

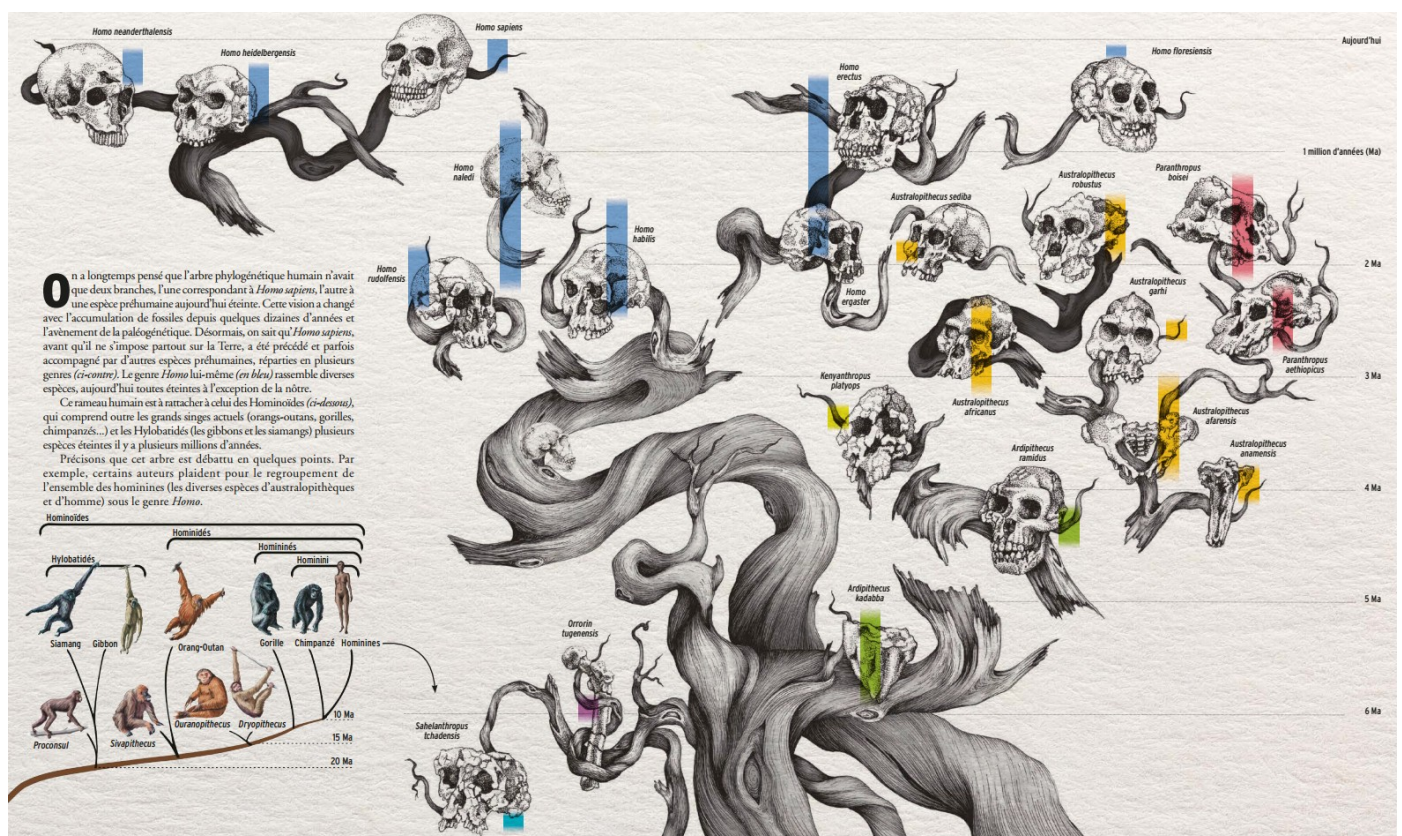
TD

Les moteurs de l'évolution humaine

L'espèce humaine a ceci de particulier qu'elle semble de prime abord fragile, peu dotée par l'évolution. Mais force est de constater que l'Homme a su s'adapter à des changements profonds de son environnement, coloniser la totalité de la planète et petit à petit dominer, modifier l'ensemble des écosystèmes terrestres.

Ce constat nous impose d'envisager la mise en place de réponses évolutives particulières, plus complexes ou en tout cas moins facilement appréhendables que pour la plupart des autres organismes terrestres.

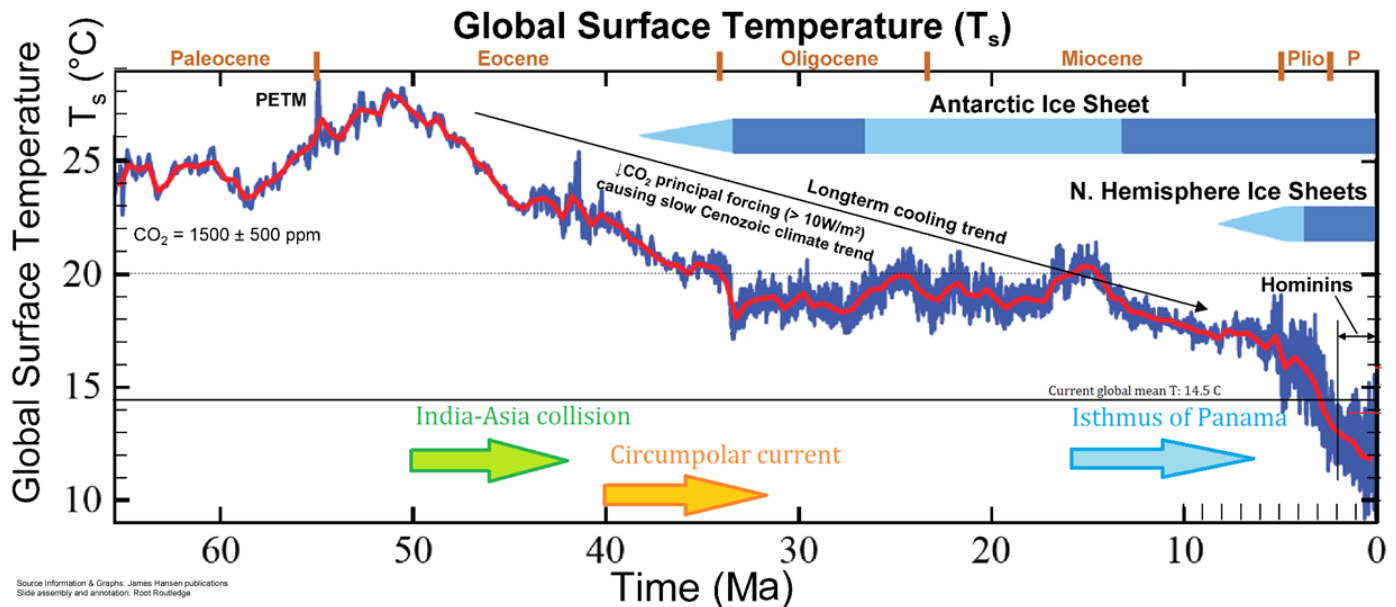
Document 1 :



I- Les variations climatiques :

Le premier moteur à considérer, père de tous les autres, est le climat. En effet, la pression évolutive exercée par les changements climatiques est énorme, provoquant souvent des extinctions, mais sélectionnant aussi des caractères favorables.

Document 2 : variations de la température globale depuis 65Ma



Question : exposez les conséquences possibles de l' accroissement de la calotte antarctique tout d'abord puis de la calotte Arctique sur la répartition des climats africains, et donc sur celle des hominoïdes.

Nous allons nous focaliser maintenant sur une période allant de 4Ma à l'actuel, principalement en Afrique.

Document 3 : les techniques d'investigation utilisées

L'étude des climats passés repose sur l'étude d'un certain nombre de marqueurs, aussi bien terrestres que marins :

- **La mesure du rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$** dans les glaces ou les roches biogènes nous renseigne sur les températures : plus la quantité de ^{18}O est élevée dans les sédiments marins, plus la température globale est basse, le niveau de la mer bas, et les calottes importantes.

- **Les carottages marins** étudiant la quantité de poussières transportées dans une région nous renseignent sur la pluviométrie qui y régnait au fil du temps : plus la quantité de poussières transportée par le vent est importante, plus le climat est sec. Les poussières transportées dans les bassins, marins notamment, sédimentent et sont à l'origine de couches sombres dans les carottages.

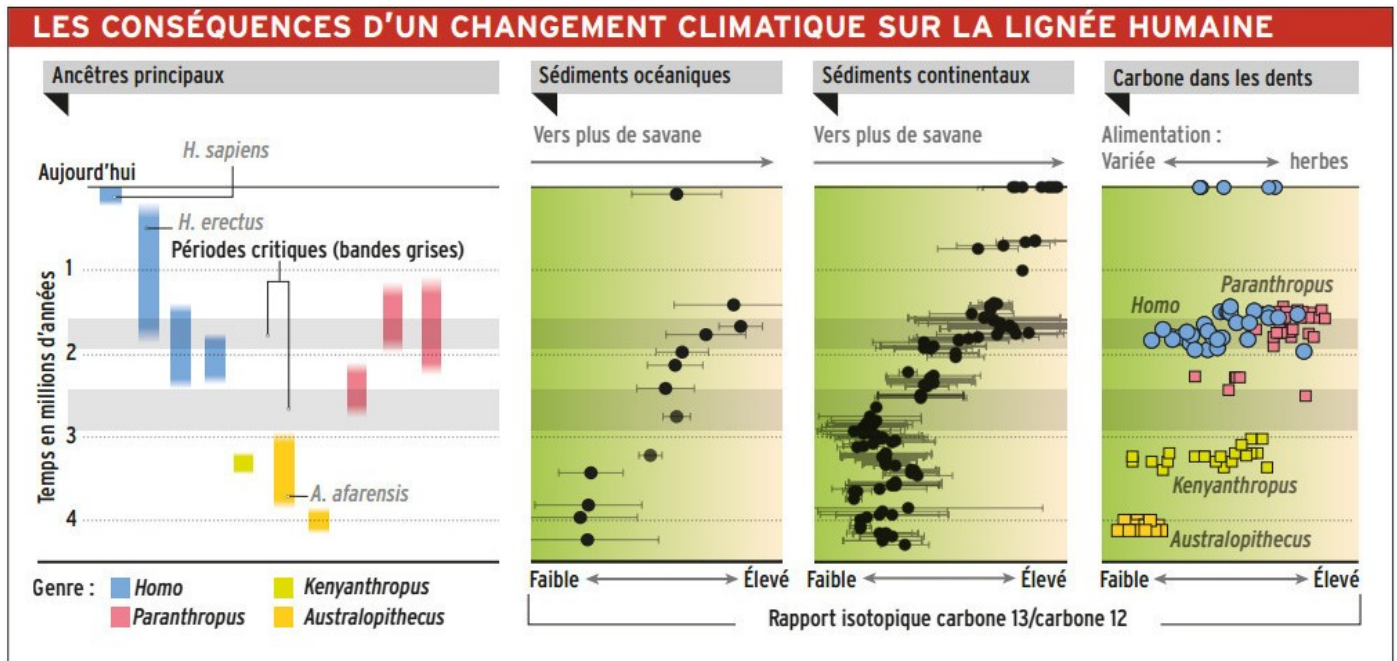
- **La mesure du rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$** : les herbes de la savane utilisent une photosynthèse en C_4 pour absorber le carbone atmosphérique, ce qui limite les pertes en eau comparativement à la

photosynthèse en C_3 utilisée par les arbustes et les végétaux ligneux. La photosynthèse en C_4 est un avantage évolutif en milieu sec.

Les herbes en C_4 absorbent plus de ^{13}C que les végétaux ayant une photosynthèse en C_3 .

Par conséquent, la mesure du rapport $^{13}C/^{12}C$ du sol indique la composition en végétaux d'un biotope, alors que la même mesure concernant des dents fossiles indique le type de végétaux consommé par l'individu.

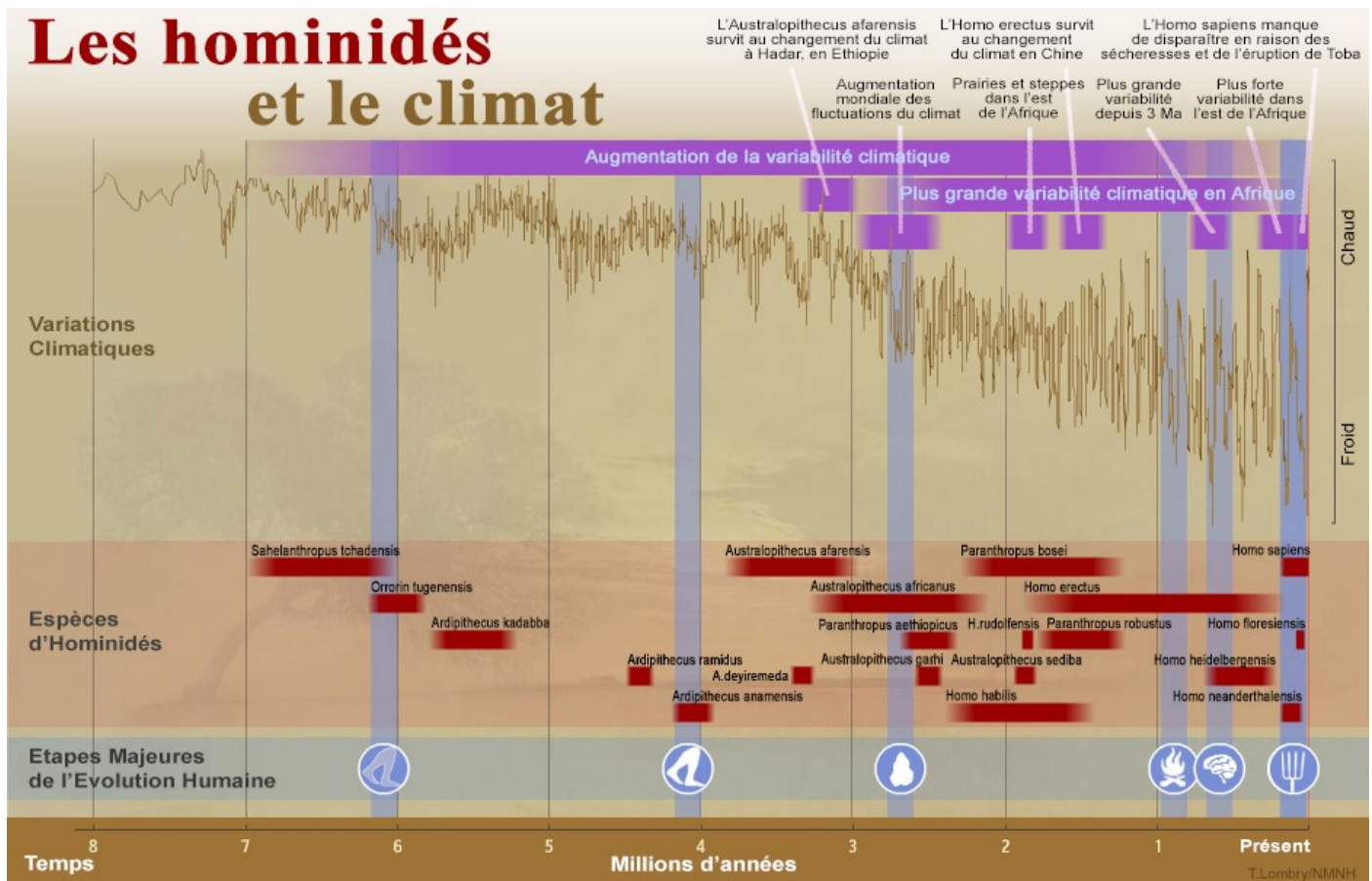
Document 4 : mesures du rapport $^{13}C/^{12}C$ depuis 4Ma en Afrique de l'Est



Document 5 : étude des carottes de la Mer Rouge

Ce carottage de 300 mètres a permis d'étudier les boues déposées depuis 7Ma. Il a révélé une alternance de bandes claires provenant de coquilles en carbonate de calcium, et sombres composées de grains limoneux terrigènes donc. Les couches alternent tous les mètres, ce qui correspond à une cyclicité de 23 000 ans.

Document 6 : les hominidés et le climat



Question : expliquez la disparition d'Australopithecus Afarensis et son remplacement par Paranthropus.

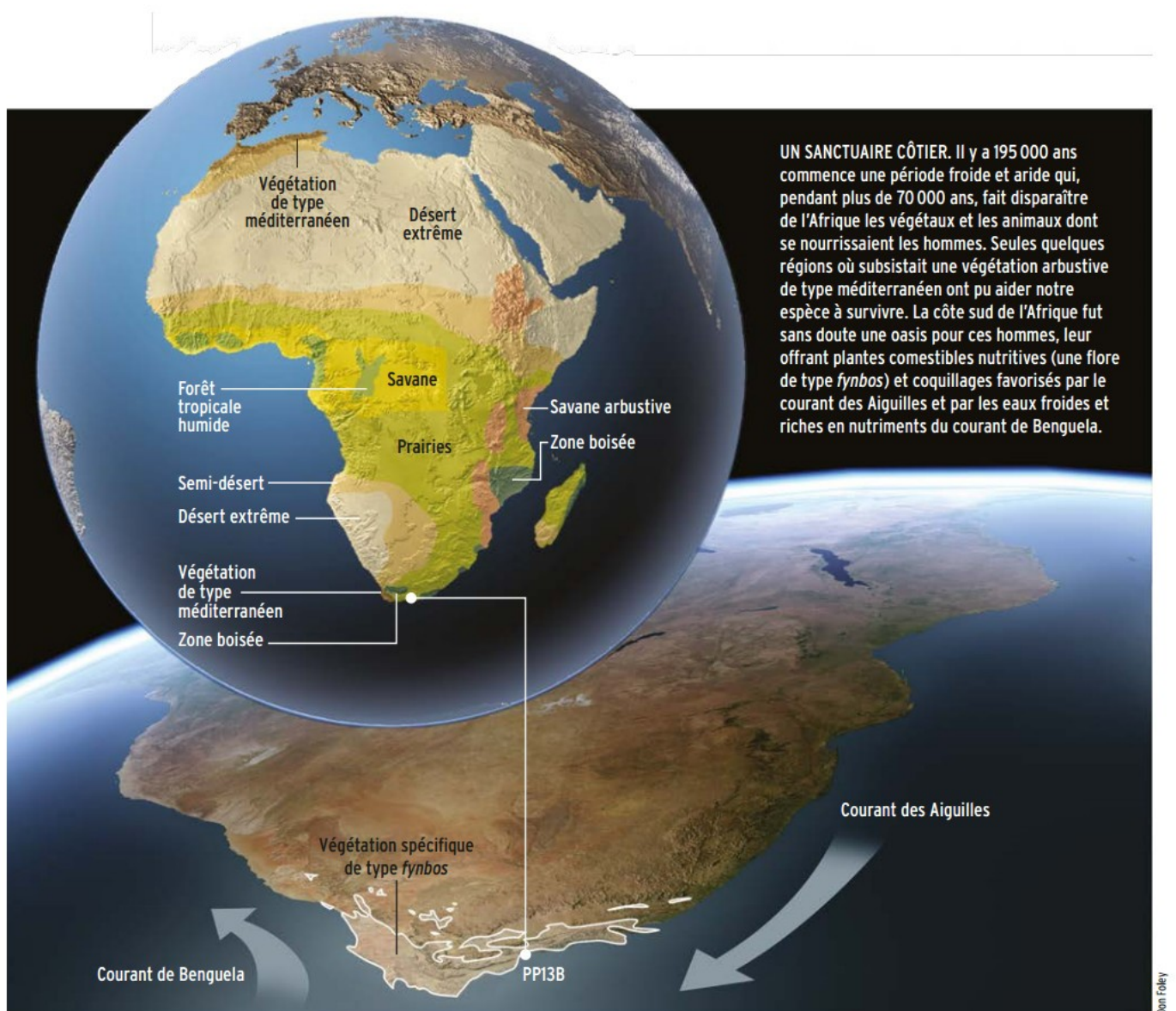
Question : expliquez le succès adaptatif du genre Homo du point de vue de son régime alimentaire.

Récemment (à l'échelle géologique, bien sûr), deux événements climatiques majeurs ont impacté la lignée humaine, et plus précisément le genre Homo, puisqu'ils semblent avoir permis à Homo sapiens de conquérir le monde.

La période glaciaire du Riss, qui s'étale de 195 000 ans à 125 000 ans, a faillit voir disparaître l'humanité. Le nombre de reproducteurs Sapiens est passé de plus de 10 000 à quelques centaines, créant un véritablement goulot d'étranglement génétique. Ceci est confirmé par l'étude des génomes actuels qui montrent une variabilité génétique très faibles, ne pouvant s'expliquer que par une petite population d'origine.

Les Hommes ont alors trouvé refuge dans des sanctuaires écologiques, notamment en Afrique du Sud, sur le sites de Pinnacle Point (noté PP13B sur le document suivant).

Le deuxième événement majeur fut la glaciation du Würm, qui va de 74 000 à 60 000 ans, qui a vu partir Homo sapiens à la conquête du monde.

Document 7 : le sanctuaire de Pinnacle Point

Question : après quelques éventuelles recherches complémentaires, expliquez les raisons de la survie d'*Homo sapiens* dans cette région.

II- L'invention des outils



A l'Est du lac Turkana, sur le site de Lomekwi 3 au Kenya, ont été découverts les plus vieux outils de pierre taillée au monde : ils sont datés de 3,3Ma !

Jusque là, les paléontologues pensaient que l'inventeur de l'outil était Homo habilis, vers 2,4Ma.

Question : quels sont les candidats possibles au titre d'inventeur de l'outil ?

Question : proposez une hypothèse expliquant cette situation.

Des outils composites (pointes de lances) âgés de 500 000 ans ont été trouvés sur le site de Kathu Pan 1 en Afrique du Sud fabriqués par Homo heidelbergensis, l'ancêtre commun d'Homo néandertalensis et d'Homo sapiens, qui ont tous deux fabriqué des armes de jet.

Sur le site de Pinnacle Point, en Afrique du Sud, ont été découvert des outils microlithiques complexes vieux de 71 000 ans. Ces armes de jet étaient très performantes, fabriquées à partir de silicrète pour la lame, une roche facilement débitable après traitement thermique (chauffage à 350°C), puis montées sur des hampes à l'aide colle et de liens.

L'apparition de ces armes correspond à un changement climatique profond, provoquant l'émersion du plateau continental et la mise en place de prairies propices au développement de grands herbivores.

Question : quels vous semblent être les prérequis nécessaires à la fabrication d'outils ?

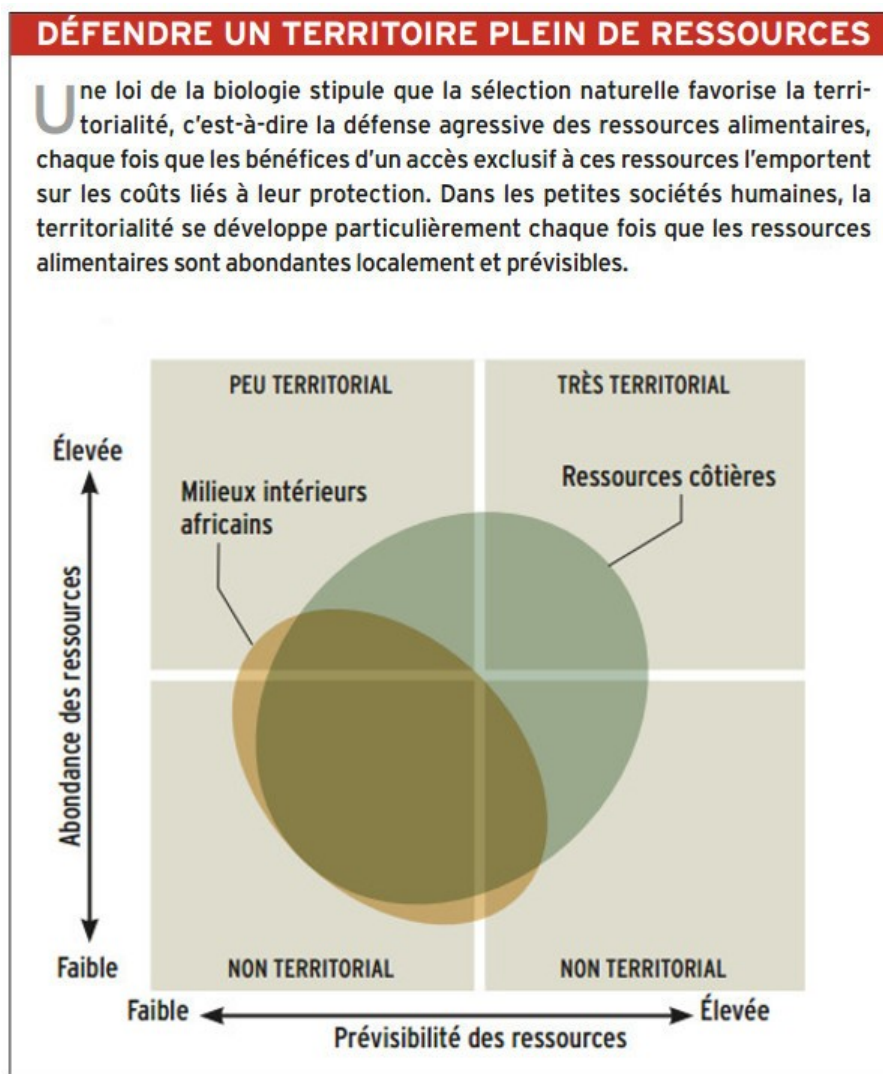
Question : expliquez en quoi l'outil est à la fois un fruit et un moteur de l'évolution.

III- La territorialité

Nous pouvons observer des variations de l'agressivité territoriale chez certaines espèces. Cette agressivité est liée à une notion de rentabilité : à partir de quand peut-on décider que se battre pour une ressource est rentable ?

Cette question sous-tend le notion de défendabilité économique, qui dit que défendre des ressources n'a de sens que si elles sont importantes et prévisibles.

Document 8 : diagramme de territorialité



Question : expliquez en quoi le site de Pinnacle Point, il y a 70 000 ans est propice à la sélection du caractère de territorialité, et ainsi à une mutation sociale des groupes de chasseurs/cueilleurs qui s'y sont implantés.

IV- La coopération

La territorialité a pu avoir pour corollaire chez Homo sapiens, l'apparition de comportements de coopération très poussés. Si poussés d'ailleurs que l'on parle d'hyperprosocialité, et que l'on se pose la question du caractère inné de ce comportement chez les Hommes.

Ce caractère est favorisé par les conflits entre groupes, car ce sont les groupes qui comprennent le plus grand nombre d'individus hyperprosociaux qui prennent l'avantage, et donc transmettent leurs gènes.

Les humains sont les seuls organismes à avoir développé une moralité complexe basée sur la « responsabilité » des individus, les uns envers les autres, ce qui se traduit par l'émergence d'une « réputation » et peut donner lieu à des « punitions ».

La coopération induit aussi la notion de partage, et donc d'équité : si un individu monopolise les ressources, la coopération disparaît, s'il triche, il sera puni.

Les interactions humaines incessantes définissent la réputation des individus, qui risquent des sanctions s'ils n'apportent pas leur juste contribution au groupe auquel ils appartiennent.

On peut en conclure que notre hyperprosocialité est une nécessité de groupe, mais que c'est aussi un besoin de chaque individu qui le compose.

Question : expliquez en quoi la coopération a pu permettre à l'Homme de survivre, et en quoi elle est à l'origine de la constitution de groupes de plus en plus grands.

V- La monogamie

La monogamie serait apparue il y a environ 2Ma, et aurait permis l'émergence d'une caractéristique strictement humaine : la constitution de réseaux sociaux complexes.

Ceci est dû au fait que les humains, à la différence des autres, construisent des liens de parenté par leur mère, et leur père.

Le choix de la monogamie est à priori un choix énergétique : l'entretien par le mâle de plusieurs femelles nécessite beaucoup d'énergie.

La monogamie a pu se mettre en place pour trois raisons principales :

Hypothèse 1 : quand les femelles ont eu besoin d'aliments plus riches, et donc plus rares, elles ont étendu leur territoire, se sont espacées, augmentant encore la difficulté pour le mâle, qui ne pouvait plus les contrôler face à des rivaux.

Hypothèse 2 : la monogamie permet d'éviter l'infanticide. On a d'ailleurs remarqué que la monogamie succède toujours à une augmentation de la menace liée à l'infanticide.

Hypothèse 3 : l'acquiescement par les mâles de leur rôle de père. En effet, si le père assure une part de l'énergie nécessaire à la croissance du petit, les femelles s'alimentent mieux, car elles peuvent se procurer elles-même leur nourriture, commencent à se reproduire plus tôt dans la saison, et vivent plus longtemps : la monogamie est donc sélectionnée !

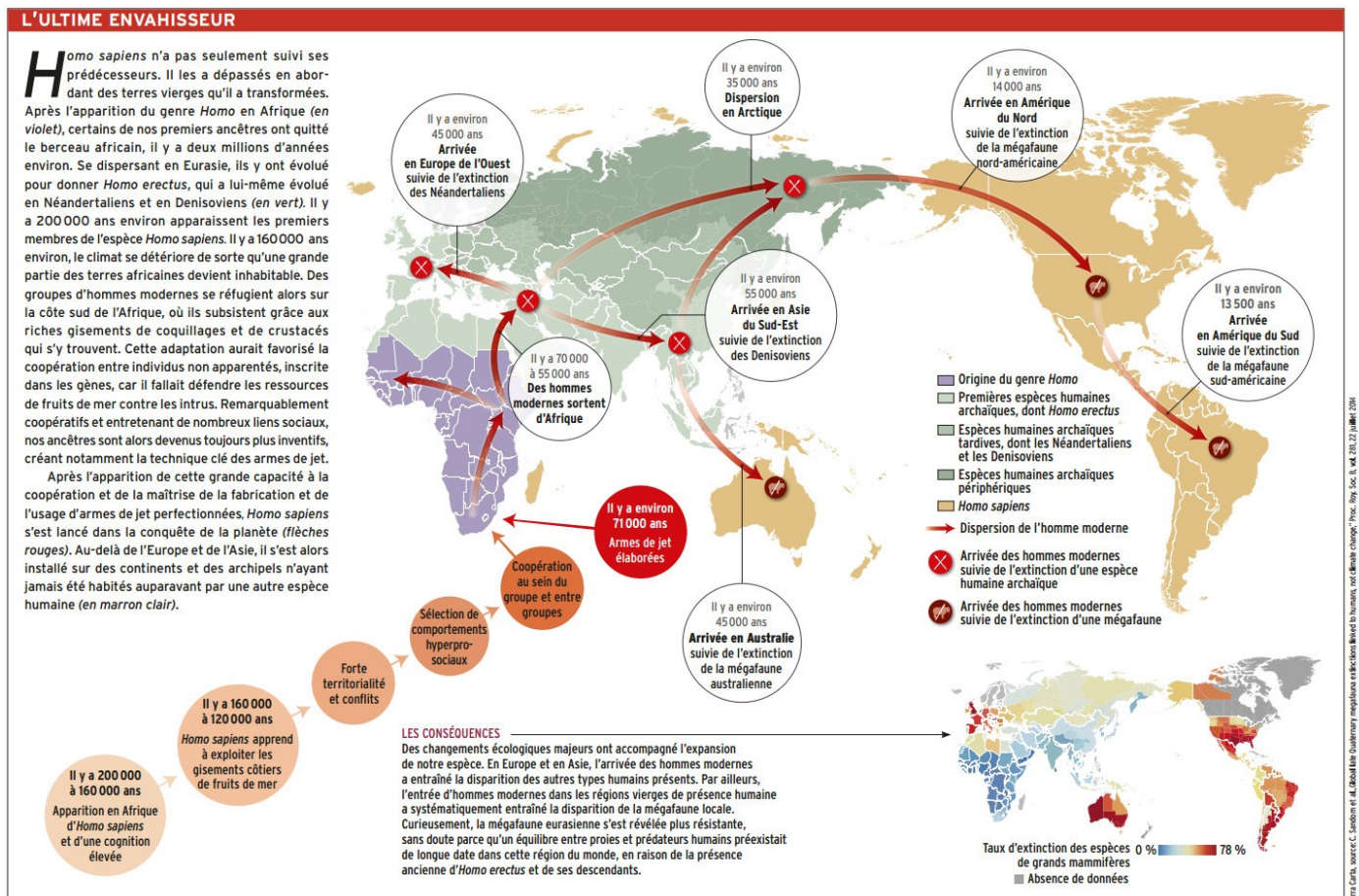
Toutefois les chercheurs pensent que le pas décisif fait par les humains correspond au moment où la mère a pu partager la dépense énergétique due à l'enfant, avec les membres du clan.

Question : Expliquez en quoi la monogamie peut être considéré comme un comportement coopératif et hyperprosocial.

VI- Le métissage

Nous avons vu qu'entre 195 000 et 125 000 ans, la démographie humaine s'est effondrée, créant de petits groupes très réactifs d'un point de vue évolutif : les armes et techniques inventées, ainsi que les comportements prosociaux développés durant cette période vont leur permettre de partir à la conquête du monde lorsque l'épisode glaciaire Würm arrive, il y a 74 000 ans.

Document 9 : carte des migrations humaines



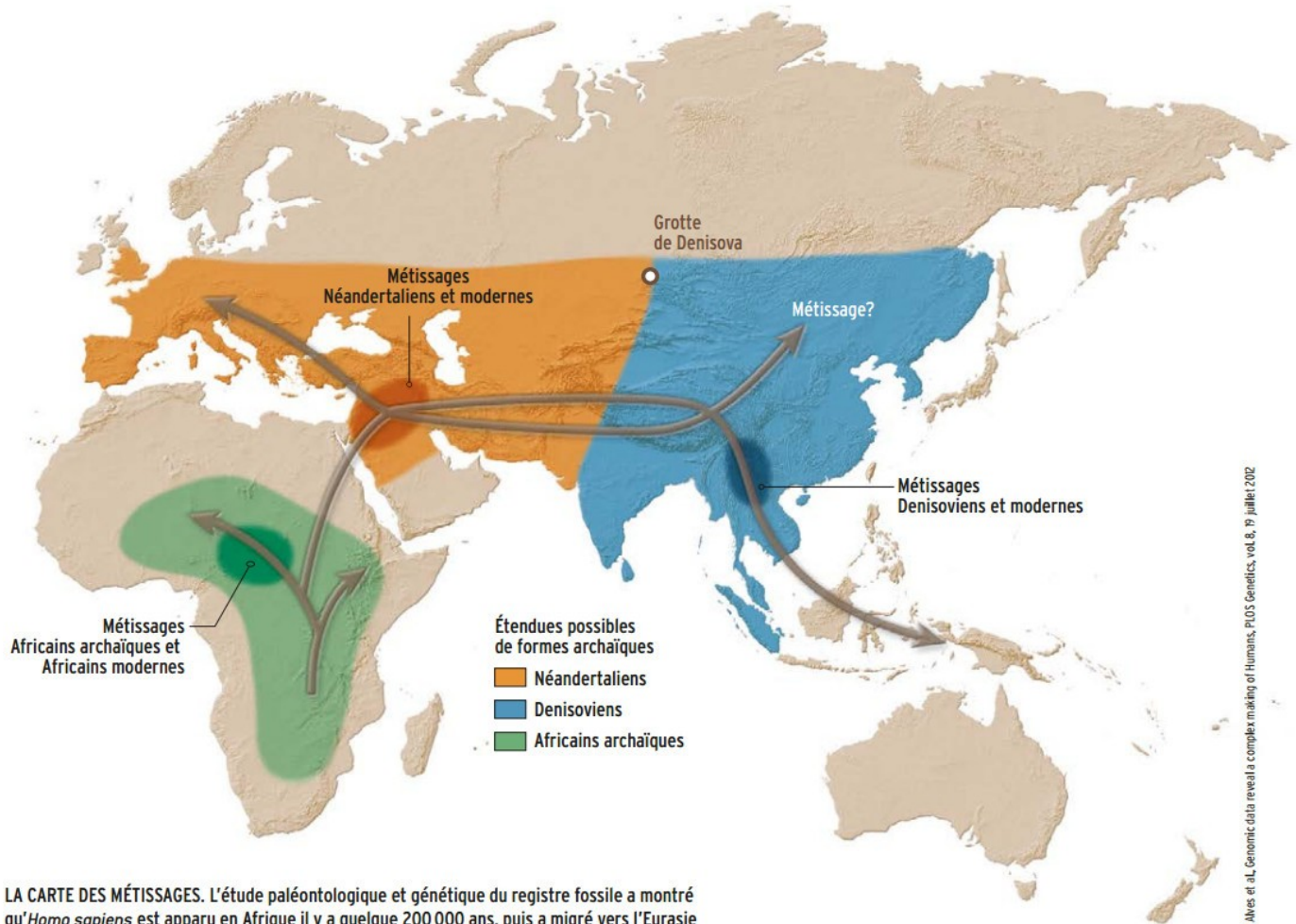
Les paléontologues ont observé une disparition systématique des espèces humaines archaïques (Néandertal et Florès) suite à l'arrivée d'*Homo sapiens*, de plus, ils ont constaté que les humains non africains actuels possèdent de l'ADN humain archaïque, signe irréfutable de métissage.

Les Néandertaliens ont apportés de 1 à 4 % du génome contemporain des Hommes modernes non africains : des métissages ont eu lieu entre 80 000 et 50 000 ans au Proche Orient.

En Sibérie, le séquençage d'un ADN mitochondrial d'un squelette de la grotte de Denisova, montre un individu différent de Néandertal et de l'Homme moderne. Des séquences de cet ADN de Denisova se retrouve dans 1 à 6 % de l'ADN des populations du Pacifique, mais pas chez les africains ou les eurasiens.

Question : proposez une hypothèse expliquant cette répartition génétique.

Document 10 : carte des métissages



LA CARTE DES MÉTISSAGES. L'étude paléontologique et génétique du registre fossile a montré qu'*Homo sapiens* est apparu en Afrique il y a quelque 200 000 ans, puis a migré vers l'Eurasie (flèches). La carte suggère quelles ont pu être les aires d'expansion maximales des divers types d'espèces humaines archaïques. Les ellipses indiquent les régions où, d'après les indices génétiques disponibles, des métissages entre humains modernes et archaïques ont pu se produire.

D'après Isabel Alves et al. Genomic data reveal a complex making of Humans, PLOS Genetics, vol. 8, 19 juillet 2012

Les métissages auraient aussi permis à l'Homme moderne d'acquérir des séquences d'ADN développées par des populations archaïques locales adaptées à leur environnement.

Ainsi, 10 % des eurasiens et océaniens possèdent le gène STAT2. Cette variante est 10 fois plus fréquente en Mélanésie qu'en Asie orientale, on peut donc penser qu'elle a été sélectionnée positivement par l'évolution.

On peut aussi citer une séquence Néandertalienne de la région du HLA (Human Leucocyte Antigen) dont la fréquence est très élevée dans la population eurasiennne.

Question : expliquez en quoi les métissages ont contribué à l'évolution de la lignée humaine.