

Chronique / Kroniek

Projet de recherche à l'ULB et à l'IRScNB : « La marche des Néandertaliens était-elle similaire à celle des humains modernes ? »

Une plateforme ICT (*Information & Computer Technology*) développée à l'Université Libre de Bruxelles (ULB) semble pouvoir apporter pour la première fois des éléments objectifs à cette question.

Les Hominidés actuels et fossiles se distinguent des autres primates par une posture érigée et bipède, et par une marche à grands pas. D'après certains fossiles, la bipédie chez les premiers Hominidés remonterait à plus de six millions d'années. Parmi ces Hominidés disparus, les Néandertaliens ont vécu dans nos contrées il y a plus de 35.000 ans. De nombreux fossiles néandertaliens ont été trouvés, mais plusieurs questions persistent quant à leur physiologie et leur mode de vie : par exemple, la locomotion des Néandertaliens était-elle comparable à la nôtre ? Au début du XX^{ème} siècle, les paléanthropologues considéraient que les Néandertaliens étaient des créatures velues d'apparence simiesque et aux genoux pliés lors de la marche. Ces idées ont perduré jusqu'à la fin des années 1950 lorsque ces interprétations furent abandonnées suite à des analyses plus objectives des fossiles. Aujourd'hui, on admet que la morphologie squelettique des Néandertaliens leur a permis de marcher de la même manière que nous, humains modernes. Cependant, peu de données quantifiables permettaient d'étayer cette hypothèse... du moins jusqu'à il y a peu, grâce à une nouvelle méthode d'analyse développée à l'Université Libre de Bruxelles (ULB).

L'analyse de la locomotion chez les Néandertaliens est difficile car leur espèce est éteinte depuis près de 30.000 ans et l'observation directe de la façon dont ils marchaient n'est évidemment pas possible. L'utilisation de

techniques modernes, telles que l'imagerie médicale et la reconstruction tridimensionnelle (3D), est de plus en plus utilisée en Anthropologie pour l'obtention de données morphométriques. De nouvelles techniques scientifiques développées à l'ULB dans le Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Organogénèse (LABO en abrégé) vont « un pas » plus loin, et permettent d'ouvrir d'autres perspectives grâce à la combinaison d'informations (ou « fusion de données ») de nature différente : par exemple, la fusion de données morphologiques obtenues à partir de l'imagerie médicale avec des données physiologiques obtenues à partir de système d'analyse de mouvements. Le LABO fut un des précurseurs dans le développement de telles méthodes de fusion pour l'analyse clinique de patients souffrant de problèmes liés à la locomotion. Ces méthodes ont été adaptées dans la présente recherche à l'étude des Néandertaliens. Cette adaptation a permis à l'équipe du LABO, en collaboration avec l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRScNB), de reconstruire virtuellement pour la première fois le squelette complet d'une paire de membres inférieurs de Néandertaliens (Chapman *et al.*, 2009). Ceci pour tenter de répondre à cette question que les anthropologues se posent depuis le XIX^{ème} siècle : *les Néandertaliens étaient-ils capables d'une locomotion semblable à la nôtre ?*

Un problème majeur dans la reconstruction en entier de membres fossilisés, tels qu'ici une paire de membres inférieurs, est le manque de spécimens complets. À ce jour, aucun spécimen complet de Néandertalien n'a été retrouvé, ni même un nombre d'os suffisant pour la reconstitution d'un membre

entier. Le premier objectif de cette étude était donc de créer d'abord un modèle 3D de membres inférieurs de Néandertalien en utilisant des restes trouvés dans différents sites. Les os fossiles utilisés appartiennent aux individus de Spy II (découverts en Belgique et conservés à l'IRScNB), Kebara 2 (Israël) et Neandertal 1 (Allemagne). Ces fossiles provenant d'individus différents, les chercheurs du LABO ont dû imaginer une méthode scientifique pour que les différents os disponibles soient mis à la même échelle de façon validée, afin d'éviter que les mesures ultérieures ne soient entachées de sérieux biais expérimentaux. Le modèle 3D ainsi obtenu a ensuite été fusionné avec des données de mouvements effectués par des volontaires, bien vivants ceux-ci. Le but de l'opération était de déterminer si les caractéristiques du squelette obtenu étaient compatibles avec la locomotion moderne ou non.

La reconstitution de ces membres inférieurs fit appel à l'imagerie médicale (par CT-Scan) et à la reconstruction 3D par infographie. Les modèles 3D virtuels ont été traités, reconstruits et analysés à l'aide d'un logiciel appelé *lhpFusionBox*, développé au LABO. Les outils scientifiques intégrés au sein du *lhpFusionBox* permirent l'obtention d'un modèle de membres inférieurs bien proportionné et aussi proche que possible des dimensions du spécimen retrouvé à Spy (Fig. 1). Des informations relatives aux muscles des membres inférieurs ont été finalement ajoutées au modèle afin d'introduire une deuxième question relative cette fois-ci à la physiologie néandertalienne : jusqu'à quel point

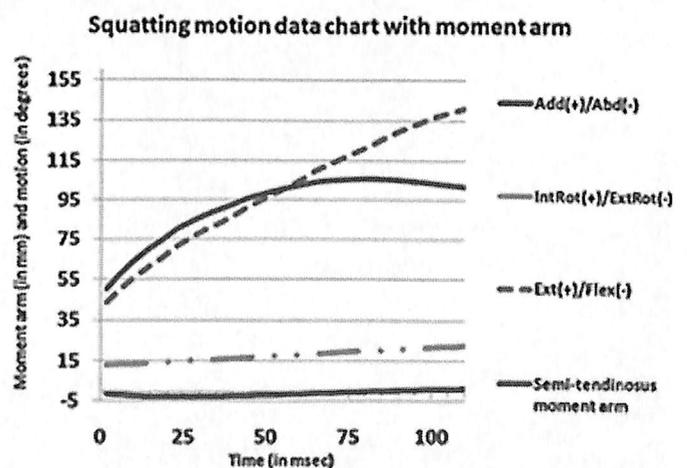
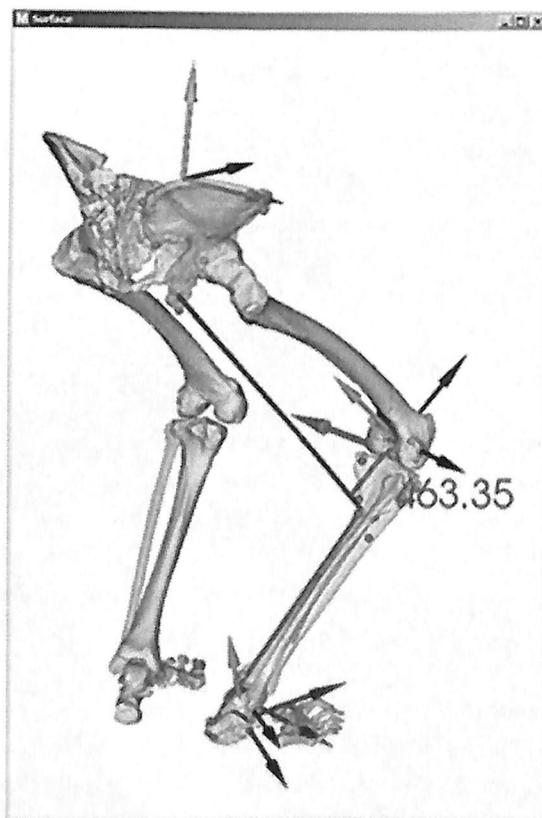


Fig. 1 — Simulation de mouvements effectués par le modèle virtuel. À gauche : le modèle reconstruit et affiché dans le logiciel *lhpFusionBox*. Outre les os correctement dimensionnés, le modèle inclut également des informations sur les muscles, les articulations et les mouvements des membres. À droite : quantification des mouvements réalisés (ici, du genou droit) ainsi que du bras de levier de ses muscles (ici, le muscle semi-tendineux).

l'architecture robuste du squelette néandertalien confère-t-elle un avantage mécanique aux muscles s'y attachant par rapport au squelette humain moderne ?

L'intégration de l'ensemble des outils de reconstruction et d'analyse au sein d'une même interface, celle du *lhpFusionBox*, permet d'effectuer et de contrôler chacune des étapes, condition essentielle à la validation d'une nouvelle méthode scientifique. Cette méthode, ainsi que les résultats associés, viennent d'être publiés dans la revue scientifique internationale *Palevol* sous le titre de « Reconstruction virtuelle d'un modèle de membres inférieurs de Néandertalien avec une estimation des moments musculaires des muscles ischiojambiers » (Chapman *et al.*, 2010).

Les auteurs de la méthode peuvent déjà dévoiler les réponses aux questions posées ci-dessus :

– Du modèle obtenu, ainsi que de la simulation de ses mouvements, rien n'indique que ce Néandertalien ne montrait pas la même amplitude articulaire que la nôtre : ses surfaces articulaires ne présentent pas de comportements non-physiologiques au cours des simulations. Ceci tend à démontrer que les articulations des Néandertaliens indiquent une compatibilité mécanique avec la locomotion des humains modernes. Notons cependant que, à côté de l'architecture articulaire, le cerveau est aussi coresponsable du contrôle de nos mouvements. Malheureusement, les données relatives au potentiel cérébral des Néandertaliens demeurent trop fragmentaires pour affirmer que ces derniers étaient capables de commander et de contrôler de tels mouvements. Quoi qu'il en soit, le squelette néandertalien montre une bonne adéquation avec les exigences de la locomotion moderne.

– À taille égale, le squelette recréé virtuellement montre une robustesse plus élevée que celui des humains modernes. Cette nouvelle étude indique que cette architecture conférerait aux muscles néandertaliens un avantage mécanique estimé, selon les muscles considé-

rés, entre 5 % et 20 %. Ceci corrobore l'idée que cette morphologie robuste permettait d'être plus efficace dans un environnement peu hospitalier (l'Europe possédait à cette époque un climat extrêmement froid comparé au climat actuel). Dans ces conditions, une mobilité accrue était sans doute synonyme d'une plus grande chance de survie.

La méthode ayant fait maintenant ses preuves, cette étude continue par la reconstruction de modèles musculo-squelettiques plus détaillés. Ainsi, le LABO travaille actuellement avec l'Institut royal des Sciences naturelles pour créer un modèle virtuel complet du squelette du Néandertalien trouvé à Spy. Une fois obtenu, le modèle final sera utilisé pour générer un squelette complet en 3D et une reconstitution hyperréaliste par les artistes hollandais Adrie et Alfons Kennis (www.kenniskennis.com), afin d'être présentés dans le nouvel Centre d'Interprétation de l'Homme de Spy, qui ouvrira ses portes à Spy, au printemps 2011.

Cette reconstitution virtuelle d'un squelette de Néandertalien constitue la partie émergée de l'iceberg. En effet, le logiciel *lhp-FusionBox*, développé au LABO et utilisé dans cette étude, fait partie d'une plateforme ICT offrant aux industries et aux chercheurs intéressés l'opportunité d'accéder à des outils modernes d'analyse biomécanique et de visualisation. Ces outils contribuent à résoudre des problèmes liés à l'industrie, au monde hospitalier ou à la recherche, au travers de la création de nouvelles applications orientées spécifiquement vers le domaine considéré.

Pour plus de détails en rapport avec ce projet :

Directeur de projet : Prof. Serge VAN SINT JAN
Doctorante : Tara CHAPMAN.

LABO (Laboratoire d'Anatomie, Biomécanique et Organogénèse), Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles.

E-mail : LABO@ulb.ac.be

Bibliographie

- CHAPMAN T., VAN SINT JAN S., MOISEEV F., LOURYAN S. & ROOZE M., 2009. From modern humans to Spy ancestors? Comparison of the locomotion of anatomically modern humans and Neandertals (Spy II): a feasibility study. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, n.s., **21** : 183.
- CHAPMAN T., VAN SINT JAN S., MOISEEV F., LOURYAN S. & ROOZE M. (sous presse) chap. 32. From modern humans to Spy ancestors? Comparison of the locomotion of anatomically modern humans and Neandertals (Spy II): a feasibility study. In : H. ROUGIER & P. SEMAL (éd.), *SPY CAVE: State of 125 years of pluridisciplinary research on the Bêche-aux-Rotches from Spy (Jemeppe-sur-Sambre, Province of Namur, Belgium)*. RBINS & NESPOS Society, **2**, 14 p.
- CHAPMAN T., MOISEEV F., SHOLUKHA V., LOURYAN S., ROOZE M., SEMAL P. & VAN SINT JAN S., 2010. Virtual reconstruction of the Neandertal lower limbs with an estimation of hamstring muscle moment arms. *Comptes Rendus Palevol*, **9** (6-7) : 445-454.

Adresse des auteurs :

Tara CHAPMAN
tchapman@ulb.ac.beSerge VAN SINT JAN
sintjans@ulb.ac.beStéphane LOURYAN
slouryan@ulb.ac.beLaboratoire d'Anatomie,
Biomécanique et Organogénèse
Université Libre de Bruxelles
Faculté de Médecine
Route de Lennik, 808 (C. P. 619),
B-1070 BRUXELLES (Belgique)Patrick SEMAL
Section d'Anthropologie
et de Préhistoire
Institut royal des Sciences
naturelles de Belgique
Rue Vautier, 29
B-1000 BRUXELLES (Belgique)
Patrick.Semal@sciencesnaturelles.be