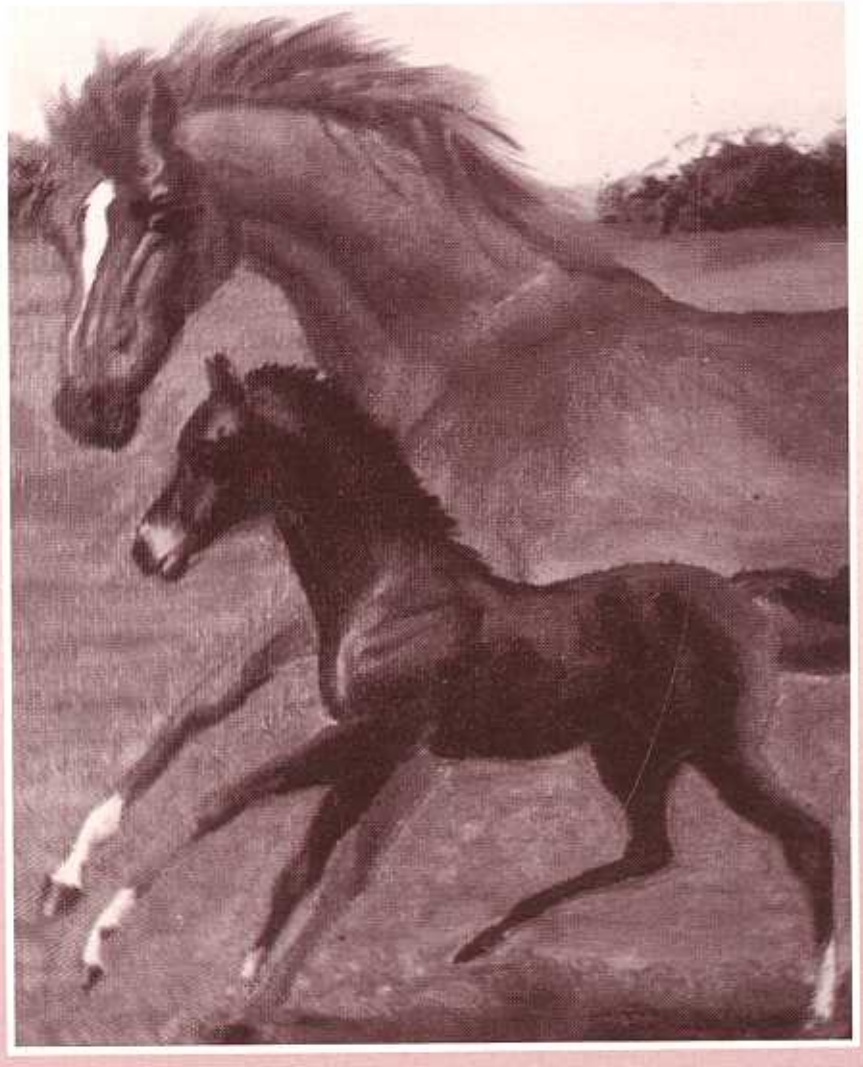
CPAQ

CONSEIL
DES PRODUCTIONS
ANIMALES
DU QUÉBEC

Colloque sur le CHEVAL

Le cheval, un athlète à découvrir et à considérer



Le 28 avril 1990

Québec

CONFÉRENCIERS ET COLLABORATEURS

L'ENREGISTREMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Conférencier: **Thomas-Louis Simard,** agronome, Bureau de renseignements agricoles de Drummondville

NORMES ET NOUVEAUX CONCEPTS EN ALIMENTATION

Conférencier: **Gérard Landry,** agronome, représentant, production équine, Coopérative fédérée de Québec

Collaborateurs: **Richard Poulin,** chimiste, directeur du laboratoire, Groupe de l'approvisionnement de la ferme, Coopérative fédérée de Québec

Lorraine Michaud, d.t.a., assistance formulateure, Groupe de l'approvisionnement de la ferme, Coopérative fédérée de Québec

Sylvain Brasseur, directeur général Produits L.B. Ltée, Boucherville, Québec

LA PLANIFICATION D'UN CENTRE ÉQUESTRE

Conférencier: **Robert Jolicoeur,** président, SOPRA Inc.

ÉTUDE DU MOUVEMENT ET APPLICATIONS PRATIQUES

Conférencier: **Jean-Marie Denoix,** professeur, École nationale vétérinaire, Alfort, FRANCE

LA PRÉVENTION DU PARASITISME CHEZ LE CHEVAL AU QUÉBEC

Conférencier: **Alain Villeneuve,** Ph.D., D.M.V. adjoint au personnel enseignant, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Collaborateurs: **Caroline Goulard,** médecin vétérinaire praticienne, Laval (Québec)

André Vrins, médecin vétérinaire, professeur, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

Gilbert Hallé, médecin vétérinaire praticien, Hudson (Québec)

BIOMÉCANIQUE ET TRAVAIL PHYSIQUE DU CHEVAL

J.M. Denoix

INTRODUCTION

Pour améliorer les capacités physiques de son cheval, un entraîneur doit savoir mettre en valeur les qualités de celui-ci et compenser ses défauts. L'entraînement physique d'un athlète fait donc intervenir des notions de mécanique du sport très approfondies dans les disciplines sportives humaines.

L'entraînement d'un cheval de sport porte sur deux domaines spécifiques mais complémentaires et souvent travaillés conjointement: la mise en condition et la gymnastique physique.

- La mise en condition vise surtout à développer la capacité respiratoire et à dynamiser les fonctions cardio-vasculaires, de façon à permettre une plus grande aptitude à l'effort et une meilleure récupération après celui-ci.
- La gymnastique du cheval de sport est orientée vers deux finalités majeures:
  - l'assouplissement des articulations par l'étirement des ligaments et des muscles, car chez le cheval, ces derniers ont un rôle prédominant dans la contention et la stabilité des articulations;
  - le développement de l'efficacité de la contraction et de la coordination musculaire, rendant le geste plus aisé, plus léger et plus sûr.

Le premier système actif impliqué dans un exercice physique étant le système musculaire, c'est sur lui que nous porterons nos réflexions consacrées à la gymnastique de l'entraînement et de la compétition chez le cheval de sport. Pour analyser l'utilité d'un exercice physique et pour en comprendre les mécanismes, les intérêts et les inconvénients, il est en effet indispensable d'avoir à l'esprit un minimum de connaissances anatomo-fonctionnelles concernant le système musculotendineux du cheval.

NOTIONS GÉNÉRALES

Tout d'abord, pour éclairer les divers chapitres que nous allons aborder, il est nécessaire de rappeler quelques notions fondamentales de physiologie musculaire de l'exercice.

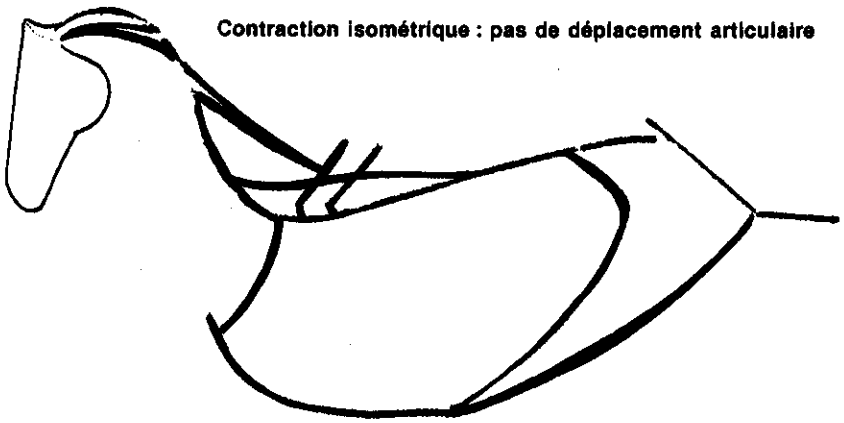
Types d'activité d'un muscle (figure 1)

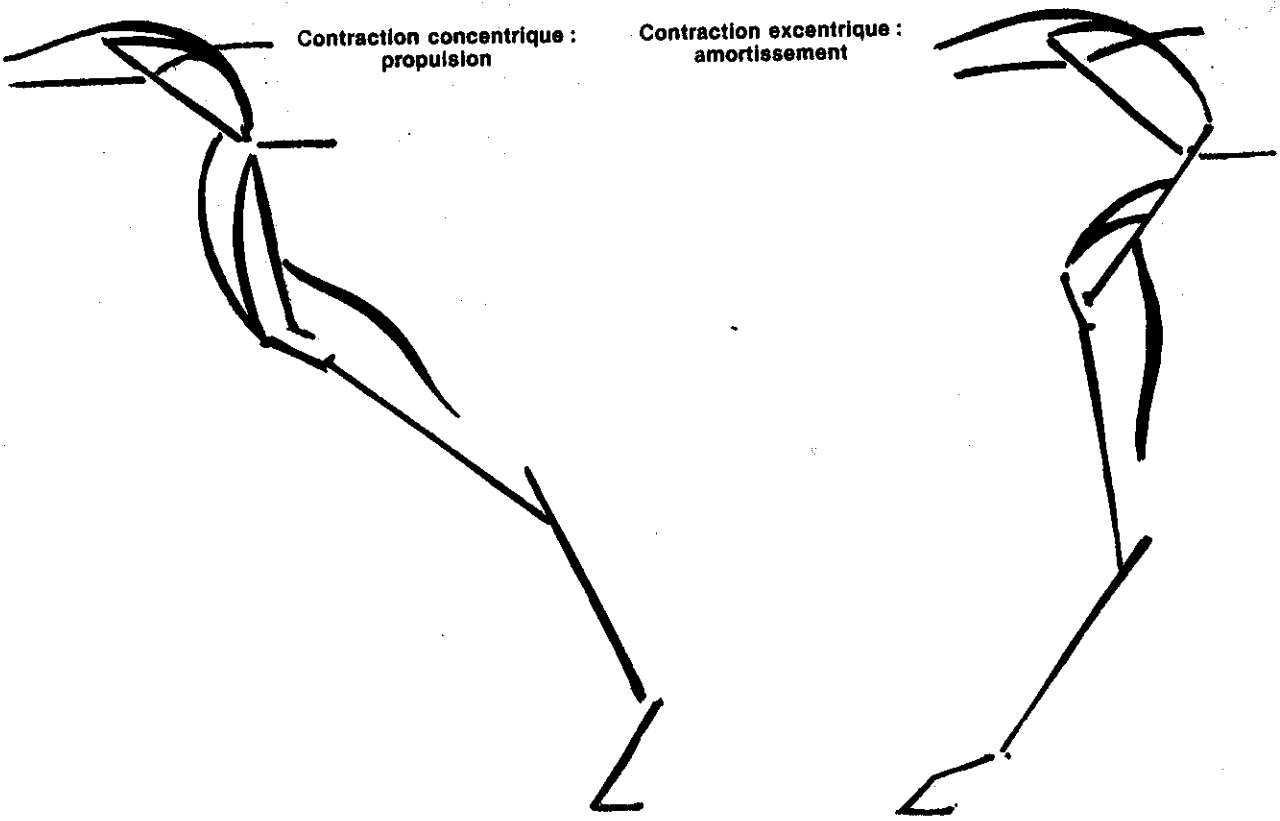
Un muscle peut travailler de trois façons différentes selon le mouvement mis en jeu et l'intérêt sportif:

- lorsque le muscle se contracte sans produire de déplacement articulaire, ce qui est assez rare dans les disciplines équestres, on parle de **contraction isométrique** (en raccourcissement ou en élongation selon l'état d'allongement du muscle). Ce type de contraction est mis en oeuvre pour régler la position de certaines régions du corps dans l'exécution d'exercices définis. C'est ce qui apparaît notamment dans le placer de la tête et de l'encolure, et dans la flexion du bassin lors du travail du cheval de Haute École;
- lorsque la contraction musculaire s'accompagne d'un raccourcissement du muscle, on parle de **contraction** (isotonique) **concentrique**. Ce type d'activité musculaire possède l'exclusivité des mécanismes d'ouverture des angles articulaires dans la **propulsion**;
- un muscle peut se contracter tout en subissant un allongement. Il effectue alors une contraction (isotonique) **excentrique**. En mécanique du cheval, ce travail a pour objet de freiner, de limiter la fermeture des angles articulaires intervenant dans les mouvements d'**amortissement**.

Ces divers types d'activité musculaire sont très importants à connaître car en physiologie sportive on sait que c'est le travail en contraction excentrique qui développe le plus la puissance d'un muscle et son efficacité dans la détente. C'est pourquoi nous consacrerons une place particulière à l'étude des groupes musculaires et à celle de leur intervention dans les diverses allures et disciplines sportives afin de préciser d'une façon rationnelle quels sont les exercices qui, faisant travailler tel groupe musculaire en excentrique, seront les plus adaptés au perfectionnement de tel geste ou de tel mouvement.

FIGURE 1 - **Types d'activité musculaire**





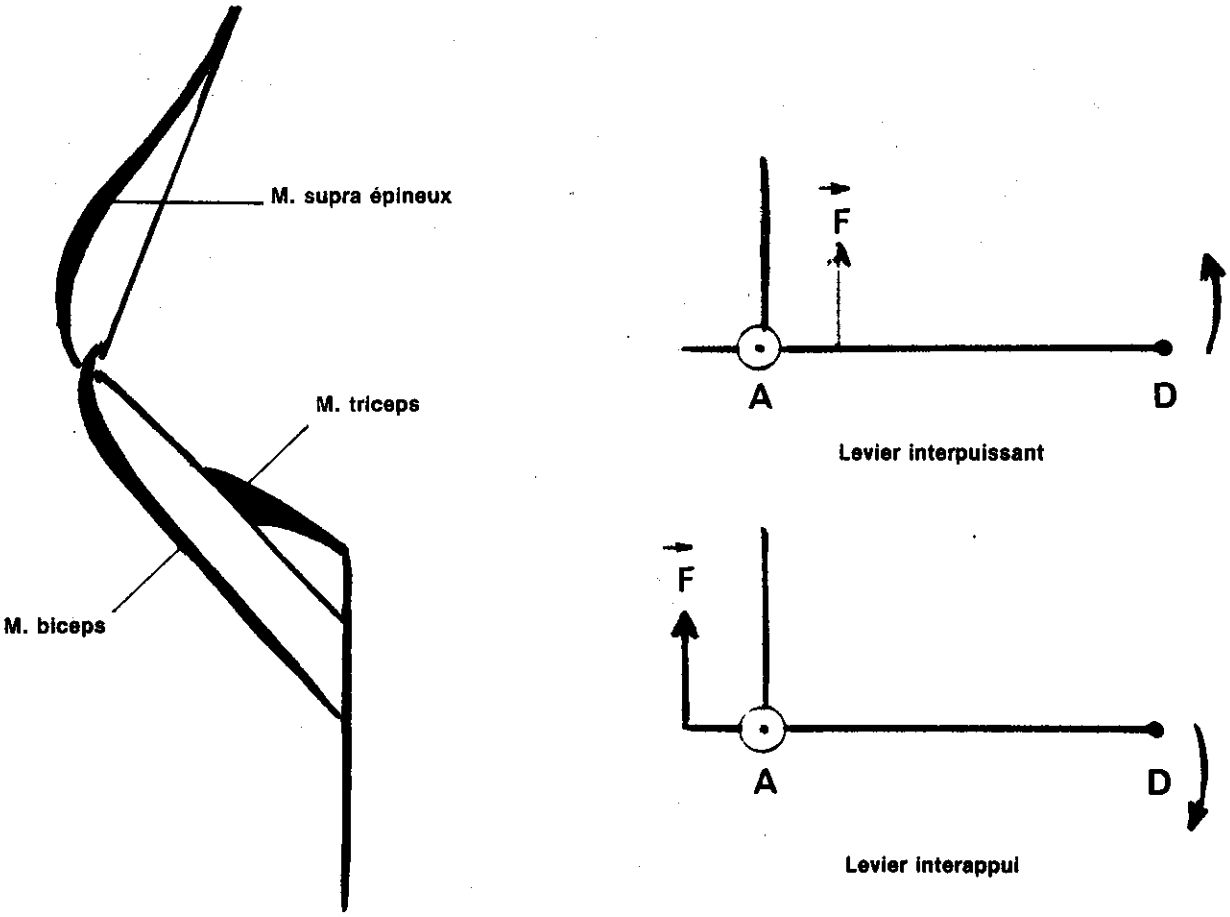
Leviers musculaires

La nature n'ayant inventé ni la roue ni le réacteur, le déplacement des êtres vivants n'est permis que grâce à un système de leviers. Chez le cheval deux types de leviers très performants commandent toute la mécanique locomotrice (figure 2):

1- Le premier type est le **levier interpuissant**. Il est ainsi dénommé parce que la Force musculaire F (puissance) s'exerce, sur le segment mobilisé, entre l'articulation A et l'extrémité déplacé D. Ce levier est économique pour le muscle, la pression articulaire est modérée mais la vitesse de déplacement est moyenne. Il est surtout mis en jeu dans la phase de **soutien** pour effectuer le ramener du membre. Dans le membre antérieur, le meilleur exemple de ce type mécanique est fourni par l'action du muscle biceps sur les os de l'avant bras.

2- Le second type est le **levier interappui**. Dans ce cas, l'articulation A, qui sert d'appui et autour de laquelle se fait le déplacement, est située entre le lieu d'action de la force musculaire F et l'extrémité D qui subit le déplacement le plus ample. Ce genre de levier nécessite une puissance musculaire forte, les pressions subies par l'articulation sont plus élevées que dans le type précédent, mais les déplacements sont plus rapides et plus amples. Il est spécialisé dans la **détente** et intervient en particulier dans la **propulsion** mais aussi dans l'amortissement. Les membres du cheval en fournissent de nombreux exemples. Dans le membre antérieur deux de ceux-ci sont remarquables. Ce sont d'une part le couple formé par le muscle (m) supra-épineux et l'humérus qui pivote autour de l'articulation de l'épaule, et d'autre part le couple m. triceps-os de l'avant-bras dont le point d'appui est l'articulation du coude.

FIGURE 2 - **Leviers musculaires**

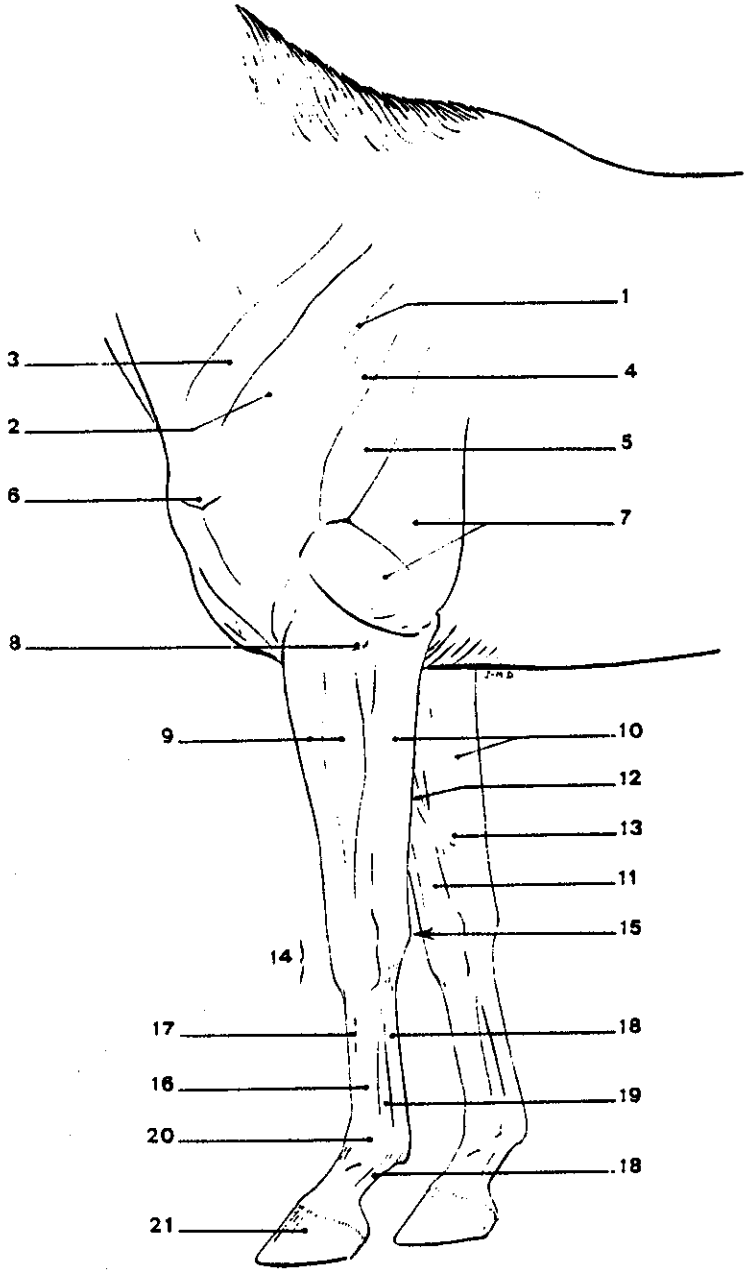


GROUPES ET ACTIONS MUSCULAIRES DU MEMBRE THORACIQUE (ANTÉRIEUR)

Au niveau du membre antérieur du cheval, les groupes musculaires peuvent être répartis en quatre catégories selon leur situation et leur rôle:

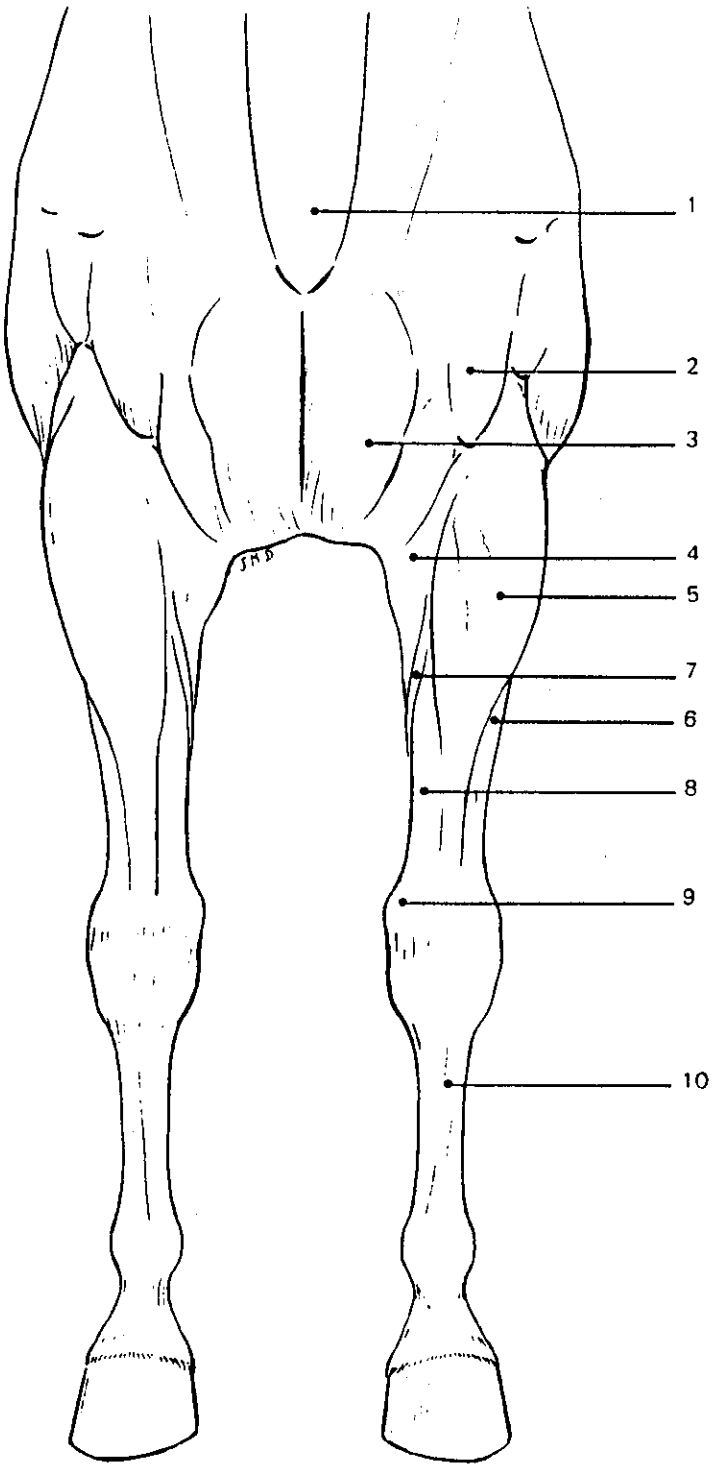
- la première déplace le membre dans son ensemble. Elle comprend les muscles du tronc;
- les autres, groupés dans chaque région (épaule, bras, avant-bras) étendent ou fléchissent le rayon sous-jacent.

FIGURE 3 - Anatomie superficielle du membre antérieur (face)



1. Epine scapulaire ; 2. M. supra-épineux ; 3. M. subclavier ; 4. M. infra-épineux ; 5. M. deltoïde ; 6. Articulation de l'épaule ; 7. M. triceps brachial ; 8. Articulation du coude ; 9. Mm. antébrachiaux crâniaux ; 10. Mm. antébrachiaux caudaux ; 11. Radius ; 12. V. céphalique de l'avant-bras ; 13. Châtaigne ; 14. Articulation du carpe (région du genou) ; 15. Saillie de l'os pisiforme ; 16. Métacarpe (région du canon) ; 17. Tendons extenseurs du doigt ; 18. Tendons fléchisseurs du doigt ; 19. Lig. suspenseur du boulet (M. Interosseux III) ; 20. Articulation métacarpo-digitale (région du boulet) ; 21. Pied.

FIGURE 4 - **Régions et anatomie superficielle du membre antérieur (face)**



1. M. sterno-céphalique ; 2. M. brachio-céphalique ; 3. M. pectoral descendant ; 4. M. pectoral transverse ; 5. M. extenseur radial du carpe ; 6. M. extenseur dorsal du doigt ; 7. V. céphalique de l'avant-bras ; 8. Radius ; 9. Processus styloïde du radius ; 10. Tendon extenseur dorsal du doigt.

MUSCLES DÉPLACANT LE MEMBRE DANS SON ENSEMBLE

Muscles de l'embrassée du terrain (figure 5)

Ils appartiennent à l'encolure. Ce sont le m. brachio-céphalique (B.C.) très long, qui attaché à la tête, tire fortement l'humérus vers l'avant, et le m. omo-transversaire (O.T.) tendu entre la scapula (omoplate) et les vertèbres cervicales.

Muscles de la propulsion (figure 5)

Puissants et étendus, ils couvrent les côtes. En tirant le membre antérieur vers l'arrière, ils propulsent le corps du cheval vers l'avant.

Le m. grand dorsal (G.D.) tire l'humérus en direction du dos. Le m. pectoral ascendant exerce sa traction vers le ventre.

FIGURE 5 - **Déplacements du membre thoracique dans son ensemble**

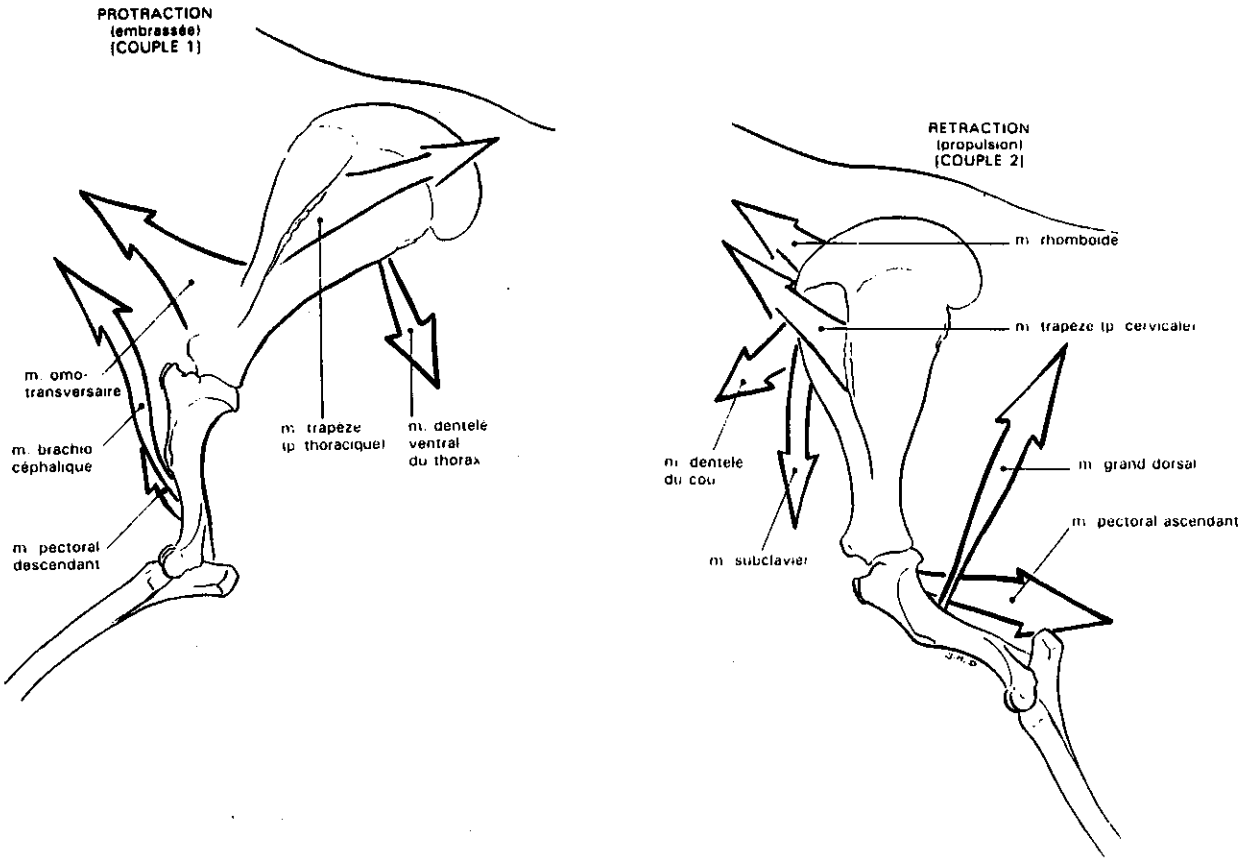
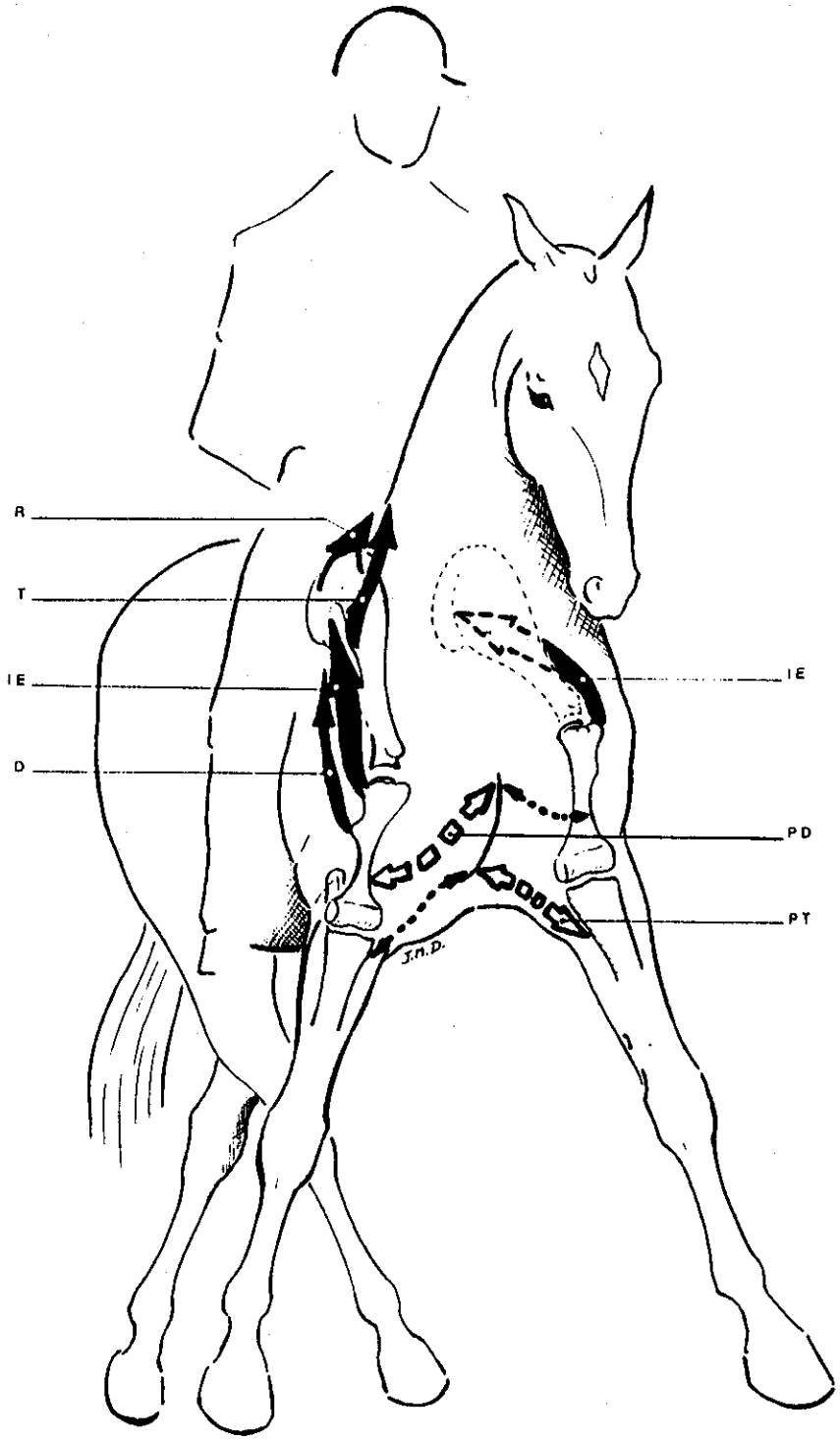


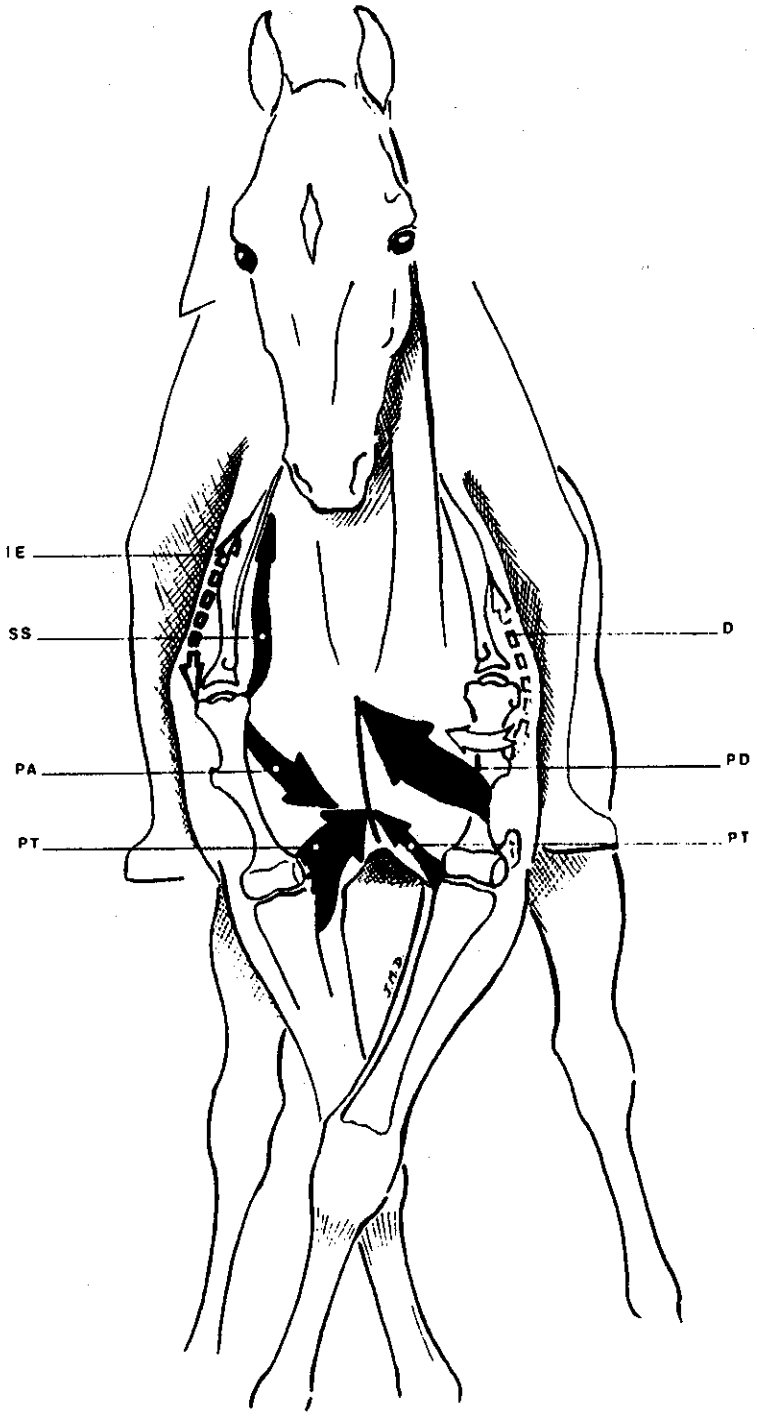
FIGURE 6 - **Interventions musculaires dans l'abduction des antérieurs**



Contraction concentrique : IE : infra-épineux ; D : deltoïde ; R : rhomboïde ; T : trapèze.

Elongation : PD : pectoral descendant ; PT : pectoral transverse.

FIGURE 7 - **Interventions musculaires lors de l'abduction des antérieurs**



Contraction concentrique : PD : pectoral descendant ; PT : pectoral transverse ; PA : pectoral ascendant ; SS : subscapulaire.

Elongation : IE : infra-épineux ; D : deltoïde

Muscle de l'épaule (figure 8)

Groupés autour de l'omoplate et se terminant en bas sur l'humérus, ils mobilisent l'articulation de l'épaule (articulation scapulo-humérale).

Muscle extenseur

C'est le puissant m. supra-épineux (S.E.) dont l'action est d'étendre l'articulation de l'épaule lors de l'embrassée (contraction concentrique) et d'empêcher la fermeture de celle-ci lors de l'appui (contraction excentrique).

Muscles fléchisseurs

Le plus actif est le m. deltoïde qui fléchit l'articulation de l'épaule dans le ramener du membre au soutien.

MUSCLE DU BRAS (figures 8 et 9)

Ils se terminent sur le radius et l'ulna (cubitus) et étendent ou fléchissent l'articulation du coude.

Muscles extenseurs

Ils sont représentés surtout par le volumineux m. triceps brachial (T.B.) dont l'action très efficace s'exerce aussi bien dans la propulsion que dans l'embrassée.

Muscles fléchisseurs

Seul le m. biceps brachial sera mentionné. Il ferme l'articulation du coude dans le ramener du membre.

MUSCLES DE L'AVANT-BRAS

Groupés autour du radius et de l'ulna (cubitus), ils se terminent par de longs tendons:

- soit sur le canon, ils sont alors moteurs de l'articulation du carpe (région du genou);
- soit dans les phalanges, ils mobilisent alors l'articulation du boulet et les interphalangiennes.

Les muscles qui sont situés en avant de l'axe osseux sont **extenseurs** soit du carpe, soit des phalanges. Ils agissent surtout dans l'embrassée du terrain.

Ceux qui sont situés en arrière sont **fléchisseurs** du carpe ou du doigt. Ils interviennent au soutien (flexion lors du ramener), mais surtout lors de l'appui depuis l'amortissement jusqu'à la propulsion. Leur rôle est alors de permettre à l'articulation du boulet de soutenir le poids du corps.

FIGURE 8 - **Muscles du membre thoracique**

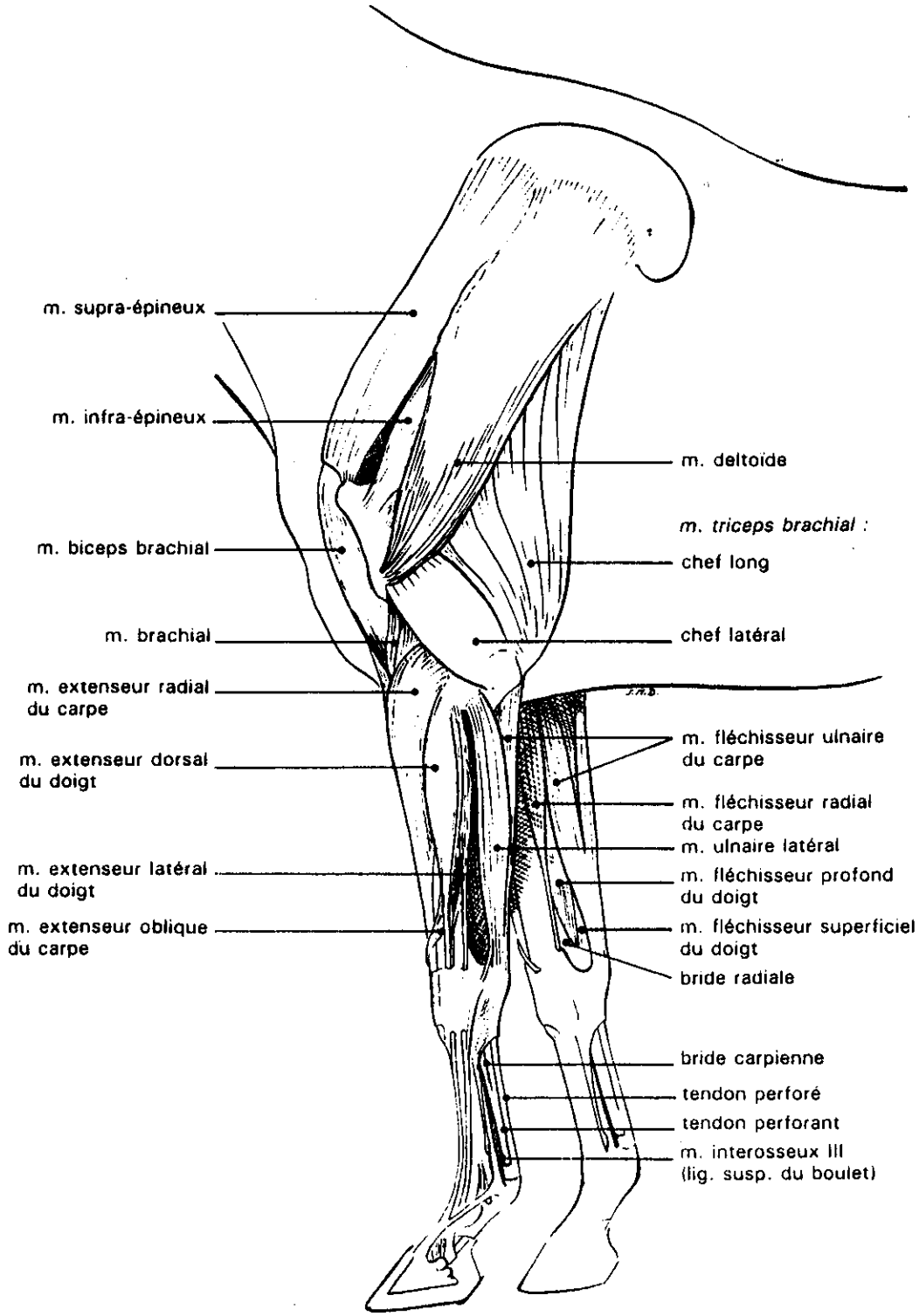
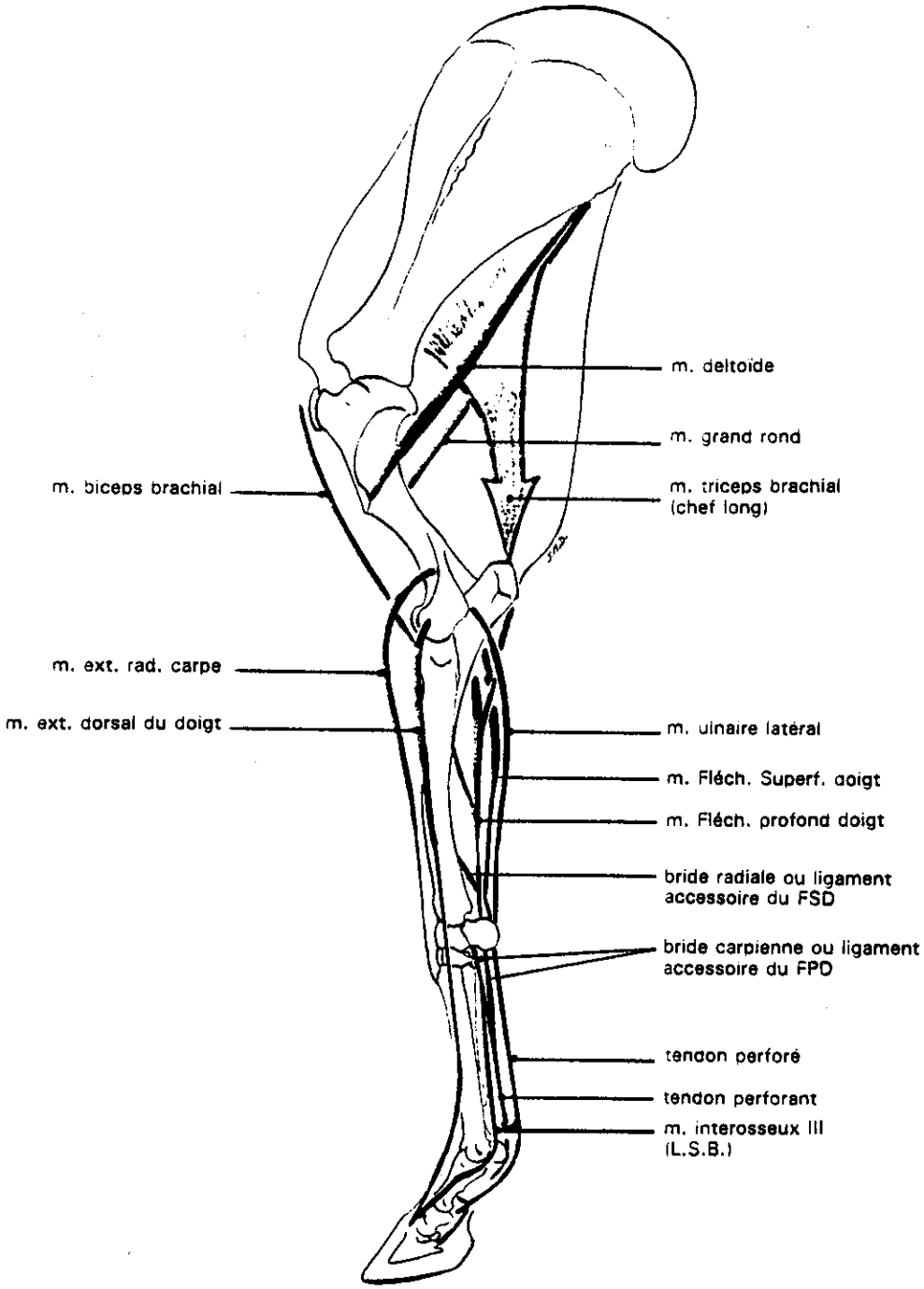


FIGURE 9 - **Muscles du membre thoracique**



INTERVENTIONS MUSCULAIRES DANS LES ALLURES

Une foulée est composée de deux phases: une phase d'**appui** au cours de laquelle le membre est au contact du sol; une phase de **soutien** dans laquelle le membre, suspendu, subit un mouvement de protraction.

Chaque phase peut elle-même être décomposée en trois temps lors desquels les interventions des groupes musculaires sus-cités sont bien définies (figure 10).

PHASE DE SOUTIEN

Trois temps peuvent être identifiés dans cette phase au cours de laquelle le membre effectue un mouvement de balancier vers l'avant: le **ramener** du membre, qui commence dès que celui-ci quitte le sol après la propulsion; la **suspension**, qui constitue un temps intermédiaire dans le mouvement pendulaire du membre; l'**embrassée** du terrain, qui termine le mouvement de protraction du membre et qui s'achève lors de la prise de contact avec le sol (battue).

Ramener

Dans le ramener s'amorce un déplacement pendulaire de la scapula (omoplate) tel que l'extrémité inférieure de cet os oscille vers l'avant. Ce déplacement est produit par le raccourcissement (contraction concentrique) de trois muscles: la partie thoracique du trapèze tire l'extrémité supérieure de la scapula vers l'arrière et les muscles brachio-céphalique (B.C.) et omo-transversaire (O.T.) tirent l'extrémité inférieure de cet os vers l'avant, entraînant dans ce sens l'ensemble du membre antérieur.

Toutes les articulations de ce membre se fléchissent grâce à l'intervention en contraction concentrique des muscles fléchisseurs précédemment cités. L'inertie du pied et des rayons les plus bas contribue à la flexion des articulations du doigt et du carpe.

- Le m. deltoïde fléchit l'articulation de l'épaule. Sa contraction apparaît très nettement sur les chevaux fins.
- Le m. biceps provoque la fermeture du coude.
- Les m. antébrachiaux caudaux fléchissent les articulations du carpe, du boulet et les interphalangiennes.

Suspension

L'oscillation de la scapula vers l'avant se poursuit grâce aux actions précédemment énoncées: traction de l'extrémité supérieure de la scapula vers l'arrière par le trapèze; et protraction de l'extrémité inférieure par les muscles brachio-céphalique et omo-transversaire.

Pour les articulations propres du membre, seul le coude continue à se fléchir grâce à l'intervention du biceps.

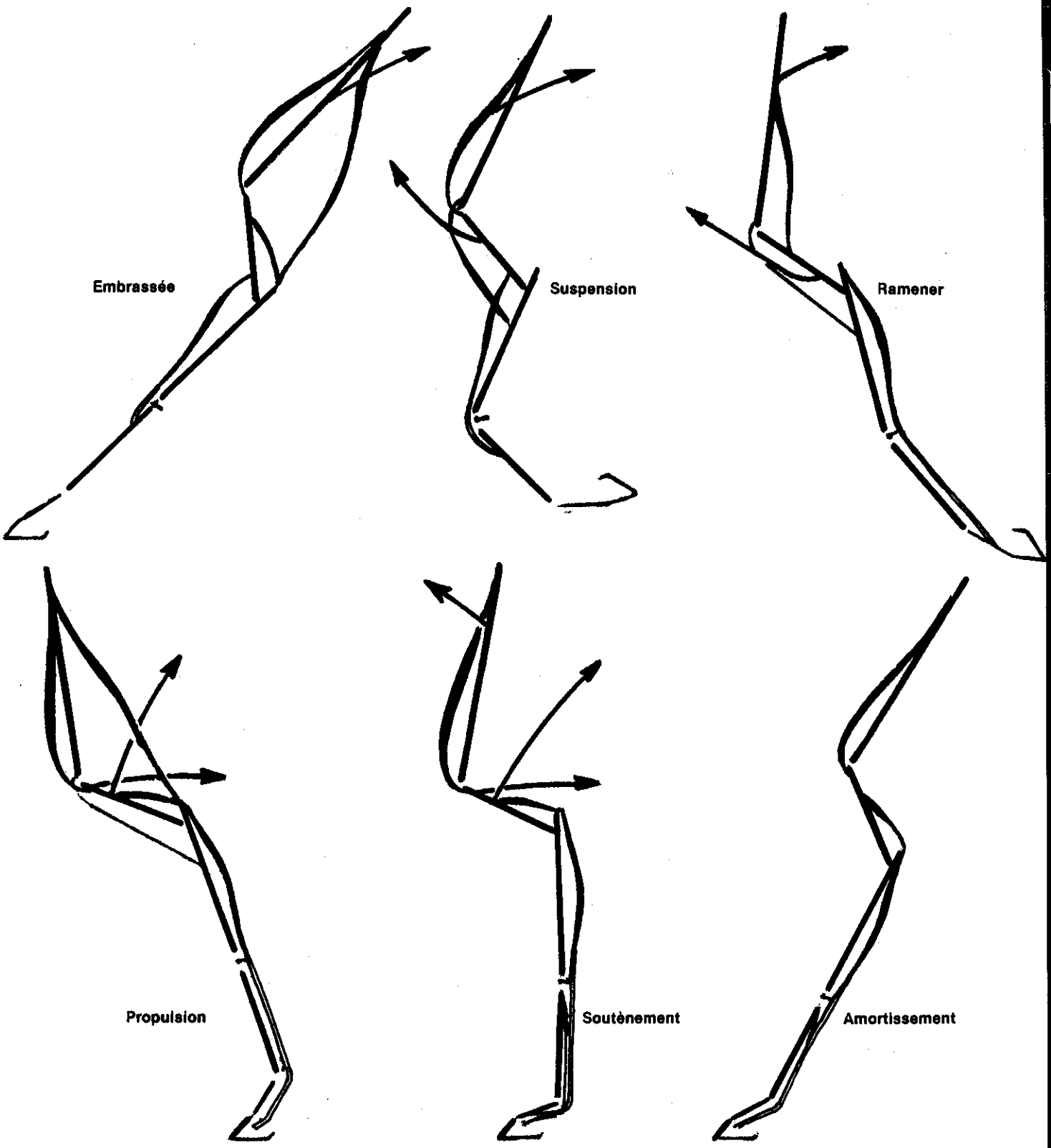
Les autres articulations de l'épaule, du carpe et du doigt, ayant atteint leur degré de flexion maximal amorcent un mouvement inverse par l'intervention de leurs muscles extenseurs qui vont prolonger leur action dans la phase d'embrassée.

Embrassée (du terrain)

Ayant entraîné l'ensemble du membre dans un ample mouvement de balancier vers l'avant, la scapula atteint son obliquité maximale dépendante d'ailleurs de la vitesse de l'allure. L'étendue de la foulée est alors corrélée à l'ouverture des angles articulaires qui complète le mouvement. Les rayons inférieurs du membre sont propulsés vers l'avant par l'extension des articulations de l'épaule et du coude respectivement provoquée par la contraction concentrique du m. supra-épineux et du m. triceps brachial. Il est à noter que ces mouvements sont synergiques et que l'ouverture de l'épaule favorise l'action du triceps.

Les rayons inférieurs sont alors alignés grâce à l'intervention des m. extenseurs de l'avant-bras qui ouvrent les articulations du carpe et du doigt.

FIGURE 10 - **Actions musculaires du membre antérieur au cours d'une foulée**



Phase d'appui

Elle peut elle-même être décomposée en trois temps dans lesquels le membre subit un déplacement relatif vers l'arrière:

- **l'amortissement,** apparaissant dès la battue, se manifeste par une fermeture contrôlée des angles articulaires destinée à absorber les réactions entre le sol et l'énergie cinétique de la masse du cheval;
- **dans le soutènement** le membre supporte cette masse à laquelle il impose une translation horizontale;
- **la propulsion** est caractérisée par l'ouverture des articulations grâce à des interventions musculaires puissantes et à l'élasticité des systèmes tendineux.

Amortissement

En contrôlant la fermeture des angles articulaires, les groupes musculaires jouent un rôle capital dans l'absorption des chocs lors de la prise d'appui du membre.

Cet amortissement se fait grâce à une **contraction excentrique** des muscles des trois rayons supérieurs du membre:

- la contraction des m. fléchisseurs de l'avant bras jointe à l'élasticité des ligaments annexés au système tendineux limite la descente du boulet;
- la contraction des chefs courts du triceps brachial contrôle la fermeture du coude et évite l'horizontalisation de l'humérus;
- l'action du m. supra-épineux limite la fermeture de l'articulation de l'épaule.

Soutènement

Tous les muscles que nous venons de citer prolongent ici leur action par une contraction intense dans un état d'étirement important. Ils évitent l'effondrement de la colonne osseuse du membre sous le poids du cheval, en particulier les m. fléchisseurs de l'avant-bras soutiennent énergiquement le boulet. La rétraction du membre se poursuit sous une forme active par l'entrée en action de muscles qui tirent la scapula et l'humérus vers l'arrière et amorcent la propulsion.

Ces muscles très efficaces sont le m. pectoral ascendant, puissant, et le m. grand dorsal, très étendu. Ils imposent à l'ensemble du membre un déplacement angulaire relatif vers l'arrière. Ils sont aidés en cela par le m. trapèze (partie cervicale) et le m. rhomboïde qui attirent l'extrémité supérieure de la scapula vers l'avant.

Propulsion

Ces actions musculaires trouvent leur aboutissement, dans la propulsion où la rétraction violente du membre se conjugue avec **l'ouverture de toutes les articulations** grâce à des contractions musculaires concentriques.

Tout se passe comme si le cheval rebondissait sur ce membre qui restitue l'énergie emmagasinée par ses muscles, ses tendons et ses ligaments au cours des deux temps précédents, amortissement et soutènement.

Le m. supra-épineux ouvre l'articulation de l'épaule, ce qui favorise le rôle de m. triceps brachial qui étend puissamment le coude. Le boulet quant à lui est relevé par la contraction des m. fléchisseurs de l'avant-bras et l'élasticité de leur puissant système tendineux. Cette première approche simplifiée de la mécanique de l'appareil locomoteur chez le cheval permet de préciser certaines notions de physiologie musculaire et d'en extraire les premières applications sportives.

- On considère classiquement que les muscles fléchisseurs et extenseurs sont **antagonistes**. Si l'on prend l'exemple du biceps et du triceps, ces muscles sont effectivement **antagonistes au soutien**, mais ils deviennent synergiques à la propulsion. En effet, l'extension du coude par le triceps permet au biceps de participer à l'extension de l'épaule à la fin de l'appui.Cette observation sera encore plus manifeste quand nous prendrons connaissance du fonctionnement des muscles du membre postérieur.

- Un même groupe musculaire **travaille de façon différente selon la phase considérée** dans une foulée. Si l'on considère l'action du m. supra-épineux, nous avons vu qu'il se contracte en concentrique dans l'embrassée du terrain, en excentrique au cours de l'amortissement puis à nouveau en concentrique lors de la propulsion.
- La connaissance des groupes musculaires et de leur intervention est importante dans le choix et de la définition des indications des exercices physiques d'entraînement du cheval.

Un exemple simple, que nous développerons ultérieurement, nous permet d'en prendre conscience: quand un cheval travaille en côte, on privilégie la contraction concentrique des m. supra-épineux, triceps brachial, grand dorsal et pectoral ascendant lors de la propulsion. Les exercices en descente imposent un travail excentrique aux m. brachio-céphalique, omo-transversaire, supra-épineux et aux chefs courts du triceps brachial.

On comprend donc mieux pourquoi seule l'association de divers exercices peut tendre vers un développement musculaire harmonieux et complet de l'athlète cheval.

Cette connaissance scientifique et pratique de l'entraînement passe donc nécessairement par l'étude de la biomécanique et la gymnastique sportive du cheval.

GROUPES ET ACTIONS MUSCULAIRES DU MEMBRE POSTÉRIEUR

Après avoir présenté la mécanique du membre antérieur, essentiellement orientée vers l'amortissement et la réception, il nous faut maintenant étudier les dispositifs locomoteurs du membre postérieur spécialisé dans la propulsion, la détente.

Nous garderons toujours pour objectif de ne retenir ici que les éléments utiles à la compréhension de la locomotion chez le cheval, considéré en tant que merveilleuse mécanique sportive. Notre second souci sera continuellement de vouloir fournir à l'entraîneur de chevaux de sport, professionnel ou amateur, des éléments de réflexion pour mener à bien la préparation physique de ses pensionnaires.

Pour comprendre la biomécanique des membres postérieurs, afin de savoir ensuite comment améliorer l'efficacité de l'arrière-main, nous procéderons en trois temps. Nous présenterons d'abord les leviers naturels régissant la mécanique de ce membre puis les groupes et les actions musculaires s'exerçant sur eux, enfin les interventions de ces dispositifs locomoteurs au cours des allures.

LEVIERS DU MEMBRE POSTÉRIEUR

Comme nous l'avons vu précédemment, ce type de levier est spécialisé dans la propulsion. Il est l'agent moteur principal dans les allures, le saut et les figures de dressage. Cette fonction est permise par d'efficaces **leviers interappuis** qui côtoient quelques **leviers interpuissants**.

Les leviers interappuis

Comme nous l'avons vu ce type de levier est principalement orienté vers la **détente** et secondairement vers l'amortissement. Son efficacité dépend de la puissance du groupe musculaire impliqué, mais aussi de la longueur du bras de levier. Chacun des trois étages supérieurs du membre possède son propre système.

1. Le levier trochantérique

Il pivote autour de l'articulation de la hanche (coxofémorale). Son bras de levier est le grand trochanter qui forme l'extrémité supérieure, très proéminente, du fémur. Il est mobilisé par le puissant muscle fessier moyen, dont la contraction propulse l'ensemble du membre vers l'arrière.

2. Le levier rotulien ou patellaire

Il est formé par la rotule, solidarisée au tibia par les trois forts ligaments patellaires et par le muscle quadriceps fémoral. La contraction de celui-ci attirant la rotule vers le haut, provoque l'extension de la région du grasset (articulation du genou ou articulation fémoro-tibio-patellaire).

3. Le levier calcanéen

Il est constitué par le calcanéus, long bras de levier sur lequel se termine la corde du jarret essentiellement constituée par les deux tendons du muscle gastrocnémien. La contraction de ce dernier se traduit par l'extension violente du jarret et en particulier tibiotalienne.

Leviers interpuissants

Ce genre de levier intervient essentiellement lors du **soutien** pour provoquer la flexion des articulations. Nous ne retiendrons que les deux systèmes principaux qui agissent directement sur les segments les plus hauts du membre mais aussi indirectement sur les rayons inférieurs (voir plus loin: appareil réciproque).

1. Le levier ilio-psoas

Très important en équitation sportive, il est formé par le muscle ilio-psoas qui se termine sur le petit trochanter du fémur. Il provoque la flexion de l'articulation de la hanche, en particulier détermine l'engagement de l'ensemble du membre à la fin de la phase de soutien.

2. Le levier fémoral caudal

Il résulte de l'attache des puissants muscles fémoraux caudaux sur l'extrémité supérieure du tibia. La contraction de ceux-ci entraîne, lors du soutien, la flexion de la région du grasset (articulation du genou).

GROUPES ET ACTIONS MUSCULAIRES

Dans chaque région les muscles sont groupés autour du rayon osseux correspondant (figure 11 et 12). C'est pourquoi nous devons décrire: les muscles du bassin groupés autour du coxal; les muscles de la cuisse répartis autour du fémur; et les muscles de la jambe situés sur les faces du tibia. Rappelons une notion importante quant à l'organisation des groupes musculaires des membres: les muscles de chaque rayon se terminent sur le rayon sous-jacent. Ils mobilisent donc l'articulation intermédiaire à ces deux segments. Comme toujours, pour chaque groupe, nous ne citerons que les éléments utiles à la compréhension de la biomécanique et à la connaissance du geste fonctionnel.

MUSCLES DU BASSIN

Ils se terminent sur l'extrémité supérieure du fémur et mobilisent l'articulation coxo-fémorale (articulation de la hanche).

1. Muscles extenseurs de la hanche: fessiers

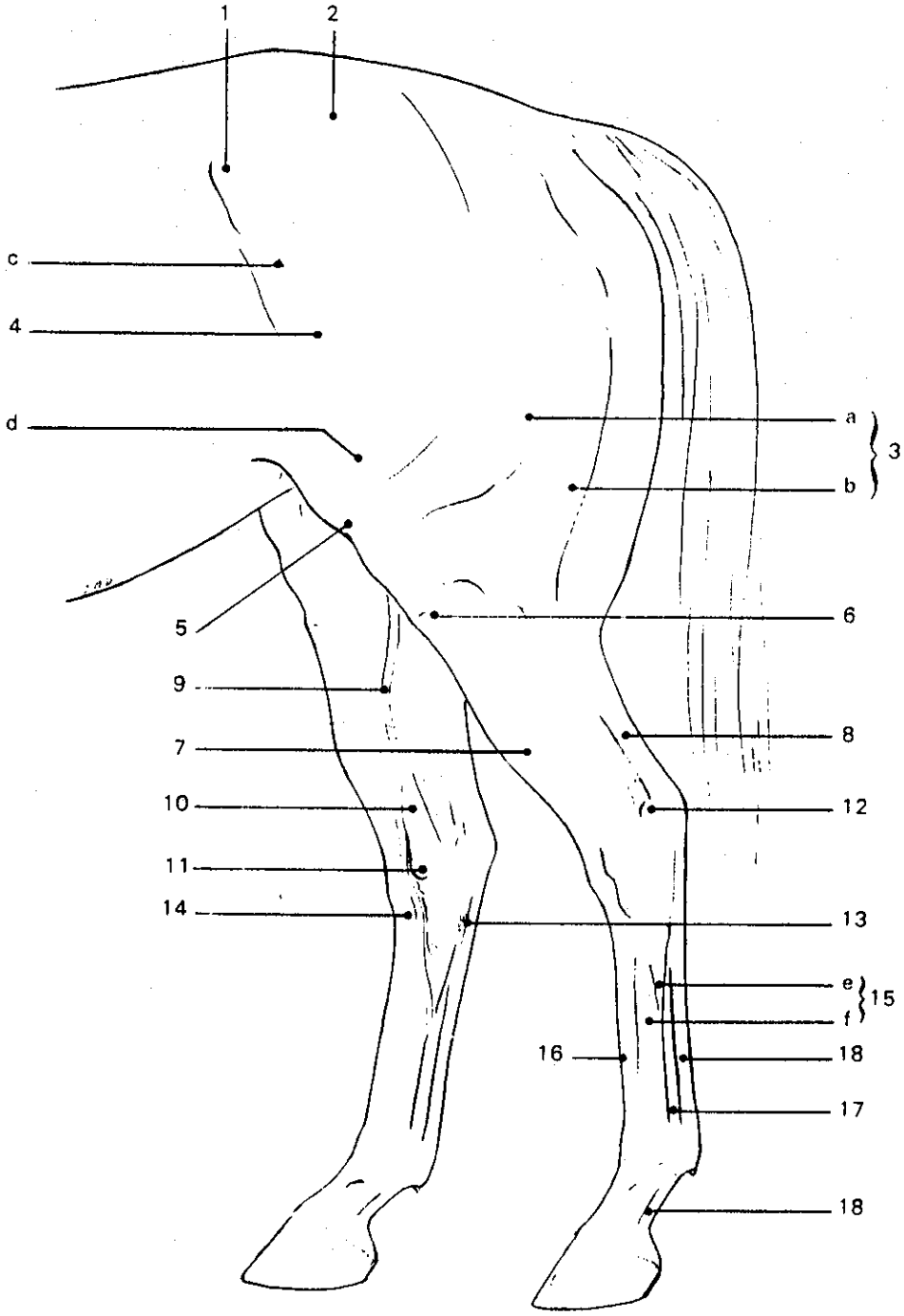
Les muscles fessiers sont très volumineux et forment le relief de la croupe. De loin le plus puissant de tous, le muscle **fessier moyen** s'attache très en avant dans la région lombaire sur la masse commune et se termine sur le bras de levier trochantérique. Chez le cheval, c'est **l'extenseur le plus efficace** de l'organisme et l'agent le plus déterminant dans la propulsion et la détente.

2. Muscle fléchisseur de la hanche: ilio-psoas

Bien qu'appartenant à la région sous-lombaire (avec laquelle nous le décrirons dans le chapitre consacré à la biomécanique du tronc), le muscle ilio-psoas, situé à l'entrée du bassin, mérite d'être cité ici.

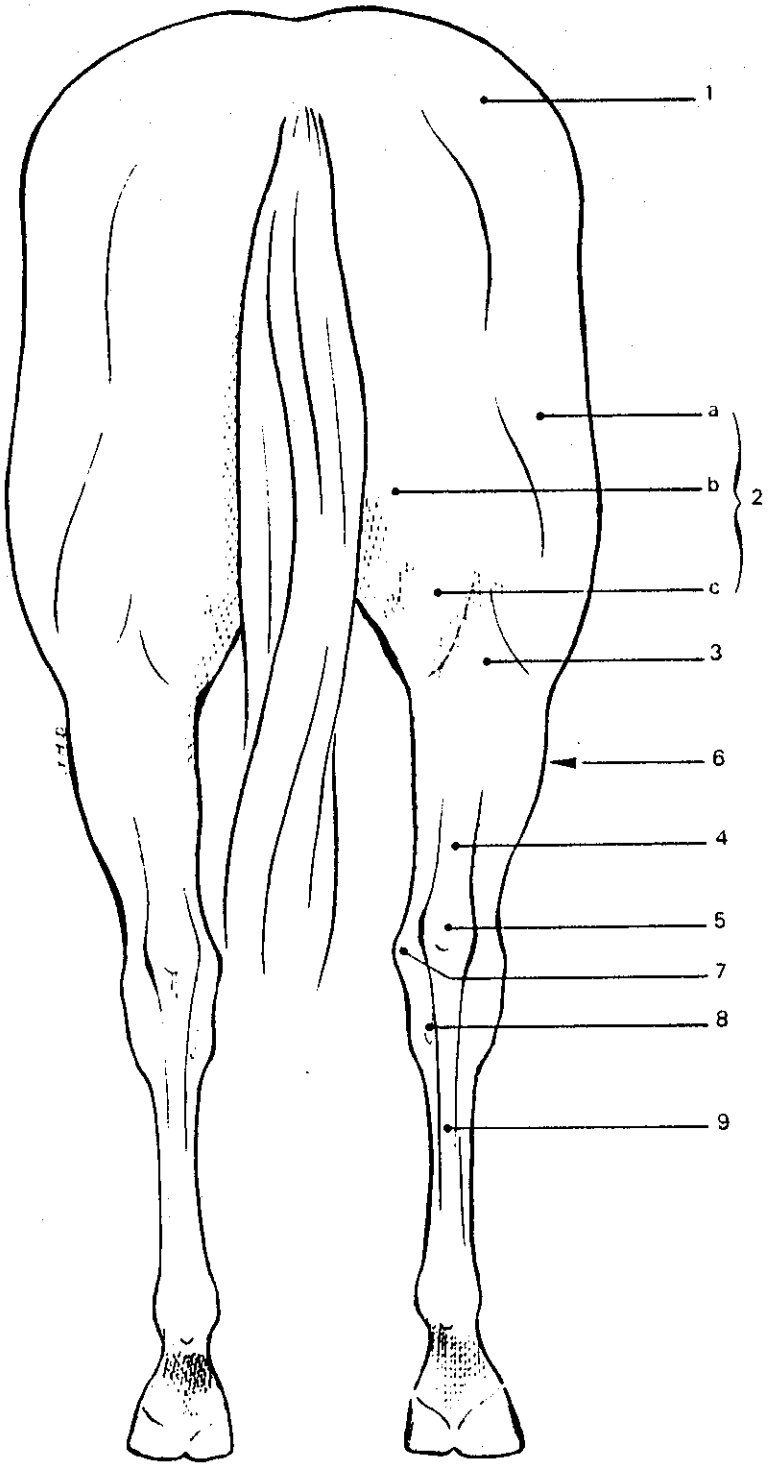
En effet, ce muscle puissant, inséré sous les vertèbres lombaires et l'ilium, se termine sur l'extrémité supérieure du fémur. Ainsi, non seulement il fléchit les articulations intervertébrales lombaires et surtout lombosacrales, mais aussi c'est l'agent le plus efficace de la **flexion de la hanche**. C'est donc le **muscle de l'engagement** des postérieurs par excellence.

FIGURE 11 - **Anatomie superficielle du membre postérieur (profil)**



1. Os ilium ; 2. Muscle fessier moyen ; 3. Muscles fémoraux caudaux (Muscle glutéobiceps) : a. Muscle glutéofémoral, b. Muscle biceps fémoral ; 4. Muscles fémoraux crâniaux : c. Muscle tenseur du fascia lata, d. Muscle quadriceps fémoral ; 5. Rotule ; 6. Tubérosité du tibia ; 7. Muscles jambiers crâniaux ; 8. Corde du jarret (Tendon calcanéen commun) ; 9. Veine saphène médiale ; 10. Tibia ; 11. Malléole médiale du tibia ; 12. Calcaneus ; 13. Châtaigne ; 14. Fontaine du jarret ; 15. Canon (Métatarse) : e. Os métatarsien rudimentaire latéral, f. Os métatarsien principal ; 16. Tendons extenseurs du doigt ; 17. Ligament suspenseur du boulet (Muscle interosseux III) ; 18. Tendons fléchisseurs du doigt.

FIGURE 12 - **Examen de derrière. Anatomie superficielle**



1. Muscle fessier moyen ; 2. Muscles fémoraux caudaux : a. Muscle glutéobiceps, b. Muscle semi-membraneux, c. Muscle semi-tendineux ; 3. Muscle gastrocnémien ; 4. Tendon calcanéen commun (corde du jarret) ; 5. Calotte calcanéenne du planto-perforé ; 6. Muscles jambiers crâniaux ; 7. Malléole médiale du tibia ; 8. Châtaigne ; 9. Tendons fléchisseurs du doigt.

Muscles de la cuisse ou muscles fémoraux (figure 13)

Disposés autour du fémur, ces muscles sont répartis en trois groupes différents selon la localisation et le rôle.

1. Muscles fémoraux crâniaux ou antérieurs

Deux muscles sont à mentionner. Le premier est le **muscle quadriceps fémoral.** Il s'attache sur le pubis (muscle droit de la cuisse) et sur le fémur (muscles vastes) et se termine sur la patella (rotule). C'est **l'extenseur de l'articulation du genou** (région du grasset). Il est accessoirement fléchisseur de la hanche. Le second ou muscle tenseur du fascia lata est tendu entre l'ilium et la patella (rotule). Il est surtout fléchisseur de la hanche.

2. Muscles fémoraux caudaux ou postérieurs

Beaucoup plus étendus que les précédents, ces muscles sont au nombre de trois. Ce sont: le muscle glutéo-biceps (ou long vaste), le muscle semi tendineux et le muscle semi-membraneux. Ils commencent sur le sacrum ou sur l'ischium et se terminent sur les extrémités inférieure du fémur et supérieure du tibia. Très importants dans la locomotion, leurs fonctions sont complexes et dépendent de la phase locomotrice considérée; **au soutien, ils sont fléchisseurs** de l'articulation du genou; **à l'appui, ils deviennent extenseurs** du genou et de la hanche (voir plus loin).

3. Muscles fémoraux médiaux ou internes

Ils sont situés à la face interne de la cuisse, tendus entre le pubis et l'ischium d'une part et les extrémités inférieure du fémur et supérieure du tibia. Quand ils se contractent, ils tirent le membre vers l'intérieur: ce sont les muscles de **l'abduction** et ils sont en cela antagonistes des muscles fessiers qui sont responsables de **l'abduction** (écartement du membre vers l'extérieur).

Muscles de la jambe (figures 13 et 14)

Ils forment deux groupes musculaires antagonistes situés l'un en avant du tibia, l'autre en arrière. Ils se terminent par de longs tendons: soit sur les os du tarse, ils sont ainsi moteurs de l'articulation du jarret; soit sur les phalanges, ils mobilisent alors également l'articulation du boulet et les interphalangiennes.

Par ailleurs, un dispositif tout à fait original de solidarisation des articulations du membre postérieur appelé **appareil réciproque** par les Anglo-Saxons, mérite une mention particulière.

1. Muscles jambiers crâniaux ou antérieurs

Ils sont appliqués contre la face antérieure du tibia (le péroné ou fibula est vertigial chez le cheval).

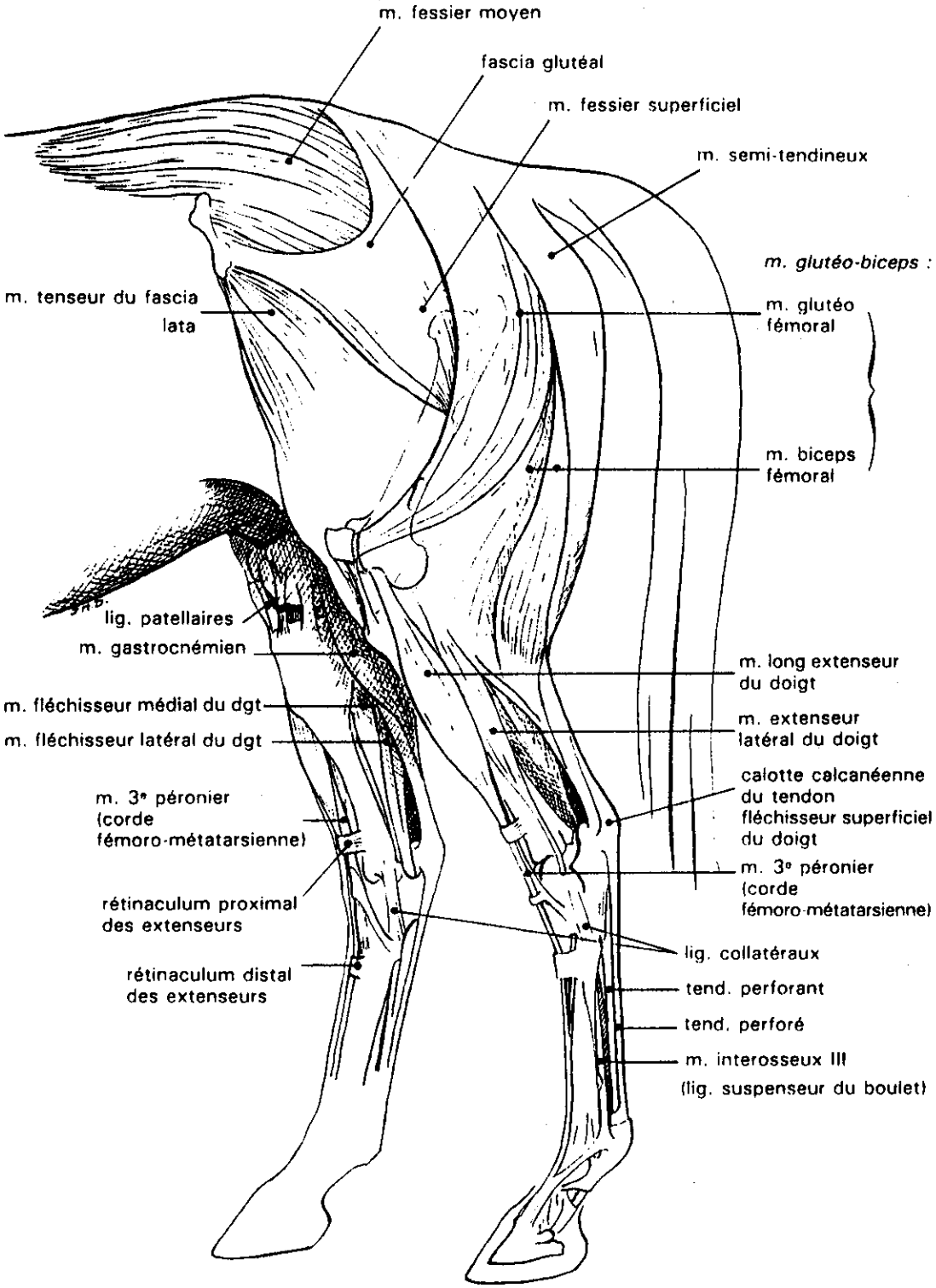
- Ceux qui se terminent sur les os du tarse ou l'extrémité supérieure du métatarse sont exclusivement fléchisseurs du jarret.
- Ceux qui se prolongent jusqu'à la face antérieure des phalanges (muscles extenseurs du doigt) sont également extenseurs du boulet des articulations interphalangiennes.

2. Muscles jambiers caudaux ou postérieurs

Ils sont situés en arrière du tibia et partiellement recouverts par les muscles fémoraux caudaux.

- Le plus volumineux, le **muscle gastrocnémien**, constitué de deux chefs (muscles jumeaux), se termine sur le sommet du calcanéus. Grâce à ce bras de levier il est un très efficace **extenseur du jarret.**
- Les autres sont les muscles fléchisseurs du doigt. Ils se poursuivent à la face postérieure du canon par de forts tendons qui atteignent les phalanges. Ils sont ainsi fléchisseurs du boulet et des articulations interphalangiennes.

FIGURE 13 - **Muscles du membre pelvien (plan superficiel)**



3. Appareil réciproque (figures 14 à 16)

Spécifique du cheval et traduisant son adaptation à la course, cet appareil est constitué de deux systèmes entièrement fibreux, solidarisant les articulations du genou, du jarret et du doigt.

A. Constitution

En avant du tibia, la corde fémoro-métatarsienne est tendue entre l'extrémité inférieure du fémur et l'extrémité supérieure du métatarse.

En arrière des os de la jambe, le muscle fléchisseur superficiel du doigt, devenu également fibreux commence sur l'extrémité inférieure du fémur, s'attache sur le sommet du calcanéus, véritable poulie de renvoi pour la calotte calcanéenne et se prolonge par le tendon planto-perforé jusqu'à la phalange intermédiaire.

B. Fonctionnement

Quand les puissants muscles fémoraux fléchissent le genou, l'extrémité supérieure de la corde fémoro-métatarsienne remonte, ce qui tire sur l'extrémité inférieure et provoque la **flexion entièrement automatique du jarret.** La tension du tendon planto-perforé (renvoi par le calcanéus) entraîne la flexion du boulet et des phalanges.

Inversement, l'extension du genou entraîne une traction sur l'extrémité supérieure du muscle fléchisseur superficiel du doigt, action qui est transmise au bras de levier calcanéen et provoque l'extension du jarret.

Ainsi, par ce système de solidarisation entièrement passif, car totalement fibreux, les muscles de la cuisse parviennent à mobiliser toutes les articulations inférieures du membre jusqu'aux interphalangiennes. Ce mécanisme explique la coordination et l'harmonie fonctionnelle des gestes du membre postérieur.

Corrélativement des lésions de ce dispositif vont se traduire par de graves impotences locomotrices: la rupture de la corde fémoro-métatarsienne entraîne une impossibilité de flexion du jarret; la luxation de la calotte calcanéenne du fléchisseur superficiel du doigt se manifeste par un défaut d'extension du jarret.

Ayant à l'esprit les bases anatomo-fonctionnelles nécessaires à la compréhension mécanique du membre postérieur, étudions maintenant la chronologie de leur intervention dans les allures.

FIGURE 14 - **Muscles du membre pelvien (plan profond)**

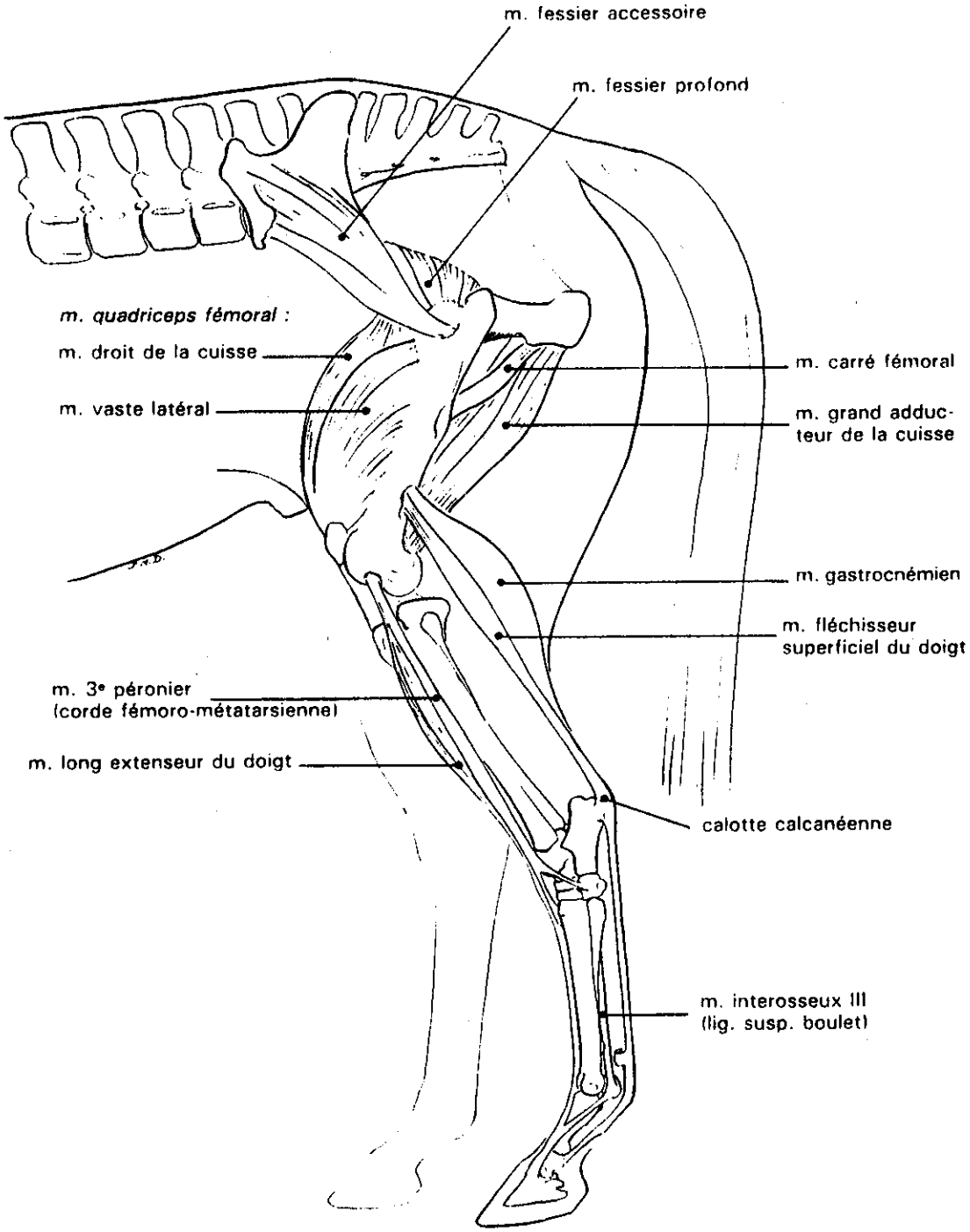


FIGURE 15 - **Groupes musculaires du membre pelvien**

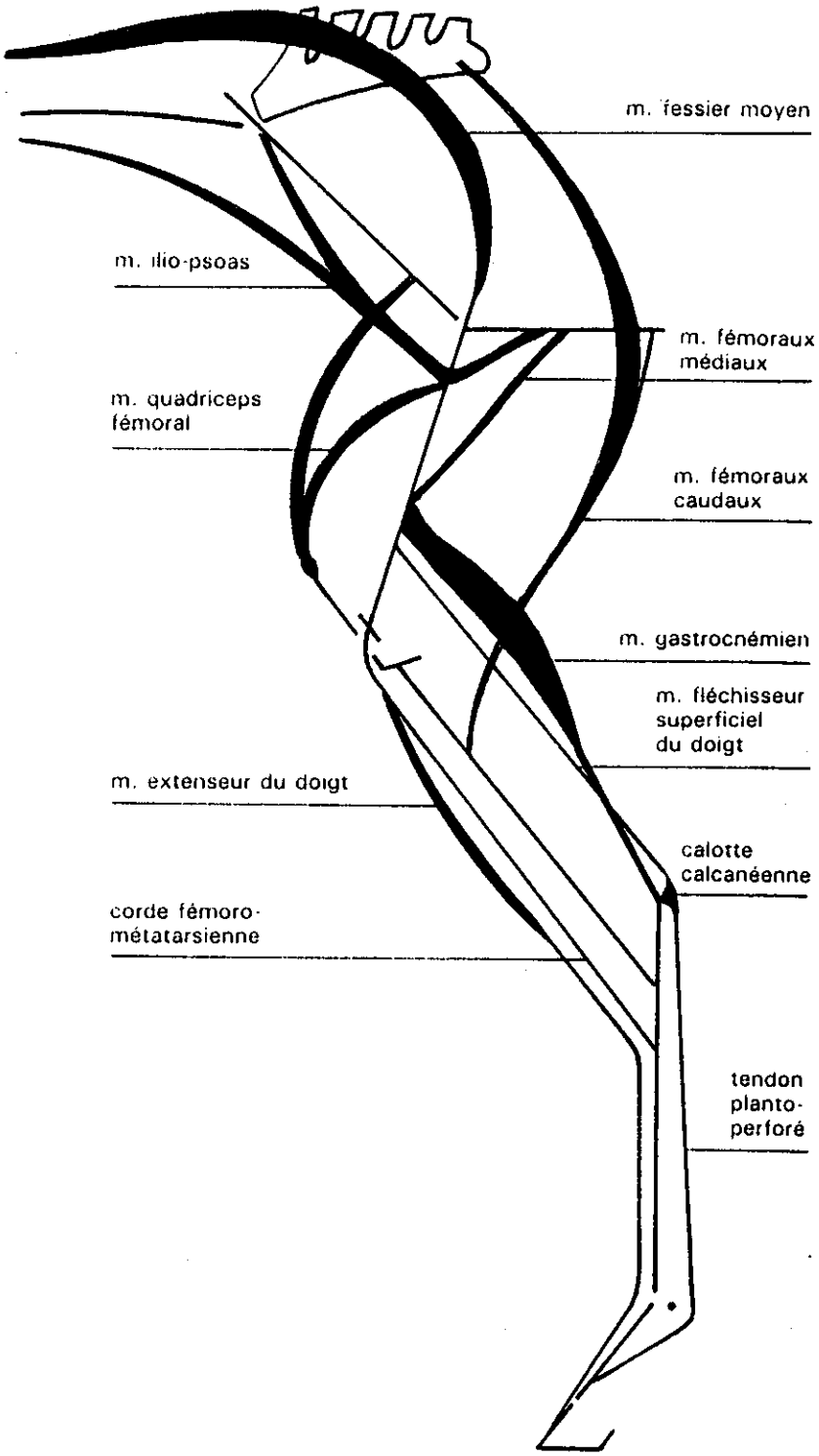


FIGURE 16 - **Système de solidarisation des articulations du genou (grasset) et du jarret (appareil réciproque)**

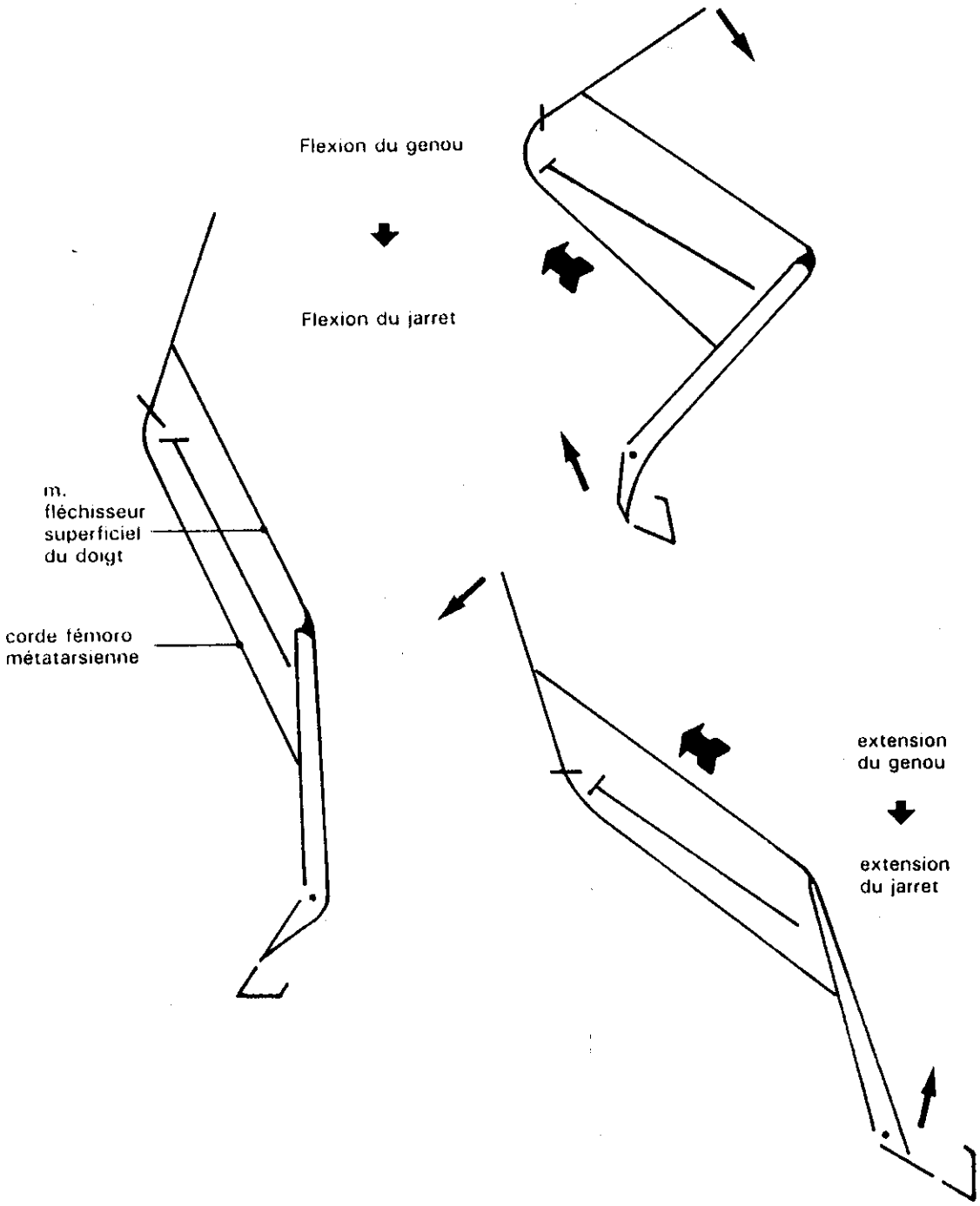
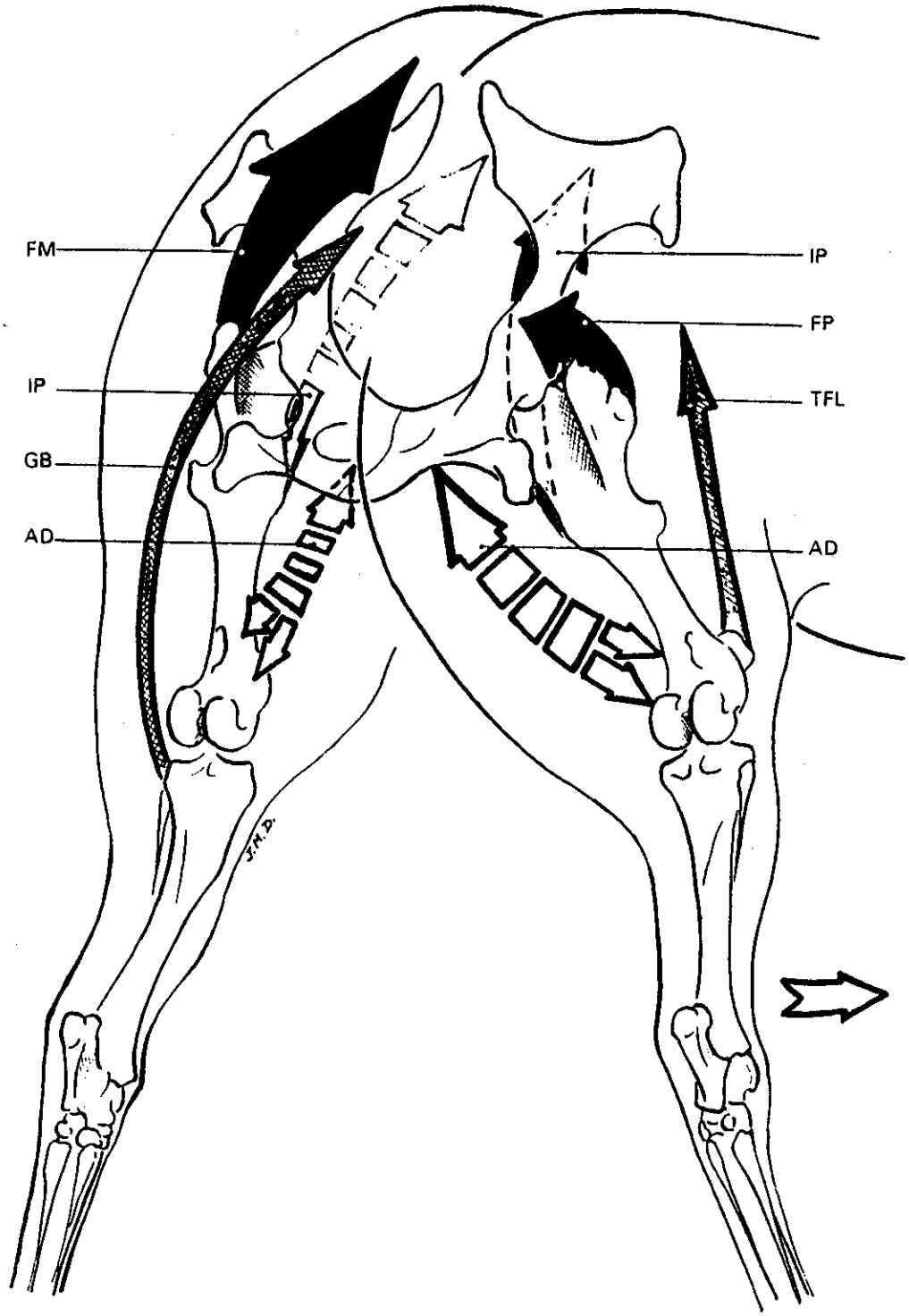


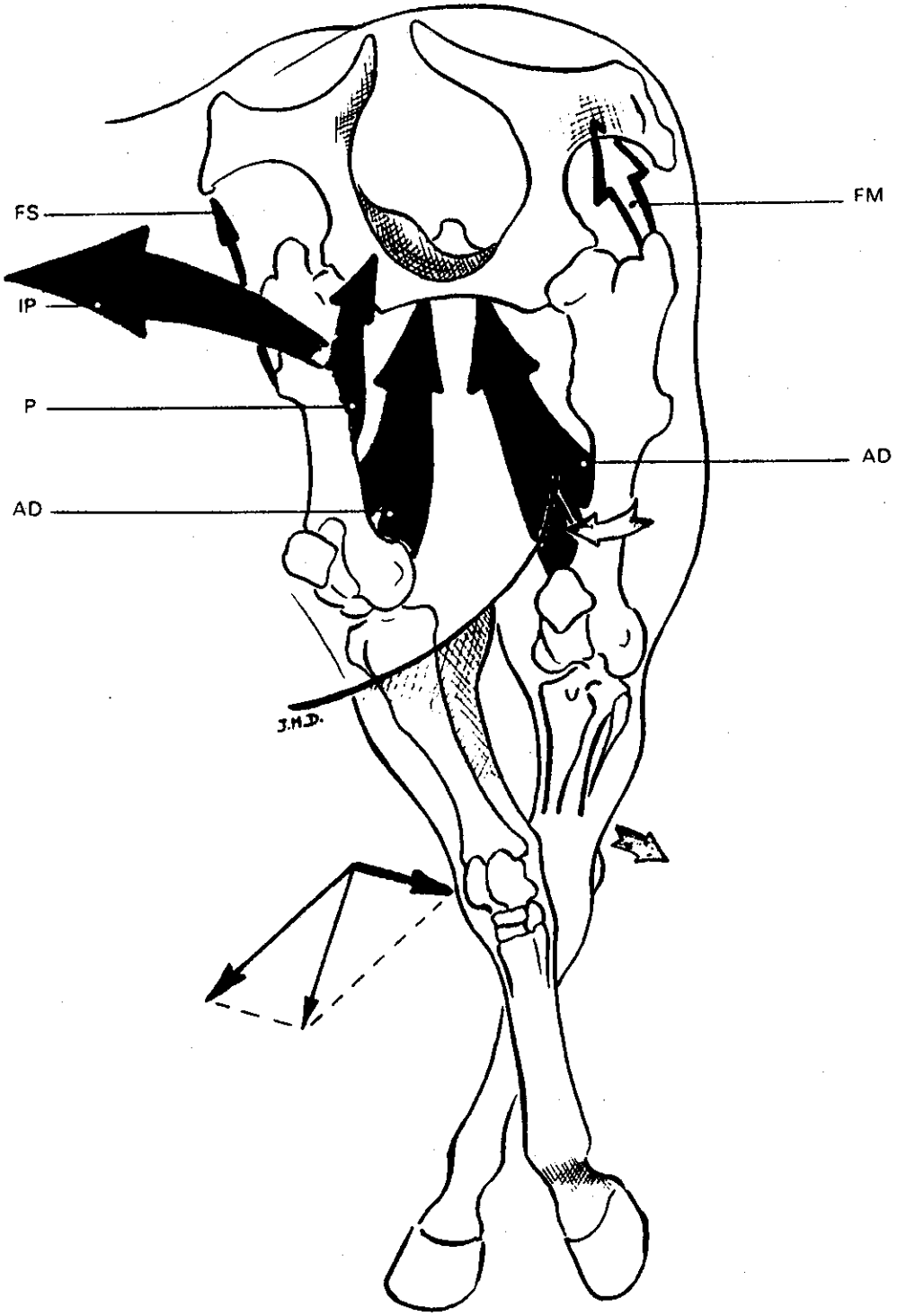
FIGURE 17 - Interventions musculaires dans l'abduction des postérieurs



Contraction concentrique : FM : fessier moyen ; FP : fessier profond ; GB : glutéo biceps ; IP : ilio-psoas ; TFL : tenseur du fascia lata

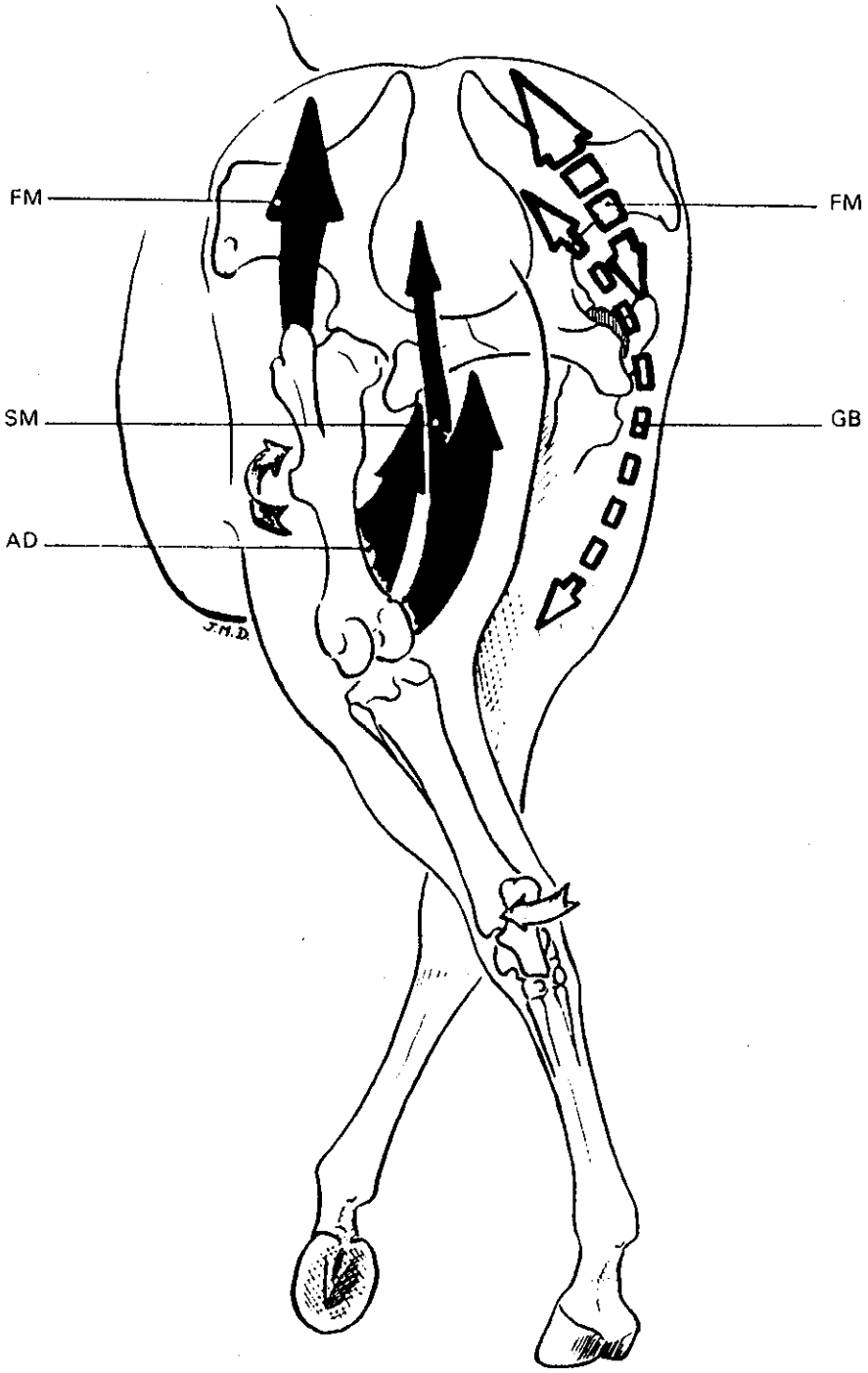
Elongation : AD : adducteurs (de la cuisse) ; IP : ilio-psoas

FIGURE 18 - **Abduction des membres pelviens au cours des déplacements latéraux**



AD : m. grand adducteur de la cuisse ; IP : m. ilio-psoas ; P : m. pectiné ; FS : m. fessier superficiel ; FM : m. fessier moyen.

FIGURE 19 - **Abduction des membres postérieurs au cours des déplacements latéraux**



Muscles en contraction concentrique
AD : m. grand adducteur de la cuisse ; SM : m. semi-membraneux.

Muscles en élongation
FM : m. fessier moyen ; GB : m. glutéo biceps

INTERVENTIONS MUSCULAIRES DANS LES ALLURES

Comme pour le membre antérieur, nous décrirons la chronologie des actions musculaires au cours d'une foulée en considérant successivement les trois temps de la phase de soutien puis ceux de la phase d'appui.

Phase de soutien (figures 20 et 21)

1. Ramener

Dès que le membre quitte le sol, les forces musculaires qui préparent la foulée suivante entrent en action. Après l'extension de la propulsion, le ramener du membre vers l'avant s'effectue grâce à la flexion des articulations.

La flexion de l'articulation coxo-fémorale (hanche) soulève l'ensemble du membre et le ramène sous le tronc. Elle est produite par deux groupes musculaires d'inégale efficacité.

- Le muscle ilio-psoas, très puissant, est le principal agent de l'avancée du membre au soutien (Rappelons qu'en même temps il fléchit le bassin et la colonne vertébrale lombaire).
- Les muscles fémoraux crâniaux, en particulier tenseur du fascia lata et droit de la cuisse, participent activement par une contraction également concentrique à la fexion de la hanche.

La flexion de l'articulation fémoro-tibiale s'amorce grâce à l'action des muscles fémoraux caudaux et préside à la fermeture de l'ensemble des articulations basses qui apparaît dans la suspension du membre.

2. Suspension

Au cours de ce temps de la foulée, toutes les articulations sont fléchies d'un degré variable selon l'allure.

La flexion de la hanche s'accentue par la contraction concentrique des muscles ilio-psoas et fémoraux crâniaux.

La fermeture fémoro-tibiale atteint son maximum par le raccourcissement prononcé des muscles fémoraux caudaux.

Le jarret est entraîné automatiquement dans ce mouvement de flexion par la corde fémoro-métartasienne qui subit une traction vers le haut.

Le renvoi calcanéen sur le tendon planto-perforé contribue à la flexion des articulations du doigt (articulations du boulet et interphalangiennes).

3. Engagement (figure 20)

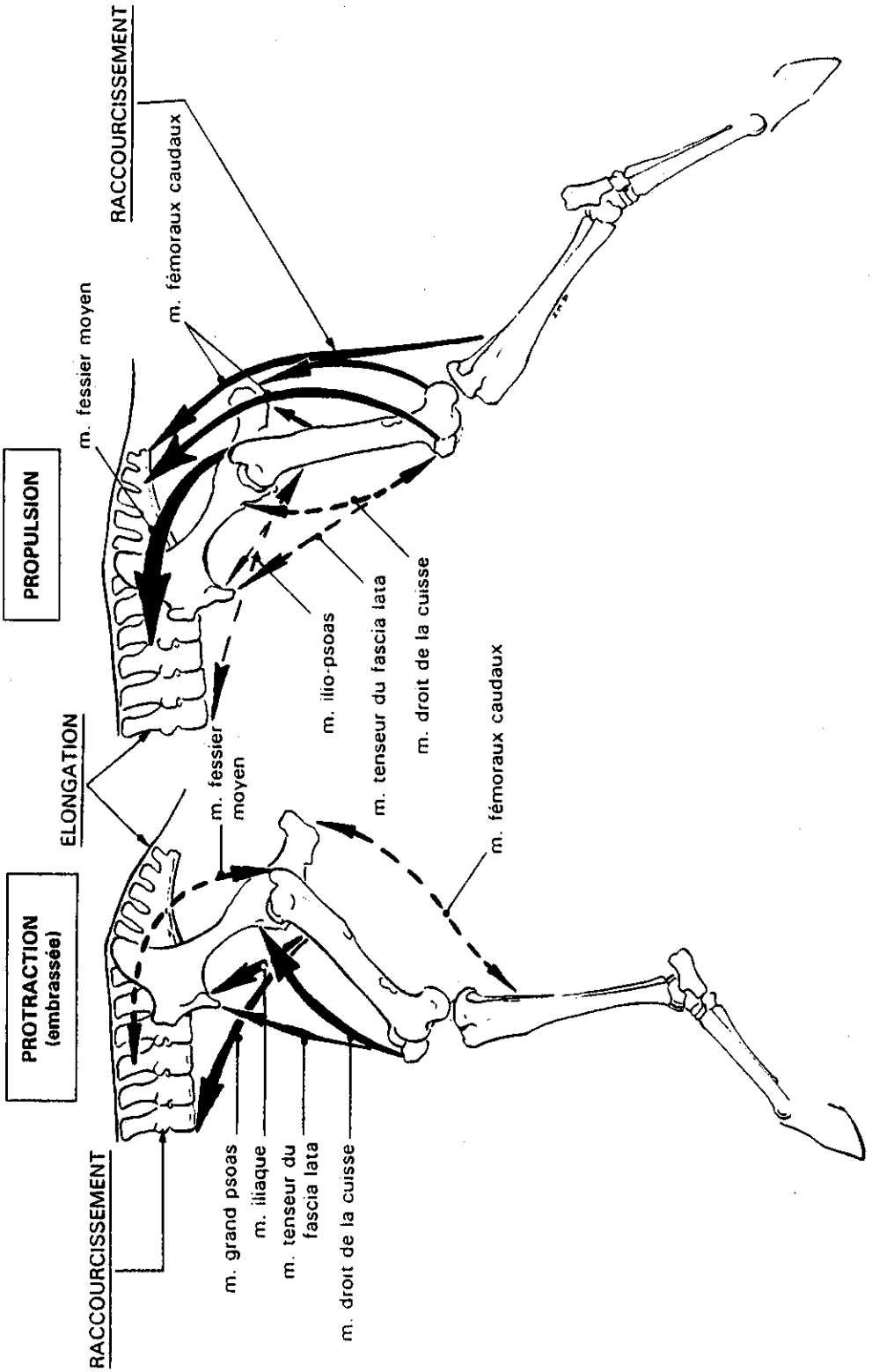
Dans l'embrassée du terrain par les postérieurs, on observe une dissociation des mouvements articulaires: la mobilisation de la hanche diminue fortement alors que tous les autres angles articulaires s'ouvrent rapidement pour assurer le poser du membre.

L'extension du genou est commandée par la contraction concentrique des muscles fémoraux crâniaux, en particulier du quadriceps fémoral. Elle peut être freinée par le manque de souplesse ou de décontraction des muscles fémoraux caudaux. C'est cette connaissance du mouvement, de ses agents déterminants et de ses facteurs limitants, qui nous permettra ultérieurement de proposer des exercices pour favoriser les premiers et diminuer les inconvénients des seconds.

L'ouverture du jarret se réalise automatiquement par la traction exercée vers le haut pour le fléchisseur superficiel du doigt (voir plus haut).

L'extension du boulet et des interphalangiennes préparant le poser du pied est produite par la contraction active des muscles jambiers crâniaux (muscles extenseurs du doigt).

FIGURE 20 - **Muscles mobilisant le membre pelvien dans son ensemble**



Phase d'appui (figure 21)

La battue marque le début de la phase d'appui qui commence par un temps d'amortissement.

1. Amortissement

Ce temps est caractérisé par la **contraction excentrique** des groupes musculaires dont l'allongement contrôlé limite la fermeture des angles articulaires sous l'effet du poids du corps et concourt à l'absorption des chocs inhérents à la battue.

La fermeture de la hanche est limitée par le contraction excentrique du muscle fessier moyen et des muscles fémoraux caudaux.

La flexion du genou est contrôlée par le muscle quadriceps fémoral (muscles vastes en particulier).

L'effondrement du jarret et du boulet rendu impossible par la tension du fléchisseur superficiel du doigt, liée à l'ouverture fémoro-tibiale. La souplesse relative de ce système concourt grandement à l'amortissement.

2. Soutènement

L'étirement des muscles au cours de l'amortissement favorise leur efficacité en puissance et détente lors du soutènement et de la propulsion. Lors du soutènement, pour offrir une résistance au poids du corps dynamisé par la vitesse du déplacement, les groupes musculaires doivent maintenir les articulations dans un certain degré d'extension. Le muscle fessier moyen et les muscles fémoraux caudaux maintiennent à la fois l'extension de ces deux articulations.

Le jarret est maintenu en extension d'une part par la tension du fléchisseur superficiel du doigt fixé à son extrémité supérieure par l'extension fémoro-tibiale, d'autre part par la contraction active du muscle gastrocnémien.

Le boulet enfin est soutenu par la tension du tendon planto-perforé (prolongeant le fléchisseur superficiel) et celle du tendon perforant dépendant des muscles fléchisseurs profonds.

3. Propulsion (figure 20)

L'énergie emmagasinée au cours des deux premiers temps de l'appui est libérée dans la **contraction concentrique** des groupes musculaires engendrant l'ouverture violente de toutes les articulations.

L'extension puissante de la hanche est produite par les volumineux muscles fessier moyen et fémoraux caudaux.

Ces derniers participent très activement à l'ouverture du genou complétée par la contraction très efficace du quadriceps.

L'extension violente du jarret est provoquée par le muscle gastrocnémien.

La remontée du boulet et du bras de levier phalangien résulte de l'action des muscles fléchisseurs du doigt.

Ainsi la phase d'appui se caractérise par l'intervention de TOUS les muscles de la croupe et de la cuisse qui travaillent d'abord en excentrique (allongement) lors de l'amortissement et produisent ensuite une contraction concentrique (raccourcissement) au cours de la propulsion.

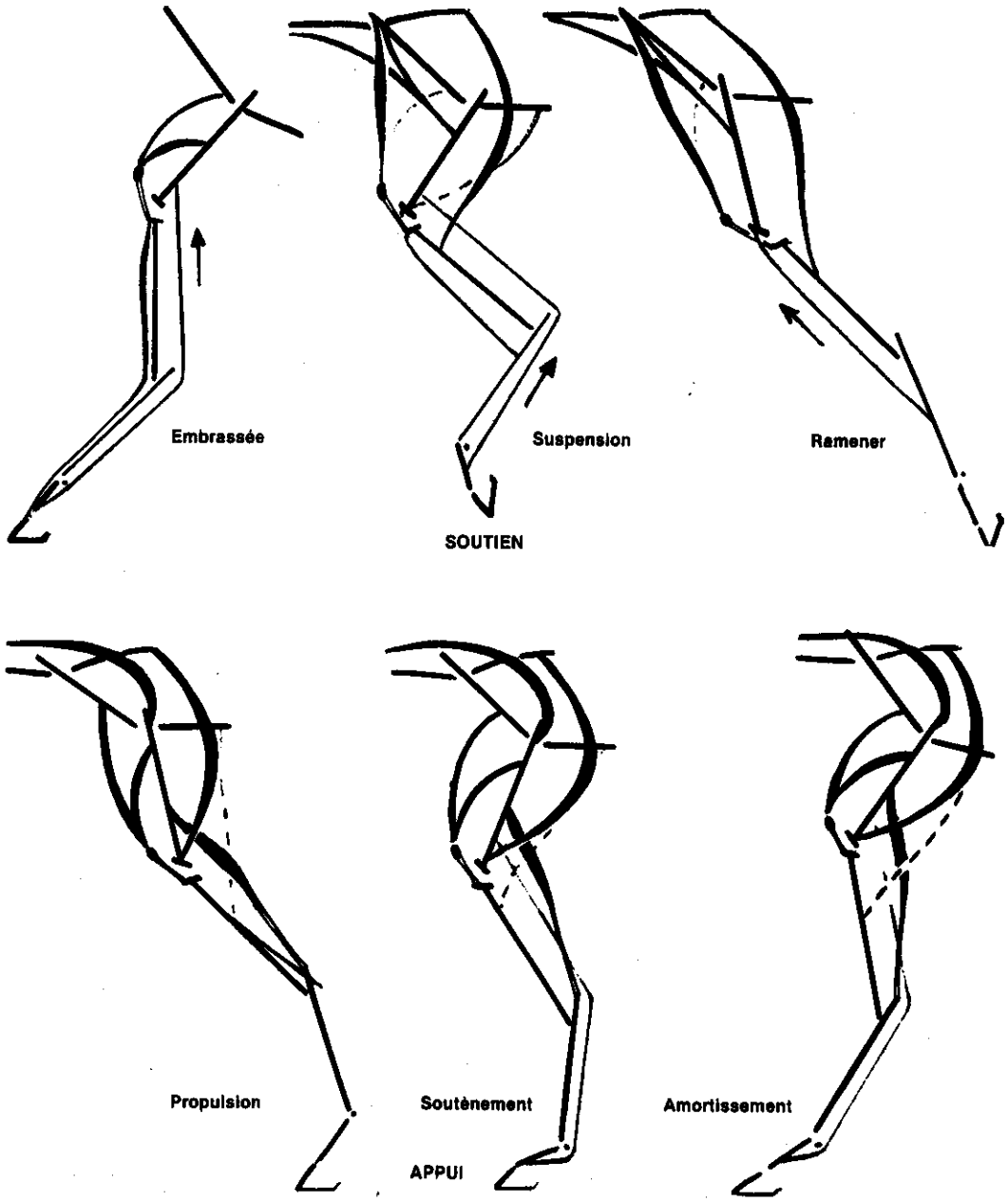
Les notions que nous venons de développer permettent de mieux appréhender les mécanismes du geste sportif chez le cheval. Nous n'en sommes plus seulement à savoir si un cheval engage ses postérieurs ou n'engage pas. Nos connaissances vont beaucoup plus loin. Nous savons en effet quels muscles sont responsables de l'engagement des postérieurs, par quelles articulations passe ce geste capital en équitation sportive et quels groupes musculaires peuvent contrecarrer l'amplitude du mouvement par un manque de décontraction ou de souplesse.

Ces éléments de biomécanique des allures vont de plus, par la même méthode, d'analyse du mouvement, nous permettre de sélectionner les exercices les plus adaptés à développer les muscles de l'engagement et à assouplir les articulations ainsi que les muscles antagonistes. Ceci afin de tendre vers les procédés d'analyse du geste sportif utilisés en athlétisme et en gymnastique humaine et dont on connaît les résultats impressionnants sur les performances réalisées et sans cesse améliorées.

L'interprétation du mouvement et l'analyse du geste sont toutes deux fondées sur la connaissance des insertions et des interventions musculaires; c'est l'ensemble de ces considérations relatives, cette fois, à la mécanique du tronc que nous développerons maintenant.

N.B. La terminologie que nous employons (noms des muscles, des articulations, des os) respecte les règles de la **Nomenclature Internationale actuelle**. Nous avons ainsi fait le choix d'utiliser le vocabulaire employé par tous les étrangers, afin d'habituer progressivement nos lecteurs à ces noms parfois nouveaux et de les élever au-dessus d'une terminologie française traditionnelle souvent dépassée.

FIGURE 21



MÉCANIQUE DE LA COLONNE VERTÉBRALE

Groupes et actions musculaires du tronc

Bien que de nombreux écrits d'hippologie et d'équitation aient abordé le sujet, la mécanique du tronc, axée sur celle de la colonne vertébrale, est assez mal connue et ceci pour deux raisons principales: d'une part par manque de connaissances objectives compte tenu de la faiblesse relative de l'amplitude des mouvements; d'autre part à cause du manque de cohérence dans l'utilisation des termes employés pour traiter de ce chapitre de mécanique équestre.

Pourtant la colonne vertébrale est une région fondamentale sous l'angle de la locomotion du cheval et de l'équitation. C'est un véritable pont tendu entre les antérieurs et les postérieurs qui, dans la plupart des disciplines équestres, supporte le poids du cavalier. Ce pont n'est pas inerte. Il jouit d'une certaine souplesse indispensable en équitation sportive et participe en particulier très efficacement à la propulsion. Ce sont là les raisons pour lesquelles la mécanique du tronc et sa gymnastique par des exercices appropriés sont une des préoccupations majeures de l'entraîneur et du cavalier.

Sachant qu'on ne peut améliorer un système sans en connaître les rouages, l'objet de cet article est de rappeler les notions fondamentales de biomécanique de la colonne vertébrale, notions qui nous permettront de mieux cerner l'intérêt sportif de certains exercices de travail et d'entraînement et de choisir parmi ceux-ci les mieux adaptés à la discipline du cheval.

GROUPES ET ACTIONS MUSCULAIRES

Avant de présenter les différents agents responsables des mouvements de la colonne vertébrale, il faut rappeler les dispositifs de suspension du tronc par les quatre colonnes osseuses que sont les membres.

Suspension du tronc (figure 22)

La suspension du tronc par les membres postérieurs ne fait pas intervenir de muscles. Elle se fait au niveau d'une articulation très peu mobile, l'articulation sacro-iliaque, dont les ligaments très solides fixent le sacrum à la face inférieure des iliums droit et gauche. Totalement différente est la suspension du tronc entre les membres antérieurs. Chez le cheval, qui n'a pas de clavicule, elle se fait **uniquement par des sangles musculaires très puissantes.**

Deux groupes de muscles sont concernés: les **muscles dentelés**, attachés à l'extrémité supérieure de la scapula (omoplate), soutiennent la base de l'encolure (muscle dentelé du cou) et les huit premières côtes (muscle dentelé ventral du thorax).

Les muscles pectoraux amarrent le sternum à l'extrémité supérieure de l'humérus (muscle pectoral ascendant) et au bord antérieur de l'épaule (muscle subclavier ou pectoral scapulaire).

Le développement et le travail de ces muscles sont capitaux en sports équestres. En effet, leur puissance et leur tonicité **assurent la légèreté de l'avant-main** dans les allures. L'efficacité de leur contraction concentrique assure la plus grande part de **l'élévation du train antérieur** lors de l'appel devant l'obstacle.

Mouvements de flexion-extension

La systémisation des muscles responsables de ces mouvements effectués dans le plan médian est simple: les muscles situés au-dessus de la colonne vertébrale (dorsalement) sont extenseurs; ceux qui sont disposés en dessous (ventralement) sont fléchisseurs.

FIGURE 22 - **Solidarisation du membre thoracique au tronc et soutien de l'avant-main**

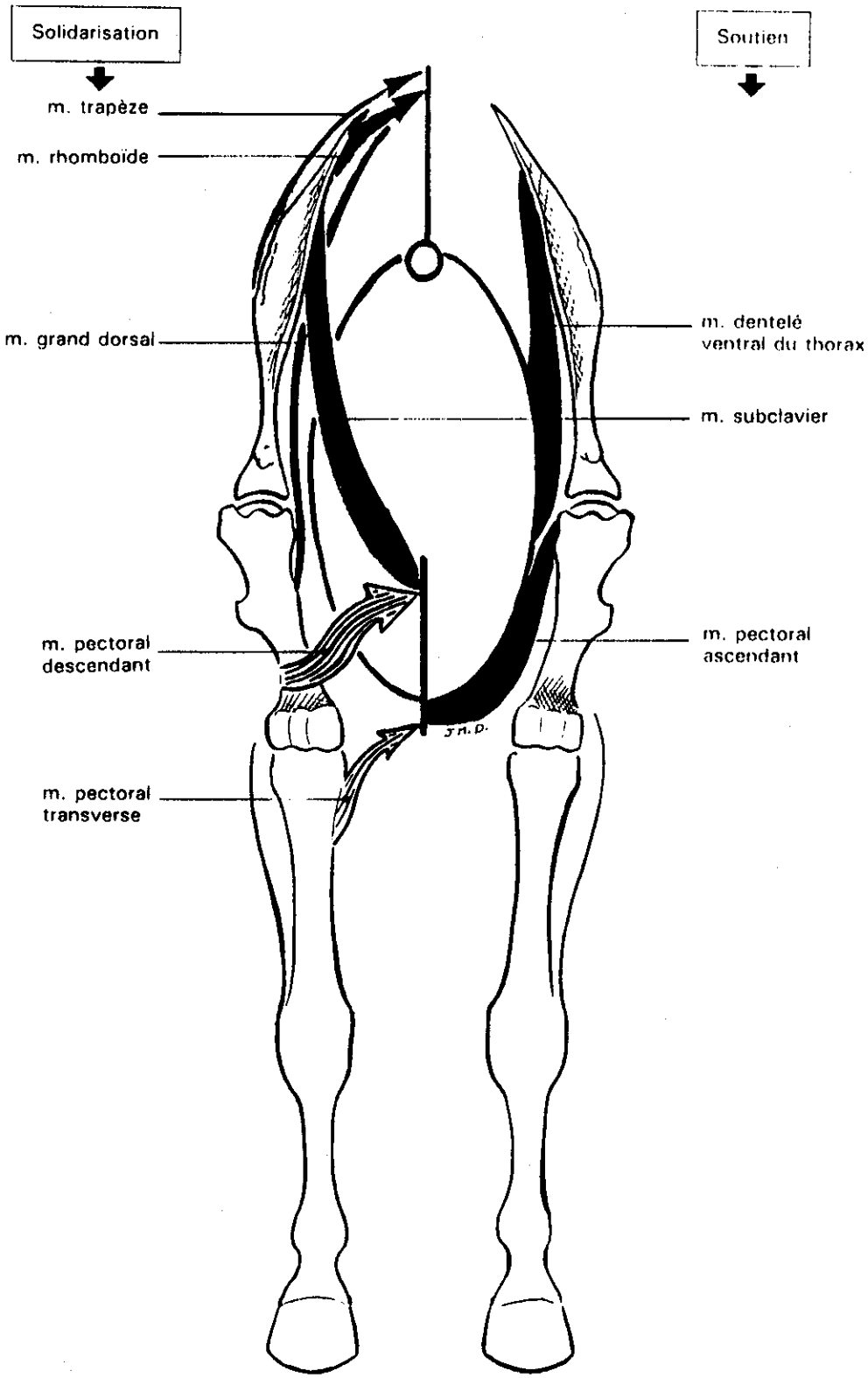


FIGURE 23 - **Muscles de l'encolure et du tronc. Plan superficiel**

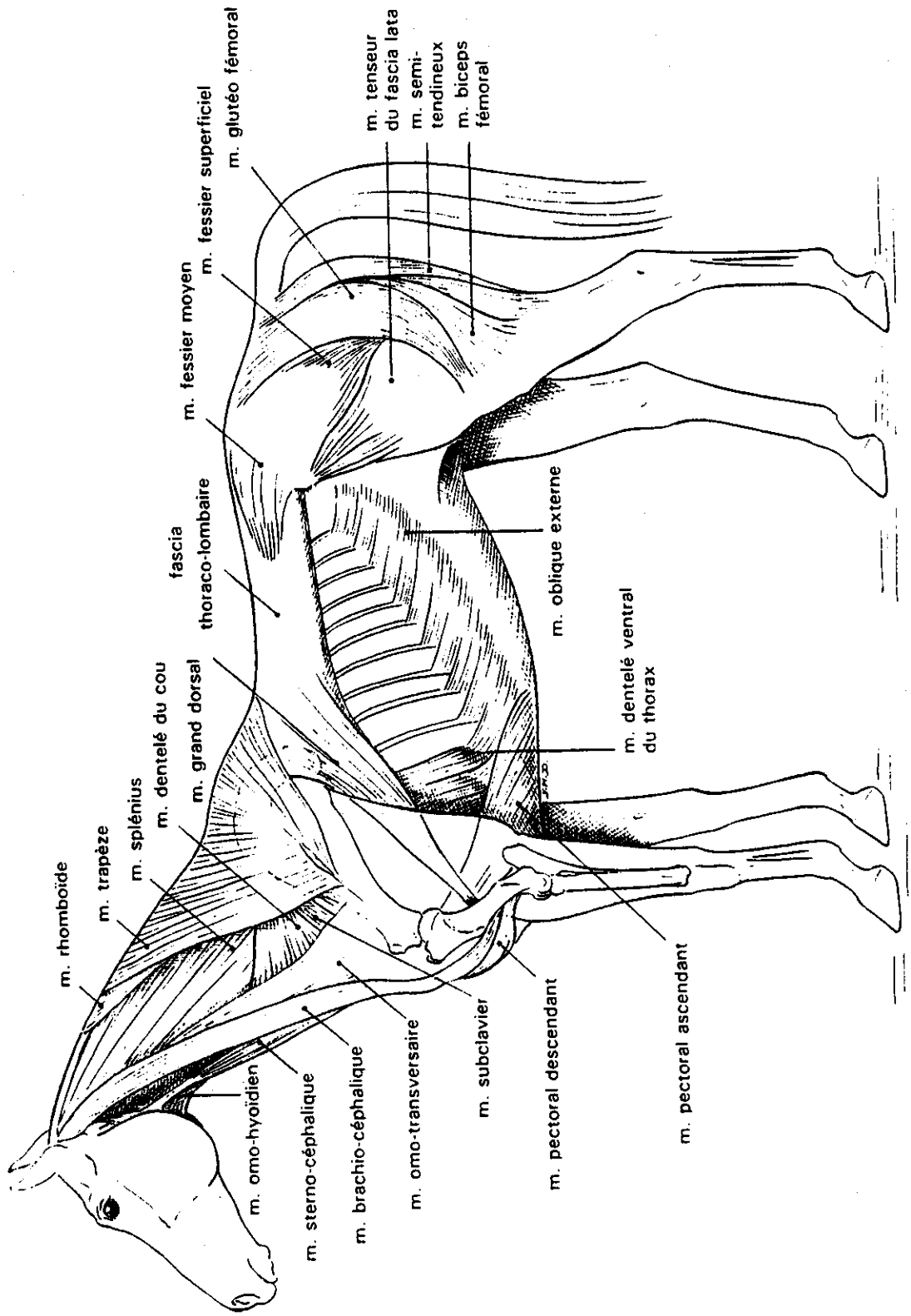


FIGURE 24 - **Muscles de l'encolure et du tronc. Plan profond**

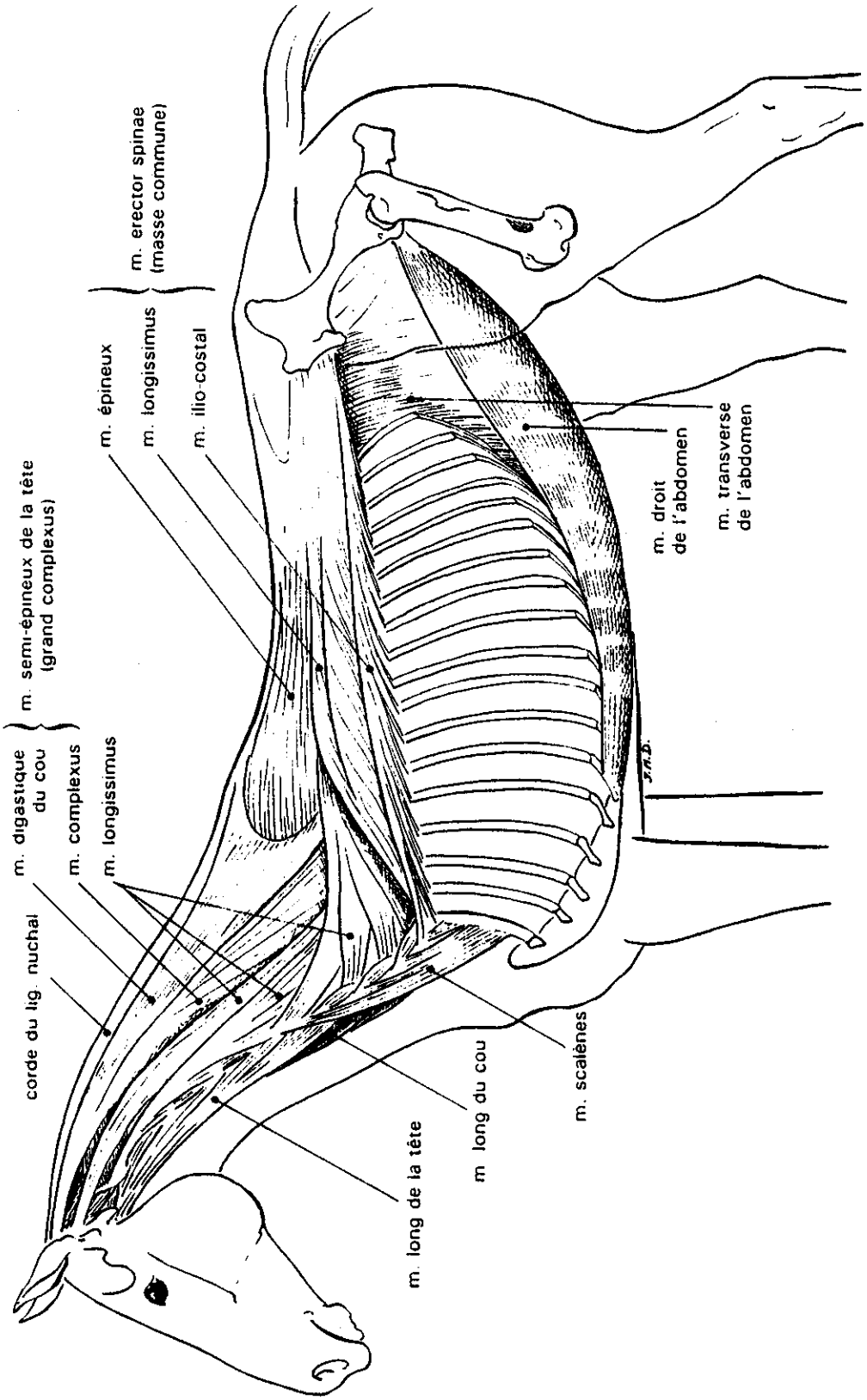


FIGURE 25 - **Muscles de l'encolure et du tronc. Vue dorsale**

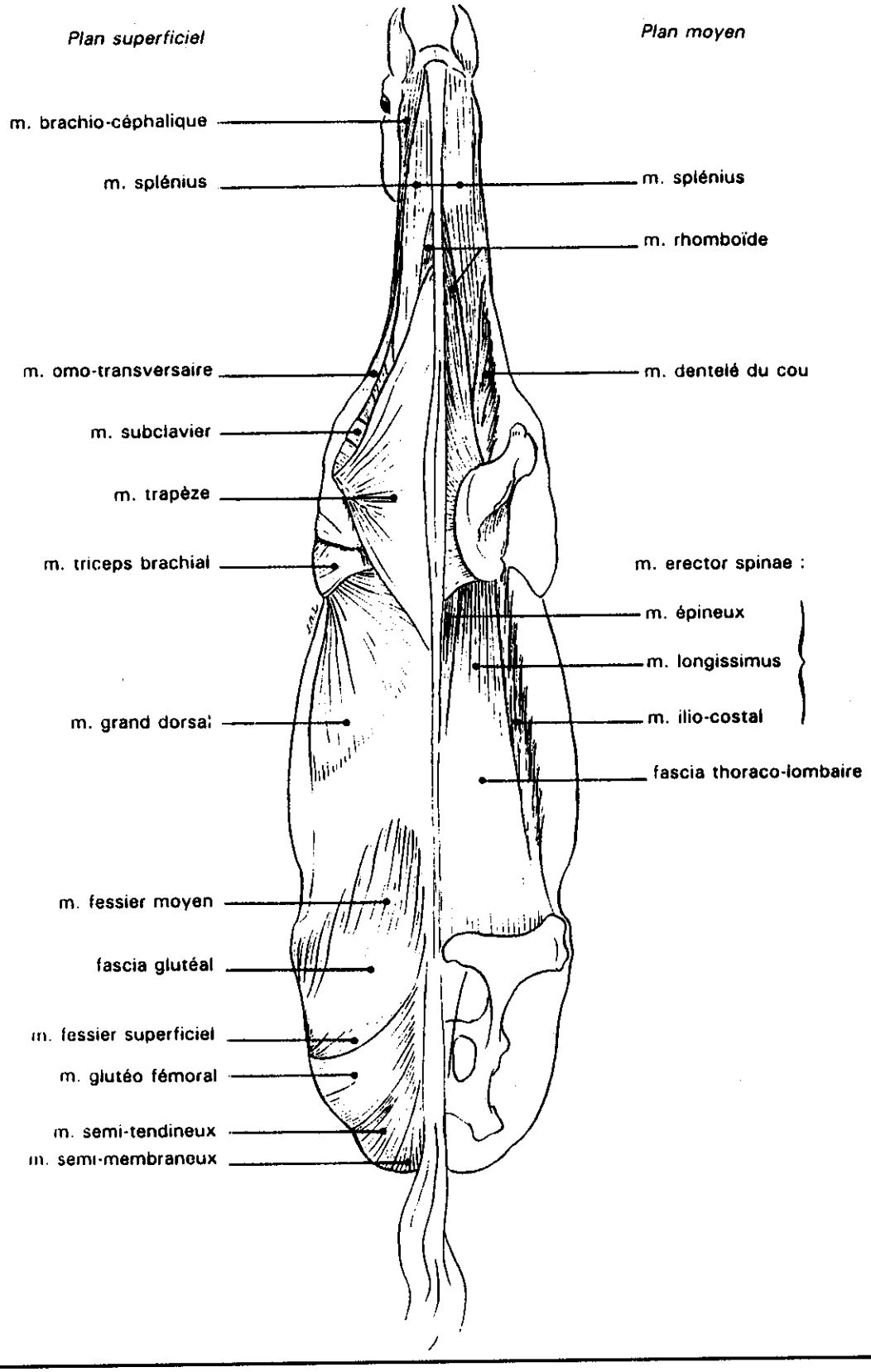
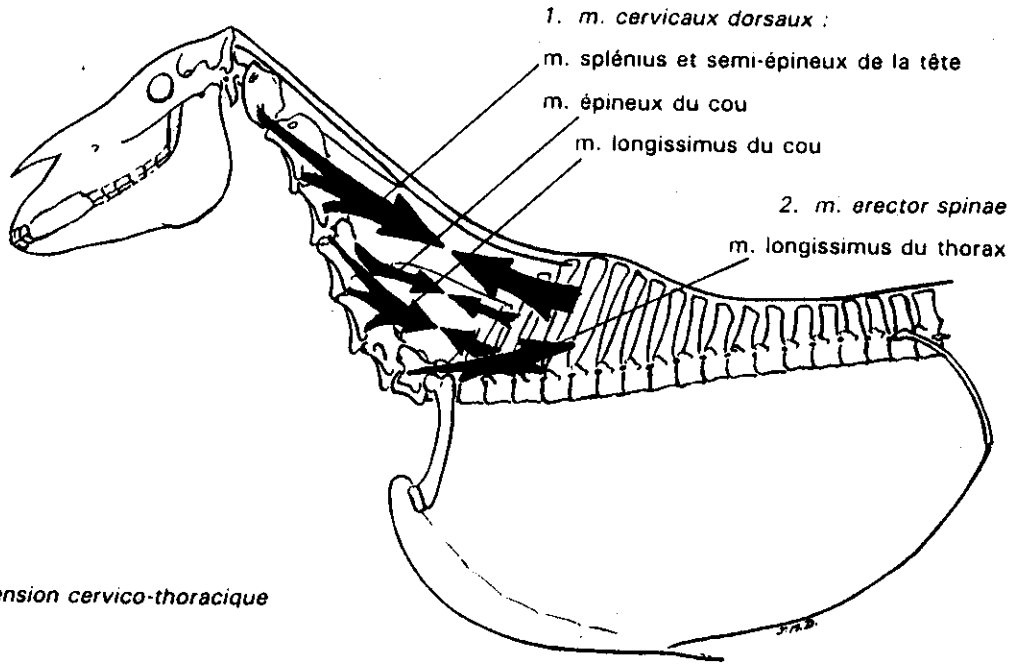
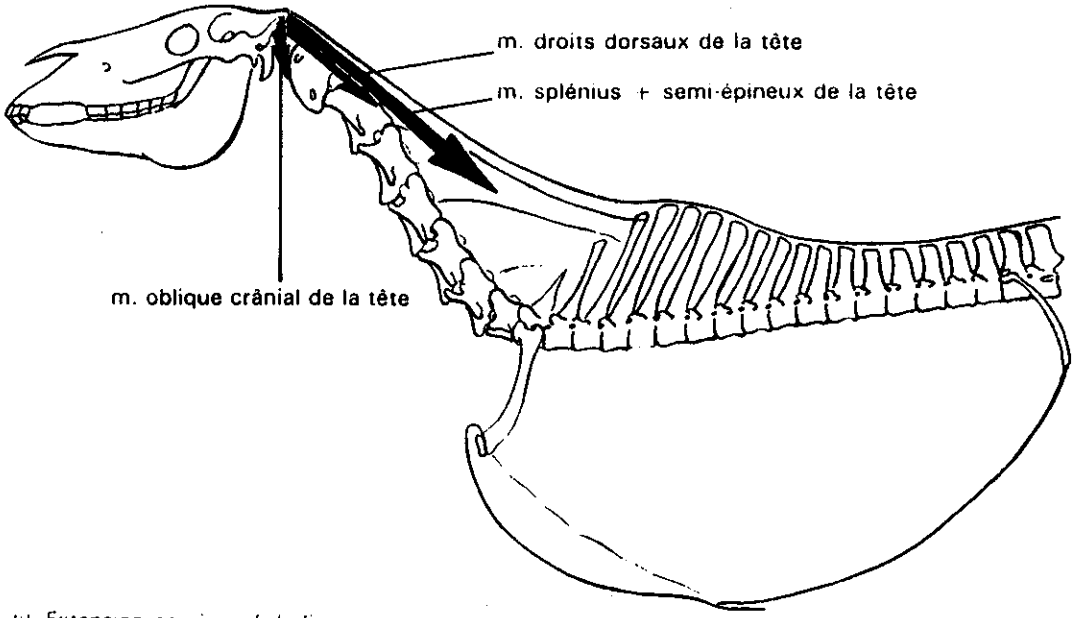


FIGURE 26 - **Extension de l'encolure**



a) Extension cervico-thoracique



b) Extension cervico-céphalique

ENCOLURE

Extenseurs (figure 26)

Les muscles cervicaux dorsaux sont tendus entre les très hauts processus (ou apophyses) épineux thoraciques d'une part et d'autre part les vertèbres cervicales et la tête.

Conformément à ce que nous venons de dire, ces muscles sont extenseurs de la colonne cervicale, c'est-à-dire élévateurs de l'encolure et extenseurs de la nuque. Les plus puissants sont le spénius et le semi-épineux (grand complexus).

Fléchisseurs (figure 27)

Parmi les **muscles cervicaux ventraux,** nous ne citerons que les muscles brachio-céphalique et sterno-céphalique dénommés en fonction de insertions, et les muscles scalènes tendus entre la première côte et les vertèbres cervicales.

Ces muscles sont fléchisseurs de la colonne cervicale, c'est-à-dire abaisseurs de l'encolure (la descente d'encolure est une flexion et non pas une extension) et fléchisseurs de la nuque.

COLONNE THORACO-LOMBAIRE

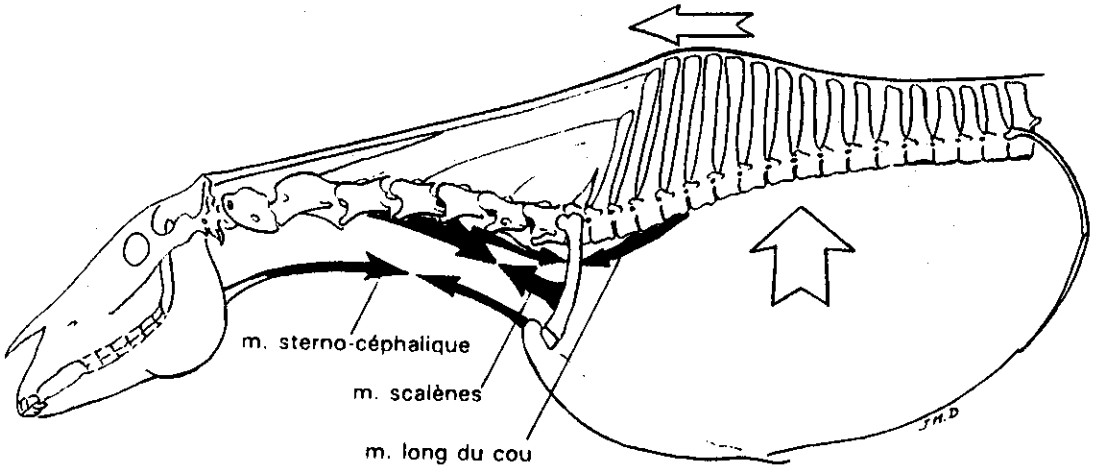
Extenseurs (figure 28)

Ils sont essentiellement représentés par une très volumineuse masse musculaire le **muscle erector spinae ou masse commune.** Celle-ci s'attache en arrière sur l'ilium et se prolonge en avant jusqu'à la base de l'encolure en s'insérant sur toutes les vertèbres et l'extrémité supérieure des côtes. En rapprochant les processus épineux, sa contraction concentrique provoque une extension puissante de la colonne vertébrale thoraco-lombaire. Son insertion iliaque lui permet de basculer le bassin vers le haut donc de provoquer l'extension de l'articulation lombo-sacrale. Ce site essentiel de mobilité vertébrale bénéficie en outre de l'action puissante du **muscle fessier moyen** qui s'étend vers l'avant en région lombaire.

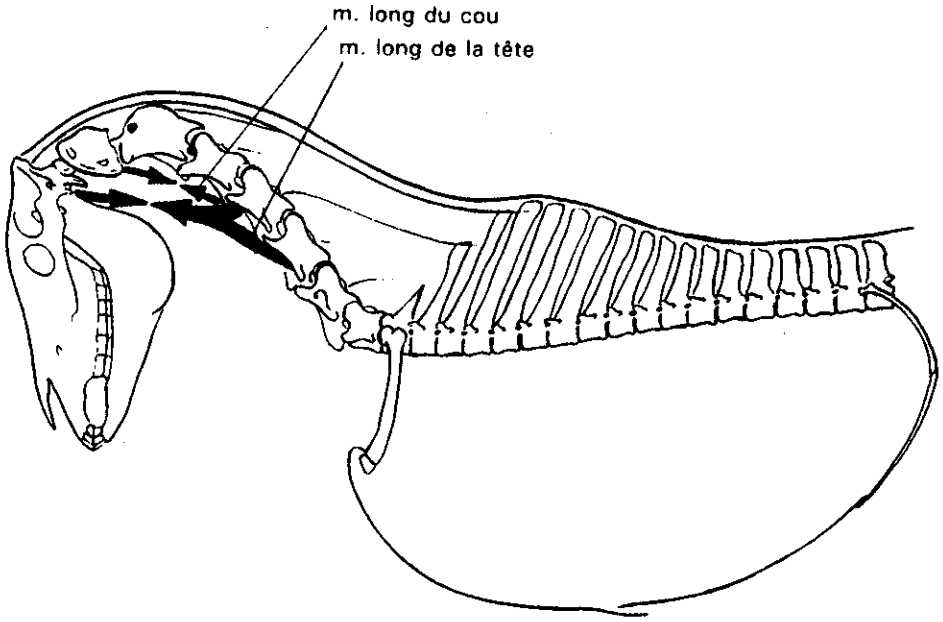
Fléchisseurs (figure 29)

Ils sont situés sous la colonne vertébrale. Ce sont les **muscles abdominaux** organisés en deux groupes musculaires: les **muscles de la paroi de l'abdomen** (muscle droit et obliques) sont étendus entre le sternum et les dernières côtes d'une part et le pubis d'autre part. Leur raccourcissement (contraction concentrique) provoque la flexion de l'ensemble de la colonne thoraco-lombaire et de l'articulation lombo-sacrale entraînant le bassin dans un mouvement de bascule vers le bas; les **muscles de la région sous-lombaire** (muscle ilio-psoas) s'attachent à la face inférieure des vertèbres lombaires et de l'ilium et se terminent principalement sur l'extrémité supérieure du fémur. Non seulement ils fléchissent l'articulation de la hanche mais ils déterminent aussi, par leur contraction concentrique, la **flexion de l'articulation lombo-sacrale** et de la colonne lombaire. Ils participent donc aux deux composantes de l'engagement des postérieurs: c'est-à-dire à la bascule du bassin en bas et en avant et la flexion coxo-fémorale.

FIGURE 27 - **Muscles fléchisseurs de l'encolure**

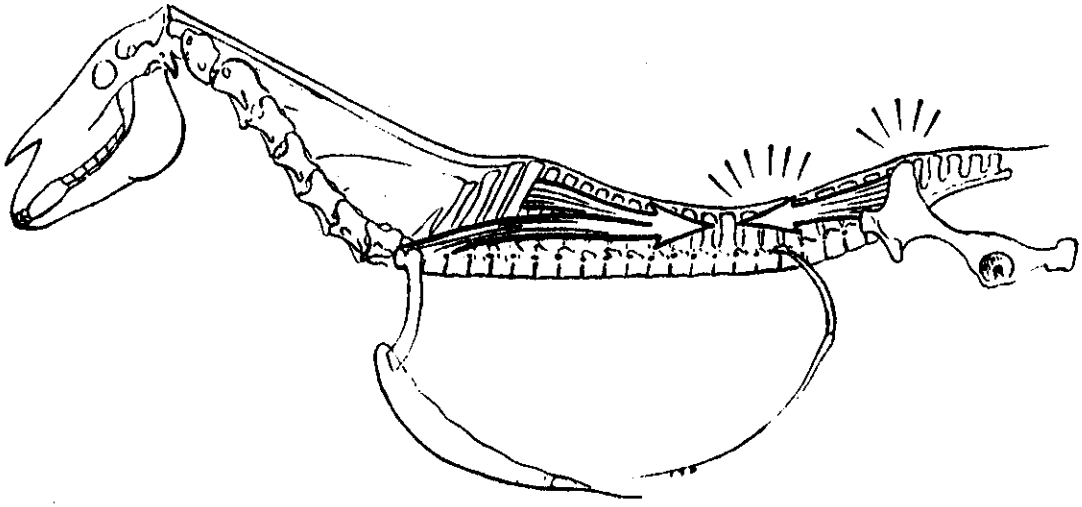


a) Flexion cervicale basse (cervico-thoracique)

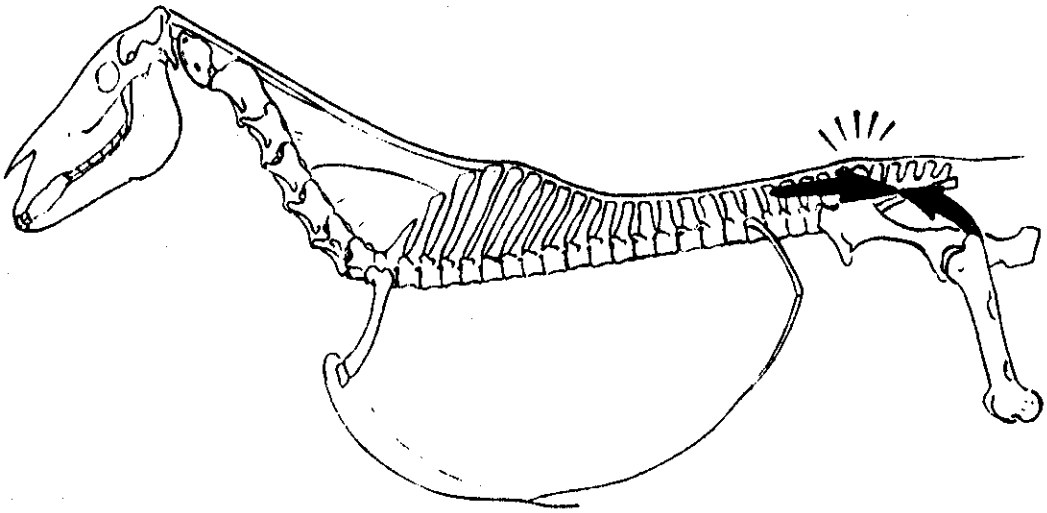


b) Flexion cervicale haute (nuchale)

FIGURE 28 - **Muscles responsables de l'extension de la colonne vertébrale**

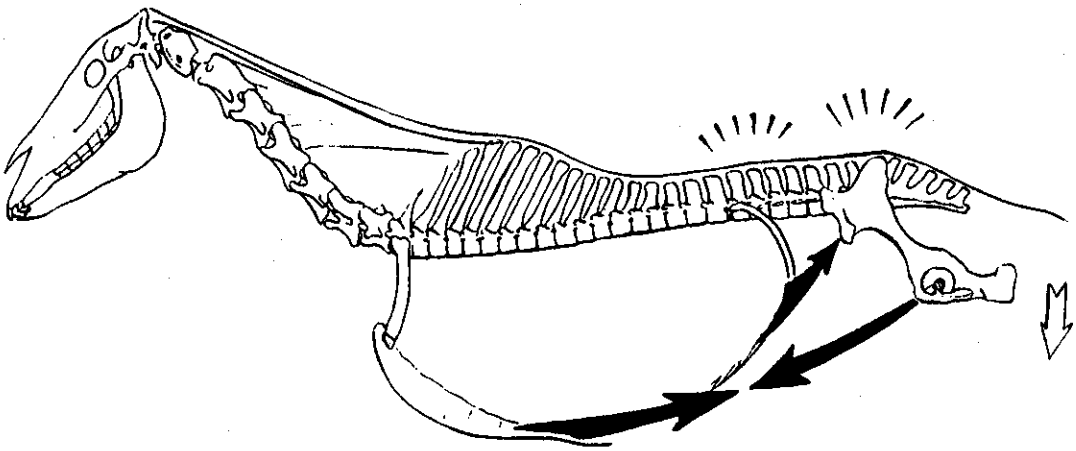


a) Extension thoraco-lombaire et lombo-sacrale :
M. erector spinae (masse commune) : M. longissimus et M. épineux

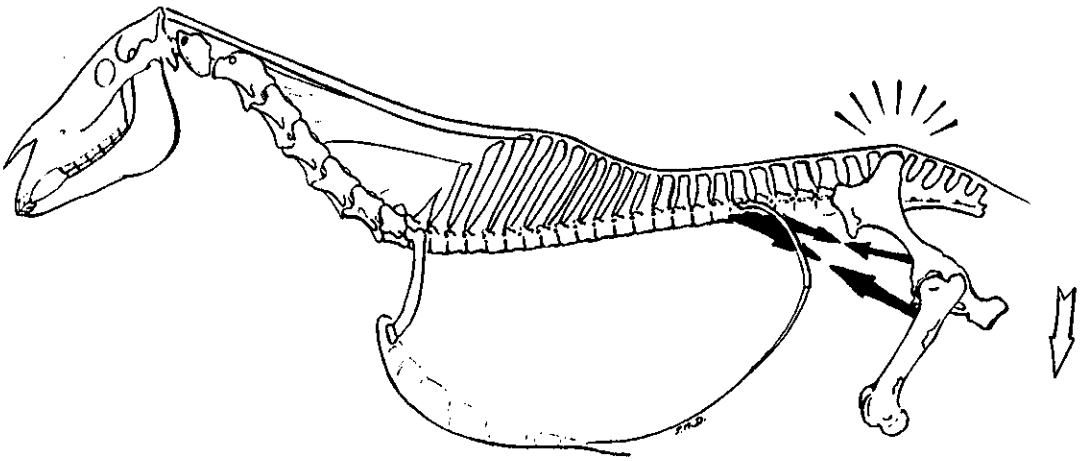


b) Extension lombo-sacrale : M. fessier moyen

FIGURE 29 - **Muscles fléchisseurs de la colonne vertébrale**



a) Flexion thoraco-lombaire et lombo-sacrale :
Contraction concentrique des m. droit de l'abdomen et oblique interne



b) Flexion lombo-sacrale :
Contraction concentrique des 2 m. psoas

MOUVEMENTS D'INFLEXION LATÉRALE

(figures 30 et 31)

L'inflexion latérale ou latéro-flexion de la colonne vertébrale se définit comme étant un mouvement d'incurvation situé dans un plan horizontal. Précisons tout de suite qu'il est rarement pur et presque toujours associé à des mouvements secondaires de rotation.

Ce déplacement ne possède pas de muscles propres et ce sont les muscles fléchisseurs ou extenseurs précédemment cités qui, par une contraction concentrique unilatérale (ou dissymétrique), tendent à incurver la colonne vertébrale du côté correspondant.

C'est ainsi que l'inflexion latérale gauche de l'encolure est provoquée par le raccourcissement des muscles cervicaux dorsaux et ventraux du côté gauche.

L'inflexion latérale de la colonne thoraco-lombaire s'effectue surtout dans la seconde moitié de la région thoracique. Elle est produite par la contraction homolatérale de la masse commune (muscle erector spinae) et des muscles obliques de l'abdomen.

Le muscle ilio-psoas a peu de rôle en latéro-flexion car les articulations intervertébrales lombaires autorisent peu de déplacements horizontaux. Ceux-ci sont par ailleurs impossible dans l'articulation lombo-sacrale.

Mouvement de rotation (figure 32)

Ce sont des déplacements angulaires qui se produisent autour de l'axe vertébral. La colonne vertébrale subit non pas une courbure comme dans les deux cas précédents mais une **torsion** dans un plan transversal. Ce déplacement est souvent associé aux mouvements de latéro-flexion. On définit le sens de la rotation par le côté vers lequel s'oriente la face inférieure ou ventrale des corps vertébraux par rapport aux régions postérieures considérées comme fixes.

Les agents responsables de ces mouvements sont de petits muscles situés contre les vertèbres, ce qui justifie leur appellation de muscle juxtavertébraux. Ils sont étendus obliquement sur deux ou trois vertèbres et se succèdent les uns aux autres depuis le sacrum jusqu'à la nuque. Il est bien évident que ces muscles sont de simples auxiliaires des masses beaucoup plus volumineuses citées dans les chapitres précédents.

Dans l'encolure, la contraction unilatérale du splénius par exemple provoque une rotation de la colonne cervicale (donc de la tête) du même côté.

Dans la colonne thoraco-lombaire, le site principal des mouvements de rotation est la seconde moitié de la colonne thoracique. Les **muscles obliques de l'abdomen** (en particulier le muscle oblique interne) sont de loin les agents les plus efficaces de ces déplacements. Ceux-ci sont nuls en régions lombaire postérieure et lombo-sacrale.

FIGURE 30 - **Muscles responsables de la latéroflexion vertébrale**

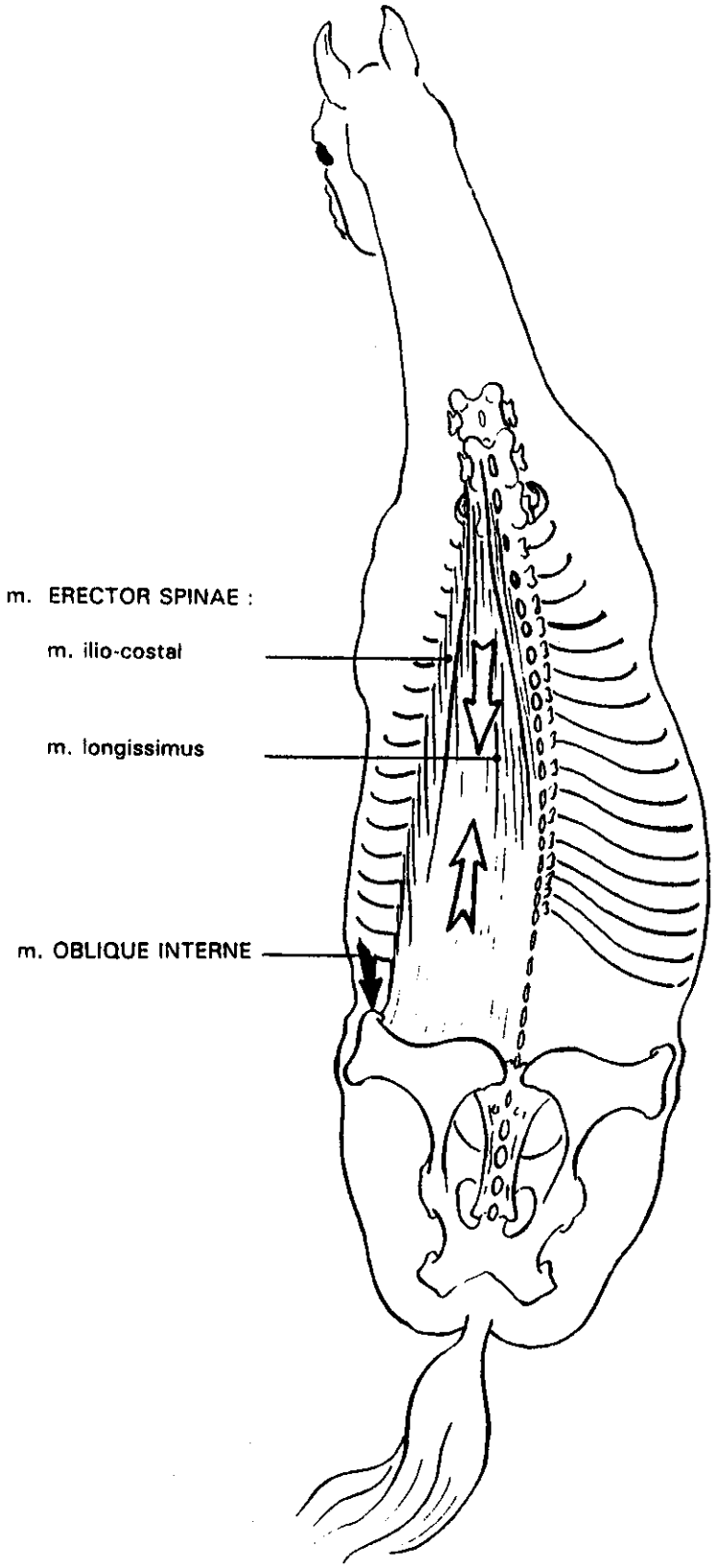


FIGURE 31 - **Latéroflexion cervicale**

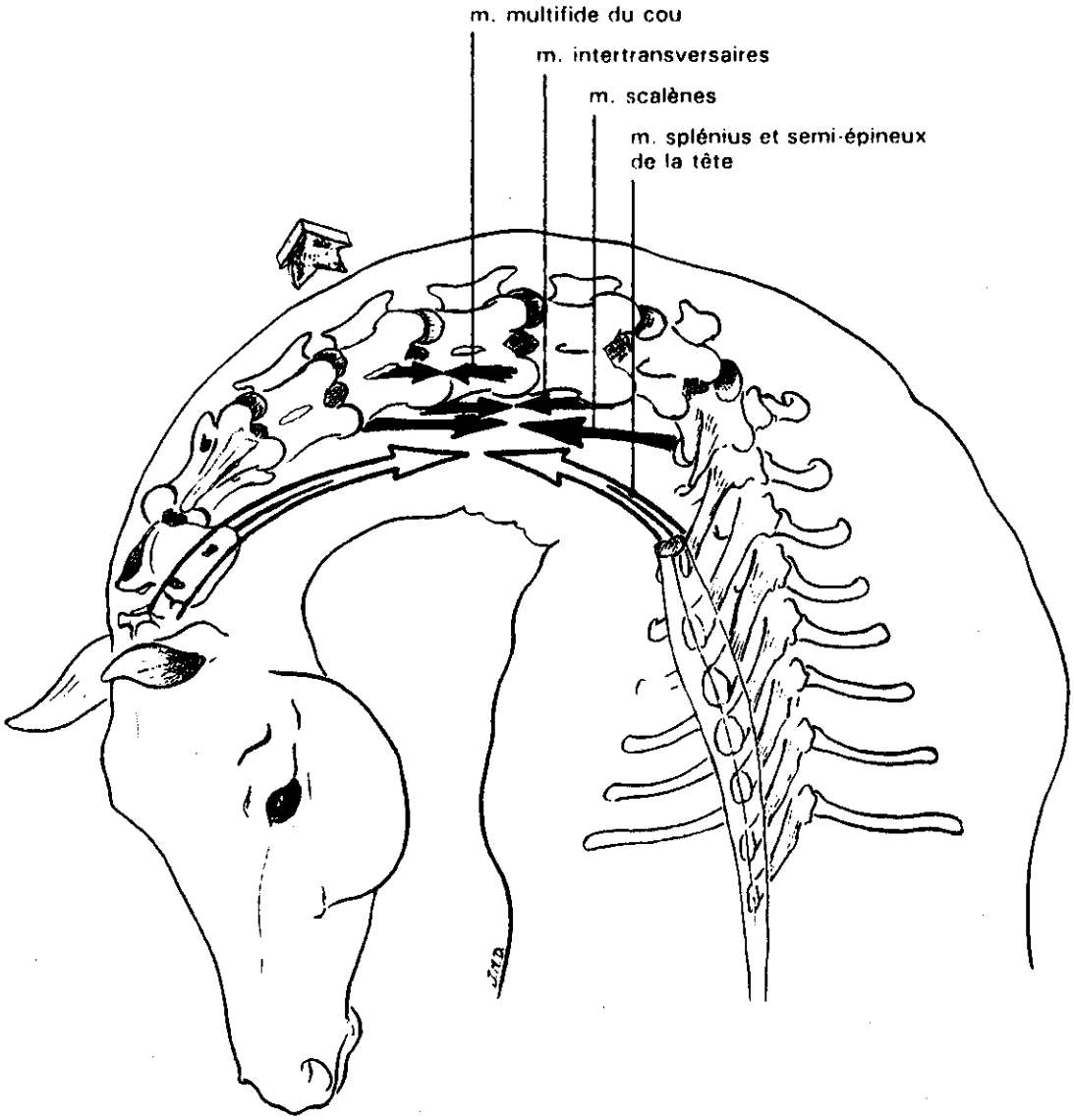
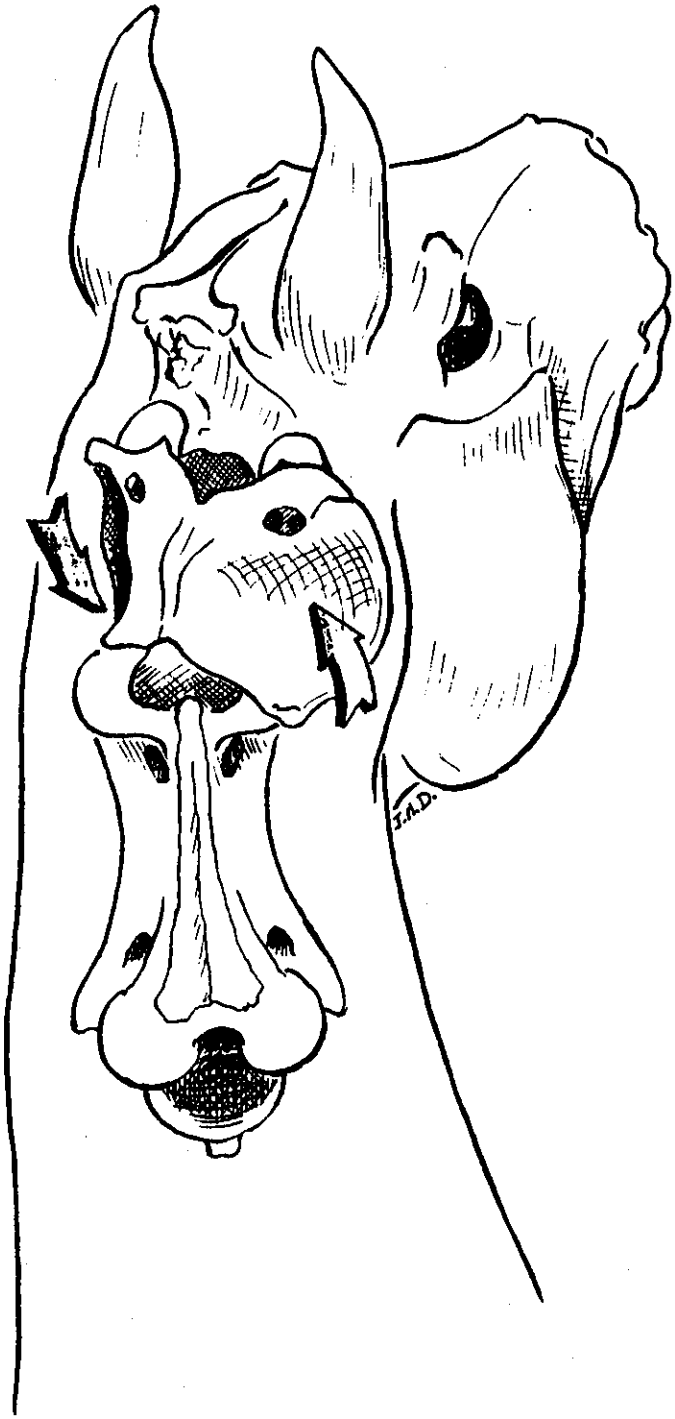


FIGURE 32 - **Mouvements associés de rotation et de latéroflexion à la jonction cervico-céphalique.**



INTERVENTION DANS LES ALLURES

Connaissant les mécanismes et les agents responsables de la mobilité vertébrale, retournons une nouvelle fois à l'objet de notre réflexion et essayons de comprendre d'un point de vue cinésiologique (étude du mouvement) les événements qui apparaissent dans la locomotion. La mécanique vertébrale est totalement différente selon l'allure, c'est pourquoi nous l'envisagerons séparément dans le trot et dans le galop.

Trot (figure 33)

Dans cette allure, les mouvements dynamiques de flexion-extension du tronc sont pratiquement nuls, la colonne vertébrale effectue seulement des déplacements en inflexion latérale et en rotation.

Pour simplifier l'exposé et faciliter la compréhension du lecteur, nous décrirons les événements mécaniques se produisant dans la colonne vertébrale au cours d'une demie-foulée seulement en raison du caractère symétrique de l'allure. Nous choisirons arbitrairement le temps au cours duquel le **diagonal droit est à l'appui** (les événements étant inversés au cours de la demi-foulée suivante).

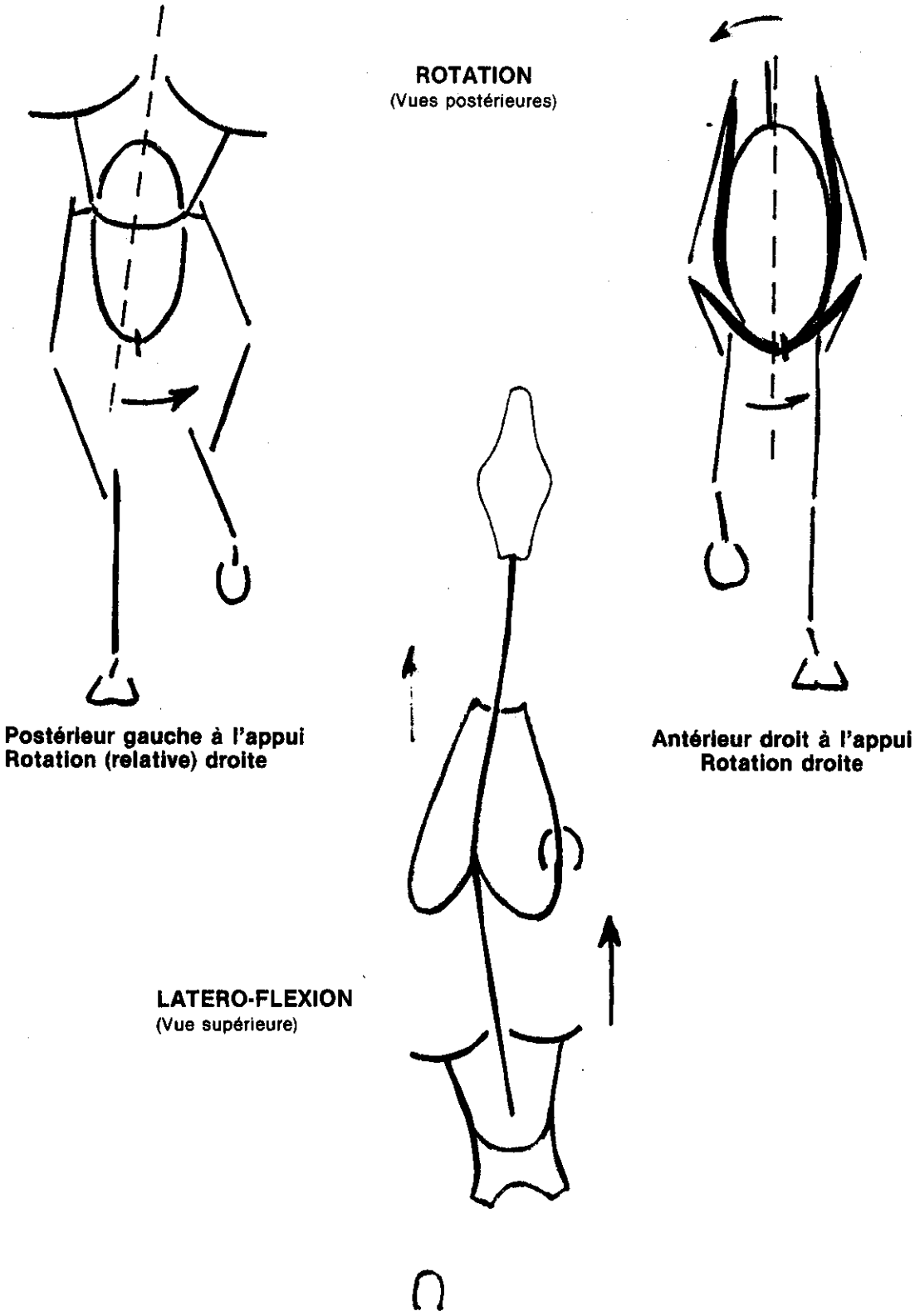
INFLEXION LATÉRALE

Le recul du diagonal à l'appui (P.G. - A.D.) et l'avancée du diagonal au soutien (P.D. - A.G.) s'accompagnent d'une déviation latérale du bassin et du thorax de telle sorte que la colonne vertébrale présente une courbure à concavité droite.

Donc dans le trot la colonne vertébrale subit une latéro-flexion du côté de l'antérieur à l'appui.

Du fait de la forme conique du thorax, cette courbure favorise le glissement vers l'arrière de l'antérieur à l'appui. Elle est produite essentiellement par la contraction des muscles obliques et de la partie latérale de la masse commune (muscle ilio-costal).

FIGURE 33 - **Rotation**



ROTATION

Considérons à nouveau le cheval sur le diagonal droit.

Avant-main

L'A.G. étant au soutien, le thorax maintenu que par les angles musculaires du côté droit a tendance à basculer de telle sorte que les processus épineux se déplacent vers la gauche et le sternum vers la droite (sens inverse des aiguilles d'une montre en vue postérieure). En biomécanique vertébrale on parle de rotation droite, car la tête du cheval à tendance à tourner du côté droit.

Arrière-main

Le postérieux droit étant au soutien et le P.G. à l'appui, le bassin bascule. Comme en biomécanique vertébrale on définit toujours un mouvement de rotation comme un déplacement des parties antérieures par rapport aux parties postérieures (voir plus haut), on dit que le thorax effectue un mouvement de rotation droite par rapport au sacrum (considéré comme fixe).

Donc sur toute sa longueur, la colonne vertébrale subit, au trot, un mouvement de rotation (des régions antérieures par rapport aux régions postérieures) du côté de l'antérieur à l'appui.

Ces mouvements sont entièrement passifs et les muscles du tronc auraient d'ailleurs plutôt tendance à les limiter. Cette mobilité en latéro-flexion et en rotation de la colonne vertébrale peut être développée dans un but d'assouplissement.

Galop (figure 34)

La mécanique vertébrale au cours du galop est totalement différente de celle du trot et ceci pour deux raisons essentielles: les déplacements se font principalement en **flexion-extension**; ce sont des mouvements actifs, sollicitant les muscles du tronc.

Pour simplifier l'exposé et pour ne retenir que le plus utile à la compréhension des exercices de gymnastique du cheval, nous ne considérerons ici que deux attitudes de l'allure: la suspension (flexion thoraco-lombaire) et la poussée des postérieurs (extension thoraco-lombaire).

TEMPS DE SUSPENSION

Au cours de ce temps, on observe conjointement l'engagement des postérieurs et le relèvement de l'encolure.

Le relèvement de l'encolure

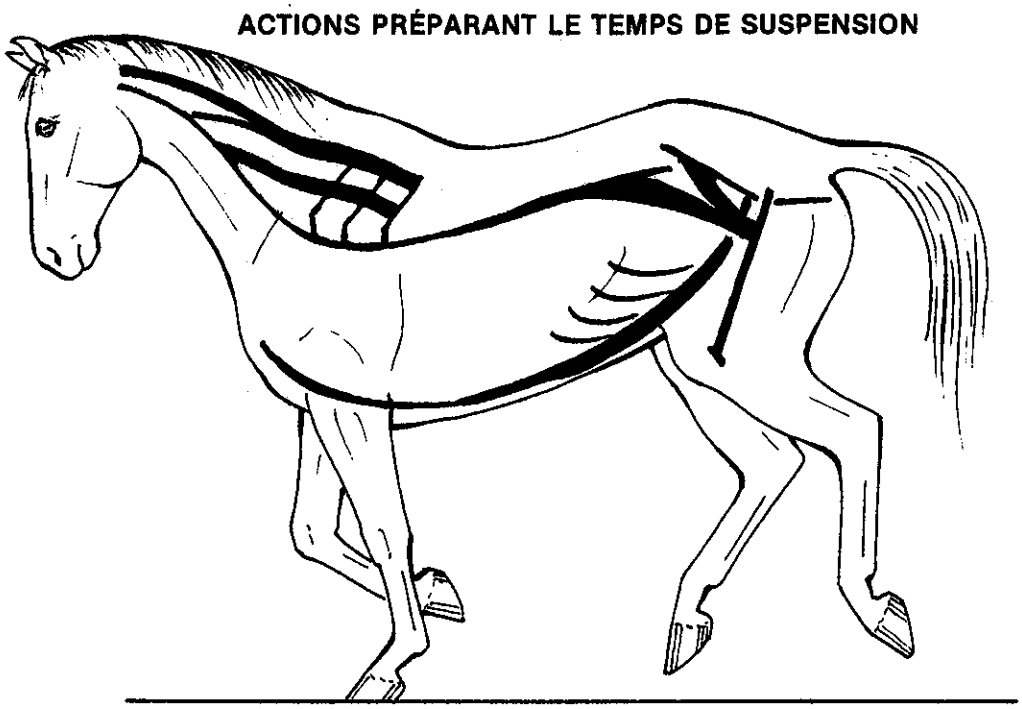
Il correspond à une **extension** de la colonne cervicale qui est effectuée par la contraction concentrique des **muscles cervicaux dorsaux.** La détente du ligament supra-épineux qui en résulte favorise la flexion thoraco-lombaire.

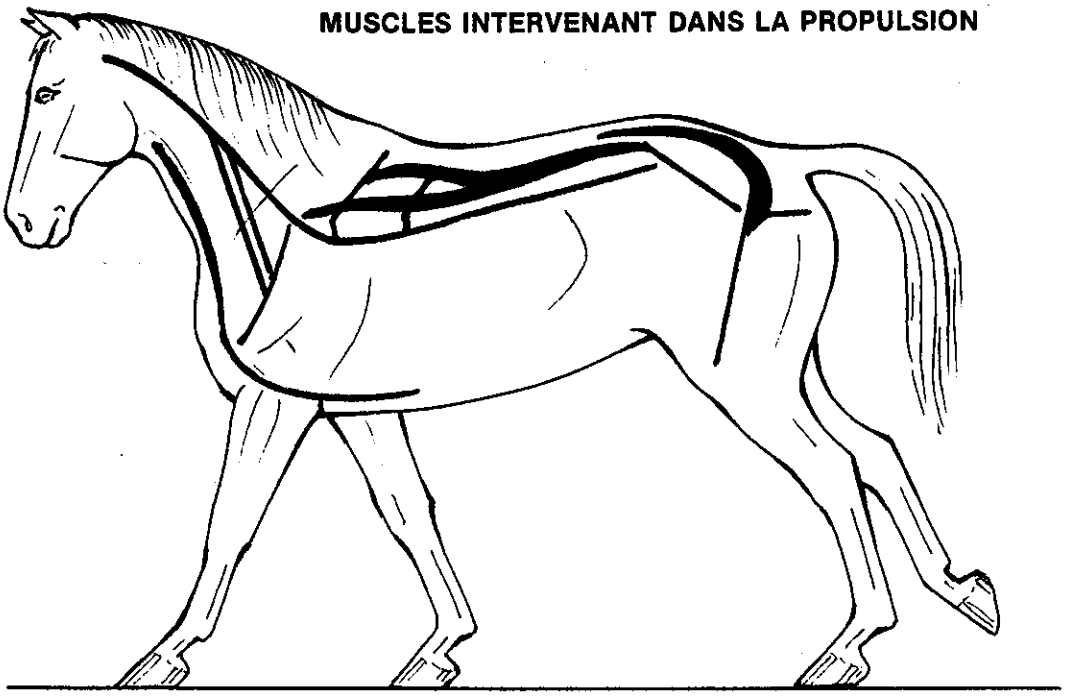
L'engagement des postérieurs

Au niveau vertébral, il correspond à une **flexion.** Il est produit par la contraction synergique et synchrone de tous les **muscles de l'abdomen.**

- Le muscle ilio-psoas fléchit l'articulation lombo-sacrale et l'articulation de la hanche, et ramène donc vers l'avant l'ensemble des postérieurs.
- Les muscles de la paroi de l'abdomen contribuent à l'engagement en fléchissant les articulations intervertébrales thoraco-lombaires et lombo-sacrale.

FIGURE 34


ACTIONS PRÉPARANT LE TEMPS DE SUSPENSION


MUSCLES INTERVENANT DANS LA PROPULSION

POUSSÉE DES POSTÉRIEURS

Lors de la propulsion par les postérieurs, les mouvements s'inversent. L'abaissement de l'encolure s'accompagne d'une extension vertébrale thoraco-lombaire.

L'abaissement de l'encolure

Il est à la fois passif (poids du balancier cervico-céphalique) et actif par la contraction des muscles cervicaux ventraux, en particulier des scalènes.

Cette **flexion** (car c'en est bien une) met sous tension le ligament supra-épineux et tasse les corps vertébraux, ce qui est favorable à la transmission de la propulsion née dans l'arrière-main.

L'extension de la colonne thoraco-lombaire

Elle contribue très efficacement à la propulsion. Sur toute la longueur de la colonne vertébrale (excepté l'encolure), elle est réalisée par la contraction concentrique du **muscle erector spinae** (masse commune). La jonction lombo-sacrale bénéficie en outre de l'intervention du **muscle fessier moyen**, qui étend puissamment la hanche.

Ces notions fondamentales sur la mécanique du tronc, après celles relatives aux membres, achèvent les considérations préliminaires que nous tenions à rappeler avant d'aborder leurs applications au travail physique du cheval de sport. Elles vont nous permettre d'effectuer une analyse rigoureuse des exercices physiques les plus couramment utilisés dans un but d'assouplissement et de musculation.

La connaissance des insertions, du rôle et des types d'activités des groupes musculaires que nous avons acquise est en effet la base indispensable à la mise en oeuvre d'un entraînement rationnel. Toute la subtilité de celui-ci consiste en effet, en fonction des qualités et des défauts d'un cheval et de la spécialité vers laquelle il est orienté, à choisir les exercices physiques les plus appropriés, compte tenu de leurs avantages, de leurs indications, mais aussi de leurs éventuels inconvénients.

C'est cette connaissance de l'entraînement par l'analyse et la compréhension qui constitue le but que nous nous sommes fixé.