



**HAL**  
open science

## Les Néanderthaliens européens et le monde animal.

Marylène Patou-mathis

► **To cite this version:**

Marylène Patou-mathis. Les Néanderthaliens européens et le monde animal.. (E. Paillet, P. Paillet, E. Robert, dir.) Voyages dans une forêt de symboles. Mélanges offerts au Professeur Denis Vialou., Éditions du CEDARC, Musée du Malgré-Tout, pp.249-253, 2020. hal-02943850

**HAL Id: hal-02943850**

**<https://hal.science/hal-02943850>**

Submitted on 26 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

# Les Néanderthaliens européens et le monde animal

*Marylène Patou-Mathis\**

En Europe, les Néanderthaliens ont vécu durant une longue période, entre 350 000 et 35 000 ans environ, sur un vaste territoire qui s'étendait de l'Atlantique à l'Altaï et l'Ouzbékistan. Durant les phases tempérées comme lors des forts refroidissements, la faune était riche et diversifiée. Les animaux ont été pour les Néanderthaliens des proies ou des concurrents et un ensemble de ressources alimentaires et non alimentaires. Leur subsistance dépendait en grande partie du monde animal, il est donc plus que probable que celui-ci ait tenu une place centrale non seulement dans leur sphère domestique mais aussi sociale et symbolique.

## Les carnivores : des concurrents mais pas que...

Au temps des Néanderthaliens, ils étaient abondants et diversifiés. Les loups, à l'affût de morceaux de carcasses abandonnées ou d'os à ronger, vivaient probablement à proximité de leurs campements et parfois s'y installaient après le départ de leurs occupants. Les hyènes et les ours des cavernes se réfugiaient souvent dans les mêmes grottes pour respectivement y mettre bas et hiverner. Les lions des cavernes et les panthères leur disputaient les mêmes proies de même que l'Hyène, redoutable chasseur en meute. À côté de ces grands prédateurs vivaient de plus petites espèces : le Cuon dans les zones escarpées et boisées de l'Est de l'Europe, les lynx, boréal au Nord et pardelle dans les régions plus méridionales, le Chat sauvage dans les forêts tempérées, les renards, roux et polaires, et plusieurs mustélidés parmi lesquels le Blaireau, le Putois d'Europe et, durant les périodes froides, le Putois des steppes et le Glouton.

Les Néanderthaliens ont peu consommé la viande de carnivores, par contre, ils les ont chassés, surtout les loups et les renards, pour leur fourrure, qu'il leur arrivait de prélever sur des dépouilles d'animaux déjà morts comme, fait exceptionnel, celle d'un lion des cavernes à Obi-Rakhmat (Ouzbékistan). Ils n'ont que rarement récupéré leurs os, quelques fibula utilisées comme perçoirs. Les derniers Néanderthaliens ont perforé quelques canines de loup et de renard (D'Errico *et al.* 1998).

## *Les ours*

Les Néanderthaliens ont connu quatre espèces d'Ursidés : les derniers ours de Deninger (ancêtres de l'ours des cavernes) et noir du Tibet dans les forêts tempérées de l'avant

dernière glaciation, l'Ours brun et l'Ours des cavernes. Ils les ont relativement peu chassés, excepté l'Ours brun qu'ils ont tué pour sa chair et sa fourrure et dont ils ont parfois récupéré et perforé les dents. Lors du Dernier Interglaciaire, il y a environ 120 000 ans, les Néanderthaliens qui vivaient à Taubach (Allemagne) ont abattu 52 ours bruns, utilisé leurs os comme combustibles et, fait inhabituel, intentionnellement brisé 80% des canines (Kürten 1976 : 105), c'est-à-dire les armes naturelles de ces animaux.

La relation entre les Néanderthaliens et l'Ours des cavernes apparaît singulière. L'hypothèse de la pratique d'un culte à cet Ursidé, émise pour la première fois par Emile Bächler (1940), fut très vite contestée, en particulier par Frédéric Koby (1953). Mais ce sont les recherches menées par Jean-Pierre Jéquier sur le fameux « Moustérien alpin » qui sonnèrent le glas de cette hypothèse (Jéquier 1975). Il démontra que les accumulations d'ossements d'ours des cavernes résultaient de la décomposition de cadavres d'individus morts durant leur hibernation dans les grottes. Alors qu'ils ont parfois chassé les autres espèces d'Ursidés, les Néanderthaliens n'ont quasiment pas chassé l'Ours des cavernes (Patou 1988). Abondant dans l'environnement, cet animal de forte stature mais végétarien, donc moins agressif que la plupart des autres ours, n'était pas plus difficile à chasser que d'autres espèces comme l'Aurochs. Pourtant, ils n'ont quasiment jamais ni consommé sa viande ni prélevé leurs canines ou leurs os et qu'occasionnellement récupéré leur fourrure, mais sur des bêtes mortes. La raison de cette « non chasse » ne relève pas d'une incapacité technique mais serait plutôt à rechercher du côté du statut qu'avait cet animal dans les sociétés néanderthaliennes. Peut-être se sont-ils abstenus de tuer l'Ours des cavernes parce qu'il tenait une place particulière dans leur cosmogonie. Ce n'est qu'à partir d'environ 45 000 ans, période marquée par l'arrivée des Hommes modernes en Europe, qu'il devint une proie ordinaire pour les derniers Néanderthaliens.

221

## **L'animal « bon à manger »**

Omnivores, les Néanderthaliens exploitaient une large gamme de ressources, tant végétales qu'animales, en pratiquant la cueillette, la collecte, y compris celle de charognes fraîches, la pêche et la chasse. Avec leur corps puissant et des activités physiques intenses, ils avaient besoin d'une alimentation riche en calories, que seule, à l'époque, la viande pouvait leur apporter.

### *Ressources aquatiques et petit gibier*

Ils ont consommé modérément des oiseaux (Perdrix, Lagopède, Canard, Cygne) et des poissons d'eau douce (Brochet, Truite) mais aussi marins (Saumon). Ils ont collecté et

mangé divers mollusques d'eau douce et marins qui vivent dans l'estran (*coques*, moules, patelles, amandes, Saint-Jacques) et parfois des oursins (Stringer *et al.* 2008). Ils ont également utilisé les valves creuses des *spondyles*, Saint-Jacques et vernis comme godet et même taillé des outils dans des coquilles de vernis (Villa *et al.* 2020). Les Néanderthaliens installés dans les grottes de Gibraltar ont également chassé ou plus vraisemblablement charogné des mammifères marins, dauphins et phoques, échoués sur la côte dont ils récupéraient la viande mais aussi la moelle contenue dans les os longs (Stringer *et al.* 2008). Fréquemment, ils ont capturé, pour leur viande mais aussi pour leur fourrure, de nombreuses espèces de lagomorphes - le Lapin de garenne dans la péninsule ibérique ou sur le pourtour méditerranéen, le Lièvre d'Europe et, pendant les phases froides, le Lièvre variable et le Lièvre siffleur ou pika des steppes -, et plus rarement de gros rongeurs - le Castor durant le dernier interglaciaire et la Marmotte alpine et la Bobac dans les régions montagneuses (Patou-Mathis 2018). Quelles que soient la région et la période, ils ont surtout consommé de la viande de grands herbivores.

### *Le grand gibier*

Les Néanderthaliens étaient d'excellents chasseurs capables de tuer de grands mammifères. S'ils ont chassé préférentiellement les animaux grégaires et migrateurs qui pâturaient dans les steppes ou les prairies (chevaux sauvages, bisons des steppes, rennes), ils ont abattu des espèces rupicoles (divers bouquetins, chamois, tahrs, tours du Caucase) dans les régions à reliefs et des espèces forestières lors des phases climatiques tempérées et dans les zones méridionales (surtout des cerfs et plus rarement des aurochs et des sangliers). Ils ont chassé beaucoup plus occasionnellement les derniers bisons forestiers, les ovibos, mégacéros, élans, chevreuils et daims. En Europe orientale, ils ont pratiqué des chasses spécialisées aux *Equus hydruntinus* (petit équidé proche de l'hémione asiatique) et aux antilopes saïga. Si les Néanderthaliens ont souvent consommé la viande de gros mammifères – des rhinocéros (laineux durant les périodes froides, de prairie durant les épisodes climatiques un peu moins rigoureux et de Merck durant des périodes tempérées), l'Éléphant antique (dans les forêts des périodes tempérées de l'avant dernière glaciation et durant le dernier interglaciaire) et le Mammouth laineux – ils ne les ont chassé que rarement. Leur viande provenait surtout d'animaux morts « naturellement » ou tués par un autre prédateur. Ces proies leur fournissait de nombreuses ressources alimentaires : viande, sang, abats dont la cervelle, la langue et le foie, lard et moelle et parfois du liquide amniotique et du lait quand il s'agissait de femelles gravides ou allaitantes. Ils prélevaient même la graisse contenue dans les os en confectionnant des bouillons.

L'animal fait société. Partagé, il appartient à l'ensemble de la communauté. Cette pratique équitable assure la cohérence du groupe et renforce les liens entre les

membres. En outre, un morceau de gibier peut devenir objet d'échange ou présent au sein du réseau tissé entre différentes communautés. Quant à la chasse, elle forge des traditions et crée des souvenirs collectifs, des légendes et des mythes centrés sur l'animal (Patou-Mathis 2017).

## **L'animal, ressource de matières premières**

De l'animal, les Néanderthaliens ont également tiré des ressources non alimentaires indispensables à leur vie quotidienne, notamment la peau, les os et les bois de cervidés. Ils ont prélevé la peau de la plupart des herbivores chassés pour confectionner leurs vêtements, leurs sacs ou autres récipients, et aménager l'intérieur et l'extérieur de leur habitation. La découpe d'une proie leur permettait de récupérer des os en très grand nombre. Cette matière première a été utilisée brute et, plus rarement, façonnée. Les os ont servi de combustibles et certains d'armatures d'habitation. Dans les grandes plaines d'Europe centrale et orientale, ils ont utilisé des ossements de mammoth, le plus souvent récupérés sur des squelettes, pour construire de grands abris-vents voire des cabanes (Demay, Péan & Patou-Mathis 2012). De par leur forme, certains os ont servi de godets (cavité cotyloïde de l'os coxal de cheval et de bison) ou de « planches à découper » (aile d'omoplate et ilion de coxal de gros mammifère comme le Rhinocéros à Krapina en Croatie, Patou-Mathis 1997). Pour retoucher ou affûter leurs outils, les Néanderthaliens ont très souvent utilisé des retouchoirs, fragments de diaphyse d'os longs et parfois des extrémités distales d'humérus et des phalanges proximales et intermédiaires de grands ongulés (Patou-Mathis dir. 2002).

222

Les Néanderthaliens ont relativement peu taillé d'outils en os : quelques racloirs, pièces bifaciales et pointes (sur fragments de diaphyses d'os longs et de côtes, le plus souvent de cheval et de boviné mais aussi d'éléphant antique ou de mammoth), des poinçons (à partir de diaphyses d'os longs et de côtes d'ongulés et parfois de mammoth), perçoirs (surtout des métapodiens vestigiaux de cheval) et lissoirs (sur côte de cerf, à l'abri Peyrony et au Pech-de-l'Azé I, Dordogne) qui ont servi à travailler des matières souples, probablement de la peau (Soressi *et al.* 2013). Les pièces façonnées deviennent plus abondantes dans les outillages dits de transition, entre le Paléolithique moyen et supérieur. Les Néanderthaliens ont peu utilisé les dents d'animaux – quelques molaires de cheval comme retouchoirs, une canine de sanglier comme écorçoir (à Obi-Rakhmat) – et les bois de cervidés – quelques pointes, percuteurs, pics ou pioches (bois de chute). Dans plusieurs sites, ils ont accumulé dans leur habitation des ramures de cerfs ou de rennes, peut-être stockées dans le but de construire des auvents de protection comme les bois de chute de rennes retrouvés juste à l'entrée de la grotte Raj, Pologne (Patou-Mathis 2004).

L'absence d'outillages en ivoire de mammouth et la relative rareté de ceux en os et en bois de cervidés, matières premières abondantes, ne peut s'expliquer là encore par une incapacité technique. Deux hypothèses peuvent être avancées : (1) les Néanderthaliens ayant une industrie en bois végétal extrêmement performante n'ont pas eu besoin de les employer (2) leur conception du monde animal les empêchait de les transformer en armes ou outils (Patou-Mathis 2010).

## **L'animal « porté »**

Si les Néanderthaliens ont quelquefois porté des parures en matière d'origine animale, très peu de ces éléments ont été intentionnellement perforés ou rainurés. Ces pièces, exceptionnelles dans les niveaux moustériens et micoquiens, deviennent plus fréquentes chez les dernières populations néanderthaliennes : fossiles percés, dents perforées de renne et de cerf et perles en ivoire de mammouth. Les Néanderthaliens ont également utilisé des coquilles de certains mollusques marins (amandes, bucardes, spondyles et Saint-Jacques), naturellement perforées au niveau de l'umbo, comme pendeloques (Zilhão *et al.* 2010). Alors qu'ils possédaient la plupart des techniques nécessaires à leur confection (Soressi & d'Errico 2007), les éléments de parure sont rares. La parure n'est pas qu'esthétique, elle a souvent une valeur sociale ou symbolique. Elle est une forme de communication qui permet d'identifier la filiation, l'appartenance à un groupe, la position sociale ou l'état civil des individus qui la portent. Peut-être que les Néanderthaliens n'ont pas éprouvé le besoin d'avoir des marqueurs individuels, sociaux ou ethnoculturels.

## *Des plumes et des serres*

Les Néanderthaliens semblent avoir porté un intérêt tout particulier aux corvidés et aux rapaces diurnes. Peu comestibles, ces oiseaux ont été capturés uniquement pour leurs plumes et leurs serres. Ils ont prélevé les rémiges primaires notamment de corbeaux, pies, gypaètes barbus, vautours moines et faucons Kobez (Finlayson 2010) et, dès 130 000 ans à Krapina, récupéré les serres principalement de vautours moines, d'aigles royaux et de pygargues à queue blanche (Patou-Mathis 2018). Ces plumes et ces serres (non perforées) étaient peut-être des ornements mais aussi, investies d'une fonction symbolique, des objets rituels portés ou utilisés par un officiant. On a également découvert des os de vautour fauve (grotte du Renne, Yonne) et de grand corbeau (Zaskalnaya VI, Crimée - Majkić *et al.* 2017) gravés d'entailles régulièrement espacées. Elles ont pu être faites dans l'intention de réaliser un motif esthétique, un signe identitaire (marque de l'artisan ou du propriétaire) ou symbolique.

Les peuples amérindiens prêtaient aux plumes de rapaces et de corvidés différentes vertus, notamment médico-magiques et en tant qu'intermédiaires entre le monde des

vivants et celui des morts, de l'au-delà (Lévi-Strauss 1997). Toutefois l'usage symbolique n'était pas séparé de l'usage ornemental car symbole du pouvoir et de la richesse, elles étaient souvent le signe distinctif du rang social.

## L'animal dans la sphère symbolique

Les animaux chassés, qui assurent la subsistance, sont dans de nombreuses sociétés de chasseurs-cueilleurs au centre de rites, il n'est pas exclu qu'il en fût de même chez les Néanderthaliens. Les espèces préférentiellement chassées ne sont pas toujours ni les plus abondantes dans l'environnement ni les plus faciles à tuer. Peut-être qu'ils ne choisissaient pas leurs proies seulement parce qu'elles étaient faciles à capturer ou « bonnes à manger » mais aussi parce qu'elles étaient « bonnes à penser » (Coppet 1988). Grands chasseurs, ils avaient peut-être eux aussi des rites de chasse et des interdits. Alors que les armes utilisées par les Hommes modernes sont essentiellement d'origine animale, on constate que durant très longtemps les Néanderthaliens ne se sont servis que d'armes en bois végétal ou en pierre. Ils n'ont pas retourné contre les animaux leurs propres armes - dents, cornes, bois. Ce comportement, fréquent chez les peuples chasseurs-cueilleurs traditionnels, témoigne de relations complexes entre eux et leurs proies. Parfois, l'animal accompagnait leurs défunts. Différents éléments ont été retrouvés

223

sur ou près du corps du mort : des morceaux de carcasses d'animaux, des bois de cervidés, des cornes de bovidés (de bouquetin à Teshik-Tash, Ouzbékistan) et des morceaux de défense de mammoth. Dans plusieurs sociétés traditionnelles, l'animal auquel appartenait le quartier de viande ou les attributs devait intercéder en faveur du défunt auprès des divinités ou esprits de l'autre monde (Patou-Mathis 2017).

Le rôle social mais aussi symbolique de l'animal est particulièrement fort dans les sociétés de chasseurs-cueilleurs. Rien n'interdit de penser qu'il n'en fut pas de même dans les sociétés néanderthaliennes sachant qu'elles ont eu des comportements symboliques perceptibles à travers les rituels funéraires, l'utilisation de pigments, la collecte de fossiles, la réalisation de tracés géométriques : nummulite gravée d'un signe cruciforme à Tata, Hongrie (Patou-Mathis 2004) ; pierre gravée à Gorham, Gibraltar (Rodríguez-Vidal *et al.* 2014) ; « masque » de La Roche-Cotard II, Indre-et-Loire (Marquet & Lorblanchet 2000) ; structures en morceaux de stalagmites de la grotte de Bruniquel, Tarn et Garonne (Jaubert *et al.* 2016). Par contre, dans l'état actuel des connaissances, les Néanderthaliens ne semblent pas avoir peint, gravé ou sculpté des animaux. Étant fondée sur des datations indirectes de charbons bois trouvés à proximité des peintures, l'attribution aux Néanderthaliens des représentations de cerfs, bouquetins et phoques

de la grotte de Nerja (Espagne) demeure incertaine. De même, dans la grotte de La Pasiega (Espagne), si la concrétion recouvrant le signe rouge scalariforme a fourni un âge minimal de 64 800 ans environ, les animaux figurés semblent plus récents (Hoffmann *et al.* 2018). Cette absence de figurations animales peut s'expliquer par la volonté des Néanderthaliens de ne pas vouloir enfermer, capturer figurativement un animal, en le contraignant à se prendre au piège d'un espace clos.

Au fil du temps, des relations complexes se sont tissées entre les Néanderthaliens et les animaux, elles outrepassaient sans doute celles qui existent entre un prédateur et sa proie.

## Note

\*Directrice de recherche au CNRS, UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme préhistorique, Département Homme et Environnement du Muséum national d'histoire naturelle, I.P.H. 1 rue René Panhard 75013 Paris, France.

## Bibliographie

Bächler E. – 1940. *Das alpine Paläolithikum der Schweiz im Wildkirchli, Drachenloch und Wildenmannisloch*. Basel. Monographien zur Ur-und Frühgeschichte der Schweiz. Schweizerische Gesellschaft für Ur-und Frühgeschichte 2.

Coppet de D. – 1988. Totem et totémisme. *Encyclopaedia Universalis* 18 : 104-106.<sup>[1]</sup>

Demay L., Péan S. & Patou-Mathis M. – 2012. Mammoths used as food and building resources by Neanderthals : Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine). *Quaternary International* 276-277: 212-226.<sup>[2]</sup>

D'Errico F., Zilhão J., Julien M., Baffier D. & Pelegrin J. – 1998. Neanderthal acculturation in Western Europe? A critical review of the evidence and its interpretation. *Current Anthropology* 39 : S1-S44.

Finlayson C. – 2010. *Birds of the Strait of Gibraltar*. London, Poyser.

Hoffmann D. L., Standish C. D., García - Díez M., Pettitt P. B., Milton J. A., Zilhão J. *et al.* – 2018. U-Th dating of carbonate crusts reveals Neandertal origin of Iberian cave art. *Science* CCCLIX (6378) : 912-915.

Jaubert J., Verheyden S., Genty D., Soulier M., Cheng H. *et al.* – 2016. *Early Neandertal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France*. *Nature* 534 : 111–114.

Jéquier J.-P. – 1975. *Le Moustérien Alpin. Révision critique*. Yverdon. Eburodunum II. Cahier d'Archéologie romande.

Koby F. E. – 1953. Les paléolithiques ont-ils chassé l'ours des cavernes ? *Actes de la Soc. Jurassienne d'Émulation* 57 : 1-48.

Lévi-Strauss C. – 1997. *Anthropologie structurale*. Paris, Pocket.

Kürten B. – 1976. *The Cave Bear story. Life and Death of a Vanished Animal*. New-York, Columbia University Press.

Majkić A., Evans S., Stepanchuk V., Tsvelykh A. & d'Errico F. – 2017. A decorated raven bone from the Zaskalnaya VI (Kolosovskaya) Neanderthal site, Crimea. *PLoS One* 12(3) p.e0173435.

Marquet J.-C. & Lorblanchet M. – 2000. Le « masque » moustérien de la Roche-Cotard, Langeais (Indre-et-Loire). *PALÉO* 12 : 325-338.

Patou-Mathis M. – 2018. *Neandertal de A à Z*. Paris, Allary.

224

Patou-Mathis M. – 2017. *Mangeurs de viande*. De la préhistoire à nos jours. Paris, Perrin (Tempus).

Patou-Mathis M. – 2010. *Neandertal. Une autre Humanité*. Paris, Perrin (Tempus).

Patou-Mathis M. – 2004. Origine des bois de chute de Renne dans un site du Paléolithique moyen : la grotte Raj, Pologne. Miscelanea en homenaje a E. Aguirre. Museo Arqueológico Regional. *Zona Arqueologica, IV : Arqueologia* : 336-350

Patou-Mathis M. — 2004. Nouvelle analyse de la faune de Tata (Hongrie). In : Kissné Cseh J. (éd.), *Topical issues of research of Middle Palaeolithic period in Central Europe*. Budapest, Tudományos Füzetek 12 : 179-190.

Patou-Mathis M. (dir.) – 2002. *Compresseurs, perceurs, retouchoirs... Os à impressions et éraillures*. Cahier X. Paris, Société Préhistorique Française. <sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>

Patou -Mathis M. – 1997. Analyses taphonomique et palethnographique du matériel osseux de Krapina (Croatie) : nouvelles données sur la faune et les restes humains. *Préhistoire Européenne* 10 : 63-90. <sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>

Patou M. — 1988. Consommation courante de l'Ours des cavernes en Europe Occidentale durant le Paléolithique moyen : mythe et réalité. *Anthropozoologica* 2 : 17-20. <sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>

Rodríguez-Vidal J., d'Errico F., Pacheco F.G., Blasco R., Jordi Rosell J. *et al.* – 2014. A rock engraving made by Neanderthals in Gibraltar. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (37) : 13301–13306. <sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>

Soressi M. & d'Errico F. – 2007. *Pigments, gravures, parures : les comportements symboliques*

*controversés des Néandertaliens. In : Vandermeersch B. et Maureille B. (dir.), Les Néandertaliens, biologie et culture. Paris, CTHS : 297-309.*

Soressi M., McPherron S. P., Lenoir M., Dogandžić T., Goldberg P., Jacobs Z. *et al.* – 2013. Neandertals Made the First Specialized Bone Tools in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (35) : 14186-14190.  [10.1073/pnas.1216955110](https://doi.org/10.1073/pnas.1216955110)

Stringer C. B., Finlayson J. C., Barton R. N. *et al.* – 2008. Neanderthal exploitation of marine mammals in Gibraltar. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (38) : 14319–14324.

Villa P., Soriano S., Pollarolo L., Smriglio C., Gaeta M., D’Orazio M., Conforti J. & Tozzi C. – 2020. Neandertals on the beach: Use of marine resources at Grotta dei Moscerini (Latium, Italy). *PLOS ONE* 15 (1) : e0226690.

Zilhão J., Angelucci D. E., Badal - García E., d’Errico F., Daniel F., Dayet L. *et al.* – 2010. Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neanderthals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (3) : 1023-1028.

225

226