. D'un autre côté, les organes de stockage sous-terrain de plantes sont beaucoup plus accessibles, même, note Sterelny (2003, p.130, annotation 5) plus abondant de cinq magnitudes. Cependant, du travail et du savoir sont requis pour récolter et utiliser ceux-ci²⁶.

Le changement dans l'habitat originel des hominidés de la forêt vers des régions boisées et des prairies aurait donc mis une prime (*premium*) sur l'apprentissage social au moment où des changements dans l'histoire de vie des hominidés résultaient en une période prolongée de développement juvénile²⁷ (Sterelny se basant sur O'Connell et al. 1999; Kaplan et al. 2000; Richerson et Boyd, 2000). Nous allons maintenant voir plus en détail ces dernières théories (celles de Richerson et Boyd et de O'Connell, plus précisément).

3.4. Richerson et Boyd : Apprentissage social, apprentissage individuel et programmation innée.

Richerson et Boyd (2000, pp.3-4) notent (en se basant sur Jerison, 1973) que les mammifères montrent des signes de réponse aux détériorations climatiques en développant des cognitions complexes et que la plus grande augmentation d'encéphalisation par unité de temps coïncide avec la détérioration climatique du Pléistocène.

Se basant sur plusieurs travaux (Barkow, Cosmides et Tooby, 1992; Pinker, 1997;),

²⁵ Ce qui, hypothétiquement, correspond au nouvel habitat des hominidés rendu à ce point de leur histoire évolutionnaire.

²⁶ D'où l'intérêt pour une expansion de l'apprentissage social.

²⁷ Laquelle est nécessaire pour un développement de l'apprentissage social.

Richerson et Boyd (2000, p.5) nous indiquent que le cerveau est une collection de modules dirigée à résoudre les problèmes particuliers présentés par l'environnement dans lequel l'espèce humaine a évolué.

Les cerveaux humains sont donc adaptés à vivre dans de petites sociétés de chasseurs-cueilleurs du Pléistocène. Ces cerveaux guideront donc avec une précision considérable le comportement humain dans de telles sociétés, mais agiront de manière imprévisible dans d'autres situations. Cependant, ils notent (Richerson et Boyd, 2000, p.6) qu'une fonction de tous les cerveaux est d'être capable de traiter (*to deal*) avec l'imprévisible.

Par contre, être préprogrammé pour répondre de manière adaptative à une large variété de contingences environnementales peut être coûteux, voire même impossible, et si des heuristiques d'apprentissage efficaces qui dispensent du besoin d'une grande quantité d'informations innées existent, alors ceux-ci seront favorisés par la sélection. Ceci est le cas pour la culture humaine ainsi que l'apprentissage social, car ceux-ci fournissent un ensemble d'heuristiques pour s'adapter à des environnements spatialement et temporellement variables. En effet, l'apprentissage social est un outil qui multiplie le pouvoir de l'apprentissage individuel (lequel est coûteux en temps, en énergie et en risque), car ce premier permet d'économiser sur la partie essaie-erreur de l'apprentissage.

Ils notent (Richerson et Boyd, 2000, pp.6-7) que de copier ses parents est une heuristique très simple, permettant de reproduire leurs succès ainsi que d'éviter leurs erreurs (si l'environnement présent est similaire à celui de nos parents). Si cette capacité à copier nos parents est combinée avec une vérification de l'environnement actuel, et si l'environnement a effectivement changé, alors l'agent peut apprendre par lui-même plutôt que de se baser sur ses parents. Cette stratégie permet aux apprentis sociaux d'éviter les coûts d'apprendre (*learning costs*), mais aussi de compter sur l'apprentissage individuel lorsque nécessaire²⁸.

Ainsi (Richerson et Boyd, 2000, p.11) l'augmentation de la taille cérébrale signale une adaptation à des environnements variables par le biais de l'apprentissage social, de l'apprentissage individuel ou par une programmation sophistiquée innée. Les modèles mathématiques de Richerson et Boyd suggèrent que ces trois systèmes travaillent ensemble.

²⁸ Richerson et Boyd nous parlent ici de copier ses parents (*Copy mom and dad*) ou d'essayer d'apprendre par soi-même (*trial and error*). Cependant, comme ils le notent dans un autre ouvrage (R&B, 2005, p. 120-126), il y a deux autres heuristiques d'apprentissage social possibles : imiter le type commun et imiter ceux qui réussissent.

Ce sont ces trois systèmes, en permettant à un organisme de s'adapter à des environnements variables, qui *paient* pour le coût métabolique d'avoir un large cerveau (Richerson et Boyd, 2000, p.9)²⁹. Nous allons maintenant examiner comment les changements climatiques du Pléistocène ont affecté à la fois la coopération féminine, le développement juvénile et la longévité, tel que proposé par O'Connell.

3.5. O'Connell : L'impact des changements environnementaux sur la coopération féminine, la maturation et la longévité des hominidés.

O'Connell (1999, p.461) postule que des rajustements axés sur le climat (*climate-driven adjustments*) dans le *foraging* et dans les pratiques de partage de nourriture chez les femelles hominidés auraient favorisé des changements significatifs dans l'histoire de vie ancestrale, dans la morphologie et dans l'écologie des hominidés, ce qui aurait mené à l'apparition, la diffusion et la persistance de l'*Homo erectus*.

O'Connell base son modèle sur les recherches empiriques portant sur les Hazda (1999, pp.465-467) et note (1999, p.467), par le biais d'une expérience de pensée concernant un hominidé ancestral (similaire au chimpanzé dans ses caractéristiques d'histoire de vie), qu'un changement environnemental important s'est probablement produit dans le passé ancestral des hominidés. Ce changement aurait réduit la disponibilité de ressources qui auparavant étaient accessibles aux plus jeunes. Sous ces circonstances, les populations locales auraient peut-être ajusté leur territoire de *foraging*, et ce en abandonnant peut-être même entièrement certaines zones. Autrement, elles auraient peut-être investi plus dans le provisionnement, surtout dans celui de ressources qui auparavant étaient évitées en raison que même si les adultes pouvaient les manipuler aisément, les jeunes enfants eux ne le pouvaient pas.

Pour que cette dernière stratégie soit efficace, les gains (*returns*) devaient être assez élevés pour supporter le collecteur et au moins un autre individu. Ils devaient aussi être accessibles sur une base quotidienne, avec peu de variation sur les gains entre les rassemblements d'accès

²⁹ Ainsi, Sterelny a raison de dire que les changements dans l'habitat originel des hominidés de la forêt à des régions boisées et des prairies ont mis une prime sur l'apprentissage social, mais il laisse de côté le fait que cet apprentissage social est aussi lié à un apprentissage individuel et une programmation d'informations innées, ces trois systèmes découlant de l'augmentation de la taille des cerveaux en réponse à un environnement changeant.

(*collecting bouts*).

Alors que le provisionnement se serait établi, les femelles plus âgées, qui étaient plus vigoureuses malgré leur fertilité déclinante, auraient été en mesure d'être d'une aide dans cette procédure, augmentant la survie des plus jeunes qu'elles aidaient, le tout en permettant aux mères de ceux-ci de commencer une grossesse suivante plus tôt. Les femelles ménopausées moins vigoureuses quant à elles auraient procuré moins d'aide.

Un succès reproductif plus élevé pour les enfants apparentés à des femelles âgées plus vigoureuses aurait réduit la fréquence relative d'allèles délétères exprimés aux alentours de la ménopause. Ce même succès reproductif plus élevé pour de jeunes adultes avec des assistantes plus âgées aurait aussi changé la différence entre l'allocation à la reproduction actuelle dans le début de l'âge adulte et l'allocation à la maintenance pour une performance adaptative postérieure. L'aide de personnes âgées vigoureuses pourrait plus que compenser pour une allocation réduite à une reproduction actuelle des parents plus jeunes.

O'Connell (1999, pp. 467-468) note que la sélection contre la sénescence, sous de telles circonstances, aurait alors été renforcée par chacune de ces deux options, diminuant les taux de mortalité adultes de sorte que plus d'individus pouvaient vivre jusqu'à l'âge péri-ménopausique, puis jusqu'à l'âge post-ménopausique.

De telles durées de vie adultes allongées auraient alors eu à leur tour un effet sur l'âge de la maturité. En effet, une mortalité plus basse chez les adultes augmente les chances de se reproduire avant de mourir, ce qui aurait entraîné, en accord avec les systèmes généraux des mammifères (O'Connell se référant ici à Charnov, 1993), une maturité retardée, une plus grande période de croissance, une taille de corps adulte plus grande et un âge postérieur à la maturité³⁰.

Une fertilité prolongée n'aurait pas été sélectionnée, selon O'Connell (1999, p.468), car elle aurait interféré dans la tâche des grands-mères d'aider leurs petits-enfants et dans la fécondité améliorée de leurs parentes.

Un provisionnement infantile (*offspring provisioning*) et les changements associés dans la *fitness* auraient eu des implications écologiques importantes (O'Connell se basant ici sur

³⁰ Sterelny avait donc raison de dire que des changements dans l'histoire de vie des hominidés résultaient en une période prolongée de développement juvénile.

Hawkes et al. 1997, 1998 b). En effet, de hauts taux de mortalité juvéniles chez les primates modernes sont souvent attribuables à la compétition alimentaire (O'Connell se basant ici sur Schaik, 1989). Si ceci était le cas dans la population des hominidés ancestraux, dans ce cas, toute augmentation dans le provisionnement infantile aurait réduit la mortalité infantile.

O'Connell note (1999, pp.468-470) que cette augmentation de longévité et cette maturité retardée se seraient produites en premier chez l'*Homo erectus* puisque l'apparition de cette forme est marquée par des changements dans la taille du cerveau, par des listes d'éruptions dentaires (*dental eruption schedules*) et un poids corporel adulte. O'Connell note (1999, p. 470) que ces changements d'histoire de vie chez *H.erectus* ont été causés par un déclin dans la disponibilité de ressources acquises aisément par des enfants (surtout des fruits), et que de tels déclin sont généralement associés à des changements environnementaux vers des climats plus froids, plus secs et plus saisonniers.

Se basant (O'Connell, 1999, p.470) sur des données concernant les sédiments marins profonds (*deep marine sediments*) et les données terrestres, O'Connell situe un refroidissement progressif à partir de 2.8-2.5, 1.9-1.7 et 0.9-0.8 Ma, une aridité et une saisonnalité progressive à partir de 2.5-1.7 Ma. En se basant sur les données sur les carbonates de sol, sur les préférences d'habitat et d'alimentation des animaux dans les premiers sites d'hominidés en Afrique de l'Est et sur les indicateurs de stress diététique dans les dents de fossiles, O'Connell situe l'apparition du premier *H.erectus* à environ 1.9-1.7 Ma³¹.

3.6. Sterelny : La coopération masculine.

Bref, nous dit Sterelny (2003, p.130), il y a de bonnes raisons de penser que des changements passés dans l'écologie des premiers habitats des hominidés, combinés à des changements dans leurs systèmes d'histoire de vie (*life-history patterns*), aient mis une prime sélective (*selective premium*) sur la coopération femelle/femelle, quoique la forme, la mesure et le moment (*timing*) de cette coopération reste, selon lui, une question de conjecture.

³¹ Ce qui s'inscrit approximativement dans le Calabrien, le second stage géologique du Pléistocène (1.8-0.781 Ma). Ainsi, Sterelny a raison de penser que les changements dans l'habitat originel des hominidés de la forêt à des régions boisées et des prairies ont conduit à des changements dans l'histoire de vie des hominidés, lesquels résultèrent en une période prolongée de développement juvénile et en une longévité féminine accrue.

Cependant, note Sterelny (2003, p. 130), la coopération entre les femelles ne serait pas ce qui aurait réprimé la défection et le *parasitisme* chez les mâles. Une possibilité serait que les capacités cognitives et motivationnelles qui supportaient la suite de la coopération féminine pourraient avoir été héritées par leurs fils et *exapted* pour la coopération masculine.

Cependant, il est aussi fortement probable qu'il y ait eu une sélection directe pour la coopération masculine. Les premiers hominidés, dans les habitats des prairies et des régions boisées clairsemées, auraient été vulnérables face aux prédateurs, car exposés, et avec de moins en moins de retraites sûres (*safe retreats*). La coopération était certainement, pense Sterelny (2003, p.130), la seule solution face à une telle situation³².

Sterelny note (2003, p.130) que peu importe que ce soit par la vigilance organisée, la défense organisée, ou les deux, la sécurité requérait la solidarité.

Ainsi, la première coopération des hominidés a évolué sous un degré considérable de contraintes écologiques, agissant à la fois sur les mâles et les femelles, quoique de manières différentes.

Sterelny (2003, p. 131) conclut que ces changements écologiques furent liés (*coupled*) à, et coévoluèrent avec, une suite de changements cognitifs et comportementaux (lesquels permirent cette solidarité si importante à la coopération défensive chez les mâles). Nous allons maintenant, dans la prochaine section, nous tourner vers les détails du *comment* et du *pourquoi* de ces changements cognitifs et comportementaux.

³² Comme exemple, il nous dit que les babouins sont de grands primates des savanes, et que leur coopération anti-prédateur peut offrir un modèle des possibilités et des coûts pour une défense anti-prédateurs.

4. Coalition et *Exécution*

4.1. Sterelny : La formation de coalitions d'exécution.

Sterelny (2003, p.131) considère que l'évolution de la coopération dépend principalement de la suppression de la défection de premier ordre ainsi que de la création d'une forme d'altruisme de second ordre qui serait *cheap*³³. Pour reprendre l'exemple de Sterelny, il s'agit de faire en sorte qu'un chasseur puisse préférer partager les gains de sa chasse plutôt que de les garder pour sa consommation personnelle.

Pour que la coopération puisse devenir une caractéristique centrale des styles de vie des hominidés, la punition de la défection doit être *cheap*³⁴. À son tour, ceci implique que le mécanisme d'application (*exécution*) impliquait (*involved*) des coalitions. En effet, si le coût de la punition est distribué parmi un groupe de coopérateurs³⁵, alors des coalitions d'agents individuellement plus faibles peuvent restreindre un individu plus puissant (qui autrement serait en position parfaite pour dominer et monopoliser les ressources), et ce à un coût bien inférieur à ce que cela leur demanderait individuellement³⁶.

Sterelny (2003, pp.131-132) remarque que les explications de l'évolution de la coopération qui mettent l'accent sur le rôle des coalitions dans la suppression des resquilleurs mettent le doigt sur quelque chose de très important, mais qu'elles minimisent le problème de la formation de coalition. Il est souvent vrai que la menace collective et l'*exécution* collective sont peu coûteuses pour les exécuteurs et coûteuses pour les victimes. Cependant, ceci n'est vrai que si tout se passe doucement (*smoothly*).

Ceci présuppose que la coordination est homogène et que la cible n'est en aucune position de développer une hostilité efficace contre le ou les membres clés de la coalition, soit parce que

³³ Ceci est en lien avec l'idée de Sober et Wilson d'un système de récompense et de punition fonctionnant comme un multiplicateur d'altruisme (voir les sections 2.4.-2.5.).

³⁴ Il faudrait peut-être aussi que la récompense du respect des normes et de la coopération soit elle aussi *cheap*; un détail qui semble être laissé de côté ici, mais repris plus loin (voir la section 4.3.).

³⁵ La défection dont il est question ici est nécessairement individuelle, sinon il s'agit d'un problème de coopération en soi (Sterelny, 2003, p.131 annotation 7).

³⁶ Ceci est en lien avec le phénomène de la punition moraliste (de Richerson et Boyd) précédemment décrit (voir la section 2.6.).

(a) la cible est complètement effrayée (*cowed*) par la sanction coordonnée; (b) la cible est expulsée du groupe, tuée ou paralysée (*crippled*); ou (c) la coalition est intégrée à un tel point qu'il n'y a aucun individu clé précis à qui en vouloir (*to resent*). Cependant, ces conditions ne seront pas toujours au rendez-vous. Les coalitions pourraient s'affaiblir. La cible pourrait résister à cette alliance contre elle. L'hostilité de la cible pourrait être parfois spécifique et efficace. Le problème de la formation de coalitions n'est donc pas mineur.

Sterelny (2003, p. 132) considère que la vision la plus simple (concernant l'explosion de la coopération par le biais de coalition) est celle de Paul Bingham (1999, 2000), laquelle développe une explication de l'évolution de coalitions d'*exécution* qui ne présuppose ni la préexistence d'une riche coopération ou celle d'adaptations cognitives qui évoluent uniquement dans des environnements richement coopératifs. En raison de ce dernier point, Sterelny considère que la vision de Bingham est bonne.

Sterelny rapporte (2003, p.132) que Bingham soutient que la coopération se produit tôt dans l'histoire des hominidés, car l'étape cruciale était l'évolution du lancer de roche et du matraquage en vue de la défense contre les prédateurs. Les derniers ancêtres communs des hominidés, ayant déjà l'intelligence sociale nécessaire pour la coopération, étaient capables de former des coalitions, pouvaient anticiper les comportements d'autrui et pouvaient estimer les bénéfices d'une ressource. Sterelny (2003, p.132) nous rapporte que selon Bingham la coopération prit son envol à la confluence des aptitudes sociales et des dispositions qui avaient déjà évolué par la division de la lignée des grands singes et des hominidés, et ce avec la première invention de la technologie de pierre dans les massues (*stone technology in clubs*) et de projectiles de pierre.

Sterelny (2003, p.132) considère que la prémisse cruciale dans le cas de Bingham est que l'invention d'armes (même les plus simples) rendent l'*exécution* peu coûteux, et ce même lorsqu'il sert à cibler des individus puissants. Ceci serait en raison que le risque pour chaque membre de la coalition diminue rapidement alors que la taille de la coalition augmente, et ce tant et aussi longtemps que *chacun* des membres de la coalition peut attaquer avec les autres.

Comme exemple, Sterelny (2003, p.132) nous dit de supposer que les premières armes étaient des roches utilisées comme projectiles, et que les premiers hominidés armés pouvaient lancer une roche avec assez de force pour blesser un individu à une portée de dix mètres. Le nombre d'individus qui peuvent alors, de manière simultanée, lancer une roche sur une

distance de dix mètres sur un mâle alpha intimidant (*bullying alpha male*) est plus grand que le nombre d'individus qui voudraient frapper physiquement d'un coup de poing ce mâle. Ainsi, avec l'innovation du lancer de roche, le problème de l'évitement devient, pour le mâle ciblé, beaucoup plus compliqué et le nombre de coups à absorber vient d'augmenter drastiquement. De plus, sa contre-attaque est maintenant divisée parmi plus de cibles, et le nombre élevé de dégâts qu'il subit raccourcit la période durant laquelle il peut riposter. La cible, nous dit Sterelny (2003, pp.132-133), aurait été en mesure de combattre au corps à corps plus longtemps. Le problème de l'évitement vient donc de devenir beaucoup plus facile pour les punisseurs.

Sterelny note ici (2003, p.133, annotation 8) que Bingham soutient que le conflit avec des armes satisfait la *Lanchester's Law*. Dans la plupart des circonstances, les conflits avec des armes ne sont pas à la fois *immédiatement* et *de façon fiable* mortels dans leurs effets. Ou bien cela prend plusieurs coups pour tuer, ou cela prend probablement plusieurs tirs pour toucher. Considérons la différence entre le conflit un contre un avec un conflit un contre dix, et supposons que cela prend habituellement environ dix lancers (*throws*) pour tuer ou mettre hors de service (*disable*) une cible. Dans le conflit un contre dix, la durée de ce conflit sera probablement réduite à un dixième du conflit un contre un, car la cible risque d'être mise hors de service par la première volée de dix roches. De plus, la riposte de la cible sera divisée sur dix cibles. Chacun des dix a seulement une chance sur cent de mourir, alors que la cible unique sera presque certainement tuée. D'où la loi selon laquelle le risque diminue comme pouvoir de taille de coalition (*risk falls as a power of coalition size*).

Sterelny (2003, p.133) note que même dans le cas où l'invention d'armes n'ajouterait rien au danger (*deadliness*) du conflit sur une base tir par tir (c'est-à-dire que même si les roches n'étaient pas plus dangereuses que des poings), il resterait qu'une coalition coordonnée armée de pierres est plus dangereuse qu'une qui ne serait munie que de poings, et ce en raison que la première a la possibilité d'être beaucoup plus grosse.

Sterelny (2003, p.133) résume que Bingham soutient que la punition dépend ultimement de la crédibilité d'une menace de mort ou de blessure envers un ou des transfuges puissants. Sans armes, la mort ou des blessures ne peuvent être infligées qu'au combat rapproché, et ce dans un scénario où un petit nombre d'individus se liguent contre un seul. Ceci réduit donc l'opportunité pour une punition provenant de plusieurs partis (*multi-party punishment*)

(Sterelny se basant ici sur Bingham, 1999, p.139). Dans un tel contexte, le coût pour la punition est élevé³⁷. Or, les armes changent ceci. Même les premières armes primitives rendirent virtuellement les coalitions d'*exécution* libres de tout risque (*risk free*) pour les membres de n'importe quelle coalition de taille respectable. Ainsi, l'invention d'outils relativement bruts (*crude*), et leur *exaptation* pour des buts sociaux (*social purposes*), combinées à des mécanismes cognitifs déjà en place³⁸, permettent l'établissement d'un environnement sélectif possédant une boucle de rétroaction interne.

Sterelny (2003, p.133, annotation 9) considère ici que Bingham pense que ce mécanisme explique aussi l'élaboration de la coopération et de la complexité sociale, celui-ci proclamant (selon Sterelny) que ces derniers éléments croissent en même temps que la distance pour tuer, et donc que la taille maximale des coalitions grossit en conséquence. Sterelny considère que cette dernière idée est moins plausible, car le coût de l'*exécution* avec des métacoalitions est élevé. Une fois que des armes de projectile sont en jeu, le risque pour un individu, même s'il est du côté le plus gros d'un conflit armé entre métacoalitions et coalitions, n'est pas *cheap*. En effet, ces armes ont une mortalité d'un seul tir (*single-shot lethality*). Ainsi, les risques ne rendront pas le faible gain d'une coopération équivalente au coût de la punition. Ceci est surtout vrai une fois que l'on prend en compte les problèmes réels de contrôle et de coordination qui infestent les coalitions de coalitions. Comme le note Sterelny, des échecs de coordination, une pauvre discipline, des méfiances réciproques entre alliés et des échecs de communication furent tous des problèmes notoires pour des armées préprofessionnelles.

Pour reprendre le résumé de Bingham par Sterelny (2003, p.133), alors que les coalitions grossissaient en taille, le risque pour chaque membre diminuait rapidement. Ceci imposait une forte pression de sélection à inciter d'autres individus à rejoindre ces coalitions d'*exécution*, c'est-à-dire à se joindre à l'effort d'appliquer (*to enforce*) un altruisme de second ordre, non pas simplement un altruisme de premier ordre. Et puisque les risques sont bas, la tentation de faire défection de ces coalitions de punition (*punishment coalitions*) est faible. De plus, alors que la coordination s'améliore, et que la capacité de tuer à distance grandit, la taille de

³⁷ Et donc cette punition n'est pas très crédible.

³⁸ Sterelny avait pourtant dit (2003, p.132) que la théorie de Bingham était bonne en raison qu'elle ne présupposait pas la préexistence d'adaptations cognitives qui ne pouvaient évoluer que dans des environnements richement coopératifs. Or, ici il ne nous explique pas ni la nature ni l'origine de ces mécanismes cognitifs déjà en place (Sterelny, 2003, p. 133).

coalitions de punition peut grandir et le coût de la punition peut diminuer encore plus.

Nous allons maintenant, dans ce qui suit, voir en détail les idées de Bingham, telles qu'il les a présentés lui-même.

4.2. Bingham : Armes de jet, punition à distance et l'exécution de coalition.

Bingham (2000, p.249) considère que les animaux coopèrent parfois avec leurs proches parents (*close kin*), lesquels sont susceptibles de partager des informations de design identiques (*identical design informations*). Par contre, ils sont en compétition agressive avec leurs semblables qui ne leur sont pas apparentés. En contraste avec tous les autres animaux, les êtres humains coopèrent avec leurs semblables, et ce extensivement et indépendamment de leur parenté (*kinship*), et ce en fonction des circonstances. Reconnaître cette caractéristique unique à l'humain correspondrait, selon Bingham, à la première et indispensable étape de la création d'une théorie cohérente de ce qui rend l'humain unique.

Selon Bingham (2000, pp.249-250), la suggestion que la coopération sociale humaine a évolué comme conséquence des avantages adaptatifs de la réciprocité échoue à rendre compte de ce qui rend l'humain unique. Il a été reconnu que pour minimalement 2400 ans la punition sociale ou l'*exécution sociale* ont été importantes pour le comportement social humain. Parmi plusieurs questions sans réponses, il y a celles de savoir pourquoi, quand et comment, les humains en sont venus à utiliser la punition et l'*exécution*, à quel point ceci était unique à l'être humain et à quel point ceci était important ou sans importance pour l'évolution et l'histoire humaine. Bingham (2000, p.250) considère que l'hypothèse d'*exécution de coalition* semble répondre à ces questions ainsi qu'à d'autres, produisant de ce fait une théorie générale robuste et utile.

Bingham nous indique (2000, p.250) que le problème de la coopération des non-apparentés se pose comme il suit : le seul moyen de gagner au jeu de la coopération avec des individus non-apparentés (à notre personne) pour des animaux non humains est tout simplement de ne pas jouer en premier lieu (*not to play in the first place*). En effet, tricher durant une coopération avec des non-apparentés est immédiatement adaptatif pour le tricheur. Dans le cas de la chasse, le tricheur gagne non seulement la nourriture, mais il en prive ses compétiteurs non-apparentés. Ainsi, tous les animaux essaient d'être des tricheurs et tous essaient d'éviter

d'être trompés. Donc, les animaux non humains ne tentent la coopération avec des non-apparentés que dans les rares cas où il y a relativement peu de conflits d'intérêts. Cependant, cette logique peut être évitée si le tricheur est subséquemment puni, ce qui fait en sorte que les bénéfices immédiats sont compensés (*offset*) par un coût subséquent.

La question cruciale, dans ce cas, comme le soulève Bingham (2000, p.250), est pourquoi les animaux non humains ne punissent-ils pas les tricheurs et ne coopèrent-ils pas alors systématiquement ? La réponse repose, selon Bingham, dans le coût de la punition. Un semblable qui souhaiterait punir un tricheur est forcé d'engager un animal comparable. Il doit frapper avec ses dents et griffes un adversaire qui est similairement armé. Ceci crée une barrière à l'acte de punir, car le coût moyen de la punition est actuellement le même pour le tricheur et le coopérateur-punisseur³⁹. Le tricheur a 50 % de chance d'être blessé ou tué, et il en va de même pour le punisseur. Ainsi, il n'y a aucun coût différentiel pour le tricheur, et donc, aucun avantage net pour le coopérateur⁴⁰.

Il pourrait être imaginé qu'un coopérateur outragé recrute l'aide d'autres coopérateurs qui auraient été précédemment dupés par le même tricheur. Cependant, au fur et à mesure que la situation se développe, seulement un ou quelques un de ces coopérateurs pourrai(en)t engager le tricheur (*close with the cheater*). Il n'y a pas assez d'espace (*room*) pour plusieurs dans le cas d'animaux qui tuent par contact direct et rapproché.

Dans un tel cas, tous les risques de punir le tricheur sont, au final, portés par un seul ou quelques individus, et ce peu importe combien d'autres sont outragés. Ainsi, tranche Bingham (2000, p.250), cette punition coopérative est illusoire. Elle s'effondre inévitablement en une punition individuelle qui est stratégiquement incohérente. Bingham (2000, p.250) considère qu'il n'y a que dans une seule circonstance que la punition est stratégiquement cohérente en pratique. Celle-ci se produit lorsqu'un animal peut tuer ses semblables à distance plutôt qu'à proximité.

³⁹ Pas nécessairement. Si le tricheur est physiquement supérieur à sa victime, alors tenter d'exécuter la punition n'en vaudra pas la peine. Mais si c'est l'inverse, c'est la triche qui n'en vaudra pas la peine. Néanmoins, si cela arrivait, la victime pourrait aisément punir le tricheur.

⁴⁰ Bingham ne spécifie pas cependant en quoi cela donne un avantage net pour le tricheur, puisque lui aussi a 50% de chance d'être blessé ou tué (et donc en quoi cela ne le dissuaderait pas de tricher). Le tricheur dans ce cas ne prendrait la chance de tricher que si les gains de son entreprise lui conféraient alors aussi un certain gain de sécurité (et s'il était relativement certain de les obtenir), ou s'il était déjà intouchable pour sa victime (par exemple, s'il était physiquement supérieur à celle-ci).

Pour comprendre ce point fondamental et crucial, Bingham généralise une loi de la science de la guerre mécanisée contemporaine, la *Lanchester's Square Law*. La forme généralisée de cette loi soutient que la capacité à tuer ou à blesser à distance a une importante conséquence : permettre à plusieurs animaux d'attaquer simultanément. Sous ces conditions spéciales, le risque pour les attaquants individuels est réduit au carré de leur nombre. Lorsqu'un large nombre n d'individus attaquent simultanément une cible, le risque pour chacun est réduit par un facteur n en raison que la cible est frappée d'incapacité (*incapacitated*) environ n fois plus vite. De plus, durant ce conflit qui est n -fois plus court, le risque pour chaque attaquant est encore plus réduit par un second facteur de n parce que le risque d'une riposte de la cible est distribuée parmi les n attaquants. Ainsi, le risque total envers n attaquants est réduit par n^2 .

Bingham (2000, pp.250-251) donne un exemple détaillé de ceci, comme il suit. Un individu en trompe un second dans une coopération potentiellement coopérative. La victime est en colère et s'en souvient. Cependant, pour le moment, cet individu ne peut rien faire (côté coûts-bénéfices) mis à part éviter d'entrer dans de futures relations coopératives avec ce tricheur. Le tricheur *move-on* et dupe d'autres individus. Avec le temps, un ensemble de victimes trompées (Bingham ici en dénombre aléatoirement 10) s'accumule. Le tricheur a réalisé (*achieved*) un avantage compétitif et individuel avec chacune de ses dix victimes en raison de ses précédentes triches⁴¹. Ainsi, chacune de ces dix victimes a un intérêt individuel à renverser cet avantage que le tricheur possède sur chacune d'elles en lui imposant un nouveau coût pour ses actes passés, et ce en le punissant.

Si ces individus étaient des animaux qui combattaient au combat rapproché, ils ne feraient rien, car passer à l'acte demanderait un risque de mort ou de blessure sérieuse d'environ 50 % à l'individu qui s'approcherait de la cible au dénouement de l'acte (*to the individual who actually closed with the cheater at denouement*).

Cependant, s'ils sont des animaux qui tuent à distance, les dix individus peuvent attaquer simultanément, chacun d'entre eux n'ayant qu'une faible chance de mourir ou d'être blessé de 0.5 %.

Bingham (2000, pp.250-251) soulève la question de savoir si ce n'est pas encore dans

⁴¹ Ceci semble en lien avec notre précédente remarque. Néanmoins, il reste à expliquer comment la menace d'une possibilité d'être puni à 50% ne dissuade pas le tricheur à tenter sa première escroquerie (surtout s'il n'y a aucune garantie qu'elle réussisse).

l'intérêt de chacun des dix individus de rester en arrière (*to hang back*) et de ne pas prendre le risque de 0.5 % impliqué par la mise en application de la punition. Cela serait le cas si l'individu (le punisseur potentiel) pouvait s'enfuir sans conséquence (*if he could get away with it*). Cependant, c'est aussi dans l'intérêt individuel de chacun des neuf participants restants de contraindre sa participation, exploitant de nouveau la *Lanchester's Square Law*. Sous ces circonstances, le risque originel de 0.5 % de participer est vastement préférable au risque d'être puni pour ne pas avoir participé (qui frôle le 100 %). Bingham nous fait remarquer (2000, p.251) que pour chacun des dix participants il y a un ensemble correspondant de neuf individus qui contraignent sa participation. Il en résulte donc que chacun de dix membres participe activement dans la punition comme étant l'optimal réalisable ou comme la stratégie d'intérêt personnel individuellement permise (*actively participates in punishment as the optimal achievable or allowed individually self-interested strategy*).

Bingham (2000, p.251) nous fait aussi remarquer la logique interne inévitable d'un tel processus : la punition coopérative chez un animal qui tue à distance évolue et est supportée (*sustained*) entièrement en raison de l'intérêt personnel individuel du moment actuel de chacun des punisseurs (*because of the moment-to-moment individual self-interest by each punisher*). Cependant, les seules occasions durant lesquelles l'intérêt personnel individuel peut être poursuivi sont lorsque cela est conforme avec les intérêts d'un grand nombre d'individus environnants (*large number of surrounding individuals*), lequel inclut généralement la famille éloignée (*remote kin*) ou les non-parents (*non-kin*). Ainsi, comme nous le dit Bingham (2000, p. 251), l'effet net de cet ensemble spécial d'actions individuellement d'intérêt personnel (*individually self-interest actions*) est de générer un environnement social révolutionnaire : la coopération indépendante de la parenté systématique.

Selon la théorie, comme le rapporte Bingham (2000, p.251), le premier animal dans l'histoire de la planète à avoir développé cette adaptation est précisément celui qui a fondé la lignée *Homo* il y a environ deux millions d'années. Cet animal a obtenu les premiers moyens efficaces pour tuer des semblables adultes à distance lorsqu'il a évolué la virtuosité humaine pour le lancer et le matraquage, ce qui a mené ensuite à une révolution sociale inévitable.

4.3. Sterelny : Problèmes de la théorie de Bingham.

Sterelny considère (2003, p.134) que Bingham a mis le doigt sur un fait important : tous les bénéfices de la coopération présupposent virtuellement l'existence de mesures internes au groupe (*within-group measures*) contre la défection de premier ordre. Cependant, Sterelny note qu'il y a des faiblesses dans la conception de Bingham. Celle-ci serait unidimensionnelle (*one-dimensional*).

Premièrement, elle oublie (*overlooks*) la valeur d'*exécution* des récompenses de second ordre : si les membres d'un groupe peuvent faire des choix concernant avec qui ils peuvent interagir dans des entreprises coopératives (*cooperative ventures*) et sexuelles, alors ils peuvent récompenser les coopérateurs. Ainsi, les coûts peuvent être des coûts d'opportunité⁴².

Deuxièmement, Sterelny considère que l'évaluation des coûts et des bénéfices découlant du recours aux armes faite par Bingham est rudimentaire (*crude*), et que celui-ci semble se tromper en supposant que seules les armes peuvent rendre l'*exécution de coalition* peu coûteuse. Afin d'expliquer son opinion, Sterelny a recours au cas de conflits chez les chimpanzés (Sterelny, 2003, p. 134). Les données de terrain (*field data*) sur les chimpanzés (de Gombe, entre autres) montrent que des groupes de chimpanzés peuvent de manière sécuritaire tuer un individu solitaire (Sterelny se basant ici sur Wrangham, 1999, p.12). Le point crucial est que les chimpanzés et les hominidés (qui sont autant distincts des lions, lesquels tuent aussi en coalitions) ne possèdent pas d'armes naturelles qui peuvent être mortelles sur un seul coup (*lethal on a single strike*). Ils ne peuvent tuer que par des coups répétés et/ou coordonnés⁴³. Conséquemment, les membres d'une coalition de chimpanzés peuvent infliger de manière sécuritaire une force meurtrière sans que la cible ne puisse répliquer efficacement. Ainsi, comme le note Sterelny (2003, p.134), si l'ancêtre commun possédait les prérequis cognitifs pour une *exécution de coalition*, alors ces données devraient conduire Bingham à prédire que nous devrions voir le déclenchement de la coopération dans la

⁴² Ceci semble être ce que nous avons mentionné précédemment (voir l'annotation 34).

⁴³ Sterelny ne précise pas ici s'il s'agit d'armes et d'attaques comparables à celles considérées dans l'hypothèse de Bingham (d'armes de jet), ce qui aurait été utile car le phénomène décrit ici semble indiquer qu'il n'est pas nécessaire de posséder de tels moyens pour punir collectivement un tricheur (un élément fondamental de l'hypothèse de Bingham). Ceci, déjà en partant, est une critique importante.

vie sociale des chimpanzés (ce qui n'est pas le cas)⁴⁴.

Ceci est important selon Sterelny (2003, p.134), car cela suggère que Bingham a minimisé les prérequis cognitifs des coalitions de contre-dominance. La différence cruciale, conjecture Sterelny (2003, p.134), entre les groupes *all-male* de chimpanzés (et leurs cibles) et les coalitions d'*exécution* de Bingham est que les cibles des groupes de chimpanzés n'avaient aucune opportunité de perturber la formation de la coalition, car elles sont normalement des cibles d'opportunité dans d'autres groupes de chimpanzés⁴⁵. Ces coalitions de chimpanzés sont des *raiders* entrant dans des territoires voisins, et ils s'attaquent aux mâles (et parfois aux femelles) qui sont dans des circonstances vulnérables. En contrepartie, les cibles des hypothétiques coalitions d'*exécution* de Bingham sont des membres du même groupe qui forment la coalition.

Ceci est important, spécialement si le transfuge est un individu puissant au sein du groupe. Sterelny nous indique que les travaux de De Waal (1989) suggèrent que les mâles dominants sont conscients des menaces potentielles que représentent les coalitions, et que ceux-ci entreprennent souvent des actions pour empêcher leur formation. Ainsi il est possible que les alliances d'*exécution de coalition* aient des prérequis cognitifs et affectifs très exigeants, car ils doivent être résistants face à la perturbation et ils doivent reposer sur une confiance mutuelle sur de longues périodes de temps. Ceci est corroboré, selon Sterelny (2003, p.135), par le fait qu'il y a eu à plusieurs reprises des cas historiques où des mâles alpha despotiques ont, avec efficacité, prévenu leur assassinat en perturbant (*by disrupting*) des coalitions dangereuses. Quand l'enjeu est grand et que la victime ciblée est dangereuse, un meurtre coordonné n'est pas chose aisée.

De plus, note Sterelny (2003, p.135), des armes de premières générations (*first-generation weapons*) peuvent bien avoir rendu les coalitions moins sécuritaires, et l'*exécution de coalition* moins accessible d'un point de vue évolutionnaire, car elles augmentent les risques pour les membres d'une petite coalition. Un seul individu armé d'une massue ou d'une roche a de

⁴⁴ Ainsi, ces chimpanzés sont capables de punir collectivement (et ce sans sembler avoir recours à des armes comparables à celles imaginées par Bingham) et pourtant ne forment pas de coalitions d'exécution et n'ont pas une explosion de la coopération dans leur vie sociale (contrairement à ce que la théorie de Bingham prédit).

⁴⁵ Cependant, note Sterelny (2003, p.134, annotation 10), il y a des témoignages de coalitions s'attaquant sérieusement à des mâles de leur propre groupe, mais ceux-ci n'étaient pas des mâles dangereux et de haut rang (Sterelny se basant ici sur Wrangham, 1999, pp.9-10).

bonnes chances d'abattre un de ses assaillants avec lui. Ceci est surtout vrai si cet individu est le plus fort; si les autres individus restent intimidés par celui-ci; et si la coordination n'est pas parfaite. En effet, un individu déviant et puissant ne risque pas d'attendre d'être attaqué lorsqu'une coalition est bien préparée, mais il risque plutôt de s'attaquer à un ou plusieurs de ceux qu'il perçoit comme étant ses ennemis avant que la coalition ne soit totalement assemblée.

Sterelny (2003, p.135) nous dit que de bons modèles des coûts et des bénéfices des coalitions d'*exécution* sont cruciaux pour une évaluation complète des mécanismes de Bingham. Il nous est nécessaire de savoir avec quelle rapidité le risque pour les exécuteurs augmente alors que nous rendons le modèle de plus en plus réaliste, prenant en compte la coordination imparfaite et la distribution inégale du risque parmi la coalition.

En bref, nous dit Sterelny (2003, p.135), Bingham a isolé un mécanisme très important, celui des coalitions d'*exécution*, ainsi qu'une manière dont les coalitions ont peut-être joué un rôle spécial très tôt dans l'évolution de la lignée des hominidés. Ceci est un candidat probable comme mécanisme de déclenchement de cette évolution, mais Bingham, selon Sterelny, minimise les prérequis cognitifs des coalitions d'*exécution*.

Sterelny (2003, p.135) considère aussi la conception de Chris Boehm (1999, 2000), laquelle, en contraste avec celle de Bingham, a une vision de la formation et de la maintenance des coalitions qui est compatible avec les récentes communautés de *foragers*, mais qui est, selon Sterelny, trop riche cognitivement pour être un modèle de l'élaboration initiale de l'*exécution de coalition*⁴⁶. Son mécanisme est basé sur l'idéologie et sur des normes explicites. Les *foragers* humains, selon celle-ci, seraient hautement et sciemment (*self-consciously*) égalitaristes.

Boehm, nous rapporte Sterelny, examine une riche banque de données ethnographiques qui supporte sa conception selon laquelle les cultures de *foragers* ne sont pas qu'égalitaristes en pratique, mais que leur égalitarisme est supporté explicitement par des normes égalitaristes. Les *foragers* nomadiques vivent dans des groupes qui mettent l'accent sur l'importance de partager, surtout de partager les gains de la chasse. De plus, ils résistent aux tentatives, provenant de n'importe quel individu, de dominer les décisions collectives du groupe, de faire

⁴⁶ Elle n'est donc pas bonne.

du *parasitisme*, ou de s'accaparer la majorité des ressources. Cependant, les politiques égalitaristes d'une société de chasseurs-cueilleurs ne sont pas gratuites. Elles requièrent une vigilance (par le biais du bavardage (*gossiping*)); des interventions fréquentes, préemptives, mais discrètes (*low-key*) contre les signes d'arrogance (*uppityness*) et de *parasitisme*; et la menace de sanctions mortelles (*lethal*). De telles menaces, nous rapporte Sterelny (2003, p. 136) sont exprimées sous la forme de récits moraux (*cautionary tales*) et sont occasionnellement exécutées. Ainsi, la vie égalitariste est enracinée à travers la moralité. Dans des sociétés égalitaristes, le comportement des mâles alpha intimidants (*bullying alpha males*) est considéré comme déviant et est réprimé (*suppressed*). Ainsi, les *foragers* ont des normes d'égalité (*equality*). Nous allons maintenant voir plus explicitement la conception de Boehm (2000).

4.4. Boehm : Idéologies, normes comportementales et bavardage.

Boehm (2000, p.80) suggère que les systèmes moraux sont largement conduits (*driven*) par des considérations de pouvoir. Une large coalition communautaire sert de chien de garde aux comportements individuels qui pourraient mener à la victimisation d'autrui ou à des conflits à l'intérieur du groupe.

Cependant, il y a plus à la moralité qu'un groupe qui s'unit momentanément contre un individu déviant. La moralité implique un accord commun quant à quels sont les comportements inacceptables, et implique la conception générale du groupe quant à ce qu'est une qualité satisfaisante de la vie sociale et politique (*morality involves common agreement as to which behaviours are unacceptable, and it also involves a group's overall conception of a satisfactory quality of social and political life*). Ceci exige qu'il y ait des échanges précis d'informations parmi les membres du groupe alors qu'ils surveillent attentivement le comportement des autres individus, ainsi qu'une capacité à manipuler les déviants stratégiquement afin de satisfaire ce système. Selon Boehm (2000, p.80, se basant ici sur Boehm 1999b), la forme définitive des développements humains permettant ceci est sûrement survenue vers la fin du Paléolithique⁴⁷, alors que les humains modernes émergeaient.

⁴⁷ Ce qui correspondrait à il y a environ 10 000 ans.

Boehm (2000, p.80) nous indique que la vie sociale des *foragers* de la fin du Paléolithique consistait en de petites bandes nomades de chasseurs-cueilleurs composées minimalement de trente individus, lesquelles se déplaçaient à l'intérieur de gammes de territoires familiers (*within familiar home ranges*), jusqu'à ce que des changements de climat radicaux (Boehm nous référant ici à Potts, 1996) ne les forcent à effectuer périodiquement des migrations qui menèrent à des radiations géographiques majeures de cette espèce. Ces bandes, note Boehm (2000, p. 81), variaient dans leurs organisations sociales et dans leurs systèmes de subsistances, mais tant qu'elles restaient mobiles (plutôt que sédentaires), elles étaient remarquablement uniformes dans leur constitution morale, sociale et politique. Ces bandes étaient invariablement moralistes, au sens où elles sanctionnaient en fonction de leurs valeurs établies qui aidaient à identifier les déviants.

Selon Boehm (se basant sur Cashdan, 1980; Gardner, 1991), les listes de comportements déviants sont remarquablement uniformes d'un continent à un autre, et ces bandes mobiles sont uniformément égalitaristes dans les relations entre adultes. Elles répriment toute compétition excessive (*undue competition*), et détournent toute tentative d'exercer une domination ou un contrôle. Ainsi, ces bandes tolèrent très peu de *leadership*. Les bases de la moralité de ces bandes se résument comme suit : les comportements prédateurs antisociaux de membres du groupe qui résultent dans l'exploitation d'autrui ou dans un conflit et la réponse du groupe face à de tels comportements. La réponse du groupe implique l'opération de coalitions politiques larges et cohésives, lesquelles sont capables de punir leur cible. Ces coalitions, nous indique Boehm (2000, p.82), s'engagent dans l'identification de déviants à travers le *bavardage*, et elles appliquent activement des sanctions sociales pour manipuler ou éliminer de tels individus. Cependant, puisque leur orientation générale est largement prosociale, les membres de ces bandes louent (*praise*) des individus qui le méritent et ils tentent de gérer les conflits qui surviennent dans le groupe afin de reconstituer l'harmonie sociale.

La moralité dans un tel contexte est surtout basée sur la pression sociale, la punition, et d'autres formes de manipulation sociale directe par lesquelles la majorité hostilement excitée (*hostilely aroused majority*) use de son pouvoir sur une minorité dans le groupe. La suppression de comportement de dominance parmi les têtes de famille (*family heads*) permettait au groupe local, en tant que large coalition politique, de contrôler les actions de

tous ses membres, ce qui inclut des individus de grande force ou très agressifs, ceux choisis pour mener, ceux qui étaient très productifs comme chasseurs, et même des chamans « *connectés avec des pouvoirs surnaturels inhabituels* ». Ainsi, les bandes étaient préparées à devoir agir contre les déviants antisociaux qui pouvaient menacer des individus ou gêner la qualité de vie du groupe, et mettaient donc un accent majeur sur la proscription du comportement d'intimidation.

Boehm nous indique qu'une telle sanction morale pourrait sembler trouver sa source dans l'intérêt personnel (Boehm, 2000, p.82), mais il fait aussi du sens de voir les communautés morales comme des groupes d'individus qui ont des préoccupations communes qui vont au-delà de tels intérêts (Boehm, 2000, p.83). Les chasseurs-cueilleurs étaient préoccupés avec la qualité de vie sociopolitique globale qu'ils partageaient, et ils réalisèrent que si l'entièreté du groupe travaillait ensemble, cela pouvait améliorer la qualité de cette vie.

En résumé, nous dit Boehm, ils avaient des idéaux sociaux (Boehm se basant sur Boehm 1999b; Nader, 1990), et ils étaient capables de parler de ce qui était bien ou mauvais pour le groupe. Dans ce contexte, ils pouvaient identifier tout conflit sérieux comme étant un problème social pour tout le groupe, et ils voyaient ceci comme un problème qui devait être réglé collectivement.

Dans un tel contexte, le *bavardage* (Boehm, 2000, p.94) permettait de créer des réseaux sociaux, d'en arriver à des consensus à propos des déviants et de conspirer et d'embusquer le dominateur le plus féroce pour l'exécuter. Ainsi, le langage était probablement important pour l'établissement d'ordres politiques égalitaristes. Boehm considère qu'il a été crucial à l'invention des communautés morales telles que nous les connaissons.

4.5. Sterelny : Problèmes de la théorie de Boehm (2000).

Le problème avec le modèle de Boehm, selon Sterelny (2003, p.136), est de le projeter dans le passé évolutionnaire.

Tout d'abord, le langage joue un rôle central dans sa conception de chasseurs-cueilleurs égalitaristes. Les exemples ethnographiques suggèrent que les interventions linguistiques sont elles-mêmes importantes pour garder le *parasitisme* et l'intimidation au garde à vue. Mais le langage est aussi un instrument de surveillance et de planification. Avec celui-ci, un groupe

peut répondre aux incidents dont seulement un petit nombre d'entre eux ont été témoins (ceci correspond à la *surveillance*), et peut y répondre au moment et à la manière du choix de ses membres (ceci correspond à la *planification*). Sans le langage, les contraintes sur la réponse face à la domination sont sévères. Une culture égalitariste sans langage devrait compter sur (a) le fait qu'une assez grande proportion du groupe soit témoin d'un incident d'intimidation; (b) le fait qu'un ou plusieurs individus en veulent (*resenting*) à cette intimidation; (c) le ressentiment agissant comme un déclencheur émotionnel (*emotional trigger*) pour le groupe; et (d) sur le fait qu'une action occasionnelle de ce type soit suffisante pour réprimer le comportement de mâle alpha.

Boehm, nous rapporte Sterelny (2003, p.136), prend des preuves ethnographiques afin de démontrer que les communautés de *foragers* savent consciemment ce qu'elles font. Les régimes égalitaristes sont, selon ces données, le résultat d'une forme de contrat social volontaire dans lequel les mâles adultes sont d'accord pour renoncer à leurs possibilités individuelles pour la domination d'autrui, et ce en vue d'être certains qu'en retour aucun individu ne les dominera⁴⁸. Les alliances de contre-dominance dépendent donc d'une compréhension sophistiquée des dynamiques individuelles et collectives. Les *foragers* individuels doivent donc être conscients des menaces posées par les parasites et les patrons potentiels (*would-be bosses*), savoir que de telles menaces doivent être entourées (*policed*) et surveillées, et savoir comment et quand le faire. Dans un contexte où ces conditions sont satisfaites, les groupes ont des politiques égalitaristes seulement parce que des agents agissent intentionnellement et agissent ensemble afin de s'assurer qu'ils le fassent⁴⁹.

Par contre, de telles politiques sont, selon Sterelny (2003, p.136) le résultat, non pas le moteur, de l'évolution cognitive humaine. L'égalitarisme *forager* peut bien être maintenu par ces normes linguistiques quasi délibérées, mais un égalitarisme significatif doit avoir précédé l'évolution de ces mécanismes hautement réfléchis (*reflective*). De plus, l'égalitarisme *forager* doit reposer sur plus que des normes, car celles-ci doivent être exécutées pour être efficaces.

Boehm note, tel que nous le rapporte Sterelny (2003, pp.136-137), que la vie sociale des chimpanzés est hiérarchique. Elle est dominée par un ou quelques individus qui intimident les

⁴⁸ Sterelny rapportant ici Boehm, 1999, p.179, dans un commentaire sur Erdal et Whiten, 1994.

⁴⁹ Tout ceci exige donc un moyen d'échange d'informations fiable, tel que le langage.

autres. Il y a probablement des éléments de coopération, mais ils sont limités en taille (*in size*), et en durée. Selon Sterelny (2003, p. 137), les caractéristiques de la vie sociale humaine (celles ayant de profondes racines évolutives) n'auraient pas été en mesure d'évoluer dans un tel ordre social. Le ravitaillement de place centrale (*central place provisioning*) présuppose un respect pour la propriété. Il ne peut évoluer si ceux qui rapportent des ressources au groupe risquent de les perdre au profit d'individus plus forts. Cependant, une fois que des coalitions *anti-dominance* structurent des groupes sociaux, les individus peuvent passer (*can shift*) d'un *feed-as-you-go foraging* au ravitaillement de place centrale, et profiter des bénéfices des stratégies réduisant la variance (*variance reduction strategies*). Une fois que les fruits du labeur ou de l'échange sont sécurisés de l'expropriation par des individus plus forts, d'autres formes de spécialisation basées sur l'échange peuvent devenir possibles.

Sterelny (2003, p.137) cite comme exemple Ofek (2001), lequel soutient que la production de feu aurait été le premier exemple de spécialisation et d'échange. Ofek, tel que nous le rapporte Sterelny, commence avec l'idée qu'il devait y avoir un fossé considérable entre le fait que le feu devienne une caractéristique centrale des hominidés et leur maîtrise d'une technologie permettant son ignition. Si un tel fossé a existé, ceci aurait posé une prime sur le feu de bois (*root fire*), un dont la continuation aurait été assurée par des spécialistes dans un lieu sûr (*secure spot*). Ces producteurs auraient échangé par la suite l'ignition d'un tel feu contre les moyens nécessaires à leur survie (*means of life*). Ofek, nous rapporte Sterelny (2003, p.137), démontre à la fois que cet arrangement serait socialement efficace et que d'autres seraient instables. Cependant, note Sterelny, cette idée d'Ofek présuppose que les producteurs n'auraient pas été habituellement (*routinely*) intimidés (*be bullied*) à donner l'ignition gratuitement. La datation de ce passage au ravitaillement de place centrale dans les systèmes de *foraging* hominidés (*central place provisioning in hominid foraging patterns*) est incertaine, mais il doit être beaucoup plus ancien que 100,000 ans⁵⁰. Étant donné les dates concernant l'usage du feu, le ravitaillement de place centrale doit être ancien d'un demi-million d'années, et est presque certainement encore plus ancien. De plus, la chasse

⁵⁰ Ce qui pose problème au modèle de Boehm, lequel considère que la moralité et les normes (et donc le *l'exécution de coalition*) exigent qu'il y ait des échanges précis d'informations parmi les membres du groupe ainsi qu'une capacité à manipuler stratégiquement les déviants, capacités qui ne seraient arrivées à maturité que vers la fin du Paléolithique (il y a 10 000 ans), alors que les humains modernes émergent.

coopérative et le partage de nourriture ne seraient adaptatifs qu'après que le problème du *parasitisme* ait été mis sous contrôle, ne serait-ce que partiellement. Une fois le problème réglé, et seulement une fois qu'il aurait été réglé, les stratégies de réduction de variance peuvent être amenées dans le *pool* évolutionnaire des comportements coopératifs accessibles. Les détails et le moment ici sont purement conjecturaux. Cependant, Sterelny conclut (2003, p. 137) de tout ceci qu'une coopération significative a nécessairement précédé les mécanismes auxquels Boehm fait appel dans son explication de l'égalitarisme *forager* contemporain. Ainsi, demande Sterelny (2003, p. 137), comment les sociétés *foragers* égalitaristes décrites par Boehm auraient-elles pu être en mesure d'évoluer à partir de sociétés utilisant des mécanismes d'*exécution* plus simple ?

5. Engagement et *Exécution*

5.1. Sterelny : Le problème d'engagement.

Sterelny (2003, p.138) considère que nous ne pouvons pas projeter la conception des bases de la coopération de Boehm dans le passé lointain, mais que la coopération elle-même a d'anciennes racines.

Selon la vision de Boehm, la moralité a pour fonction d'assurer les comportements coopératifs et pro-sociaux à l'intérieur des groupes, et elle consiste en un ensemble relativement explicite de normes consciemment comprises. La profondeur de la coopération indique donc que les préalables cognitifs des relations sociales qui sont plus égalitaristes doivent être aussi riches que ceci. Cependant, la conception de Boehm oublie quelque chose : ce n'est pas assez pour les *foragers* d'avoir des normes égalitaristes. Ils doivent aussi être motivés à les faire respecter (*to enforce them*). Mais maintenir des normes implique un coût, et donc cela implique un problème d'engagement.

Les coalitions d'*exécution* posent une version standard du paradoxe de force de dissuasion : les agents maximisent leurs utilités (*utilities*) en faisant des menaces crédibles, car celles-ci dissuadent les comportements antisociaux. Cependant, l'exécution d'une menace (*carrying out that threat*) impose un coût net qui fait en sorte que cela n'en vaut pas la peine dans la plupart des circonstances. Alors comment une menace pourrait-elle être crédible ? Ce dilemme pose donc un problème d'engagement (*commitment*), problème qui survient lorsque l'utilité d'un agent est maximisée s'il est en mesure de se pré-engager (*pre-commit*) à une forme spécifique d'action dans la mesure où certaines circonstances surviendraient : une action qui ne serait pas dans son intérêt.

Si, comme le considère Sterelny (2003, p.138), la transition vers des ordres sociaux plus égalitaristes implique l'*exécution de coalition* par des gangs d'individus faibles face à des individus plus forts, alors cela pose un problème de la sorte.

La dissuasion pose un problème d'engagement parce que si elle échoue, la vengeance (*retaliation*) a habituellement des coûts nets. Cependant, la dissuasion n'échouera que si la menace de vengeance n'est pas crédible. Ainsi, un agent individuel serait mieux de se lier lui-

même à l'acte de vengeance si jamais il venait à être attaqué, et ce peu importe ce que seraient les coûts d'une telle vengeance (afin de rendre sa menace crédible).

Les coalitions d'*exécution* sont sujettes elles aussi à un tel dilemme. Chaque membre d'une telle coalition serait plus en sécurité (*is safest*) si celui-ci pouvait effectivement et publiquement se pré-engager à une suppression coordonnée, vigoureuse et impitoyable (*ruthless*) de l'intimidation alpha (*alpha bullying*). Une telle coalition serait irrésistible. La menace efficace et crédible d'une telle coalition ferait en sorte que chaque membre de cette alliance se porterait mieux (*is better off*), car elle garantirait la sécurité face à l'empiètement arbitraire (*arbitrary encroachment*).

Et si jamais la menace échouait, à ce point de l'action il est probable que cela serait en raison qu'il ne serait pas à *ce moment-là* dans l'intérêt de chaque membre potentiel de la coalition d'agir, car l'échec même de la menace suggérerait que la coalition n'est pas en mesure de bien s'assembler dans une sérénité coordonnée et vigoureuse (ce qui constituerait une menace crédible), mais bien plutôt dans une bousculade chiche (*in a hand-to-mouth scramble*) contre l'interférence active. Une telle alliance ferait alors en sorte que chacun des agents l'ayant rejoint serait à risque, spécialement s'ils l'avaient rejoint tôt dans sa création⁵¹.

Cependant, malgré les avis de Bingham, nous dit Sterelny (2003, p.139), agir dans des coalitions d'*exécution* implique de véritables risques. L'*exécution*, de même que la simple menace d'*exécution*, auront de véritables risques et coûts pour l'*exécuteur*, lesquels peuvent bien ne pas être compensés par des bénéfices individuels. Ainsi, même les menaces collectives posent un problème d'engagement. Elles ne sont efficaces (*effective*) seulement si crédibles, mais si la dissuasion échoue, il ne sera pas dans l'intérêt immédiat d'exécuter leurs menaces. Et ce fait sera probablement connu de la cible de ces menaces. Alors, comment faire en sorte que les membres d'une coalition puissent se pré-engager et profiter des bénéfices que nous avons mentionnés plus haut ? Nous allons maintenant examiner comment, selon Sterelny, ces problèmes d'engagement peuvent être résolus.

⁵¹ Sterelny n'explique pas plus en détail ce point, mais nous pouvons postuler que les membres ayant rejoint cette coalition tôt dans sa formation pourraient être considérés par la cible comme des membres clés à viser pour briser la coalition.

5.2. Sterelny : La réputation comme exécution externe.

Sterelny nous indique (2003, p.139) qu'il y a deux idées principales concernant comment les agents humains règlent les problèmes d'engagement.

La première solution est d'enlever la tentation de se retirer (*temptation to backslide*) en altérant publiquement les circonstances présentes de manière à changer les coûts et les bénéfices au point où mener à terme son engagement surviendrait. Dans des contextes où notre réputation est valable (*valuable*), mettre cette réputation en jeu (*putting that reputation on the line*) en faisant une déclaration d'intention publique peut avoir cet effet. Une fois cela fait, nos actions futures sont contraintes par un *exécution* externe.

Sterelny note (en se basant sur Adams, 2001, pp.107-8) que ceci semble aussi être le cas chez les animaux non humains. Les menaces animales semblent être plus crédibles (c'est-à-dire qu'elles sont plus efficaces pour dissuader) si la forme de la menace laisse l'agent (la faisant) avec peu d'options pour s'échapper aisément si la menace en vient à devenir un combat réel : par exemple, des menaces qui impliquent une approche rapprochée avec la cible.

5.3. Sterelny : Les émotions comme exécution interne.

Sterelny considère (2003, p.140) que la seconde idée est principalement couverte par les travaux de Robert Frank (1988, 2001), lequel a exploré un second mécanisme d'engagement, un tournant autour de l'*exécution interne*. Frank soutient, tel que nous le rapporte Sterelny (2003, p.140), que les émotions servent de garanties aux menaces et promesses faites, puisqu'elles sont (a) signalées de manière très saillante; (b) puissantes pour motiver.

En effet, un véritable sentiment de colère ou de ressentiment peut motiver un comportement à haut risque. Des sentiments sincères de sympathie peuvent motiver des sacrifices considérables. La solidarité dans un groupe quant à elle est l'émotion cruciale qui permet aux soldats de continuer. L'émotion motive l'action à un degré considérable, et ce indépendamment des calculs d'utilité explicites de l'agent.

L'*exécution de coalition*, sous l'angle d'un tel mécanisme, pourrait être crédible, car recruter une coalition efficace et crédible demande un engagement affectif⁵², un qui doit être signalé

⁵²Comme mentionné à la section 4.3.

par chacun des membres aux autres.

Selon Sterelny (2003, p.140), si Frank a raison, alors nos émotions servent à souscrire (*underwrite*) à ces signaux, car celles-ci tendent à nous lier à des lignes de conduite (*courses of action*), et ce indépendamment de délibérations prudentielles. Par exemple, un authentique sentiment d'outrage liera les membres d'une coalition à leur devoir punitif (*penal duty*). Les autres, c'est-à-dire la cible de la coalition ainsi que les autres membres potentiels, seront alors conscients de cet outrage et de ses conséquences probables.

5.4. Sterelny : Le problème de l'origine et de l'évolution des émotions et de leur signalement.

Sterelny (2003, p.140) note qu'il y a d'importants problèmes avec le modèle de Frank. Pour que sa conception de l'*exécution interne* puisse fonctionner, les motivations émotionnelles (*the emotional drives*) qui lient les agents à leurs menaces et promesses doivent générer des signaux que les autres agents puissent observer (*read*).

De plus, ces signaux doivent être difficiles à prétendre (*to fake*), sinon la triche peut se produire, c'est-à-dire que des agents pourront faire semblant de signaler un engagement à leurs propres menaces et promesses.

De plus, nous avons besoin d'une explication des origines évolutives de ce système d'émotions, d'actions et de signaux. Comment en effet s'en tiraient des agents qui ressentaient et démontraient les émotions d'engagement lorsqu'ils étaient rares et peu nombreux dans leurs groupes ?

Frank, nous indique Sterelny (2003, p.140), se penche sur ces questions, présentant des preuves que les agents sont effectivement bons à lire ces signaux et que ceux-ci sont très difficiles à prétendre (*to fake*). Sterelny note aussi (2003, pp.140-141) que Frank (2001) fait quelques suggestions très spéculatives quant à ce problème de l'origine.

Sterelny (2003, p.141) considère que personne ne pourrait prétendre que ces problèmes pour le modèle de Frank sont résolus, mais il note que ce modèle possède néanmoins de grands avantages pour comprendre l'évolution des coalitions d'*exécution*.

5.5. Sterelny : Les avantages épistémiques du modèle des émotions (comme exécution interne).

Un premier avantage du modèle de Frank est que les problèmes d'engagements ne présupposent pas l'évolution antérieure d'un milieu hautement coopératif⁵³, car la crédibilité de menaces et de leurs signaux affiliés survient (*arises*) dans les mondes sociaux des primates. De plus (*moreover*), puisque les émotions sont indéniablement puissantes sur le plan de la motivation, il est fort probable qu'elles aient agi comme outils d'engagement (*commitment devices*) dans ces mondes.

Sterelny note (2003, p.141) qu'en effet, Boehm (2000) semble penser que les coalitions d'exécution ont leurs origines évolutives dans des éruptions chargées émotionnellement (*emotionally charged outbreaks*) de ressentiment et de vengeance d'un type qui est occasionnellement vu dans la vie des chimpanzés (*in chimp life*). Pour des primates non humains, de tels signaux auraient été très difficiles à simuler (*to fake*), puisqu'ils ont moins de contrôle volontaire sur leurs muscles faciaux que les êtres humains. Il est donc raisonnable, nous dit Sterelny (2003, p.141) de supposer que les premiers hominidés avaient de fortes émotions motivationnelles, la capacité de les signaler, et une certaine capacité à lire les signaux d'autrui⁵⁴. Cette capacité pourrait avoir été recrutée par la suite pour de nouveaux buts sociaux dans des environnements ayant de fortes pressions de sélection pour la coopération. En d'autres mots, nous dit Sterelny (2003, p.141), l'évolution n'aurait pas eu à créer (*build*) un mécanisme d'engagement du style décrit par Frank à partir de rien (*from scratch*) chez les premiers hominidés.

Un deuxième avantage du modèle de Frank est que le mécanisme qu'il décrit n'est pas cognitivement trop demandant. En plaçant les émotions pro-sociales au centre de sa conception (*in moving prosocial emotions to center stage*), ceci permet de la rendre moins exigeante quant aux préalables de l'exécution de coalition telle que dépeint par Boehm. Ceci est important, car si l'exécution de coalition est vieille d'un million d'années, celle-ci ne peut

⁵³ Ce qui en fait une conception bonne, puisqu'elle ne présuppose pas la préexistence d'une riche coopération (voir la section 4.1.)

⁵⁴ Et possiblement aussi une difficulté à simuler (*to fake*) ces signaux et une capacité à détecter les faux signaux.

que difficilement requérir le langage et les outils qu'elle rend possibles (c'est-à-dire la planification explicite et les normes consciemment articulées et défendues). En effet, le langage lui-même présuppose la coopération. Il est clair que le langage a joué un rôle important dans l'élaboration totale (*full elaboration*) de la coopération humaine, et donc il ne peut pas avoir été un prérequis de l'*exécution de coalition*.

Ainsi, selon Sterelny (2003, pp. 141-142), il est important que le modèle de Frank ne présuppose pas de normes explicitement formulées, la punition moraliste, ou d'autres amplificateurs de la coopération qui ne s'appliquent (*kick in*) qu'une fois qu'un monde social hautement coopératif a évolué (ce qui requiert, dans le cas des êtres humains, le langage).

Finalement, note Sterelny (2003, p. 142), le modèle de Frank donne aux normes décrites par la conception de Boehm le feu motivationnel dont elles ont besoin.

Une fois un milieu coopératif établi, il semble probable (comme Bingham le suggère, selon Sterelny⁵⁵) que la coopération engendrera encore plus de coopération. Sterelny donne comme exemple (2003, p.142) que si la coopération mène à une division du travail, alors automatiquement elle mènera aussi à des mondes sociaux avec des gradients améliorés d'information (*enhanced information gradients*).

Afin d'illustrer son propos, Sterelny donne (2003, p.142) l'exemple des sociétés de chimpanzés. Puisque celles-ci sont des sociétés de fusion et de fission, elles ont un gradient d'information, c'est-à-dire que les individus dans le groupe varient quant à ce qu'ils connaissent. De tels gradients seraient intensifiés par une division du travail, car la présence d'une spécialisation technique et de compétences accentue (*steepens*) le gradient adulte/juvenile. Le gradient générationnel peut encore plus s'intensifier si des individus plus vieux et moins adeptes physiquement sont protégés et supportés. Cependant, un gradient d'information n'est pas suffisant pour alimenter une sélection pour des communications basées sur le langage⁵⁶. En effet, le partage d'information n'est qu'un cas spécial de coopération, et donc il soulève les problèmes habituels d'altruisme et de défection. Si un individu partage une information concernant une ressource avec un second individu, ce dernier pourrait en faire usage avant le premier. Similairement, si un individu partage une nouvelle

⁵⁵ Sterelny ne précise pas de quel ouvrage de Bingham il est question ici.

⁵⁶ Mais y contribue parce que la disparité d'information d'un individu à un autre encouragerait l'échange d'information.

compétence avec un second, le premier individu perd l'avantage comparatif que cette compétence lui donnait. Ainsi, le *parasitisme* reste un danger, car il est possible qu'un agent absorbe de l'information de la part d'autrui sans jamais contribuer en retour. Cependant, si un groupe qui partage son information est considérablement plus *fit* qu'un groupe qui ne le fait pas, et si ses mécanismes anti-défection encouragent (*enforce*) le partage, alors la sélection de groupe favorisera l'évolution d'une communication améliorée (*enhanced communication*) et peut-être même quelque chose de similaire au langage.

Une fois que quelque chose de similaire au langage commence à évoluer, il peut être incorporé à l'intérieur de la boucle de rétroaction⁵⁷ (*feedback loop*) comme un instrument de surveillance (*monitoring*) et de contrôle⁵⁸, car le bavardage (*gossip*) remplit ces deux fonctions (Sterelny (2003, p.142) se basant ici sur Wilson et al. 2000). En effet, le langage est, selon Sterelny, superbement adapté à la surveillance sociale et est un outil formidable pour la coordination. Selon Sterelny (2003, p.142), l'escalade (*escalation*) de la coopération dans l'histoire évolutionnaire humaine est intimement liée à un second sujet⁵⁹, celui de l'escalade de la propension humaine à refaire (*remake*) à la fois notre environnement et celui de nos descendants directs. Cette capacité à la construction des niches des hominidés est, selon Sterelny (2003, p.142) intimement liée à la coopération humaine.

⁵⁷ Favorisant l'amplification de la coopération.

⁵⁸ Ce qui était nécessaire au modèle de Bingham.

⁵⁹ Traité dans le huitième chapitre de l'œuvre de Sterelny.

6. La coopération et la thèse de la modularité massive

6.1. Sterelny : Les mécanismes de l'explosion de la coopération comme argument contre la modularité massive.

Une conclusion importante qui peut être faite à partir de ce qui a été vu, selon Sterelny (2003, p. 144), est que l'explosion de la coopération va contre (*cuts against*) les conceptions fortement modulaires (*massively modular*) de l'esprit humain.

Ce type de conceptions concernant l'architecture de l'esprit repose (*rely*), selon Sterelny, sur l'idée que l'action humaine peut être segmentée en des domaines naturels de l'information et de l'action. Un module est plus ou moins une machine cognitive autonome spécialisée pour diriger (*driving*) l'action dans un domaine spécifique, tel que la théorie de l'esprit et de l'intelligence sociale, l'intelligence technique et l'intelligence pour la fabrication d'outils ou l'histoire naturelle (2003, p. 144). Ceux-ci seraient donc adaptés à résoudre des problèmes spécifiques et saillants posés par nos environnements physiques, biologiques et sociaux (Sterelny, 2003, p. 177).

Selon Sterelny (2003, p. 144), l'explosion de la coopération jette un doute sur l'existence de domaines indépendants de ce type.

Par exemple, dans le cas des compétences techniques, celles-ci seraient acquises par le biais de l'intelligence sociale. L'imitation de celles-ci impliquerait la compréhension de la fonction des actions du modèle imité. Identifier le but d'un agent lorsque, par exemple, celui-ci est engagé dans une tâche d'extraction d'une ressource exige à la fois de l'intelligence sociale (pour lire l'autre agent⁶⁰) et une intelligence de *foraging*⁶¹.

Ainsi, l'apprentissage social nécessite l'action jointe de deux types d'intelligence, et on ne pourrait se passer de l'une des deux⁶².

⁶⁰ C'est-à-dire saisir son intention.

⁶¹ Comprendre chaque étape de la technique.

⁶² Nous pouvons donc comprendre que cela signifie qu'ils ne peuvent pas être dissociables fonctionnellement et encapsulée (nous verrons la signification de ces termes plus en détail plus bas).

L'élément social d'apprendre une compétence technique est augmentée, bien entendu, si la compétence modelée est accompagnée par des instructions et autres interactions qui aident au transfert de la compétence. L'enseignement (*teaching*) quant à lui combine des expertises sociales et psychologiques avec l'expertise dans le domaine enseignée (*in the taught domain*). Cependant, la cible de l'enseignement doit aussi comprendre que l'action démontrée a été ralentie, exagérée, ou répétée⁶³. L'étudiant doit lire (*read*) le but de l'enseignant (c'est-à-dire comprendre ce que l'enseignant a à lui enseigner).

Similairement, l'usage des ressources aurait une composante sociale. Par exemple, la chasse coordonnée impliquerait des compétences sociales à la fois dans son acquisition et son exécution.

Sterelny nous indique que Kaplan et ses collègues (Kaplan et al. 2000) ont récemment ravivé l'idée que l'évolution cognitive des hominidés serait conduite par (*driven by*) les demandes imposées par l'environnement non humain, et ce alors que les hominidés développaient un mode de vie qui impliquait la récolte de ressources de nourriture de haute valeur, mais qui exigeait aussi de grandes compétences. Leur argument, note Sterelny (2003, p.145), démontre que l'opposition entre l'intelligence *foraging* et sociale est fautive. En effet, insiste Sterelny, le *foraging* est intensivement social. Afin de récolter une ressource, des agents doivent simultanément `` lire `` leur environnement social et leur environnement écologique, et ils doivent combiner cette information afin de choisir la bonne action. De plus, savoir ce que l'on doit faire exige que l'on puisse identifier l'intention d'autrui. Si la vie des *foragers* contemporains nous indique quoi que ce soit sur le passé, la construction et l'usage du feu, d'outils, d'abris, de foyers, ou la préparation de nourriture implique souvent la coordination et la spécialisation⁶⁴.

Et si la division du travail est une caractéristique essentielle (*deep feature*) de l'histoire des hominidés; si la coordination est une caractéristique essentielle de l'histoire des hominidés; si l'apprentissage (*learning*) interactif et socialement obtenu par la médiation (*socially mediated*) de compétences techniques et d'histoire naturelle (*natural-history competences*) est une

⁶³ La cible traite donc deux types de données à ce moment-là : les données pertinentes à la compétence à acquérir et les données pertinentes au fait qu'il est dans une situation d'apprentissage qui a un but.

⁶⁴ Nous pouvons donc comprendre que ces différents domaines de savoir, les capacités cognitives et les différentes formes d'intelligence qui leurs sont liées ne peuvent être spécifiques et indépendant(e)s l'un(e) de l'autre dans leurs traitements d'informations.

caractéristique essentielle de l’histoire des hominidés, alors les domaines techniques et d’histoire naturelle ne sont pas indépendantes informationnellement du domaine social, et vice versa.

Ainsi, des changements dans l’intelligence sociale changent aussi les problèmes d’histoire naturelle qu’un agent doit régler. De tels changements surviennent indirectement en changeant l’environnement biologique local, c’est-à-dire lorsque l’action humaine coordonnée change profondément l’écologie locale et donc les problèmes d’histoire naturelle qui doivent être réglés par ceux qui dépendent de cette écologie⁶⁵.

La perspective de Sterelny sur la coopération (dont l’apprentissage et les diverses activités coopératives) jette un sérieux doute sur trois éléments de la modularité massive de l’esprit : la dissociabilité, la spécificité au domaine et l’encapsulation.

Nous allons maintenant examiner plus en détail les principes de base de la thèse de la modularité massive.

6.2.0. Carruthers : La thèse de la modularité massive et ses arguments.

Selon la thèse de la modularité massive, l’esprit est modulaire de part et d’autre⁶⁶, et ce en incluant les parties responsables pour les fonctions cognitives de haut niveau (dont, entre autres, la résolution de problèmes) (Robbins, 2010).

Selon Downes, il s’agit donc surtout d’une thèse concernant l’architecture cognitive ainsi que la source de cette architecture. Selon celle-ci, l’architecture massivement modulaire de notre esprit serait le résultat de la sélection naturelle⁶⁷ agissant en vue de produire chacun de ces multiples modules qui serait des outils informatiques (*computational*) innés et adaptatifs, leur ensemble répondant de l’ensemble de nos comportements sophistiqués et de notre navigation réussie dans le monde (M. Downes, 2014).

Cette thèse aurait reçu sa défense la plus compréhensive et la plus sophistiquée de Carruthers (2006) (Robbins, 2010).

⁶⁵Ce qui signifie encore une fois qu’ils ne peuvent pas être dissociables fonctionnellement et indépendants au niveau des *domaines*.

⁶⁶ La totalité de l’esprit humain pourrait donc être divisé en une pluralité de modules, chacun spécialisé en vue d’une fonction cognitive.

⁶⁷ Downes se basant sur Barrett and Kurzban (2006); Barrett (2012)

Selon Carruthers (2006, p. 12), les modules seraient des systèmes de traitement isolables et spécifiques à une fonction. Tous ces modules ou presque seraient spécifiques à un domaine d'informations, leurs opérations ne seraient pas sujettes à la volonté, ils seraient associés à des structures neurales spécifiques (quoique parfois celles-ci soient spatialement dispersées) et leurs opérations internes pourraient être inaccessibles au reste de la cognition.

Par spécifique à un domaine d'informations on entend qu'un système aurait un sujet limité, c'est-à-dire que la classe d'objets dont il traite l'information est circonscrite de manière relativement étroite (Robbins, 2010).

De plus (Robbins, 2010), ces systèmes (modules) seraient dissociables fonctionnellement, ce qui veut dire qu'ils pourraient être individuellement endommagés ou rendus inopérants, et ce avec peu ou aucun effet sur l'opération des autres systèmes. La dissociabilité fonctionnelle serait fortement associée à la localisation neurale au sens que le système (module) serait mis en œuvre (*implemented*) dans un circuit neural relativement circonscrit et dédié à la réalisation de ce système (et uniquement de ce système).

Des exemples empiriques (provenant de cas de conséquences de lésions cérébrales circonscrites) supportant cette théorie incluent la prosopagnosie (avoir une capacité à la reconnaissance faciale détériorée), l'achromatopsie (daltonisme total), l'akinétopsie (incapacité à percevoir le mouvement), l'agrammatisme (la perte de syntaxe complexe), l'aphasie du jargon (perte de sémantique complexe) et la dyslexie (lecture et écriture détériorée). Chacun de ces troubles a été décelé chez des individus qui (mis à part ce trouble) fonctionnaient de manière parfaitement normale au niveau des capacités cognitives (Robbins, 2010),

Nous allons maintenant examiner les arguments de Carruthers en faveur de la thèse de la modularité massive (dont l'argument de la conception, l'argument des animaux et l'argument de la docilité informatique), ainsi que comment ces arguments viennent infirmer la perspective de Sterelny (2003) sur le sujet.

6.2.1. Carruthers : L'argument de la conception.

Carruthers justifie cette conception par un premier argument, l'argument de la conception. L'argument prend la forme suivante (Carruthers, 2006, p. 25) :

- (1) les systèmes biologiques sont des systèmes conçus (*designed*) et construits avec augmentation (*constructed incrementally*).
- (2) De tels systèmes, lorsqu'ils sont complexes, nécessitent une organisation massivement modulaire.
- (3) Or, l'esprit humain est un système biologique complexe.
- (4) il sera donc massivement modulaire dans son organisation.

Examinons plus en détail cet argument.

Des systèmes fonctionnels complexes sont construits d'assemblages de sous composants (Carruthers, 2006, p.13), lesquels sont construits eux-mêmes de sous-composants⁶⁸. Ils ont chacun un rôle distinctif à jouer dans le fonctionnement du tout, et beaucoup d'entre eux peuvent être endommagés ou perdus sans que cela n'affecte le reste du tout.

Selon Carruthers (2006, p. 14), l'organisation modulaire est un prérequis de la capacité à évoluer. Puisque les propriétés des modules sont, à un degré significatif, indépendantes les unes des autres, ils ont (avec les voies développementales les produisant) des effets distinctifs sur la *fitness* de l'organisme. Et puisqu'ils sont modifiables séparément, la sélection naturelle peut agir sur chacun d'eux individuellement sans avoir à produire d'altération sur l'ensemble. Ainsi, l'évolution peut intervenir sur les différents composants de l'organisme, à plusieurs niveaux de l'organisation, et ce afin de répondre à des pressions évolutives particulières en prenant la *fitness* globale de l'organisme dans ses effets (liés à la *fitness*) distinctifs des modules. Puisque seule l'organisation modulaire peut permettre à ceci de se produire, la question est de savoir s'il est approprié de penser à l'esprit (*to think of the mind*) comme un système biologique sujet aux mêmes prérequis évolutifs que n'importe quel autre système biologique.

Carruthers (2006, p. 15) considère qu'il est manifeste que l'esprit humain fait partie des propriétés humaines de l'organisme humain qui ont des effets sur la *fitness*, puisque c'est en vertu de celui-ci que tous nos comportements qui améliorent la *fitness* sont causés. Ainsi,

⁶⁸ Nous parlons bien entendu ici de modules, et de l'idée que ceux-ci seraient composés eux-mêmes de modules (ce détail sera important pour notre critique de la perspective de Sterelny).

comment l'esprit pourrait-il être une cause majeure de ces comportements sans être un produit de la sélection naturelle ?

Carruthers (2006, p. 15-16) rejette l'idée que tout le contenu de l'esprit découle d'une acquisition de l'environnement, ainsi que l'idée que la structure et l'organisation de l'esprit soient similairement acquises, car selon lui, il n'y a rien dans l'environnement qui nous permettrait d'apprendre les différences entre les (et les rôles causaux des) croyances, désirs, émotions et intentions. Et même si cela était possible, cela exigerait qu'il y ait déjà une architecture mentale en place pour les apprendre. De plus, comment la différence entre la mémoire personnelle, la mémoire factuelle et la mémoire à court terme pourraient-elles être apprises de l'environnement ?

Ainsi, selon Carruthers (2006, p. 16), nous n'avons d'autre option que de concevoir la structure et l'organisation de l'esprit comme un produit du génotype humain, telles la structure et l'organisation du corps humain. N'importe quelle structure phénotypique complexe requiert la coopération d'un grand nombre de gènes pour la construire. Carruthers est confiant que pour que ceci se produise, chaque petit changement, se produisant initialement par une mutation chanceuse, a conféré ne serait-ce qu'un bénéfice mineur pour la *fitness* de l'organisme, un qui était suffisant pour le stabiliser dans la population et offrir une plateforme sur laquelle le prochain changement pourrait se produire⁶⁹.

Ainsi, l'esprit humain est effectivement un système biologique complexe soumis aux prérequis de l'évolution, et donc il est massivement modulaire.

Nous allons maintenant nous tourner vers le second argument de Carruthers.

6.2.2. Carruthers : L'argument des animaux.

Un deuxième argument de Carruthers est l'argument des animaux. Carruthers développe un argument selon lequel les esprits des animaux seraient massivement modulaires (2006, pp. 65-148)⁷⁰. Carruthers (2006, p. 34) considère que si nous acceptons l'idée que l'esprit des

⁶⁹ Cependant, ce n'est pas parce que l'esprit est une adaptation découlant de la sélection naturelle que cela veut dire que chacune de ces propriétés est une adaptation. Certaines pourraient être un *by-product* de celles qui sont des adaptations. De plus, certains peuvent conférer des avantages adaptatifs sans qu'il soit nécessaire qu'il y ait eu une histoire de sélection (Carruthers, 2006, p. 17).

⁷⁰ En raison de la nature de notre ouvrage, nous ne pouvons pas reproduire l'ensemble de cet argument ici.

animaux est massivement modulaire, alors il serait surprenant (d'une perspective évolutionnaire) que d'une quelconque manière cette structure ait été perdue dans la transition évolutionnaire des singes (*apes*) aux hominidés. En général, presque toutes les structures biologiques sont préservées dans les transitions évolutionnaires d'une espèce à une autre. Et si on considère qu'il est approprié d'étendre les principes biologiques et évolutionnaires normaux aux esprits (*minds*), alors nous devrions nous attendre à ce que l'esprit humain contienne la totalité ou presque des systèmes modulaires qui sont présents chez les animaux. L'esprit humain devrait donc être minimalement hautement modulaire.

Les esprits humains diffèrent certes des esprits animaux, mais ces différences peuvent être vues comme le résultat d'additions de nouveaux modules à l'architecture ancestrale animale, plutôt que le résultat de pertes.

Nous allons maintenant nous tourner vers le dernier argument de Carruthers, soit l'argument de la docilité informatique.

6.2.3.0. Carruthers : L'argument de la docilité informatique.

Le dernier argument pour cette conception est celui de la docilité informatique.

Carruthers (2006, pp. 44-5) considère que l'argument Fordorien, s'il est vrai, garantirait l'idée que l'esprit est composé de systèmes de traitement encapsulés, et donc que l'esprit serait massivement modulaire.

Cet argument suit comme tel (Carruthers, 2006, pp. 44-5) :

- (1) l'esprit est réalisé de manière informatique (*computationally realized*).
- (2) Tous les processus mentaux informatiques doivent être convenablement dociles (*suitably tractable*).
- (3) Seuls les processus mentaux qui sont encapsulés⁷¹ sont convenablement dociles.

⁷¹ L'encapsulation d'information implique une restriction sur le flot d'information pénétrant à l'intérieur d'un module. Un système cognitif est encapsulé informatiquement dans la mesure que lorsqu'il traite un ensemble d'*inputs* particulier il ne peut pas avoir accès à l'information emmagasinée ailleurs. Tout ce qu'il a est l'information contenue dans ces *inputs* en plus de toute autre information qui pourrait déjà être stockée dans ce système (Robbins, 2010). Ainsi, les modules ne pourraient traiter que les informations qui sont propres à leur type.

- (4) Ainsi, l'esprit doit être entièrement constitué de système (modules) qui sont encapsulés.
(5) Ainsi l'esprit serait massivement modulaire.

Examinons maintenant plus en détail cet argument.

6.2.3.1. Carruthers : L'argument de la docilité informatique ; le langage de la pensée.

La première prémisse postule que l'esprit est réalisé par des processus qui sont informatiques. Selon Carruthers (2006, p. 45), la psychologie informatique est notre meilleur espoir de comprendre comment des processus mentaux peuvent être réalisés en processus physiques⁷². Carruthers, afin de défendre cette idée, rejette la thèse de la psychologie associationniste en faveur de celle du LOT (*Language of Thought*)⁷³. Pour qu'une telle thèse soit possible, ceci requiert une structure compositionnelle (Carruthers, 2006, p. 46), dans laquelle les représentations du langage mental seraient composées d'autres représentations plus simples. Cette structure serait combinée à des systèmes de traitement qui lui seraient sensibles.

Puisqu'une représentation mentalaise (*mentalese*) complexe est un composé de représentations constituantes, celle-ci ne peut pas être *tokened* à moins que tous ces constituants le soient aussi. Ainsi, les phrases en mentalais (*mentalese sentences*) pourraient parfaitement être des modèles mentaux ou les cartes mentales et ce tant qu'elles satisfassent les contraintes de structure compositionnelle.

Carruthers (2006, pp. 46-7) qu'il est possible que des réseaux connexionnistes puissent avoir un certain rôle à jouer dans certains aspects de la cognition, particulièrement ceux de la reconnaissance de formes (*pattern-recognition*) et dans les formes simples d'inférence statistique (*statistical inference*). Cependant, il est sûr que de récents développements ont présenté des arguments décisifs contre la psychologie connexionniste et associationniste⁷⁴.

Carruthers (2006, pp. 47-48) se base sur Marcus (2001), lequel considère que les architectures connexionnistes peuvent modéliser la performance cognitive humaine seulement si

⁷² Carruthers (2006) se basant ici sur Rey (1997).

⁷³ Laquelle postule que sous-jacent l'usage de n'importe quel langage naturel il doit y avoir un langage naturel de la pensée en lequel l'acte de penser se produit (Carruthers, 2006, p.45)

⁷⁴ Carruthers (2006, pp. 47-50) se basant principalement sur les travaux de Marcus (2001).

elles implémentent des algorithmes de traitement de représentation. Cependant, les architectures connexionnistes ont plusieurs problèmes : elles ont des problèmes à traiter les structures représentationnelles complexes et ne peuvent les accommoder aisément et elles ne peuvent représenter des individus à l'opposé des attributs.

Or, il y a des preuves empiriques que les individus peuvent librement généraliser de fonctions un-à-un (*one-to-one functions*), c'est-à-dire que les personnes peuvent déterminer la valeur d'une fonction pour n'importe quel objet dans son domaine, et ce sans regard à la question de savoir s'ils ont déjà rencontré cet objet par le passé⁷⁵.

Une telle capacité semble exiger l'exécution d'un algorithme qui opère sur les instances de variables. Une telle génération libre vient naturellement à un système qui exécute des règles algébriques, car ces règles sont applicables à n'importe quelle instance d'apport variable (*input-variable*), et ce sans regard à la question de savoir si cela est nouveau ou non pour le système.

Les réseaux connexionnistes, quant à eux, ne pourraient pas librement généraliser des fonctions universelles un-à-un, et même dans la mesure où elles le pourraient, elles ne feraient qu'implémenter un algorithme de type LOT (Carruthers, 2006, p. 47).

De plus, ce type de réseaux aurait de la difficulté à apprendre de nouveaux *items* concernant des informations arbitraires sans oublier des savoirs précédents (Carruthers, 2006, p. 47-48)⁷⁶.

Un autre argument de Marcus (Carruthers, 2006, p. 48) concerne notre capacité à se représenter des individus comme distincts de leurs propriétés, et donc de pouvoir avoir des pensées à propos d'un même objet individuel malgré les changements qui pourraient se produire chez celui-ci. Or, si l'on souhaite représenter une variété de faits, et de changements dans de tels faits, à propos de plusieurs individus, il serait alors normal d'employer un schème représentationnel LOT. Dans un tel cas, une classe de constituants représentationnels pourrait être réservée pour les individus et une classe pour les propriétés des individus. Nous pourrions alors concevoir des algorithmes de représentations qui seraient sensibles à la distinction pertinente. Ceci serait difficile pour le connexionnisme, car même si des systèmes d'activation spécifiques pouvaient être assignés à des individus particuliers, alors il serait nécessaire que

⁷⁵ Par exemple, en Anglais, les anglophones peuvent former n'importe quel verbe anglais en y ajoutant '-ing' et ce même s'ils n'ont jamais entendu ce verbe auparavant (Carruthers, 2006, p. 47).

⁷⁶ Carruthers se basant ici sur McCloskey et Cohen (1989), Ans (2002) et Blackmon (2005).

des systèmes d'activation spécifiques soient assignés pour représenter les propriétés. Mais alors il n'y aurait aucune différence formelle entre les représentations assignées aux individus et les représentations assignées aux propriétés pour le système, qui ne pourrait alors voir que des ensembles de niveaux d'activation.

Ainsi, les modèles connexionnistes (Carruthers, 2006, p.49) devraient avoir de la difficulté avec les tâches qui exigent de cueillir (*picking*) et de traquer des particuliers. Afin de démontrer ce fait, Marcus (2001) se concentre sur la permanence d'objet (*object permanence*)⁷⁷. Sa conclusion est (comme la précédente) que ou bien les réseaux connexionnistes ne peuvent répondre de ce phénomène, ou bien ils le peuvent, mais seulement en implémentant un algorithme LOT dépendant de la structure (*structure-dependent*).

L'argument de Marcus en faveur d'un système LOT peut donc être résumé comme il suit (Carruthers, 2006, p. 49) :

- 1) Un modèle adéquat de la cognition humaine doit implémenter des algorithmes de manipulation de représentations (*representation-manipulating*).
- 2) Ce modèle doit aussi assigner des représentations formelles spéciales à des individus.
- 3) Si ce modèle est capable de représenter une variété de faits, et de changements dans ces faits, à propos d'une variété d'individus, alors il a besoin de construire les représentations pertinentes sur une base régulière.
- 4) De telles représentations auront comme constituants des désignateurs et des représentations de propriétés.
- 5) Les constituants d'une représentation peuvent avoir des rôles causaux appropriés au contenu seulement s'ils sont *tokened* lorsque la représentation dans son entièreté est *tokened*.

Nous allons maintenant voir comme le modèle LOT est consistant avec la thèse de la modularité massive.

⁷⁷ La capacité d'un agent qu'un objet qu'il a récemment vu continue d'exister même s'il ne le perçoit plus présentement.

6.2.3.2. Carruthers : L'argument de la docilité informatique ; le LOT et la modularité massive.

Le LOT serait donc extrêmement commun parmi les processus réalisant la cognition (Carruthers, 2006, p. 50). Cependant, si ceci est vrai, cela pourrait sembler indiquer une espèce de *Lingua Franca* de l'esprit permettant à deux systèmes différents de se parler l'un à l'autre⁷⁸.

Cependant, il n'en serait rien (Carruthers, 2006, p.51) car la thèse LOT n'est qu'une prétention (*claim*) à propos de la structure compositionnelle dans les représentations et dans les calculs (*computations*) définis sur ces représentations. Dire que tous les processus cognitifs ou la majorité de ceux-ci se produisent dans un LOT ne revient qu'à dire qu'ils sont informatiques (*computational*), impliquant la construction et la transformation de représentations structurées compositionnellement. Cela n'implique aucunement que les calculs (*computations*) en question sont définis sur l'entièreté des représentations structurées tirées de n'importe quelle région arbitraire de l'esprit.

Ainsi (Carruthers, 2006, p. 51), dans le contexte de la modularité massive, plutôt que de parler d'un langage de l'esprit, il serait plutôt approprié de parler de plusieurs langages de l'esprit.

Nous allons maintenant conclure l'argument de la docilité informatique.

6.2.3.3. Carruthers : L'argument de la docilité informatique ; conclusions.

La première prémisse de l'argument Fordorien est donc correcte : l'esprit est réalisé par des processus informatiques (Carruthers, 2006, p. 51).

La seconde prémisse de l'argument elle postule que si les processus cognitifs sont réalisés comme tels, alors ces *computations* doivent être convenablement dociles (*suitably tractables*), c'est-à-dire que ces *computations* doivent pouvoir être en principe effectuées (*carried out*) dans un temps fini (*within a finite time*) (Carruthers, 2006, p. 52).

Cependant, il doit aussi être faisable (*feasible*) que ces *computations* soient exécutées (peut-

⁷⁸ Ce qui irait contre le concept de la modularité massive car selon celle-ci la majorité ou même la totalité des modules ne seraient capables de communiquer qu'à un ensemble limité d'autres modules, principalement ceux avec lesquels ils sont connectés (un élément très important à retenir pour notre critique de la perspective de Sterelny).

être en parallèle) dans un système qui a les propriétés du cerveau humain dont les processus neuraux de base opèrent plus lentement (*operate at slower rates*) de plusieurs magnitudes que ceux que l'on retrouve à l'intérieur d'ordinateurs modernes. Ces *computations* doivent donc être effectuées à l'intérieur de délais caractéristiques de la performance humaine.

À partir des deux premières prémisses, nous pouvons conclure (Carruthers, 2006, p. 52) que l'esprit humain doit être réalisé dans un ensemble de processus informatiques qui sont convenablement dociles. Ceci signifie que ces processus devront être tout à fait frugaux⁷⁹, et ce autant dans la quantité d'informations qu'ils requièrent pour leurs opérations normales et dans la complexité des algorithmes qu'ils déploient lorsqu'ils traitent ces informations.

La troisième prémisses de l'argument quant à elle postule que pour ces *computations* soient dociles, celles-ci doivent être encapsulées, car seuls des processus encapsulés peuvent être frugaux de manière appropriée dans les ressources informationnelles et computationnelles qu'ils requièrent. Carruthers (2006, p.52), se basant sur Fodor (2000), explique que cette contrainte peut être vue en termes de localité. Des processus informatiquement dociles doivent être locaux au sens qu'ils ne consultent qu'une base de données limitée d'informations qui sont pertinentes à ces *computations*. De plus, ces processus doivent ignorer toutes les autres informations impertinentes qui sont contenues dans l'esprit, car s'ils tentaient de consulter toutes ces informations (ou même simplement la majorité de celles-ci) disponibles, alors ils seraient sujets à une explosion combinatoire (*combinatorial explosion*), et donc ils échoueraient à être dociles (*tractable*).

Selon Carruthers (2006, p. 53), cette troisième prémisses, en conjonction avec les deux premières, accorde licence à la conclusion que l'esprit doit être réalisé dans un ensemble de processus informatiques encapsulés. Et lorsque nous combinons les conclusions de cet argument avec celles des deux précédents, ceci nous donne le postulat que l'esprit consiste en un ensemble large de systèmes informatiques encapsulés, chacun desquels possède sa propre fonction à exécuter (*each of which has its own function to perform*), et beaucoup desquels exécutent des algorithmes de traitement qui ne sont trouvables nulle part ailleurs dans le reste de l'esprit⁸⁰.

⁷⁹ Un autre point important à retenir pour notre critique de la perspective de Sterelny.

⁸⁰ Carruthers reconnaît cependant que certains de ces processus réutilisent des algorithmes qui sont aussi trouvés dans d'autres systèmes pour des fonctions nouvelles (*fonctions nouvelles*) (Carruthers, 2006, p. 53).

Nous allons maintenant examiner comme la perspective de Carruthers (2006) sur la frugalité et l'encapsulation vient infirmer la perspective de Sterelny.

6.3. Carruthers : Frugalité, encapsulation et heuristique.

Nous devrions donc, rendus à ce point, croire que la cognition doit être organisée en des réseaux de systèmes informatiques distincts dont les processus internes sont, de manière appropriée, frugaux (Carruthers, 2006, p. 53).

Une manière de nous assurer de la frugalité d'un ensemble de systèmes informatiques serait de l'organiser en des réseaux de processeurs encapsulés, chacun ne pouvant consulter qu'une base limitée d'informations en exécutant ses tâches. Il serait bien possible, selon Carruthers (2006, p. 53) que l'évolution ait sélectionné cette stratégie en connexion avec plusieurs des systèmes constituant l'esprit humain.

De plus, il est fort possible que l'évolution, lorsqu'il est question de recherche d'information, ait sélectionné une variété d'heuristiques de recherche qui sont suffisamment bonnes sans être exhaustive (Carruthers, 2006, p. 54), des heuristiques extrêmement simples pouvant même être remarquablement performantes⁸¹.

Cependant, un problème survient alors lorsque nous considérons l'heuristique de *Prendre le Meilleur (Take the Best)*. Cette heuristique, nous dit Carruthers (2006, p. 55) requiert que le système recherche et consulte de l'information additionnelle concernant l'objet en question⁸². Cependant, le système ne regarde pas l'entièreté de l'information concernant ou ne concernant pas cet objet. Spécifiquement, il cherche pour la pièce d'information concernant les deux objets qui ont été trouvés dans le passé afin de discriminer entre les objets de ce type.

Il est important de remarquer ici, selon Carruthers (2006, p. 55), que le sous-ensemble pertinent de l'entièreté de l'information disponible, qui peut être consulté par un système initiant un processus *Prendre le Meilleur*, consiste en ses croyances à propos de validité d'indice relative (*beliefs about relative cue validity*) combinée avec d'autres croyances concernant les indices en question. Lorsqu'un tel système obtient une question (*it gets a query*) exigeant une comparaison entre deux objets sur une caractéristique en particulier, celui-

⁸¹ Carruthers (2006) se basant sur Gigerenzer et al. (1999)

⁸² Il est bien entendu ici question de deux objets qui seront comparés.

ci doit *regarder* en premier ses croyances à propos de quelles propriétés des objets ont le mieux corrélé avec la caractéristique comparative pertinente dans le passé.

Nous pourrions alors être tentés de penser qu'un système exécutant une telle heuristique soit encapsulé, avec sa base de données consistant d'objets d'informations qu'il a la permission de consulter (Carruthers, 2006, p. 55).

Cependant, les croyances qu'un tel système peut consulter durant le cours de son traitement sont fonction de ce que ces croyances *sont* actuellement⁸³ (Carruthers, 2006, p. 55).

En principe, selon Carruthers (2006, p. 56), n'importe quelle croyance pourrait avoir un impact sur le traitement d'information. Notre meilleur espoir de trouver une place pour la notion d'encapsulation, dans ce cas, serait de regarder les croyances spécifiques qu'un système instanciant *Prendre le Meilleur* acquière alors qu'il se sculpte une base de données de traitement fonctionnellement individualisée à partir d'un ensemble plus large d'informations emmagasinées qui sont en relation avec chacune des dimensions de comparaison, de manière à ce que le système puisse seulement considérer un ensemble plus étroit en réponse à une question donnée.

Cependant, selon Carruthers (2006, p. 56), ceci semble forcé et artificiel (*unnatural*), et est problématique lorsque l'on considère l'accessibilité heuristique.

Nous allons maintenant nous tourner vers cette heuristique.

6.4. Carruthers : Accessibilité et encapsulation.

Carruthers (2006, p. 56) considère les processus heuristiques qui dépendent de phénomènes comme la proéminence d'une pièce d'information dans un contexte, ou sur l'accessibilité de cette information donnée dans l'histoire récente de cette activation, ainsi que la compréhension du langage⁸⁴. Il pourrait être possible que le processus de compréhension puisse être encapsulé, quoiqu'en principe n'importe quelle croyance puisse être rendue

⁸³ Par exemple, supposons que nous demandons à un système de choisir laquelle entre deux villes est la plus grande. Si le système croit qu'un haut taux de crime est le meilleur prédicteur de la taille d'une ville, alors c'est cette information que ce système aurait recherchée (Carruthers, 2006, p. 56).

⁸⁴ Carruthers (2006, p. 56) se basant sur la conception de Sperber et Wilson (1996) selon laquelle l'accessibilité de l'information joue un grand rôle dans la compréhension du langage et selon laquelle un des facteurs dans l'interprétation est la nouveauté relative d'une information ainsi que sa proéminence.

saillante par l'environnement présent, ou même qu'elle ait été activée précédemment. Si cela est le cas, alors nous devrions concevoir le processus de compréhension, alors qu'il se déroule durant un ensemble d'échanges linguistiques, comme créant au vol une sorte de module de compréhension local. Dans un tel scénario, les conditions d'encapsulation de ce module sont continuellement modifiées au fur et à mesure que la conversation continue.

Mais qu'arrive-t-il alors, se demande Carruthers (2006, p. 56), à l'idée qu'il y aurait un sous-ensemble d'informations totales disponibles auquel le système de compréhension pourrait se référer, si un *item* d'information avait pu être saillant ? Carruthers (2006, pp.56-7) envisage la possibilité d'un système encapsulé qui n'existe que brièvement, un qui serait créé à partir des ressources d'un système de compréhension plus permanent par des faits concernant l'environnement récent. Étant donné l'histoire précédant d'une conversation, certains objets d'information seraient alors plus accessibles que d'autres. Ainsi, un processus de recherche qui opérerait selon les principes de l'accessibilité ne pourrait que consulter cette information, et d'autres informations dans l'esprit ne pourraient influencer le processus de compréhension (sauf, bien entendu, si les faits au début de la conversation ont été différents des plus récents).

Carruthers (2006, p. 57) reconnaît que cette idée fonctionne d'une certaine manière. Cependant, la notion modulaire qui en résulte est problématique, car la science cognitive, comme toute science, est dans l'entreprise de découvrir et d'étudier les propriétés de l'ensemble des sortes naturelles à l'intérieur de son domaine. Or, une sorte naturelle, afin d'être un objet d'étude, doit avoir une certaine stabilité ou une récurrence régulière. Ceci ne correspond pas avec le modèle décrit plus haut, car la combinaison particulière de principes de traitement et de l'accessibilité (c'est-à-dire la base de données de traitement d'un module au vol) a peu de chance de récurer, selon Carruthers (2006, p. 57).

Selon Carruthers (2006, p. 57), si la science cognitive est pour atteindre une généralité, alors elle doit sculpter ses sortes aux joints récurrents. Ceci nous demande de penser le système de compréhension comme un système unique sur le temps (*a single system over time*), un qui opère partiellement sur les principes d'accessibilité qui aident ses opérations à être frugales en information.

Ainsi, si nous sommes pour penser le système de compréhension comme un module, tel que la thèse de la modularité massive l'exige, alors nous devrions le penser comme un module non encapsulé, tout comme le serait le module instanciant *Prendre le Meilleur*. Cependant, il y a

une manière de continuer de voir ces modules comme étant encapsulés. Nous allons maintenant nous tourner vers cette solution.

6.5. Carruthers : L'encapsulation *À portée large*.

Selon Carruthers (2006, p.58), la définition neutre d'un système encapsulé correspond à la notion d'un système dont les opérations internes ne peuvent pas être affectées par l'entièreté ou la majorité de l'information contenue ailleurs dans l'esprit. Cependant, il note qu'il y a une ambiguïté de portée (*scope ambiguity*).

Dans sa forme *À portée étroite* (*Narrow-scope*), au regard de la majorité de l'information contenue dans l'esprit, un système encapsulé ne peut pas être affecté dans son traitement d'information par *cette* information contenue.

Dans sa forme *À portée large*, un système encapsulé est constitué tel qu'il ne peut pas être, durant son traitement d'information, affecté par la *majorité* de l'information contenue dans l'esprit (*can't be affected by most of the information held in the mind*)

La conception *À portée étroite* est celle qui est prise pour acquise dans la littérature philosophique sur la modularité (Carruthers, 2006, p. 58). L'encapsulation est pensée comme nécessitant un large et déterminé corps d'informations, de manière à ce que cette information ne puisse pénétrer dans les opérations internes du module. Cependant, il pourrait être vrai que les opérations de ce module ne peuvent être affectées par la majorité des informations contenues dans l'esprit, et ce sans qu'il n'y ait une subdivision entre l'information pouvant affecter le système et l'information ne le pouvant pas.

Par exemple, il se pourrait que les algorithmes d'un système soient configurés de manière à ce que seulement une quantité limitée d'informations soit consultée avant que la tâche ne soit accomplie ou avortée.

Un module (Carruthers, 2006, pp. 58-59) pourrait être un système qui doit (*must*) considérer seulement un petit sous-ensemble de la totalité de l'information disponible.

Qu'il le fasse via l'encapsulation telle que traditionnellement comprise (*À portée étroite*) ou via des heuristiques de recherche frugales (*frugal search heuristics*) et des règles d'arrêt est sans importance selon Carruthers (2006, p. 59). Ce qui importe est que le système soit frugal, à la fois dans l'information qu'il utilise et dans les ressources dont il a besoin pour traiter cette

information.

L'argument Fordorien, selon Carruthers (2006, p. 59), justifie le postulat que l'esprit doit être construit entièrement de systèmes qui sont frugaux. Cependant, il ne justifie nullement un postulat d'encapsulation *À portée étroite*. Au contraire, il justifie plutôt une conception de l'encapsulation *À portée large*.

De plus Carruthers (2006, p. 59) considère que nous avons de bonnes raisons de penser qu'au moins certains des systèmes qui composent l'esprit opèrent à travers des recherches (guidées par des heuristiques) sur des bases de données vastes⁸⁵, ou en envoyant des questions (*queries*) à un vaste ensemble d'autres systèmes pour de l'information⁸⁶, alors nous ne devrions pas insister, dans le contexte d'une défense de la thèse de la modularité massive de l'esprit, sur l'idée que les modules soient encapsulés de manière *À portée étroite*. Carruthers reconnaît cependant que certains modules doivent être encapsulés de cette manière (Carruthers, 2006, p. 62).

Nous allons maintenant nous tourner vers la notion d'inaccessibilité, laquelle nous permettra finalement de critiquer la perspective de Sterelny.

6.6. Carruthers : L'inaccessibilité des modules.

Même si l'argument de la frugalité ne supporte pas une conception *À portée étroite* de l'encapsulation, elle supporte néanmoins un postulat selon lequel les systèmes de traitement en question devraient avoir des opérations internes qui sont inaccessibles ailleurs dans l'esprit (Carruthers, 2006, p. 59).

Si les opérations internes de chaque système étaient accessibles à tous les autres, alors, afin d'user de l'information à propos de ces opérations, les autres systèmes auraient besoin de contenir un modèle de ceux-ci, ou sinon ils auraient besoin d'être capable de les simuler ou de les répliquer. Afin d'user de l'information qu'un système de traitement est présentement en train de traiter, ils auraient besoin de contenir une représentation de l'algorithme en question.

Cependant, ceci irait à l'encontre du but de diviser le traitement en des sous-systèmes distincts exécutants différents algorithmes pour différentes tâches. Ceci résulterait

⁸⁵ Carruthers (2006, p. 59) se basant ici sur Gigerenzer et al. (1999)

⁸⁶ Carruthers (2006, p. 59) se basant ici sur Shanahan et Baars (2005)

probablement en une certaine sorte d'explosion combinatoire (*combinatorial explosion*)⁸⁷.

Nous devrions donc, minimalement, nous attendre à ce que la *majorité* de ces systèmes de traitement aient des opérations internes qui soient inaccessibles à tous les autres, et que *tous* les systèmes de traitement qui composent l'esprit aient des opérations internes qui soient inaccessibles à la majorité des autres (Carruthers, 2006, p. 59).

Une importante exception à cette généralisation est à relever ici⁸⁸ (Carruthers, 2006, p. 60). Nous devrions nous attendre à ce que plusieurs modules mentaux soient composés eux-mêmes à partir d'autres modules⁸⁹. Nous devrions donc nous attendre à ce que plusieurs modules partagent ces *parties*. Certains de ces composants pourraient fournir (*feed*) leur production (*output*) directement et automatiquement à d'autres systèmes⁹⁰. Ou il se pourrait qu'ils soient questionnés (*queried*) indépendamment par d'autres systèmes. Ceci représenterait des instances durant lesquelles une partie *les stades* intermédiaires dans le traitement de larges modules seraient disponibles *ailleurs*, et ce sans que le traitement intermédiaire lui-même ne soit disponible.

Ceci est une importante distinction, selon Carruthers (2006, p. 60). L'inaccessibilité concerne l'indisponibilité *des processus internes* d'un module aux autres systèmes. Cependant, ceci ne veut pas dire que l'entièreté *des informations générées* pendant la durée du traitement est indisponible ailleurs. Même qu'au contraire, selon Carruthers (2006, p. 60), lorsqu'un module est composé de sous-modules, parmi lesquels certains sont partagés avec d'autres modules, nous devrions prédire qu'une partie de l'information générée pendant la durée du traitement des modules plus larges est rendue accessible à d'autres systèmes⁹¹.

Si nous revenons sur l'argument de la conception, nous nous rappelons que c'est une condition nécessaire pour la construction incrémentale et la modification de systèmes complexes qu'ils soient constitués de systèmes de parties indépendantes (*systems of independent parts*), lesquels sont à leur tour constitués de parties similaires et ainsi de suite.

⁸⁷ Ce qui ferait, comme nous l'avons mentionné précédemment, que les processus échoueraient à être docile informatiquement.

⁸⁸ Qui est aussi importante pour notre critique de la perspective de Sterelny.

⁸⁹ Comme mentionné lors de l'argument de la conception.

⁹⁰ Il est important de se rappeler ici que Sterelny avait dit qu'il y avait une composante sociale à la fois à l'usage collectif de ressources ainsi qu'à l'apprentissage technique. Nous y reviendrons plus loin.

⁹¹ Les sous-modules et les modules pourraient donc fournir une partie de leurs informations générées lorsqu'ils sont en processus de traitement actif.

Chacun de ces modules aurait une fonction particulière ou un ensemble de fonctions particulières à remplir dans l'opération du tout, et il aurait une organisation interne de sous-parties et de processus adéquats à l'exécution de son ou ses rôles (Carruthers, 2006, pp. 60-1).

Lorsque le système complexe en question est l'esprit réalisé informatiquement dans un réseau organisé hiérarchiquement de modules informatiques (*in a hierarchically organized network of computational modules*), alors nous pouvons prédire que chacun de ces modules sera dans une relation de saisie (*input*) et de production (*output*) avec certains autres, et chacun de ces modules exécutera un algorithme spécifique à une tâche et à un traitement d'information (Carruthers, 2006, p. 61).

Chaque module de traitement aurait donc sa propre tâche, durant laquelle il pourrait chercher de l'information dans la mémoire, questionner la production de certains autres modules, et ainsi de suite. Cependant, il n'aurait aucun intérêt dans le type de traitement qui est conduit à l'intérieur des autres modules, sinon qu'au regard de la production du traitement qui pourrait compter parmi les informations qui sont nécessaires à l'exécution de sa propre tâche.

Chaque module ne s'occuperait donc que de sa propre fonction, n'interagissant qu'avec les autres que lorsque nécessaire pour obtenir de l'information pour l'exécution de celle-ci, mais sans jamais se soucier de comment les autres modules exécutent leurs tâches. Ainsi, ce qui serait inaccessible entre les modules serait les opérations internes de chacun des autres (Carruthers, 2006, p. 61). Seules les informations générées, les productions, seraient disponibles et accessibles entre les modules.

De plus, si les opérations internes d'un système étaient accessibles ailleurs, alors ceci violerait la contrainte de la modification séparée (*separate-modifiability*), laquelle est une partie importante de l'argument de la conception. Celle-ci est une contrainte sur la capacité à évoluer, c'est-à-dire la construction incrémentale et l'amélioration de systèmes complexes. Si les opérations internes d'un système étaient disponibles ailleurs, alors elles ne pourraient être altérées sans qu'il n'y ait une altération correspondante dans les systèmes pour lesquels elles sont accessibles (Carruthers, 2006, p. 61).

Cette conclusion en est encore renforcée (Carruthers, 2006, p. 61) lorsque nous rajoutons la contrainte de la frugalité. Si un système modulaire avait à connaître les opérations internes de certains ou de tous les autres systèmes, alors, afin d'user de cette information, il devrait être capable de calculer la signification de ces opérations. Cependant, ceci viendrait vastement

complicquer ses propres *computations*, car en addition d'exécuter sa propre tâche, il devrait, dans une mesure significative, répliquer les tâches informatiques qui sont entreprises ailleurs.

Ainsi élaborée (Carruthers, 2006, p. 62), la thèse de la modularité massive ne requiert pas que l'esprit soit composé uniquement de systèmes encapsulés de manière *À portée étroite*, ni que la totalité de ces systèmes soient spécifiques à un domaine. Et même si les modules sont spécifiques à une fonction, il n'est pas nécessaire que leurs algorithmes eux le soient, leurs programmes de statistiques pouvant être réutilisés plusieurs fois dans le cerveau pour différentes tâches⁹². De plus, même si plusieurs modules étaient innés, plusieurs seraient construits par le biais d'un processus d'apprentissage (lequel est probablement modulaire).

Nous allons maintenant examiner plus en détail comment cela peut infirmer la perspective de Sterelny.

6.7. Implications pour la perspective de Sterelny.

La conception de la coopération de Sterelny jetait un doute sur la thèse de la modularité massive⁹³, principalement avec les exemples de l'apprentissage de techniques *foraging* et de l'usage et la collecte collective de *foraging* ressources, car ces deux activités jetaient un doute sur l'idée que l'on pouvait séparer l'intelligence sociale et l'intelligence technique *foraging*.

Or, avec la conception de Carruthers, il serait parfaitement possible que ces deux éléments soient des modules, ou même que l'intelligence technique *foraging* soit un module dont un des sous-modules soit justement l'intelligence sociale (au sens de *La lecture de pensée*), sous-module qu'il partagerait avec d'autres modules tels que la biologie populaire (*folk biology*) et la création d'outils.

Il serait donc possible qu'il y ait un sous-module d'intelligence sociale, partagé par ces d'autres modules adaptés au style de vie *forager*, et ces modules produiraient leurs opérations internes de manière indépendante, mais ils pourraient se partager leurs *outputs* et ce de manière à permettre l'apprentissage social permettant d'obtenir les aptitudes nécessaires à la survie à l'époque du Pléistocène.

⁹² Carruthers (2006) se basant ici sur Marcus (2004).

⁹³ Principalement sur les éléments de la dissociabilité, de l'encapsulation d'information et sur la spécificité au domaine.

Carruthers (2006, p. 190) adresse lui-même la question de l'apprentissage par imitation en des termes modulaires, mais considère que la question de son fonctionnement reste ouverte : ou bien la propension propre aux humains pour l'imitation résulterait de l'addition de nouveaux modules aux répertoires de celui des grands singes (peut-être s'agirait-il du module de *Lecture de la pensée* ou d'un module du raisonnement causal), ou bien elle résulterait peut-être d'une nouvelle disposition à utiliser un ensemble de modules déjà existant d'une nouvelle manière (peut-être en ajoutant une disposition à prendre l'acquisition de nouveaux comportements comme un but explicite).

Il semble donc qu'au final, l'argument de Sterelny, selon lequel sa conception de la coopération vient infirmer la thèse de la modularité massive, ne réussisse par à atteindre son objectif, mais seulement à la condition que nous adoptions la thèse de la modularité massive telle qu'elle est élaborée et défendue par Carruthers.

En effet, cette conception, principalement en endossant de l'encapsulation *À portée large*, permet de réconcilier la thèse de la modularité massive avec les phénomènes coopératifs décrits par Sterelny, et ce en permettant l'échange d'information entre les modules et en retirant l'idée de leur spécificité à un domaine. Il reste bien entendu la question de la dissociabilité, mais cette question peut aisément être répondu comme il suit : Carruthers reconnaît la possibilité qu'il doit y avoir *certaines* modules qui sont encapsulés de manière étroite et spécifique à un domaine. Il pourrait être postulé que ce sont ces modules qui sont dissociables, puisqu'ils seraient principalement isolés des autres. Ceux-ci resteraient intégrés au tout, et participeraient au fonctionnement du tout, mais sans jamais recevoir (et peut-être même fournir) d'informations aux autres modules. Leur fonction s'exécuterait peut-être même en parallèle de celles des autres. Ainsi, s'ils venaient à être endommagés ou retirés, seules leur fonction disparaîtrait. Nous pourrions même suggérer, en fonction des exemples empiriques que nous avons mentionnés précédemment, que ces modules sont surtout liés aux fonctions sensorielles de la vue et du langage⁹⁴.

⁹⁴ Il s'agit ici bien entendu de pure spéculation. Identifier quels seraient ces modules et comment ceux-ci interagissent ou n'interagissent pas avec le reste des modules constituant l'esprit humain serait une entreprise dépassant l'entreprise de notre ouvrage.

Compris ainsi, il est possible de concilier la thèse de la modularité massive de Carruthers, l'explosion de la coopération de Sterelny et les exemples empiriques de la dissociabilité.

Conclusion

Le but de notre recherche était de vérifier si Sterelny arrivait à produire un modèle théorique qui permettait d'expliquer le phénomène de la coopération humaine et qui permettait d'infirmer la thèse de la modularité massive de l'esprit humain.

L'ouvrage de Sterelny nous permet d'être relativement sûrs que des changements environnementaux dans les habitats des hominidés ont entraîné une transition d'un mode de vie dans les environnements boisés et forêts à un mode de vie dans les savanes et autres environnements boisés. Ces changements, avec leurs conséquences physiologiques et morphologiques, ont sélectionné en faveur de niveaux accrus de coopération (2003, p.143).

Minimalement, ces changements ont sélectionné pour une coopération dans les défenses anti-prédateurs, et très probablement pour la coopération femelle-femelle. La coopération pour la chasse et le partage de la nourriture sont peut-être aussi devenus importants par l'évolution d'*Homo ergaster*, soit il y a 1.7 million d'années. Ainsi, une vaste coopération, laquelle inclut le partage de la nourriture, a de profondes racines dans l'histoire des hominidés, Sterelny estimant (2003, p.143) que celles-ci étaient vieilles de plus d'un demi-million d'années et peut-être même plus⁹⁵.

Une vaste coopération et un vaste partage, particulièrement de la nourriture et d'autres biens à somme nulle (*zero-sums goods*), impliquent l'aplatissement (*the flattening*) des distributions du pouvoir à l'intérieur des groupes. Ceci implique que l'expropriation des ressources est devenue peu fréquente, et que le monde social est devenu égalitariste.

Les coalitions d'*exécution* constituaient le seul mécanisme plausible (*feasible*) par lequel des ordres sociaux minimalement égalitaristes pouvaient évoluer à partir d'ordres sociaux hiérarchiques et dominés par l'intimidation (*bully-dominated*). Ce mécanisme devint disponible pour l'évolution (*evolutionary available*) grâce à l'existence des préadaptations des grands singes pour la formation de coalitions.

Les coalitions d'*exécution* imposèrent des coûts pour leurs membres, et donc un *exécution*

⁹⁵ Ceci étant en lien avec le provisionnement de place centrale et la production de feu mentionnés précédemment.

crédible et efficace posa un problème d'engagement⁹⁶. Mais une fois qu'une vaste coopération commença à évoluer chez les hominidés, plusieurs mécanismes cognitifs et sociaux renforcèrent cette tendance.

Sterelny réussit donc à identifier et à décrire les mécanismes régissant la coopération humaine et réprimant le parasitisme, ainsi qu'à situer approximativement dans l'histoire le développement de ces mécanismes. Cependant, comme le note Sterelny (2003, p.143), il reste des zones d'ombres à son modèle de l'évolution de la coopération.

La profondeur historique de la coopération reste inconnue, c'est-à-dire que le moment effectif de son apparition n'est qu'une estimation. Tel est aussi le cas de l'importance relative des différents éléments de la première suite de coopération (*early cooperation suite*). Il reste aussi difficile de savoir à quel point l'*exécution* était liée à l'invention et l'élaboration d'armes et autres technologies. La conception de Frank sur les émotions et leur rôle quant aux problèmes d'engagement concerne les *Homo sapiens* contemporains, et donc nous ne pouvons savoir comment de tels problèmes étaient résolus par des hominidés plus anciens. Sterelny considère (2003, p. 143) que quelque chose de similaire au mécanisme de Frank a joué un rôle crucial, mais il reconnaît que cela reste pure conjecture. Nous ne savons pas, nous indique Sterelny, comment la suite de coopération et les forces évolutives qui l'ont construite ont changé au cours du temps.

Quant à sa critique de la thèse de la modularité massive, celle-ci n'est valide que si l'on ignore l'interprétation de Carruthers, principalement en raison de la conception de l'encapsulation *À portée large* de celui-ci. En adoptant cette conception de la modularité, nous pouvons voir comment l'apprentissage technique, la création d'outils, la biologie populaire et d'autres aptitudes cognitives adaptatives peuvent être associées à l'intelligence sociale dans le cadre de la thèse de la modularité massive.

De plus, si nous adoptons la conception de Carruthers, nous pouvons même théoriser que la modularité massive de l'esprit humain, en permettant le développement de modules partageant de l'information, surtout celui de *La lecture de pensée*, a joué un rôle dans l'apprentissage social par imitation, permettant donc l'ethnocentrisme et la variation entre les groupes, et donc

⁹⁶ Qui fut réglé par les mécanismes de l'exécution externe (la réputation) et l'exécution interne (les émotions), permettant l'exécution de coalition, et donc le mécanisme de récompense et de punition amplifiant la coopération-altruisme.

la modularité massive de l'esprit humain pourrait avoir joué un rôle dans la puissance de la sélection de groupe⁹⁷, et donc dans la possibilité même de la coopération humaine telle qu'elle est aujourd'hui. La conception de Carruthers, même si elle va contre sa conclusion, pourrait donc contribuer au modèle de Sterelny en expliquant l'origine et les mécanismes cognitifs de l'imitation⁹⁸.

Ainsi, Sterelny n'arrive pas à fournir un modèle expliquant *totalemment* les origines de la coopération humaine. Il nous offre plus un scénario historique (fortement) probable des origines et du développement de la coopération humaine. De plus, sa critique de la thèse de la modularité massive n'arrive pas à infirmer cette dernière si nous adoptons la conception *À portée large* de Carruthers (2006).

⁹⁷ Voir les sections 2.7, 2.8 et 3.4.

⁹⁸ Il serait néanmoins nécessaire d'approfondir le sujet, car Carruthers avouait de lui-même ignorer précisément comment l'imitation (comme phénomène modulaire) était venue à être.

Bibliographie

- Adams, E.** (2001). Threat Displays in Animal Communication: Handicaps, Reputations and Commitments. Dans R. Nesse (ed.), *Evolution and the Capacity for Commitment*. New York: Russell Sage Foundation, 99-119.
- Boehm, C.** (1999). *Hierarchy in the Forest*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- (2000). Conflict and the Evolution of Social Control. *Journal of Consciousness Studies*, 7: 79-101.
- Carruthers, P.** (2006). *The Architecture of the Mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Cashdan, E. A.** (1980). Egalitarianism among Hunters and Gatherers. *American Anthropologist*, 82: 116-20.
- Charnov, E. L. & Berrigan, D.** (1993). Why do female primates have such long lifespans and so few babies? Or life in the slow lane. *Evolutionary Anthropology*. 1: 191–4.
- Cosmides, L. et Tooby, J.** (1992). Cognitive Adaptations for Social Exchange. Dans J. H. Barkow, L. Cosmides, et J. J. Tooby (eds), *The Adapted Mind*. Oxford: Oxford University Press: 163-227.
- Darwin, C.** (1859). *On the Origins of Species*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1964.
- (1871). *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. London: Murray.
- de Waal, F.** (1989). *Peacemaking Among Primates*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Dugatkin, L. A., et Reeve, H. K.** (1994). Behavioral Ecology and Levels of Selection : Dissolving the Group Selection Controversy. *Advances in the Study of Behavior*, 23: 101-33.
- Dunbar, R. I.** (1999). Culture, Honesty and the Freerider Problems. Dans C. Power, C. Knight, and R. Dunbar (eds), *The Evolution of Culture*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 194-213.

- Fodor, J.** (2000). *The Mind doesn't Work that Way*. MIT Press.
- Foley, R.** (1995). *Humans Before Humanity*. Oxford: Blackwell.
- Foley, R.** (2001). Cooperation Through Emotional Commitment. Dans R. Nesse (ed.), *Evolution and the Capacity for Commitment*. New-York: Russell Sage Foundation, 57-77.
- Frank, R.** (1988). *Passion Within Reason: The Strategic Role of the Emotions*. New York: W. W. Norton.
- (2001). Cooperation Through Emotional Commitment. Dans R. Nesse (ed.), *Evolution and the Capacity for Commitment*. New York: Russel Sage Foundation, 57-77.
- Gardner, P.** (1991). 'Foragers' pursuit of individual autonomy', *Current Anthropology* 32: 543–58.
- Hawkes, K., O'Connell, J. F., Blurton Jones, N. G., Alvarez, H., et Charnov, E.** (1998). Grandmothering, Menopause and the Evolution of the Human Life Histories. *Proceeding of the National Academy of Science, USA*, 95: 1336-9.
- Hill, K., et Kaplan, H.** (1999). Life History Traits in Humans: Theory and Empirical Studies. *Annual Review of Anthropology*, 28: 397-430.
- Jerison, H. J.** (1973). *Evolution of the Brain and Intelligence*. New York: Academic Press.
- Kaplan, H., Hill, K., Lancaster, J., et Hurtado, M.** (2000). A Theory of Human Life History Evolution: Diet, Intelligence, and Longevity. *Evolutionary Anthropology*, 9: 156-85.
- Kerr, B. et Godfrey-Smith, P.** (2002). Individualist and Multi-Level Perspectives on Selection in Structured Populations. *Biology and Philosophy*, 17 (4), 477-517.
- Key, C. et Aiello, L.** (1999). The Evolution of Social Organisation. Dans R. Dunbar, C. Knight, et C. Power (eds), *The Evolution of Culture: An Interdisciplinary View*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 15-33.
- Marcus, G.** (2001). *The Algebraic Mind*. MIT Press.
- (2004). *The Birth of the Mind: how a tiny number of genes creates the complexities of human thought*. Basic Books.

- M. Downes, S. (2014)** Downes, Stephen M., "Evolutionary Psychology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2014 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/sum2014/entries/evolutionary-psychology/>.
- Milton, K.** (1999). A Hypothesis to Explain the Role of Meat-Eating in Human Evolution. *Evolutionary Anthropology*, 8: 11-21.
- O'Connell, J. F., Hawkes, K., et Blurton Jones, N. G.** (1999). Grandmothering and the Evolution of *Homo erectus*. *Journal of Human Evolution*, 36: 461-85.
- Ofek, H.** (2001). *Second Nature: Economic Origins of Human Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pinker, S.** 1997. *How the Mind Works*. New York: Norton
- Potts, R.** (1996). *Humanity's Descent: The Consequences of Ecological Instability*. New York: Avon.
- (1998). Variability Selection in Hominid Evolution. *Evolutionary Anthropology*, 7: 81-96.
- Richerson, P., et Boyd, R.** (1999). Complex Societies: The Evolutionary Origins of a Crude Superorganism. *Human Nature*, 10: 253-89.
- (2000). Climate, Culture and the Evolution of Cognition. Dans L. Huber et C. Heyes (eds), *The Evolution of Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press, 329-46.
- (2001). The Evolution of Subjective Commitments to Groups: A Tribal Instinct Hypothesis. Dans R. Nesse (ed.), *Evolution and The Capacity for Commitment*. New York: Russell Sage Foundation, 186-220.
- (2005). *Not by Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Robbins, P.** (2010). *Modularity of Mind*. Stanford Encyclopedia of Philosophy.
 Robbins, Philip, "Modularity of Mind", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2010 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), URL =
 <<http://plato.stanford.edu/archives/win2010/entries/modularity-mind/>>.
- Sterelny, K.** (1996). The Return of Group. *Philosophy of Science*, 63: 562-84.
 — (2003). *Thought in a Hostile World: The Evolution of Human Cognition*.
 Oxford: Blackwell Publishing.
- Sober, E. et Wilson, D. S.** (1998). *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- van Schaik, C. P.** (1989). The ecology of social relationships amongst female primates. Dans V. Standen & R. Foley (Eds) *Comparative Socioecology of Mammals and Man*. 195–218.
 London: Blackwell.
- Wilson, D. S., Wilcznski, C., Wells, A., et Weisner, L.** (2000). Gossip and Other Aspects of Language as a Group-Level Adaptations. *The Evolution of Cognition*. L. Huber et C. Heyes. Cambridge, MA: MIT Press, 347-66.
- Wrangham, R.** (1999). Evolution of Coalitionary Killing. *Yearbook of Physical Anthropology*, 42: 1-30.

