

# La biologie de la liberté

## Au sujet de la genèse de l'autonomie dans l'évolution

Bernd Rosslenbroich

Peut-il se trouver que l'être humain, par son organisation biologique, soit déjà orienté vers la faculté de liberté ? Bernd Rosslenbroich, biologiste de l'évolution à l'Université de Witten/Herdecke, suit cette question et découvre une tendance à toujours plus d'autonomie dans l'organisation biologique évoluant jusqu'à l'être humain. Particulièrement impressionnante se révèle cette tendance dans la genèse de la possibilité du jeu libre chez les mammifères et les oiseaux. Il découvre son « couronnement » dans les préalables biologiques à la formation des facultés culturelles de l'être humain. Rosslenbroich en arrive à la conclusion que notre nature n'est pas déterminante, au contraire elle rend possible ces facultés culturelles — En perspective, il rattache la biologie de la liberté à la « *Philosophie de la Liberté* » de Rudolf Steiner.

La question de la liberté préoccupe l'être humain depuis bien longtemps. Elle se laisse suivre en remontant, loin en arrière, dans l'histoire de la philosophie et de la science. À l'occasion de quoi le concept de liberté est utilisé de manière très diverse. Ainsi la liberté peut être comprise comme la possibilité de détermination de soi, indépendamment de la volonté d'autrui. Ou bien aussi comme la possibilité de pouvoir réaliser des actions déterminées à partir d'un spectre d'options conformément à son propre désir. Dans un autre sens encore, la liberté consiste dans le fait que nous formons de manière autonome notre volonté personnelle et qu'avec cette volonté personnelle nous ne sommes pas encore définis pour autant.

Ces dernières années, un vaste débat s'est engagé en Allemagne, dans lequel il est particulièrement question de la liberté volontaire. La question était de savoir si la volonté, qui guide notre action et notre faculté décisionnelle, est fixée par des processus organiques déterminés ou bien si nous pouvons largement déterminer notre action de manière indépendante et autonome. Le débat fut provoqué par des prises de position de certains scientifiques en neurosciences, en rapport à des résultats d'investigations censés prouver une détermination du comportement selon des lois biologiques. Les fonctions moléculaires des neurones produiraient finalement notre comportement et feraient naître, purement et simplement en nous, l'illusion d'une volonté libre. Ce sont surtout des philosophes qui s'opposèrent de manière véhémement à cela et ils argumentèrent dans une vaste ampleur en faveur d'une auto-compréhension de la faculté de liberté qui revient à l'être humain (1).

Quoique de nombreux chercheurs ne tirassent pas de conclusions aussi unilatérales que, par exemple, celles de Gerhard Roth (2001, 2003) et de Wolff Singer (2003) et constatassent, que même les discernements les plus récents en biologie ne contredisaient absolument pas la possibilité d'une faculté de liberté, (2) les fronts de ses débats menés sous forme de feuillets dans les grands journaux, semblaient évoluer pour ainsi dire clairement : sur la base de l'organisation de l'être humain, les scientifiques partent plutôt d'une détermination de son action, tandis qu'il revient plutôt au domaine des philosophes de défendre la faculté de liberté de l'être humain.

Un autre grand domaine de la discussion autour de la faculté de liberté concerne la question du déterminisme génétique. Selon la vision de nombreux scientifiques, l'homme est déterminé dans ses qualités par une prédisposition génétique. Elle est souvent contestée aussi bien du côté philosophique que du côté scientifique (3). Pourtant cette conception a largement percé et elle influence désormais le sentiment de vie de la population dans le monde occidental. Quoique justement les plus récentes connaissances de la génétique elles-mêmes montrent que cette acceptation n'est pas tenable (4), elle se maintient avec opiniâtreté et l'on édifie sur elle comme auparavant de vastes programmes de recherches.

De même, à partir de la recherche sur l'évolution, on tente d'en déduire une fixation de l'être humain. Les parangons de notre comportement se seraient développés pendant l'âge glaciaire sur la base de facteurs sélectifs. Des « modules » particuliers, dont on postule l'existence, se seraient conservés lors de la lutte concurrentielle et ils déterminent aujourd'hui encore de grandes parties de notre comportement. C'est pourquoi nous serions tous « maximisateurs de santé » [*fitnessmaximierer*]. Des ouvrages populaires avec des titres du genre de « Chasseurs de mammoths dans le mé-

tro » répandent ces assertions de la psychologie évolutive dans la population. Mais ils passent sous silence à l'occasion que cette thèse est pourtant hautement contestée dans les sciences naturelles.

Qu'il soit brièvement remarqué ici combien de très nombreux auteurs argumentent en partant à chaque fois de leur propre perspective. Beaucoup de scientifiques semblent, en effet, ne pas connaître l'histoire des idées de ces débats, qui remontent jusqu'à la Grèce antique. En outre, ils ne remarquent pas qu'ils présupposent une vision du monde, qui peut certes avoir une valeur pour leur science au plan méthodique, mais qui ne peut pas, sans plus, être applicable à une compréhension de la nature et de l'être humain. D'un autre côté de nombreux philosophes semblent ne pas connaître suffisamment les faits scientifiques, sinon ils seraient en situation de prouver aux scientifiques que ce ne sont pas leurs données relevées de manière expérimentale, mais leur interprétations qui entrent en collision avec la compréhension que l'être humain a de lui-même. Les scientifiques en arrivent aussi eux-mêmes à des déclarations totalement différentes vis-à-vis de la possibilité de la liberté et ils en appellent pourtant au même fonds des résultats scientifiques (5).

Je ne discuterai pas, dans ce qui suit, ces arguments tirés de ces débats, aussi captivants qu'ils fussent. Je veux plutôt suivre la question de savoir s'il est possible de jeter un pont entre ces oppositions. Existe-t-il dans la biologie des indications d'une possibilité de liberté et comment a-t-elle pris naissance ? Brièvement dit : existe-t-il une histoire naturelle de la liberté ?

### *Modèles de l'évolution*

Jetons un coup d'œil à la recherche en évolution. Dans les reconstructions de l'évolution qui sont en usage, il n'y a depuis longtemps aucune déclaration véritable sur ce qui se forme qualitativement au cours de l'évolution. Il se laisse certes montrer que des bactéries ont apparu comme premiers fossiles et ensuite des cellules avec d'authentiques noyaux cellulaires [Eucaryotes, *ndt*] que l'on découvre plus tard encore sous des formes pluricellulaires. Se développent ensuite des plantes, des champignons et des animaux, parmi lesquels ensuite aussi des mammifères et des oiseaux.

Mais qu'est-ce qui caractérise véritablement ces immenses évolutions ? En se rattachant à la théorie de Darwin, on s'était d'abord attendu à ce qu'on dût en arriver à un accroissement de la capacité de survie et à une adaptation toujours meilleure. Mais ce n'est pas le cas : beaucoup d'organismes évolutifs originels ont une capacité de survie élevée et tout organisme est en définitive adapté. Il n'y a pas, en cela, de changement général, même si des processus d'adaptation à des degrés divers ont à chaque fois leur importance. Dans d'autres réflexions, on admet que des organismes se sont complexifiés ou différenciés. Mais il existe beaucoup d'exemples chez lesquels la complexité tend plutôt à diminuer (6).

Le thème n'est pas trivial. Il s'agit, pour le dire de manière piquante, de la détermination de la différence entre une bactérie et un mammifère et de ces processus-là qui se sont déroulés au plan évolutif entre les deux. La théorie synthétique de l'évolution, qui a dominé dans la seconde partie du 20<sup>ème</sup> siècle, a carrément réprimé cette question qualitative. Il n'y aurait pas de changement qualitatif général, on en arriverait toujours à diverses formes d'adaptation. Qu'il s'agisse en cela de l'organisation d'un cygne ou d'un chimpanzé, cela serait insignifiant. Il faudrait donc poser la question de savoir si l'on peut découvrir des modèles, « *patterns* », ou bien des changements qualitatifs dans l'organisation de base des divers groupes, qui ont pris naissance dans les transitions plus grandes de l'évolution. Est-ce qu'il existe des tendances déterminées dans l'évolution ?

### *Variations de l'autonomie*

Du temps de Darwin déjà, la supposition avait été exprimée, à l'occasion, qu'au cours de l'évolution des organismes naissent qui deviendraient de plus en plus autonomes et s'émanciperaient des conditions de l'environnement. Si l'on saisit une telle présomption et qu'on la suit en détail au sein des données biologiques, il se révèle que dans l'évolution, dès les premiers commencements, et par la suite dans les transitions les plus grandes, sont descriptibles des éléments fondamentaux de la naissance d'une autonomie biologique des organismes. Dans le cours de l'évolution supérieure, on en vint à une plus grande détermination particulière et, avec cela aussi, à la formation d'un état

d'équilibre dynamique (homéostasie) qui rend possible une flexibilité élargie à l'encontre de l'environnement. Cette augmentation d'autonomie forme les degrés de liberté qui culminent dans l'organisation humaine (7).

Il y a tout un arsenal de ressources, avec lesquelles des organismes ont édifié cette autonomie. En font partie des délimitations vis-à-vis de l'environnement, comme les formations les plus variées de peaux et la naissance de coques, plumes ou fourrures. Y appartient aussi le développement de circulations sanguines stabilisées, de sorte que des animaux terrestres peuvent maintenir le milieu liquide des cellules indépendant de l'eau dans l'environnement. En font partie les multiples fonctions de l'homéostasie, par laquelle les organismes deviennent plus stables vis-à-vis de fluctuations des influences environnementales et les possibilités de développement des animaux de plus en plus vastes et multiples. Les systèmes nerveux ont toujours été meilleurs, dans la situation d'agir de manière plus flexible et plus autonome vis-à-vis des excitations provenant de l'environnement. En conséquence à cela, le comportement est aussi devenu de plus en plus flexible, jusqu'à ce que naissent certains degrés de liberté. Y appartient par exemple le vaste comportement d'apprentissage chez les chimpanzés ou bien chez les corbeaux et perroquets intelligents, tout comme le jeu des animaux.

<b>Caractères d'autonomie</b>	<b>Caractères d'adaptation</b>
Endothermie	Blanc d'isolation
Gros cerveau et grande intelligence	Homodontie secondaire
Comportement de jeu marqué	Ailerons et ailerons de queue
Peau à effet barrière effectif physiologique et mécanique	Forme aérodynamique
Respiration pulmonaire	Recouvrement d'organes pré-existants à la surface de la peau (ouïes, mamelles) ; peau lisse sans poils réduisant la résistance à l'écoulement
Reproduction internalisée	Orifices nasaux placés vers le haut
Allaitement des jeunes	Spécialisation de la physiologie de l'oxygène pour l'immersion
Circulation sanguine distincte	Reins qui éliminent le sel
Reins hautement régulés	Organes sensoriels effectifs dans l'eau
Système immunitaire raffiné	Régulation de la pression sanguine en fonction de la pression hydrostatique
Flexibilité motrice élevée en rapidité et capacité manœuvrière	
<b>Combinaison de l'autonomie et de l'adaptation chez le dauphin</b>	

Cela étant il est important d'insister sur le fait que cette augmentation d'autonomie dans l'évolution ne correspondait à aucun ordre régulier. Il existait plutôt toujours un large spectre de variations, qui menèrent à des combinaisons toutes différentes de caractères d'autonomie. Elles pouvaient même aussi renfermer des reculs ou des pertes d'autonomie. Ce n'est qu'à long terme, qu'il en a résulté ensuite des combinaisons, qui ont eu un avenir évolutif, au sens qu'elles renfermaient la potentialité d'une autre progression d'émancipation.

En même temps surgissaient pourtant des adaptations à l'environnement. Elles sont l'une des conditions préalables à la survivance des organismes. Finalement l'évolution fait manifestement naître des combinaisons différenciées de caractères d'autonomie et d'adaptations, comme cela est illustré dans le tableau ci-dessus au sujet du dauphin.

Tout cela mena à ce que l'évolution empruntât des chemins compliqués. Elle ne s'accomplit manifestement pas comme le « démaillotage » d'un plan préexistant (ce que le mot « *evolvere* » = *auswickeln*, débrouiller, démailloter, ôter l'enveloppe, démêler, même, au sens figuratif), mais elle fut à tout instant une dramatique de développement.

### **Le jeu des animaux**

Les possibilités de flexibilité et indépendance, comme elles ont été déjà atteintes parmi les animaux supérieurs, s'expriment d'une manière particulière dans le jeu des animaux. Il est clair aujourd'hui que certains oiseaux et la plupart des mammifères jouent effectivement (Burghardt 2005). Mais cela

prépare d'avance des difficultés pour montrer quelle fonction a le comportement de jeu chez les animaux. L'acceptation qu'ainsi de jeunes animaux s'exercent et s'entraînent aux manières comportementales dont ils auront besoin plus tard, peut certes être pertinente, mais elle n'explique pas l'apparition évolutive du jeu. Car pourquoi un tel comportement ne naît pas de suite, pour se dérouler de manière fiable, aussitôt que l'animal adulte en a besoin — comme c'est le cas chez les Vertébrés qui ne jouent pas, par exemple, chez les Amphibiens et les Reptiles ?

On peut comprendre sous le terme de comportement de jeu tout mouvement, manipulation d'objet et interaction sociale, qui est mené en dehors d'un contexte lié à un problème actuel. Le jeu est un comportement qui est découplé de besoins et d'exigences directs et qui renferme, au sein de cette autonomie, un haut degré de flexibilité. Cela signale dans cette mesure des degrés de liberté qui font partie de l'autonomie des animaux supérieurs.

Pendant le jeu, des mouvements sont nouvellement « découverts » ou bien il en naît des modes de comportements, ou des éléments de ruptures qui peuvent être d'importance dans d'autres contextes, par exemple, dans les actes de fuite, d'attaques ou de capture des proies. Mais dans le jeu, ils sont libres et combinables de multiples façons. Ils peuvent être individuellement empreints et avec cela être très différents. De nombreux mammifères exécutent dans le jeu des mouvements extrêmement complexes.

Chez beaucoup d'espèces animales, le comportement de jeu est restreint aux jeunes ; chez d'autres, il peut persister à l'âge adulte. Cela vaut avant tout pour les Fauves, Rongeurs, Primates et Cétacés. Pour préciser, on observe encore un étonnant comportement de jeu chez les Dauphins. Parmi les oiseaux, ce sont les Corvidés proches du corbeau, mais de nombreux perroquets sont aussi fortement formés au jeu.

Le chant des oiseaux est partiellement un jeu, comme l'a exposé d'une manière très convaincante, Walter Streffer (2009), dans son ouvrage admirable sur les motifs de l'autonomie dans le chant des oiseaux. En partant de la qualité musicale propre à chaque oiseau, il montre que l'interprétation usuelle en tant que marquage de territoire avec une fonction d'adaptation est très unilatérale et entrave une compréhension plus profonde du phénomène. Le comportement de chant ne dépend des nécessités biologiques du maintien de la vie qu'en situations déterminées. À chaque fois selon l'espèce, une partie plus petite ou plus grande du chant s'émancipe de telles restrictions et constitue une flexibilité étonnante dans l'usage de ses possibilités vocales. Alors que les Mammifères mènent leur jeu par des mouvements corporels, de nombreux oiseaux célèbrent leur flexibilité par leurs vocalises.

Le temps durant lequel les jeunes des Oiseaux et des Mammifères sont veillés par leurs parents, est un espace de liberté dans lequel les jeunes peuvent jouer. Durant ce temps, ils sont relativement indépendants des nécessaires activités de survie pour une période d'apprentissage plus ou moins longue. Les jeunes des Reptiles, au contraire, se comportent dès le début en se rapprochant d'adultes en format miniature.

Il se rajoute encore une forme mentale de la flexibilité : le jeu renferme des modes de comportement, qui sont exécutés en apparence, par exemple, lors de pseudo-combat. Les animaux doivent donc être en situation de prendre prétexte d'un comportement, ou selon le cas de reconnaître le prétexte d'un comportement chez un partenaire de jeu.

De telles actions feintes imprègnent en particulier le jeu des enfants. Cette faculté se forme par exemple à l'âge de deux ans et elle sera poursuivie dans les moindres détails pendant de nombreuses années. Un préalable à cela est le découplage entre deux représentations participant dans la conscience : avec des objets, il y a, d'une part, la représentation de l'objet conforme à la réalité, de l'autre, une version représentée du même objet (la baignoire comme « bateau » ; le « gâteau » dans le bac à sable). Ou bien en relation avec des activités, d'une part, l'expérience de soi conforme à la réalité et, de l'autre, de l'action qui est nettement vécue comme « seulement jouée ». Ce découplage est déjà une haute production de la conscience et se trouve à l'origine d'une vie intérieure qui est consciente d'elle-même. Dans la mesure où des animaux qui jouent peuvent exécuter des semblants d'actions, on doit donc partir aussi du fait que chez eux aussi, un certain découplage rudimentaire de ces deux représentations se trouve déjà à leur disposition.

Par ailleurs, on observe régulièrement chez les animaux que des partenaires de jeu, qui prennent le dessus sur les autres, ou bien sont dominants, se retiennent (« *self-handicapping* »), afin de rendre le jeu « loyal ». Tout cela présuppose un certain degré de facultés cognitives et devrait dans cette mesure se trouver en lien avec la faculté de performance du système nerveux central. Ce qui est typique pour le jeu, c'est qu'il a lieu dans ce qu'on appelle un « espace de détente », c'est-à-dire qu'on se livre au jeu si l'on ne redoute aucun danger et que l'on n'a aucun besoin à couvrir. Cette indépendance des « nécessités instinctives » est considérée aussi comme une condition préalable au découplage de déroulements d'action fixés. Le jeu est un comportement qui, dans une manière particulière, éveille l'intérêt joyeux de l'être humain. Qui ne s'est jamais laissé charmé par le jeu folâtre des chatons ou des chiots ? Jouer avec de nombreux animaux domestiques et observer des animaux qui sont en train de jouer entre eux, c'est toujours pour nous une expérience esthétique. Le comportement de jeu des animaux nous émeut ainsi pour la raison qu'il présente des réminiscence avec la vaste flexibilité comportementale humaine. Irenäus Eibl-Eibesfeldt (1999) a écrit : « Du fait que dans le jeu les actions peuvent être dépendantes des instances (impulsions) qui leur sont normalement préposées, l'animal se crée un champ de détente, et il se transpose en situation d'expérimenter son savoir-faire en matière de mouvements et de se placer en situation de dialogue avec son environnement. Cette faculté de pouvoir se distancer se trouve à la racine de ce que nous éprouvons avec la liberté de mouvement spécifiquement humaine » (p.146).

### *L'autonomie biologique de l'être humain*

Comment se tient en outre à présent l'organisation biologique de l'être humain ? Certes, l'être humain n'a pas l'organisme le plus autonome. Mais nous avons une combinaison spéciale de caractères autonomes, qui forme le préalable aux modes d'action hautement flexibles et rend possible une infinité absolue d'activités.

Nous partageons quelques-uns de ces caractères avec nos parents les plus proches, les Mammifères. En fait partie, par exemple, la peau qui, dans une combinaison carrément géniale d'une clôture effective vis-à-vis de l'environnement, garantissant une protection contre les pertes des liquides, permet en même temps une haute mobilité en étant flexible et légère. Les formations de la peau dans une grande partie du monde animal restant, tendent, soit à garantir peu de protection contre l'environnement ou à former de volumineux dépôts de substances, ce qui certes rend possible une délimitation effective, mais alourdit et raidit cependant la couche frontière. La chaleur propre, que nous partageons avec les Mammifères et les oiseaux, ne mène pas seulement à la constance de la température corporelle, qui nous laisse devenir indépendants d'un spectre considérable des variations de températures du milieu. Au contraire, elle est aussi la condition préalable à une faculté de mouvement durable, du fait que l'oxygène peut y être utilisé beaucoup plus efficacement afin de gagner en énergie. De même l'économie des liquides est régulée de manière très stable. Une grandeur corporelle moyenne en comparaison de nombreux animaux soutient les fonctions homéostatiques, sans constituer pourtant une charge plus grande pour le mouvement au sol. En outre nous avons un système immunitaire extrêmement perfectionné.

C'est en plus la raison pour laquelle il y a des caractères que nous partageons avec les autres primates. Par exemple, le grand champ du mouvement des membres, en particulier du bras. L'avant-bras et la main peuvent être tournés et les mains sont mobiles dans presque toutes les directions. Les doigts individualisés sont plus ou moins indépendamment mobiles les uns par rapports aux autres et la main peut saisir. Et tout cela se trouve dans l'interdépendance avec un cerveau d'une grosseur caractérisée et très différencié.

Parmi les Primates non humains se présentent des adaptations qui peuvent restreindre cette flexibilité, mais, dans l'ensemble, il y a une tendance à élargir cette flexibilité dans l'évolution des Primates. Cela conduit non seulement à un large spectre de possibilités de mouvements, mais encore à de nouvelles fonctions qui sont indépendantes de la locomotion. Par exemple, il est possible aux singes anthropoïdes d'utiliser des petits bâtons, des pierres et des feuilles, comme outils, ce que Jane Goodall a rapporté la première, dans les années 1960, de ses observations des chimpanzés vivant en liberté en Afrique du Sud.

À cela se rajoute aussi une haute sensibilité des mains pour toucher les objets. Par la station verticale — chez les Singes, quoiqu'il en soit, déjà en position assise — les mains sont émancipées pour les activités les plus variées.

Tous ces caractères sont considérablement renforcés chez l'être humain eu égard à la flexibilité, la multiplicité et la contrôlabilité par la volonté. Par la marche totalement verticale, les mains humaines sont pleinement libérées des fonctions de locomotion et disposent de possibilités presque infinies qui vont bien au-delà de celles des autres Primates. Ceci est soutenu par une coordination perfectionnée et très précise entre l'œil et la main. Chez l'homme les aires du cerveau pour la perception et le pilotage des mains sont très fortement développées et cela se reflète de nouveau dans l'épaisseur élevée des terminaisons nerveuses dans les muscles, les articulations et dans la peau des mains.

Des découvertes paléontologiques disponibles jusqu'à présent montrent que la station verticale est une acquisition très ancienne de l'être humain. *Sahelanthropus tchadensis* et *Orrorin tugenensis* (âgés d'environ 6 à 7 millions d'années) avaient déjà une station droite. Cela veut dire que la pleine émancipation des mains était déjà apparue, avant que l'augmentation de volume du cerveau n'entrât en œuvre.

Pourtant la flexibilité, telle que celle dont nous disposons aujourd'hui, n'était pas encore développée chez les Hominidés primitifs dans sa pleine dimension. Les mains d'*Astralopithecus afarensis* montrent des caractères anatomiques pour des activités précises avec seulement de légers changements par rapport aux autres primates. À cet égard, les premières grandes modifications émergent avec les représentants les plus primitifs de l'espèce *Homo* — parallèlement aux premiers « galets aménagés » du type Oldowayan. Mais la grandeur de la moelle épinière resta limitée par rapport à *Homo sapiens*, ce qui indique une coordination motrice relativement grossière. Les mains des Néandertaliens ressemblaient déjà plus fortement à la main moderne, mais elles étaient encore formées de manière prépondérante pour assurer une prise énergique. Ce n'est qu'avec l'apparition de l'homme moderne, il y a environ 100 000 ans, que des aptitudes de manipulation sont mises en évidence, qui sont analogues aux possibilités actuelles de motorisation fine. Parmi les découvertes archéologiques dont on dispose, on a des squelettes de main et de bras de ces *Homo-sapiens* primitifs qui ne sont pas différenciables de ceux de l'homme actuel disposant d'une stature athlétique. Ces modifications anatomiques sont reliées à de nombreuses conquêtes techniques, comme elles ont été découvertes au plan archéologique à partir du Paléolithique inférieur.

Parallèlement à cela, l'élaboration des pierres devient toujours plus fine et précise, jusqu'à une finition artistique étonnante dans la fabrication des plus petites pointes de flèches et de lames. Cette évolution doit avoir été accompagnée par un vaste renforcement du faisceau pyramidal, comme on l'appelle, qui n'est pas aussi proéminent chez aucun autre primate que chez l'homme actuel. C'est une voie nerveuse directe qui va de l'écorce cérébrale aux cellules nerveuses de la motricité des doigts et qui forme avec cela une base pour le mouvement précis de la main humaine.

L'activité multiple, que peut accomplir la main humaine, devient aussi possible par un certain retour originel à une moindre spécialisation, comme on la rencontre chez de nombreux Mammifères dans les membres antérieurs. Elle n'est donc pas si unilatéralement fixée, comme chez nos nombreux parents.

La marche debout transpose les Hominidés primitifs dans la situation d'atteindre de plus vastes domaines au sein de leur espace vital et finalement aussi de quitter l'Afrique. Des êtres humains peuvent marcher constamment et venir à bout de distances de plus de 30 km par jour. Parmi les Mammifères, il y a certes de nombreux exemples de plus grandes portées de marche, mais ils présupposent toujours des spécialisations qui ont été réprimées chez l'être humain au profit d'une combinaison globale plus flexible de possibilités d'action. Avec cela l'être humain en arriva dans la situation de faire face aux conditions météorologiques défavorables et aux changements saisonniers par des techniques correspondantes. Aujourd'hui, par l'habillement et les habitations, nous pouvons maintenir autour de nous un micro-environnement tropical, ce qui nous émancipe des variations des conditions environnementales.

L'une des techniques décisives fut la faculté d'allumer un feu et de le contrôler. Les premières traces d'utilisation du feu proviennent d'*Homo Erectus*, ce qui se trouve en corrélation avec d'autres facultés nouvelles de ces hommes-ci et une croissance considérable du volume cérébral. La maîtrise du feu requiert déjà une action prévoyante. Pour cela, le penser doit avoir été découplé de la situation actuelle, ce qui élargit la possibilité de l'action flexible. On doit prévoir que le feu consomme de la matière combustible, que l'on doit remettre au bon moment et qui doit être accumulée d'avance. On doit pouvoir se représenter que l'on aura froid si le feu baisse ou plus généralement, prévoir les besoins que l'on aura à l'avenir et donc agir déjà maintenant.

La cuisson décompose mieux les aliments, pour en retirer plus d'énergie. Particulièrement le cerveau, qui ne cesse de grossir, a besoin de beaucoup d'énergie. Notre cerveau actuel utilise environ 20% de l'énergie que nous absorbons, au plan énergétique c'est donc un organe très « coûteux » sur ce plan.

Par son gros cerveau, l'être humain occupe une position unique parmi les Primates. Par ailleurs, des données comparables indiquent que le cerveau humain a subi dans l'évolution plus récente une réorganisation considérable. En fait partie aussi la différenciation de ces aires cérébrales qui sont importantes pour l'adresse des mains, des jambes et de l'appareil vocal, comme aussi la formation de la couche caractéristique pour l'homme de l'écorce cérébrale.

Ce qui est particulièrement proéminent, cependant, c'est la vaste formation du cerveau antérieur, qui n'est pas fixé sur une fonction déterminée, mais compétent pour la gouvernance du comportement flexible, de nouvelles combinaisons et de la planification de mouvements arbitraires. Il est pour ainsi dire laissé libre de faire des associations créatives. Avec cela surgit aussi le préalable que chez l'être humain, ce qui relève des modes de comportements fixés par des pulsions ou par la vie instinctive est réprimé largement et peut être remplacé par des actions menées de manière autonome.

### *Commencements de l'évolution culturelle*

Les outils de pierre déjà mentionnés fournissent aussi des compréhensions sur les facultés mentales des Hominidés primitifs qui se développent. Alors que les outils primitifs sont frappés de façon prépondérante à partir des formes originelles du matériau disponible (Oldowayen inférieur), par la suite, une représentation de la forme à laquelle il faut aboutir fut requise, ainsi qu'une mise en œuvre pratique pour y parvenir.

L'utilisation de l'outil chez les animaux reste très simple, alors que l'être humain l'a développée dans une multiplicité de formes et avec une adresse jamais atteintes dans le monde animal. Déjà les outils de l'Oldowayen indiquent une faculté de travailler la pierre, telle qu'elle ne peut pas être apprise chez le chimpanzé actuel. Des récentes tentatives d'enseigner aux chimpanzés la taille des pierres ont échoué. Par la suite, les outils en pierre commencèrent à avoir une mise en forme et des retouches tellement affinées, qu'ils renvoient nettement à des aspects esthétiques (8).

Avec cela il y a donc bien des objets vraiment anciens, qui indiquent déjà des éléments artistiques simples. Beaucoup des choses que les hommes de l'Aurignacien ont laissé derrière eux reçurent une détermination encore plus largement artistique. Les riches découvertes en Europe, d'il y a environ 40 000 ans ont été mises en relation avec l'*Homo sapiens* moderne, qui à cette époque se répandait à partir de l'Afrique. En font partie de façon exemplaire les sculptures et gravures sur os, défenses d'éléphant ou ramures (p.ex. bois du cerf, *ndt*). Ce degré de liberté est à présent atteint qui permet de produire un art qui était alors complètement découplé des nécessités du maintien de la vie.

Les produits artistiques reflètent une faculté qui évolue de manière nouvelle, qui manie des images et des formes abstraites et communique au moyen de celle-ci. C'est à cette époque que prit naissance cet admirable art rupestre des cavernes dans le Sud-Ouest de la France et le Nord de l'Espagne. Les images qui représentent de manière prépondérante le monde animal de l'époque tertiaire, avec souvent des détails très caractéristiques, ont effectivement pris naissance en étant décou-

plées, dans l'obscurité de la caverne, de la perception directe du motifs peint. On peut admettre que cette peinture rupestre était tout un champ d'exercice essentiel pour manier des représentations et des images intérieures de plus en plus autonomes (9).

Pendant le néolithique, les êtres humains atteignirent une autre émancipation par l'agriculture et la domestication des animaux, en devenant plus indépendants des ressources alimentaires offertes par l'environnement et en pouvant organiser eux-mêmes une grande part du comblement de leurs besoins. Huttes et habitations servirent de plus en plus de protection vis-à-vis du temps météorologique, et l'équipement technique rendit maîtrisables maintes influences de l'environnement. Aujourd'hui cette émancipation va si loin d'une manière multiple que nous avons perdu dans une mesure considérable le contact avec l'environnement naturel que nous avons détruit.

### *Le temps de l'adolescence*

L'être humain dispose d'un temps exceptionnellement long pour son évolution : l'adolescence, qui se tient aussi en interdépendance avec la prise d'autonomie (10) : un temps plus long pour apprendre et mûrir des facultés, étendre considérablement les activités culturelles et individuelles que l'on peut développer vis-à-vis des comportements acquis de manière plus instinctive, lesquels chez l'être humain actuel, jouent encore à peine un rôle. Cela se laisse aussi constater dans la maturation du cerveau qui, parmi celle de tous les Primates, dure le plus longtemps. Ceci et la possibilité d'une maturation par l'exercice et l'expérience qui élargissent drastiquement la plasticité des fonctions du cortex.

Des recherches ont montré que le Néandertalien spécialisé vécut une accélération de son évolution corporelle comparée à celle d'autres hommes primitifs et de l'actuel *H. sapiens*, de sorte qu'il était un adulte prématurément évolué (11). La haute flexibilité de l'*H. sapiens* avec la formation d'une culture particulièrement différenciée, se base donc directement sur le ralentissement de l'évolution dans l'âge de sa jeunesse. De cela se laisse facilement déduire qu'il est d'une importance décisive, pour le jeune homme actuel, de disposer de suffisamment de temps pour son évolution individuelle. Toutes les tentatives d'accélérer la formation et l'éducation réduiront ses possibilités créatrices. C'est justement l'école qui devrait tout engager pour utiliser ce potentiel de liberté des jeunes hommes, encourager sa prise en compte et veiller au temps nécessaire à son épanouissement. Il n'est pas outrancier d'affirmer que ceci appartient à ce que l'évolution nous a apporté de plus précieux.

Ici, il devient aussi à présent évident que le jeu appartient de manière élémentaire à notre nature humaine. On en rencontre des échos, comme exposé plus haut, déjà chez les Mammifères et les Oiseaux. Mais chez aucun autre être vivant que chez l'être humain, le jeu n'est aussi important, et pas seulement dans l'enfance et l'adolescence. Les jeux constituent une vaste part de la culture. Des échecs au football, de l'équitation au ski, jusqu'aux jeux olympiques, nous cultivons notre émancipation. Dans le sport ou bien aussi dans la merveilleuse acrobatie du cirque, nous relions le jeu avec la culture pratique de l'autonomie de mouvement.

Dans le jeu nous sommes créateurs. C'est ce que savait déjà Friedrich Schiller, qui formula dans ses *Lettres sur l'éducation esthétique de l'être humain* (15<sup>ème</sup> lettre) : « ... L'homme ne joue que là où, au plein sens du terme, il est homme, ou bien il n'est que totalement homme que là où il joue ». (12).

L'historien néerlandais de la culture, Johan Huizinga (2009) a même mis au point un modèle explicatif, selon lequel l'être humain a développé ses facultés particulièrement par le jeu (*Homo ludens* = l'homme jouant). Il découvre dans le jeu ses qualités individuelles et il évolue vers ce qu'il est, à l'appui des expériences qu'il y réalise. Jouer présuppose une liberté d'action et un penser personnel.

La nature, telle qu'elle nous a laissé naître de l'évolution, fournit donc le fondement pour les possibilités flexibles à un haut degré de l'être humain créateur de culture. Le résultat de notre évolution organique est un haut degré de flexibilité sur les plans les plus variés et forme ainsi les conditions physiologiques préalables pour la possibilité de la liberté. L'être humain n'est en aucun cas



déterminé par sa nature. Bien plus, il est équipé par la nature même de vastes possibilités de liberté, qui peuvent être saisies par la culture et menées plus loin — largement au-delà de ce que la nature elle-même offre purement et simplement en possibilités. L'histoire biologique de l'humanité doit être racontée dans les concepts d'autonomie, de flexibilités et de degrés de liberté croissants.

Mais il ne s'agit toujours que d'une autonomie relative, car en même temps, nous sommes reliés à de nombreuses conditions de l'organisme et de l'environnement. Nous avons besoin de nourriture, de sommeil, de détente, d'un environnement social sain et beaucoup plus. Notre action aussi est rattachée à des conditions organiques, et de multiples déclencheurs archaïques et peu réfléchis de modes comportementaux semblent jouer un rôle. Si l'on ne considère que cet aspect de notre nature, des théories — comme celle de la psychologie évolutive, mentionnée au début de l'article — découvrent en cela effectivement leurs arguments, et il se peut même que telle ou telle autre interprétation dans cette perspective soit pertinente. Mais on ne peut pas restreindre unilatéralement l'action humaine à cette perspective.

Des restrictions de santé peuvent plus ou moins fortement limiter nos possibilités. La santé ne signifie-t-elle pas, en général, de disposer d'une vaste autonomie, aussi bien corporelle que d'âme et d'esprit ?

Dans cette acception, notre nature n'est pas déterminante, mais elle rend possible. Avec cela se résout l'opposition décrite au début de cet article entre la manière de voir de la philosophie et celle de la science de la nature.

### *Philosophie de la liberté*

Dans l'ouvrage *La Philosophie de la Liberté*, Rudolf Steiner (1918) développe qu'il échoit à l'être humain une faculté fondamentale de liberté. Il est vrai que cette liberté n'est pas donnée dans toutes les actions humaines, mais seulement là où l'être humain en vient à un jugement indépendant, réellement individuel. L'esprit libre agit selon ses propres intuitions, qu'il choisit dans la totalité de son monde idéale par le penser. Cette conception, il la caractérise, comme un « individualisme éthique ». Dans le douzième chapitre, il formule : « L'individualisme éthique ne se trouve... pas en contradiction à une théorie de l'évolution correctement comprise, au contraire, il en découle directement. L'arbre phylogénétique de Haeckel, — depuis les animaux archétypes, en bas, jusqu'à l'être humain en tant qu'être organique, en haut, — devrait se laisser suivre en s'élevant sans interruption de conformité aux lois naturelles ni rupture d'évolution homogène, jusqu'à l'individu en tant qu'être doté dans un sens déterminé d'une conscience morale... L'individualisme éthique est... le couronnement de l'édifice, que Darwin et Haeckel se sont efforcés d'obtenir. C'est une doctrine évolutive spiritualisée, transposée sur la vie de la conscience morale... D'une science de la nature qui se comprend elle-même, l'individualisme n'a rien à redouter ; l'observation démontre la liberté, en tant que caractéristique de la forme la plus accomplie de l'action humaine » (pp.198-201).

Avec le concept décrit ci-dessus de la naissance de l'autonomie dans l'évolution est confirmée et traitée dans les détails cette hypothèse que « l'arbre phylogénétique de Haeckel », comme Steiner l'exprima dans son époque, devrait se laisser suivre de bas en haut, jusqu'à l'être humain en tant qu'être capable de liberté.

### *Encore un coup d'œil sur les animaux*

Je veux en revenir une fois encore aux animaux. Il est grandiose de faire l'expérience de la manière dont ce panorama de l'autonomie est prédisposé le plus diversement chez eux. Au travers des connaissances décrites, j'ai acquis une nouvelle perspective sur de nombreux phénomènes de la nature. Assister au spectacle des animaux qui jouent n'est pas seulement une observation charmante, mais cela rend encore perceptible la manière dont la nature commence à se dépasser elle-même. Observer un chat qui est en train de chasser, avec ses mouvements dynamiques, élégants et précis, voir la manière dont les bœufs musqués, avec leur immense autonomie métabolique, affrontent le rude climat de Dovrefjell en Norvège, ou bien les manœuvres du vol des corbeaux côtiers, cela donne sur cet arrière-plan des discernements sur ce que la nature a à raconter.

Lorsque les oiseaux de proie, tôt le matin, sans un seul coup d'aile, en suivant les courants thermiques ascendants, se laissent porter vers les hauteurs, ils célèbrent leur autonomie de mouvement dans le vol et dans le jeu avec les courants, comme s'ils voulaient nous communiquer ce qu'est pour eux l'incarnation même de la liberté.

Walter Streffer a ouvert mes oreilles à l'immense flexibilité que peuvent produire les maîtres chanteurs de nos oiseaux. Éprouver comment un cheval dressé met à la disposition de son cavalier sensible ses possibilités de mouvement et y exhibe à l'occasion sa beauté et son élégance ; observer la collaboration engagée par un chien qui conduit un aveugle ; ou bien voir la joie de folâtrer et de se mouvoir des dauphins : toutes ces expériences reçoivent une nouvelle dimension.

Au moyen de l'empathie, nous pouvons vivre la vie émotionnelle de nombreux animaux (13). La joie, l'affection, le bien-être, l'irritation et le chagrin, sont des facultés d'animaux hautement autonomes. Je partage absolument, eu égard à ces connaissances, l'appel pressant de Marc Bekoff (2007) pour un changement radical dans notre façon de fréquenter les animaux dans l'agriculture industrielle et dans les expérimentations scientifiques<sup>(\*)</sup>.

Le comportement des animaux fascine des hommes de tous âges et il y a beaucoup de choses qui nous relie à eux. Nous percevons en eux une partie de nous-mêmes. Bekoff écrit : « *In many ways, we are them and they are us. [De nombreuses façons nous sommes eux et ils sont nous]* ». Le chercheur en comportement Günter Tembrock, qui mourut en janvier 2011, à l'âge de 92 ans, le disait encore plus justement : « La totalité animale est fourrée dans l'être humain, mais pas la totalité de l'être humain dans l'animal » (14). Le philosophe Hans Jonas (1973) relie aussi l'origine de la liberté avec l'ensemble du monde animal et la fait remonter à ses origines les plus primitives :

« Dans les indignations bruyantes sur l'insulte, que la doctrine de l'ascendance animale a provoquées à la dignité métaphysique de l'être humain, on n'a pas vu que selon le même principe du règne global de la vie, quelque chose de sa dignité lui fut ainsi rendu. Si l'homme est apparenté aux animaux, alors les animaux sont aussi apparentés à l'homme et ils sont porteurs, selon certains degrés, de cette intériorité dont l'être humain, le genre biologique le plus avancé parmi eux, est conscient en lui-même... À quel point ensuite, dans l'énorme tension de cette série, peut-on tirer un trait d'un « zéro » en intériorité » de l'aspect animal, dont nous nous sommes détournés et le « un » commençant sur lequel, nous nous sommes tournés ? Où ailleurs qu'au commencement de la vie peut être situé le début de l'intériorité ? » (Jonas 1992, p.17).

#### **Die Drei, n°10/2012**

(Traduction Daniel Kmiecik)

#### **Notes :**

1. Par exemple, Geyer 2004, Janich 2008, Nida Rümelin 2005 ; voir la bibliographie en ordre alphabétique à la fin de l'article.
2. Par exemple, Neuweiler 2008, Heilingner 2007, Damasio 2010, Fuchs 2009, Scheurle 2007, Thompson 2007.
3. Lewontin *et al.* 1988, 1991, 2002, Holdrege 1999, Strohmman 1998, 2001, 2002, Wieser 1998.
4. Bauer 2008, Jablonka 2005, Spork 2009.
5. Une exception remarquable de ces unilatéralités répandues c'est le livre récent de Brigitte Falkenburg 2012, qui mérite d'être lu et qui est facile à lire sur le neurobiologie.
6. Une discussion détaillée de ce problème se trouve chez Rosslénbroich 2002, 2006b.
7. Rosslénbroich 2006a, 2007, 2009, 2012.
8. Schad 1985.
9. Rosslénbroich et Rosslénbroich 2012.
10. Kipp 1991.
11. Ziegler 2004, Ramirez Rozzi & Bermudez de Castro 2004, Smith *et al.* 2010.
12. Cité d'après Matuschek 2009.
13. Certaines recherches modernes sur le comportement parviennent à accueillir cela dans le contexte de descriptions scientifiques : Marc Bekoff (2007), Frans de Waal (2011), Lawick-Goodall J van (1971).
14. Harmut Wewetzer : Günter Tembrock. *Une oreille pour l'animal*, dans *Tagespiegel* 27.1.2011.

(\*) Surtout que pour la pharmacologie et ma cosmétologie, le modèle animal s'est révélé parfaitement inutile, voire induisant même en erreur, car il n'y a pas d'extrapolation sérieuse possible des résultats ou d'effets nocifs des médicaments des animaux à l'être humain ; pour la biochimie les essais se poursuivent désormais pratiquement uniquement sur des cellules en culture, standardisées, que l'on éternise ainsi. Seule la physiologie peut encore avoir recours occasionnellement à des études sur l'animal, mais il y a désormais des règles à respecter (note du traducteur : Dr. d'État en biologie. D. Kmiecik)

**Dr. Hab. Bernd Rosslenbroich** dirige l'Institut pour la biologie évolutive à l'Université de Witten/Herdecke.  
[www.uni-wh.de/fgesundheit/institut-evolutionsbiologie/](http://www.uni-wh.de/fgesundheit/institut-evolutionsbiologie/)  
[rosslenbroich@uni-wh.de](mailto:rosslenbroich@uni-wh.de)

### Littérature :

(Sauf indication explicite, ces ouvrages sont rédigés en allemand)

- Bauer J. (2008) : *Le gène de coopération. Adieux au darwinisme*, Hambourg.
- Bekoff M. (2007) : *La vie émotionnelle des animaux* (en anglais), Novato Californie.
- Burghardy G. (2005) : *La genèse du jeu animal. Vérifier les limites* (en anglais), Cambridge, MA.
- Damasio A. (2010) : *Le soi arrive à l'esprit. En construisant le cerveau conscient* (en anglais), Londres.
- Eibl-Eibesfeldt I. (1999) : *Grandes lignes d'une recherche comparative en comportement*, Munich, Zürich.
- Falkenburg B. (2012) : *Le mythe du déterminisme. Dans quelle mesure la recherche sur le cerveau nous explique-t-elle ?*, Heidelberg.
- Fuchs T. (2009) : *Le cerveau : Un organe de mis en relation. Une conception phénoménologique et écologique*, Stuttgart.
- Geyer C. (Éditeur) (2004) : *Recherche sur le cerveau et liberté de la volonté*, Francfort sur le Main
- Heiling J.C. (Éditeur) (2007) : *Histoire naturelle de la liberté*, Berlin, New York.
- Holdrege C. (1999) : *Le contexte oublié. Projet d'une génétique intégrale*, Stuttgart.
- Huizinga J. (2009) : *Homo ludens. De l'origine de la culture dans le jeu*, Hambourg.
- Jablonka E., Lamb M.J. (2005) : *L'évolution en quatre dimensions, génétique, épigénétique, comportementale et variation symbolique dans l'histoire de la vie* (en anglais), Cambridge MA.
- Janich P. (Éditeur) (2008) : *Naturalisme et image de l'être humain*, Hambourg.
- Johanson D., Edgar B. (2000) : *Lucy et ses enfants*, Heidelberg.
- Jonas H. (1973) : *Organisme et liberté. Rudiments d'une biologie philosophique*, Göttingen.
- Jonas H. (1992) : *Investigations philosophiques et présomptions métaphysiques*, Francfort sur le Main, Leipzig.
- Kipp F.A. (1980, 2<sup>e</sup>1991) : *L'évolution de l'homme dans la perspective de sa longue adolescence*, Stuttgart.
- Lawick-Goodall J ; van (1971) : *Chimpanzés sauvages, Dix années d'études comportementales au fleuve Gombe*, Hambourg.
- Lewontin R. (2002) : *La triple hélice. Gène, organisme et environnement*, Heidelberg.
- Lewontin, R ; Rose S., Kamin L.J. (1988) : *De gènes, ce ne sont pas. Biologie, idéologie et nature humaine*, Munich.
- Lewontin R.C. (1991) : *La biologie en tant qu'idéologie* (en anglais), New York.
- Matuschek S. (Éditeur) (2009) : Friedrich Schiller : *Sur l'éducation esthétique de l'être humain dans une série de lettres*, Francfort sur le Main.
- Neuweiler G. (2008) : *Et nous ne sommes pas encore — le couronnement de l'évolution*, Berlin.
- Nida-Rümelin J. (2005) : *Sur la liberté humaine*, Stuttgart.
- Ramirez Rozzi F.V., Bermudez de Castro J.M. (2004) : *Croissance étonnement rapide chez l'homme de Néandertal* (en anglais), dans **Nature** **428**, 936-939.
- Rosslénbroich B. (2002) : *Histoire et problème du concept d'évolution supérieure*, dans : *Annuaire Tycho de Brahe*, 7-75.
- Rosslénbroich B. (2006a) : *Au sujet de l'apparition de l'autonomie dans l'évolution— Un aperçu* dans : *Annuaire Tycho de Brahe*, 157-200.
- Rosslénbroich B. (2006b) : *La notion de progrès dans la biologie évolutive — le problème non résolu et une suggestion empirique*, (en anglais) dans **Biology and Philosophy** **21**, 41-70.
- Rosslénbroich B. (2007) : *L'augmentation d'autonomie en tant que mode macro-évolutif*. Nümbrecht.
- Rosslénbroich B. (2009) : *La théorie de l'autonomie croissante dans l'évolution: une proposition en vue de comprendre les innovations macro-évolutives*, (en anglais) dans **Biology and Philosophy** **24**, 623-644.

- Rosslenbroich B. (2012): *Sur l'origine de l'autonomie — une nouveau regard sur les transitions dans l'évolution* (en anglais), ( en préparation).
- Rosslenbroich M., Rosslenbroich B (2012) : *L'art rupestre franco-espagnol — berceau de l'autonomie de la conscience humaine* (en anglais) dans **Die Drei**, 11/2012 (en préparation).
- Roth G. (2001) : *Sentir, penser, agir. Comment le cerveau gouverne notre comportement*, Francfort sur le Main.
- Schad W. (1985) : *Les premières connaissances sur la pierre de la Terre. De l'art de l'Atlantéen tardif.*, dans **Die Drei** 11/1985, 795-825.
- Scheurle H.J. (2007) : *fonction cérébrale et liberté volontaire, une théorie cérébrale minimaliste. Perspectives.*, dans Matthiessen P. (Éditeur) : *écrits sur la pluralité en médecine*, Francfort sur le Main.
- Singer W. (2003) : *Une nouvelle image de l'homme ? Entretiens sur la recherche cérébrale.* Francfort sur le Main.
- Smith T.M., Tafforeau P. Reid D.J., Pouech J., Lazzari V., Zermeno J.P., Guatelli-Steinberg D., Olejniczak A.J., Hoffman A., Radovcici J., Makaremi M., Toussaint M., Stinger C., Hublin J.J. (2010) : *Preuves dentaires de différences ontogéniques entre l'homme moderne et Néandertal*, (en anglais) dans **Proceeding of The National Academy of Sciences of the United States of America [PNASUSA]** 107 (49), 20923-20928, DOI : 10.1073/pnas.1010906107.
- Spork P. (2009) : *Le second code : Épigénétique — ou bien comment nous pouvons gouverner notre hérédité*, Hambourg.
- Steiner R. (1918) : *La Philosophie de al Liberté (GA 4)*, édition de Dornach 1978.
- Streffer (2009) : *Sphères du son. Motif de l'autonomie dans le chant des oiseaux*, Stuttgart.
- Strohman R. (2001)/ *Qu'est-ce qui vient après le déterminisme génétique ?*, dans **Laborjournal** 6, 24-26.
- Strohman R. (2002) : *Manœuvrer dans le passage complexe du génotype au phénotype* (en anglais), dans **Science** 296, 701-703.
- Strohman R.C. (1998)/*Une révolution hardie en biologie est en train. Matériau de travail en vue d'une évaluation et de l'appréciation des conséquences de la technologie de la bio-technologie moderne*, dans **Universität Hamburg N°9**.
- Thompson E. (2007) : *L'esprit dans la vie. Biologie, phénoménologie et sciences de l'esprit*, (en anglais), Cambridg/MA, Londres.
- Waal F. de (2011) : *Le principe de l'empathie. Que pouvons-nous apprendre de la nature pour mieux la comprendre*, Munich.
- Wieser W. (1998) : *La découverte de l'individualité ou bien le second visage de l'évolution*, Heidelberg, Berlin.
- Ziegler R. (2004) : *Croissance accélérée chez les Néandertaliens*, dans **Naturwissenschaft Rundschau** 57 (9), 510-511.