

## IX. La pratique de la recherche en paléontologie des équidés

Dans les chapitres précédents, nous avons examiné certaines des modifications qui, en 55 millions d'années, ont transformé l'*Hyracotherium* éocène en cheval actuel. Pour cela nous nous sommes fondés sur les découvertes de plus d'un siècle en paléontologie des Equidés. Comment ces découvertes ont-elles été faites? Comment peut se pratiquer la recherche en ce domaine? Pour répondre à ces questions, nous allons essayer de "simuler" les observations et les études en question sur des données ou un matériel réduits mais appropriés. Le matériel est constitué par une série de moulages de fossiles (os et dents) d'époques différentes qui illustrent les modifications évolutives principales; ces moulages peu fragiles (en résine) peuvent être observés, manipulés de diverses façons ou mesurés comme s'ils étaient de véritables fossiles étudiés par un chercheur; leur liste se trouve dans le tableau 3. Si le lecteur ne dispose pas de la série des moulages, il peut travailler sur les données biométriques (mesures de dents et d'os) qui figurent dans le tableau 2. Les problèmes que nous proposons à "l'apprenti chercheur" sont solubles dans les deux cas.

Tout au long de ce petit livre, nous avons beaucoup parlé des modifications de la taille des animaux, des changements de leurs dents jugales supérieures et de leurs mains. Nous allons maintenant offrir au lecteur de vérifier ce qui a été dit sur ces trois points, soit en observant et en mesurant les moulages, soit en utilisant les mesures du tableau 2; bien sûr, ce ne sont là que quelques exemples d'observations et de mesures. Enfin nous proposerons une liste de questions - sujets de réflexion - travaux pratiques qui ressemblent aux questions que les chercheurs ont eu, et ont encore, à se poser et à résoudre.

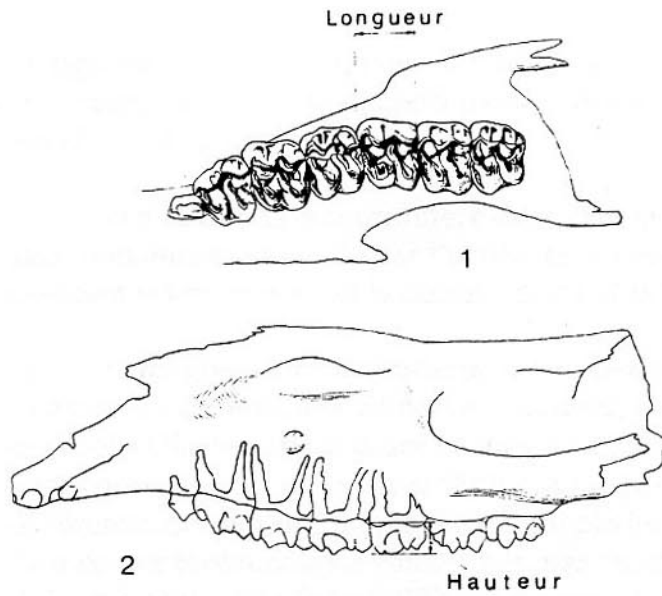
### 1. Evolution de la taille

L'examen des moulages de dents et de mains des Equidés des plus anciens aux plus récents montre bien que la taille augmente "en général", aussi bien dans la lignée des Equidés forestiers que chez ceux qui se sont adaptés aux prairies. Toutefois, *Nannippus* témoigne de l'existence d'exceptions. Les mêmes conclusions peuvent être tirées de l'examen du tableau 2.

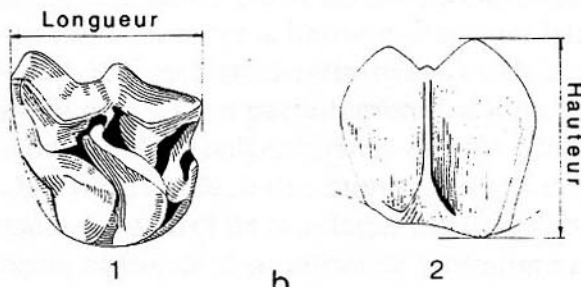
### 2. Evolution des dents jugales supérieures

Estimation de l'hypsodontie.

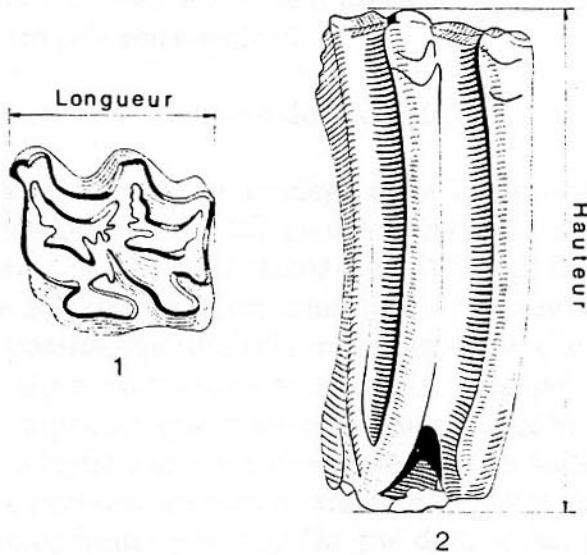
Le simple examen des moulages de dents ou des mesures du tableau 2 montre que la hauteur relative de la couronne n'est pas la même. Mais comment évaluer plus exactement cette hypsodontie et comment comparer plus précisément les grandes dents de *Megahippus* aux petites dents d'*Hyracotherium*? Pour cela on calcule l'indice d'hypsodontie, c'est-à-dire le pourcentage de la hauteur sur la



a



b



c

Figure 13. Technique de mesure des hauteurs et longueurs des premières molaires chez *Mesohippus* (a), *Hypohippus* (b) et *Equus* (c).  
1: vue occlusale;  
2: vue latérale.

longueur (ou de la longueur sur la hauteur). Comme cet indice exprime une proportion, sa valeur ne dépend pas des dimensions absolues des dents. Il convient d'abord de mesurer:

-a: la hauteur de la couronne, c'est-à-dire la distance entre la face occlusale (non encore entamée par l'usure) et la base de la dent (là où commencent les racines et où la dentine n'est plus recouverte d'émail);

-b: la longueur de la couronne, mesurée dans l'axe de la série dentaire (d'avant en arrière), soit au niveau occlusal, soit à un niveau quelconque bien défini (juste au dessus des racines, à 1 cm des racines, à 2 cm des racines, à mi-couronne); ici nous considérons la longueur occlusale. Comme les différentes dents d'une même série n'ont pas les mêmes hauteurs, on choisit de mesurer toujours les mêmes dents, par exemple les premières molaires. Puis on calcule  $100 a/b$  (ou  $100 b/a$ ). Il arrive que les molaires fossiles soient trouvées une à une, hors de l'os, ou bien qu'elles soient enracinées dans un fragment de maxillaire. Nous avons vu (fig. 4) que chez les animaux hypsodontes, la majeure partie de la couronne est cachée dans la mâchoire; on ne peut donc mesurer la hauteur d'une molaire hypsodonte que si elle est isolée (fig. 13c) ou bien en retirant l'os qui la cache (comme dans la figure 3). En revanche, on peut parfaitement mesurer la hauteur d'une molaire brachyodonte, qu'elle soit enracinée dans le maxillaire (fig. 13a) ou isolée (fig. 13b). Les figures 13a, b et c montrent aussi comment mesurer la longueur occlusale. Le coffret de moulages contient des dents à couronne haute et à couronne basse, dont certaines se présentent isolées et d'autres enracinées dans le maxillaire. Les molaires hypsodontes d'*Hipparion*, *Nannippus* et *Equus* sont très légèrement usées, de sorte que leur indice d'hypsodontie sera un peu sous-estimé.

### Interprétation de l'isolement du protocône

On peut voir sur le moulage de la molaire supérieure de *Nannippus* un protocône isolé (chapitre III). Le même caractère s'observe chez les *Hipparion*; il manque chez les Equidés anciens et aussi dans la lignée d'*Equus*. L'isolement du protocône doit résulter d'une mutation sans grand intérêt pratique. Il est théoriquement possible qu'une telle mutation se produise et se maintienne dans les lignées indépendantes mais ce parallélisme est peu probable. Il est plus raisonnable de supposer que l'isolement du protocône a été acquis par un ancêtre commun et légué à tous ses descendants. A la suite des travaux de Hennig, on admet que partager un même caractère original témoigne d'un rattachement à un ancêtre commun pas trop éloigné dans le temps, et par conséquent d'une parenté relativement proche. Dans ce cas *Nannippus* et *Hipparion* seraient des parents plus proches qu'*Hipparion* et *Equus*.

### 3. Evolution de la main

Estimation de la longueur relative de la première phalange

L'examen des moulages de mains ou des données du tableau 2 montre des différences absolues et relatives dans la longueur des premières phalanges du médus. Comme pour l'estimation de la hauteur relative des dents, il est commode de calculer un indice en divisant la longueur de la première phalange par celle du métacarpien correspondant. D'autres caractères tout aussi intéressants ne se mesurent pas mais peuvent s'observer.

#### Autres observations

En comparant les moulages de mains de *Mesohippus*, *Anchitherium* et *Hipparion*, on voit un changement de l'articulation du "boulet" (entre métacarpien principal et première phalange). Grâce au développement d'une crête sur le métacarpien (qu'on appelle parfois la "quille-guide") et d'un sillon sur la phalange, les deux os s'emboîtent mieux. Nous avons signalé (chapitre IV) que cette disposition limitait les mouvements latéraux et favorisait les mouvements antéro-postérieurs.

On voit aussi que la position du sabot par rapport au doigt central se modifie (fig. 7) et que les doigts latéraux se réduisent en épaisseur. La première phalange du médus s'allonge alors que celles des doigts latéraux gardent la même longueur; il en résulte l'impression (fausse) que les doigts latéraux se "raccourcissent". En réalité, après un stade d'allongement progressif de la première phalange centrale, on assiste à une transformation brutale des doigts latéraux qui cessent d'être fonctionnels (*Pliohippus*, *Dinohippus*) puis disparaissent complètement (*Equus*). En revanche, chez *Equus*, les os sésamoïdes (placés derrière le boulet) sont très développés. Ces os fonctionnent comme des poulies sur lesquelles se réfléchissent des tendons solides et élastiques; ceux-ci contrôlent l'angulation ("dorsi-flexion") entre doigt et métacarpien.

L'articulation du boulet est particulièrement importante et fragile. Pendant une phase du galop, elle supporte à elle seule tout le poids du corps et cela dans une position où les contraintes sont très fortes: doigt et métacarpien placés presque à angle droit au lieu d'être dans le prolongement l'un de l'autre. Chez le cheval, l'allongement de la première phalange et la perte de l'appui apporté par les doigts latéraux augmentent les contraintes agissant sur le boulet mais renforcent aussi le système sésamoïdes-tendons qui en limite les risques.

### 4. Exemples d'exercices et de sujets de réflexion

- Mesurer la hauteur et la longueur des moulages des premières molaires (en suivant les instructions de la figure 13) ou utiliser les données du tableau 2 pour tracer un diagramme (longueur en abscisses, hauteur en ordonnées).
- Calculer les indices d'hypsodontie correspondants. Les classer par ordre chronologique; comment se place *Plagiolophus* ?

- En admettant que les tiges et les feuilles sont des aliments moins abrasifs que les herbes, quels étaient les Equidés qui vivaient en forêt et ceux qui vivaient en plaine?
- Mesurer les longueurs des métacarpiens centraux et des premières phalanges correspondantes ou utiliser les données du tableau 2 pour tracer un diagramme.
- Calculer les longueurs relatives des premières phalanges (longueur de la phalange multipliée par 100 et divisée par la longueur du métacarpien).

Examiner l'articulation du boulet; quels sont les mouvements possibles chez les différents Equidés?

- En admettant qu'une patte mobile dans tous les sens soit un atout en forêt et un handicap en plaine, quels étaient les Equidés adaptés à chacun de ces deux paysages?
- Etablir des correspondances entre adaptations des dents et des os.
- Proposer une généalogie argumentée du cheval; peut-il descendre d'un *Hipparion* ? Pourquoi?

## X. Reconstitutions et tableaux

Tableau 2.

		Millimètres			
		Deuxième molaire supérieure		Métacarpien III	Phalange I
		longueur	hauteur	longueur	longueur
Holocène	Equus			235	95
Pléistocène	Equus	23	79	225	74
Pliocène	Nannippus	13	53	153	50
	Pliohippus			225	72
	Pliohippus			174	66
Miocène	Hipparion	22,5	58	207	60
	Hypohippus	32	25	220	43
	Anchitherium	20	14	181	32
	Merychippus	20	33	163	42
	Parahippus	16	16		
	Parahippus	12	10	103	25
Oligocène	Mesohippus	12	8,5	91,5	14,5
	Plagiolophus			88	14
Eocène	Hyracotherium	8	4	65	11

**Tableau 2.** Quelques mesures illustrant l'évolution de l'hypsodontie (rapport entre longueurs et hauteurs dentaires) et de la longueur relative de la première phalange du médius (rapport entre cette longueur et celle du métacarpien correspondant). *Hyracotherium* de l'Eocène inférieur des U.S.A.; *Plagiolophus* de l'Oligocène inférieur de France; *Mesohippus* oligocène des U.S.A.; deux espèces de *Parahippus* du même site miocène inférieur des U.S.A.; *Merychippus* du Miocène moyen des U.S.A.; *Anchitherium* du Miocène moyen de France; *Hypohippus* du Miocène supérieur des U.S.A.; *Hipparion* du Miocène supérieur d'Espagne; deux *Pliohippus* et un *Nannippus* du même site pliocène du Mexique; *Equus* pléistocène d'Europe et cheval actuel.

**Tableau 3.** Liste des moulages de fossiles du coffret pédagogique

1. Molaire supérieure d'*Hyracotherium*
2. Main articulée d'*Hyracotherium* (4 doigts)
3. Molaire supérieure d'*Epihippus*
4. Deux molaires supérieures gauches peu usées de *Plagiolophus*
5. Un palais avec les deux séries jugales de *Mesohippus*
6. Main désarticulée de *Mesohippus* (3 doigts)
7. Main articulée de *Miohippus* (3 doigts)
8. Une série jugale supérieure droite d'*Anchitherium*
9. Doigt principal de la main désarticulé d'*Anchitherium*
10. Une molaire supérieure gauche de *Merychippus*
11. Une molaire supérieure droite d'*Hipparion*
12. Main désarticulée d'*Hipparion* (3 doigts)
13. Une molaire supérieure gauche de *Nannippus*
14. Une molaire supérieure droite d'*Equus*
15. Doigt de la main désarticulé d'*Equus* (avec 3 sésamoïdes)
16. Une molaire supérieure droite d'*Anchitherium*
17. Une molaire supérieure droite de *Megahippus*
18. Une molaire supérieure gauche de *Parahippus*

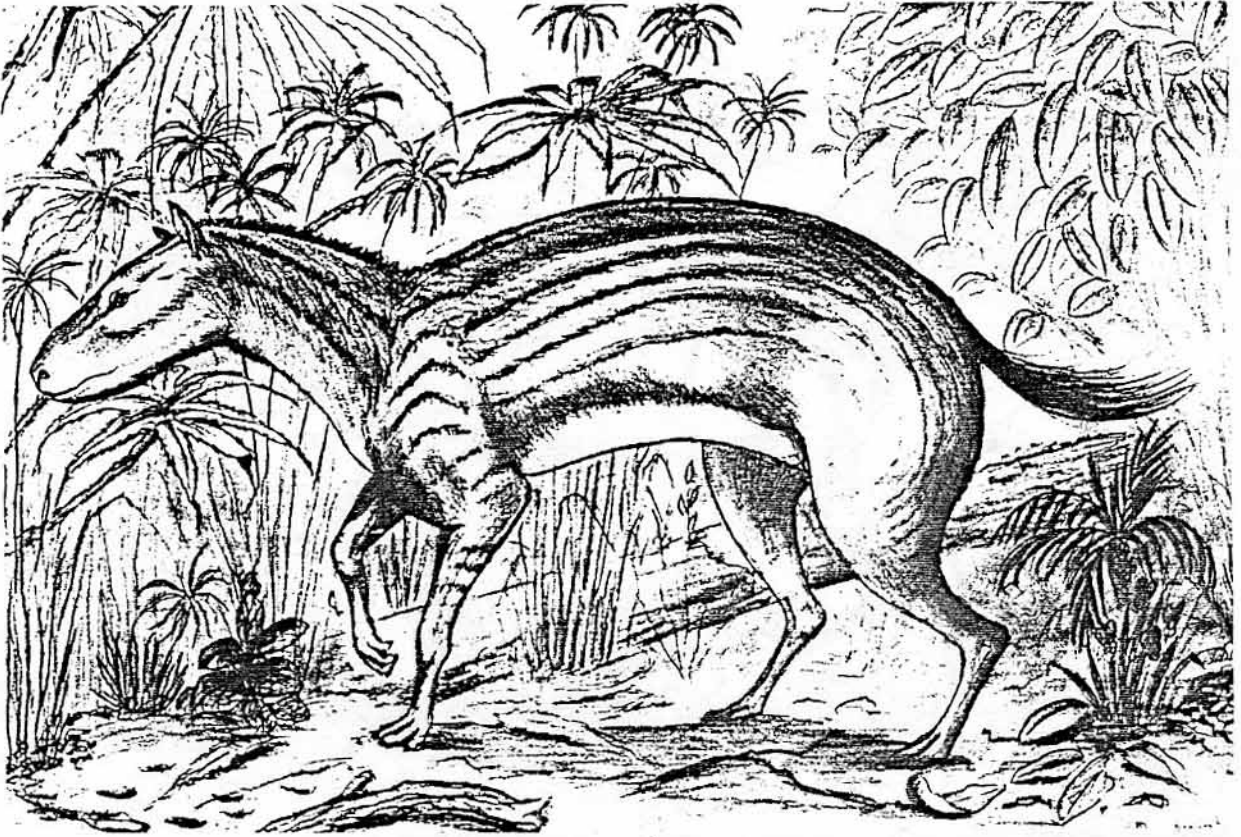


Figure 14. Reconstitution d'un *Hyracotherium* éocène (50 millions d'années environ).

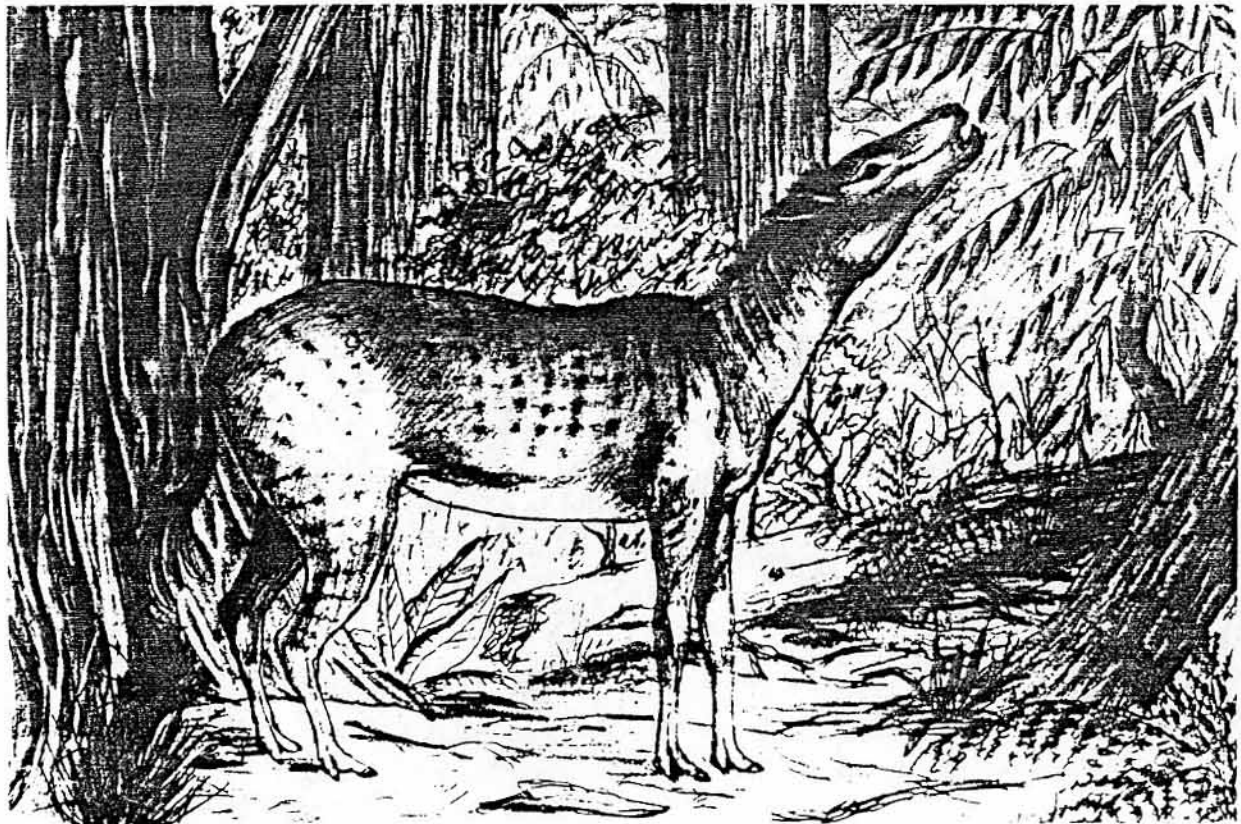


Figure 15. Reconstitution d'un *Meshippus* oligocène (35 millions d'années environ).



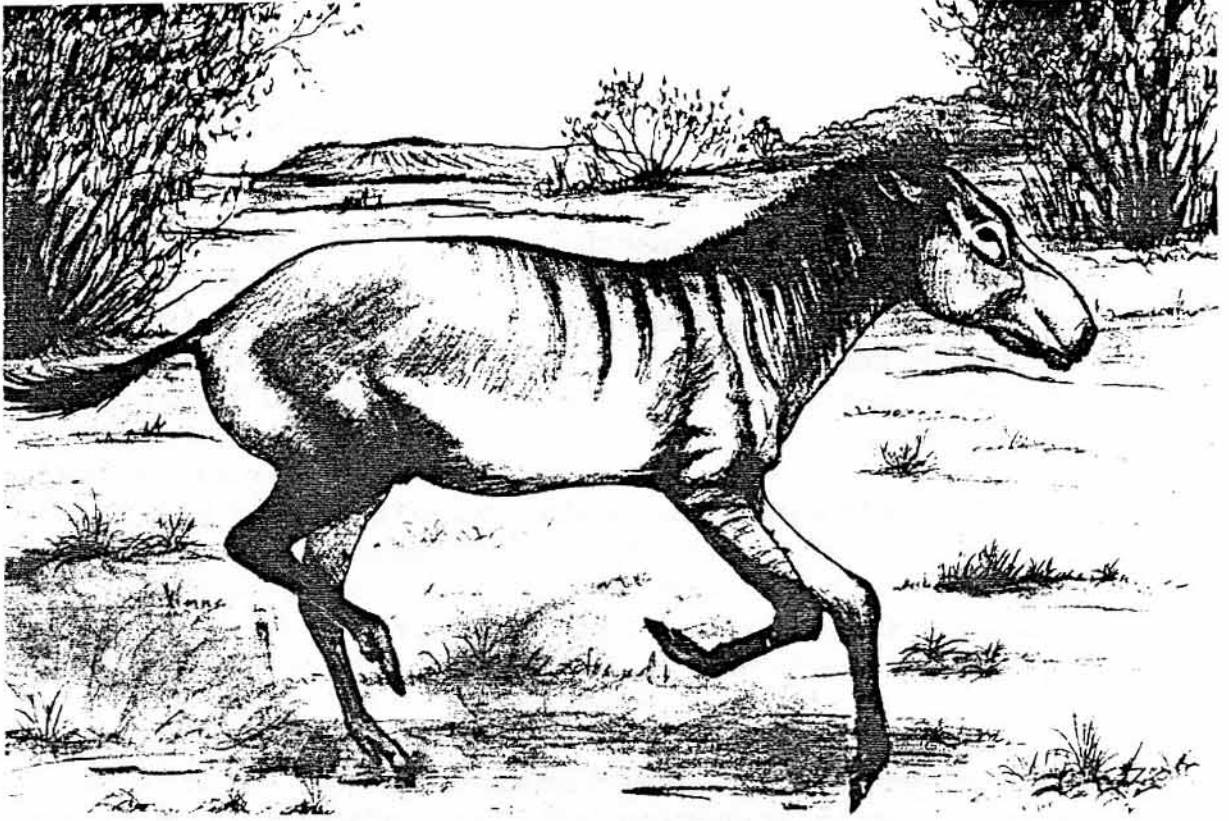


Figure 16. Reconstitution d'un *Hipparion* miocène (10 millions d'années environ).

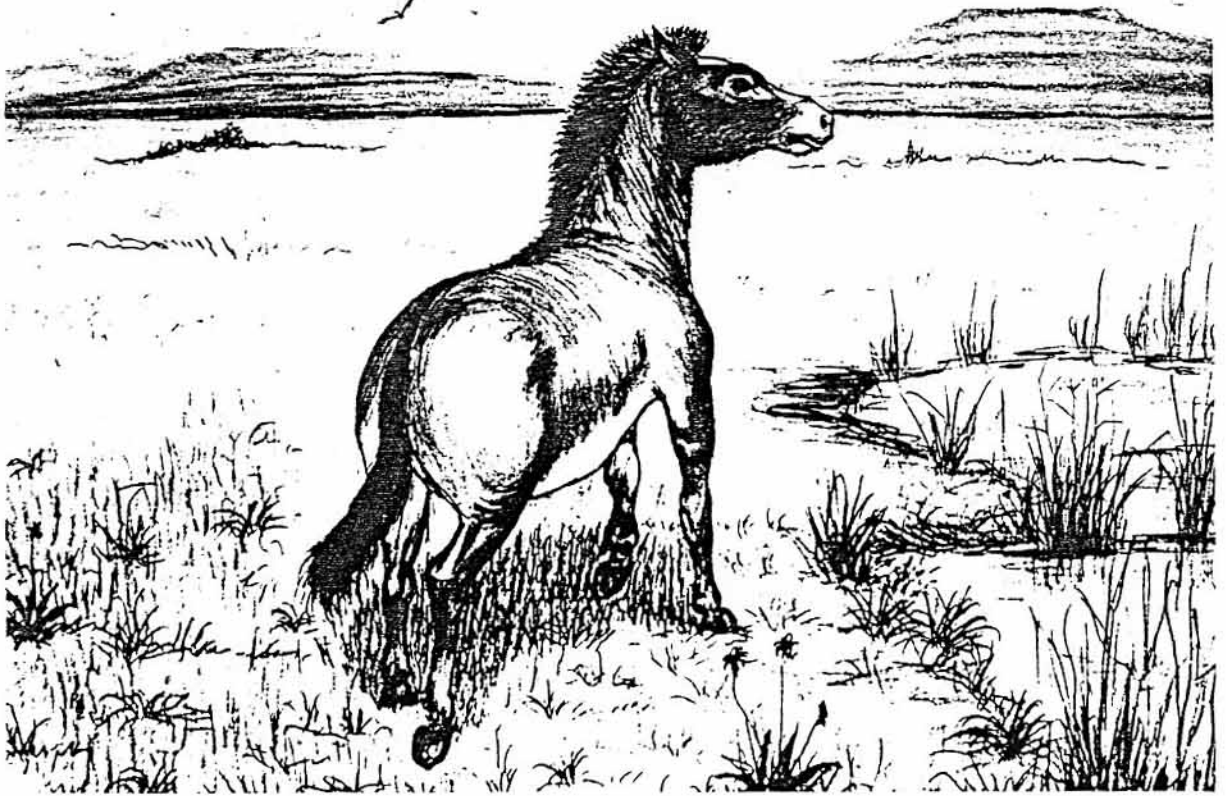


Figure 17. Reconstitution de l'*Equus gallicus*, un cheval européen pléistocène (20.000 d'années environ).

Depuis plus d'un siècle, l'histoire des Chevaux sert de modèle pour l'Évolution en général. Certaines simplifications excessives de cette histoire ont donc pu fausser les idées sur les processus évolutifs eux-mêmes.

Le présent opuscule contient d'abord un rappel des connaissances fondamentales dans ce domaine et de leurs interprétations. Il peut être complété par une série de diapositives qui faciliteront tout exposé du sujet.

Cette brochure se propose aussi d'illustrer les démarches scientifiques qui ont mené aux connaissances et interprétations actuelles pour aborder finalement l'étude des mécanismes de l'évolution. Dans ce but, une série de moulages de dents et d'os fossiles a été prévue comme matière à manipulations, observations et interprétations actives (simulant un travail de recherche). A défaut de moulages, on peut utiliser les données brutes fournies par l'opuscule.

Nous espérons répondre ainsi aux questions qui nous sont souvent posées sur "l'histoire du Cheval" et faciliter l'enseignement de cette évolution passionnante et exemplaire.