

Le placenta: évolution chez les mammifères ou pourquoi la prééclampsie est une maladie propre aux humains

Preeclampsia is mainly a human disease

Anthony M. Carter, Odense, Denmark

L'ordre des primates

Les strepsirhinniens

Les loris et les lémurs

Les haplorrhinniens

Les tarsiers

Les singes du Nouveau Monde

Les singes de l'Ancien Monde

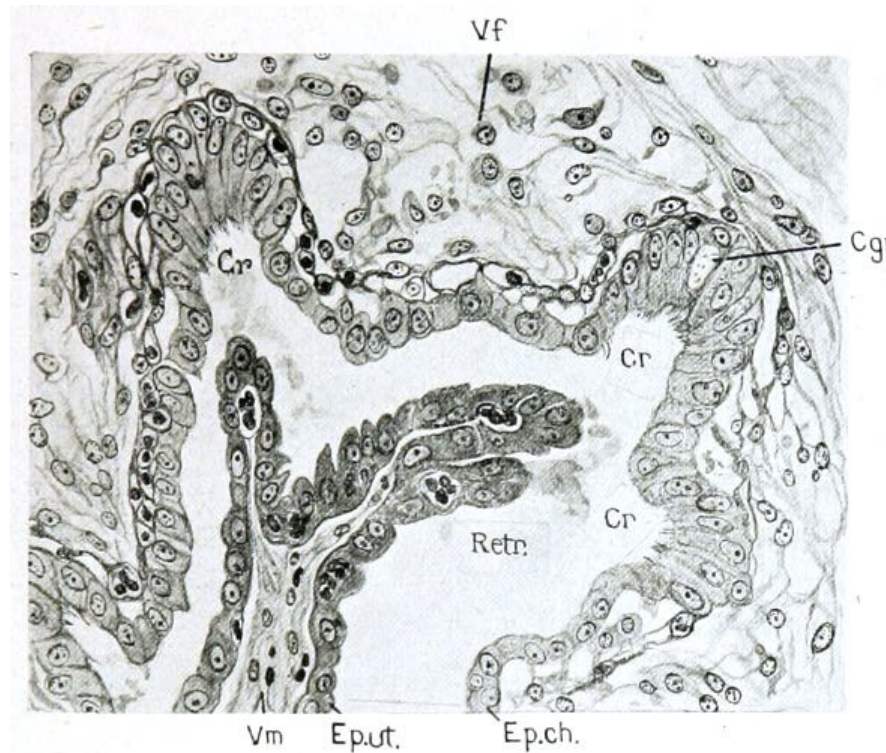
Les hylobatidés (gibbons)

Les grands singes

Les loris et les lémurs ont des placentas épithéliochooriaux

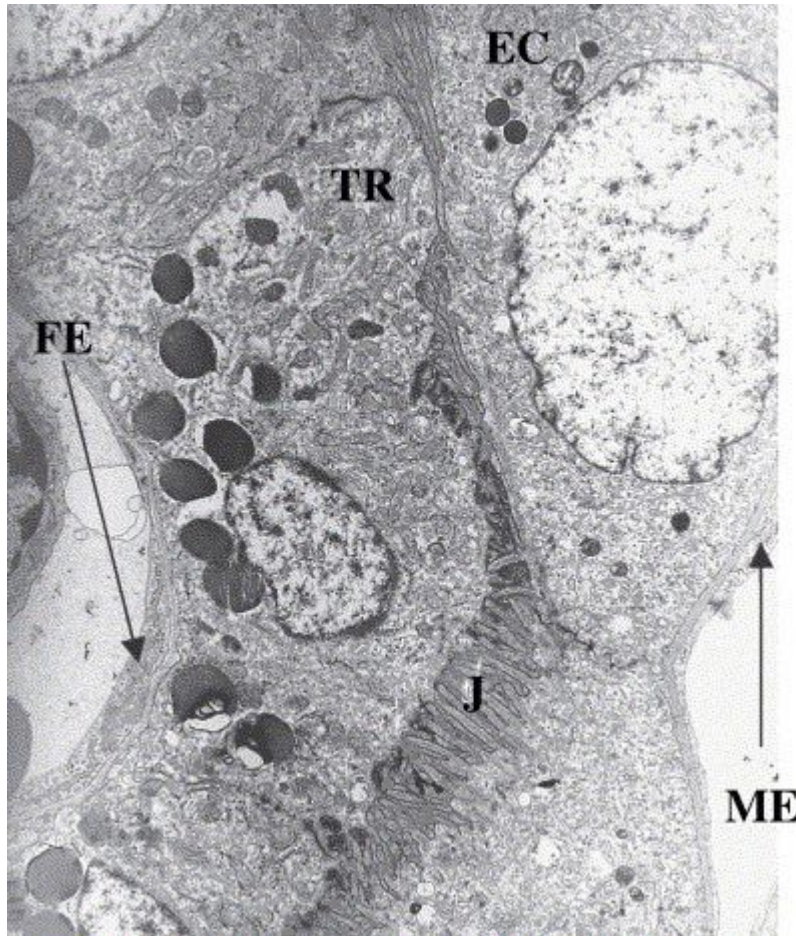


Primates
Jean-Jacques Petter et
François Desbordes



Segment de paroi utérine de galago de Demidoff (*G. demidoff*)
Retr. = espace de rétraction artificielle entre les partie foétale et maternelle
Gérard Arch Anat Microsc 1929; 25: 56-68

Les loris et les lémurs ont des placentas épithéliochooriaux



Le placenta chez le galago du Sénégal (*G. senegalensis*)

La barrière comprend l'endothélium foetal (FE), le trophoblaste (TR), l'épithélium utérin (EC) et l'endothélium maternel (ME)

L'ordre des primates

Les haplorrhiniens

Les tarsiers

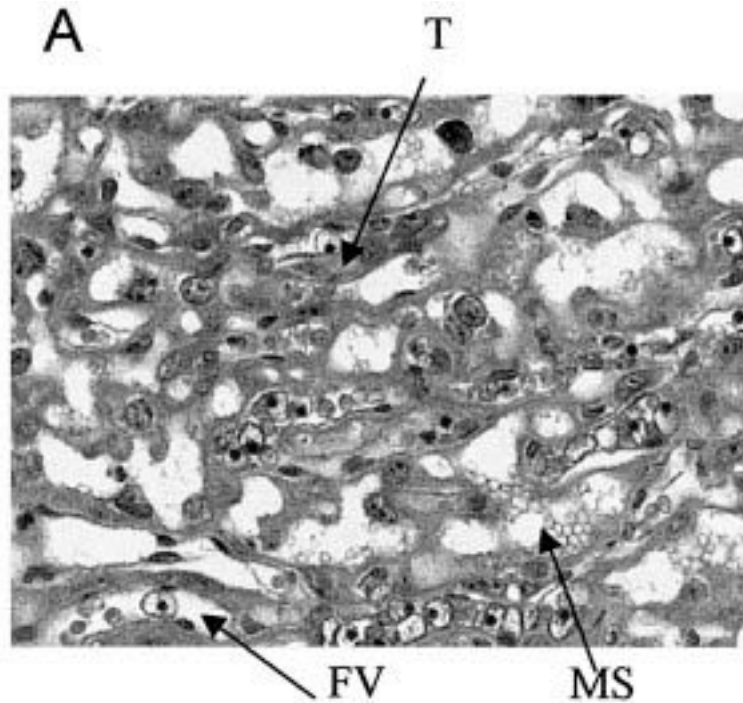
Les singes du Nouveau Monde

Les singes de l'Ancien Monde

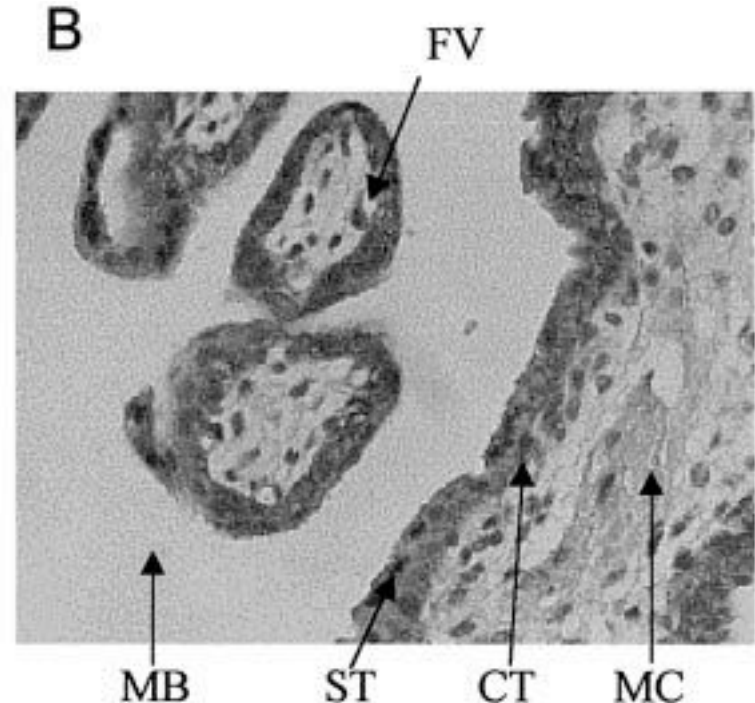
Les hylobatidés (gibbons)

Les grands singes

Le placenta de la souris et le placenta humain

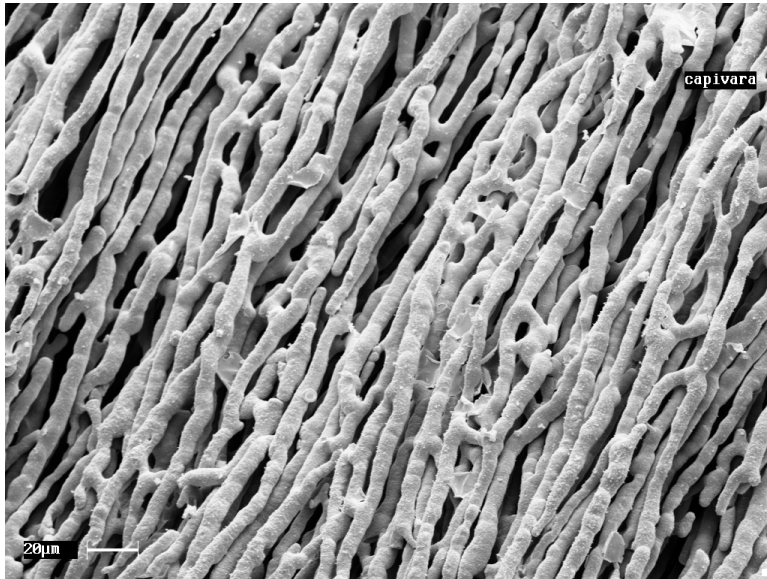


La souris: type labyrinthique

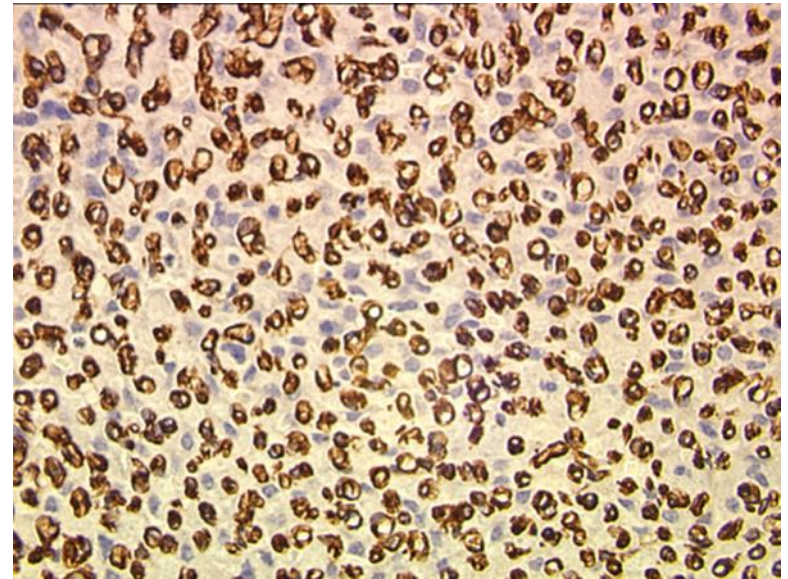


La femme: chambre intervillieuse

Le placenta labyrinthique du grand cabiai



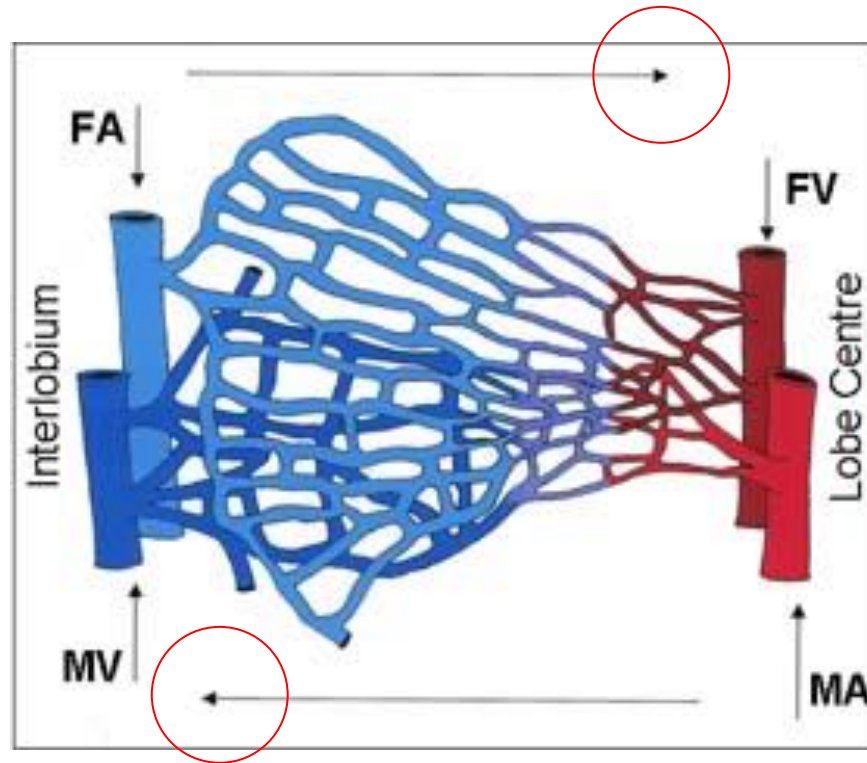
Miglino et al. 2004



Miglino et al. 2003

Le sang maternel s'écoule dans des canaux trophoblastiques parallèles aux capillaires foetaux représentés en fonte de corrosion (gauche) et en coupe transversale (droite).

Le débit à contre-courant dans le placenta du grand cabiai



Le sang maternel circule dans des canaux trophoblastiques parallèles aux capillaires fœtaux

Les dermoptères sont plus proches des primates

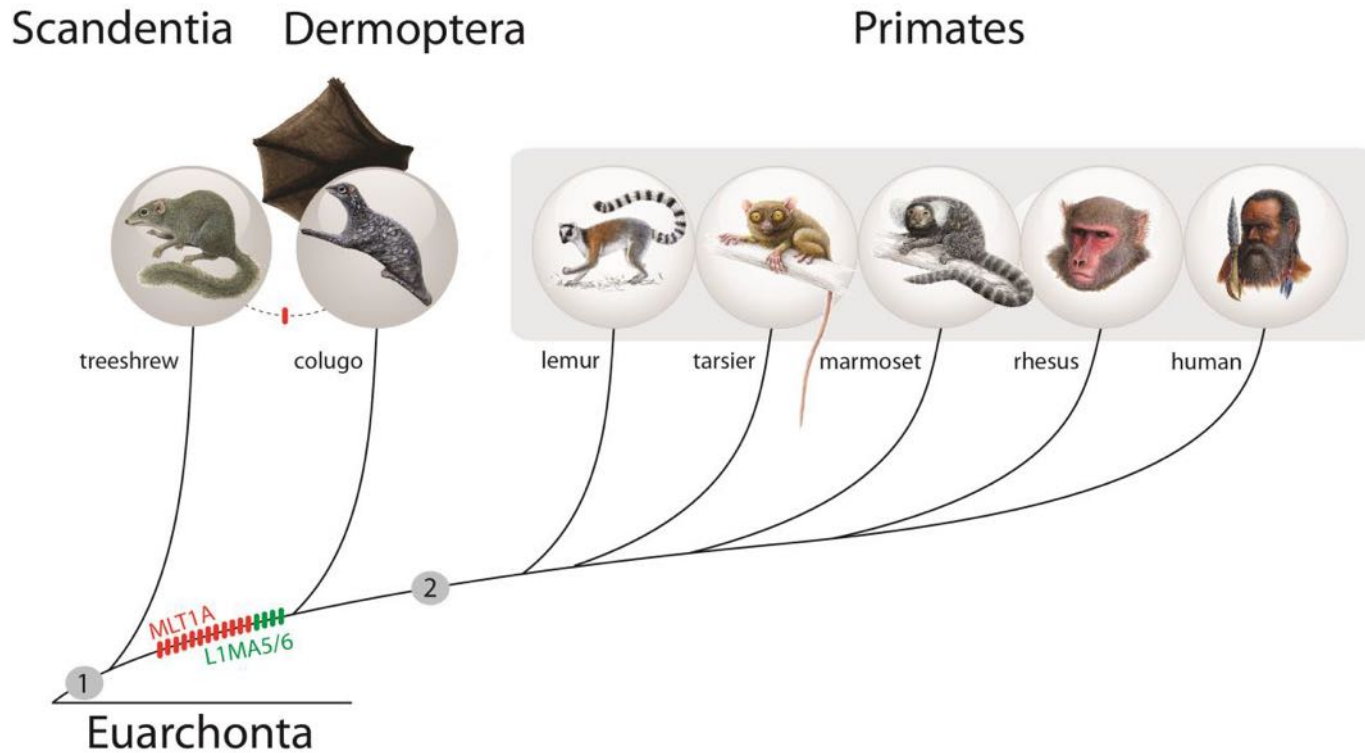


© Norman Lim

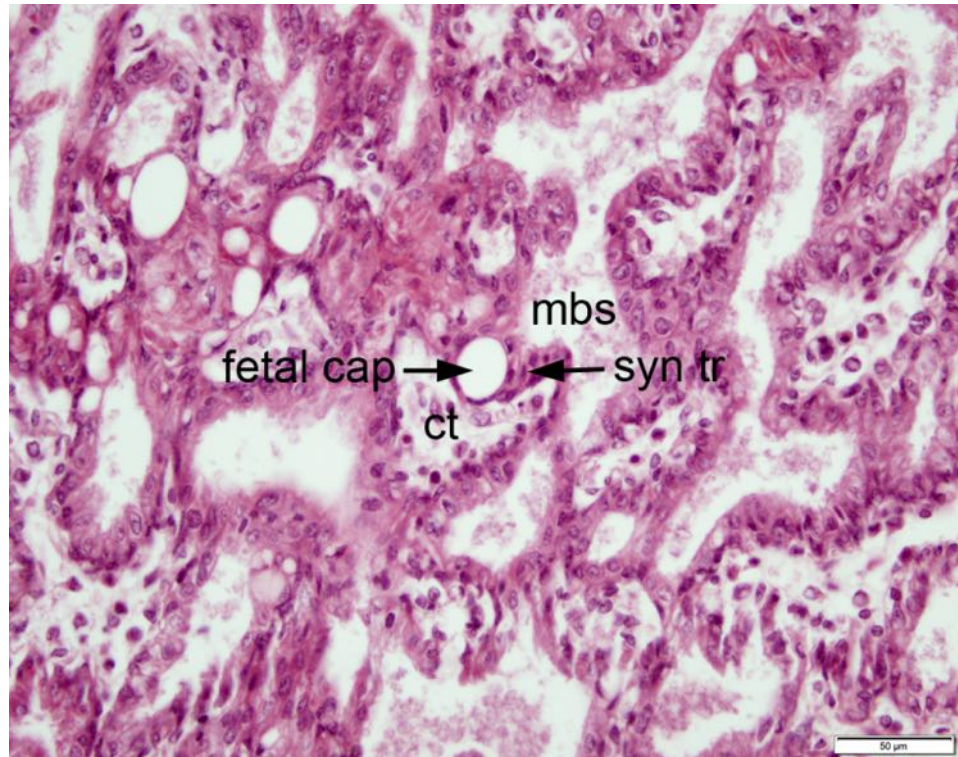


Hubrecht 1919

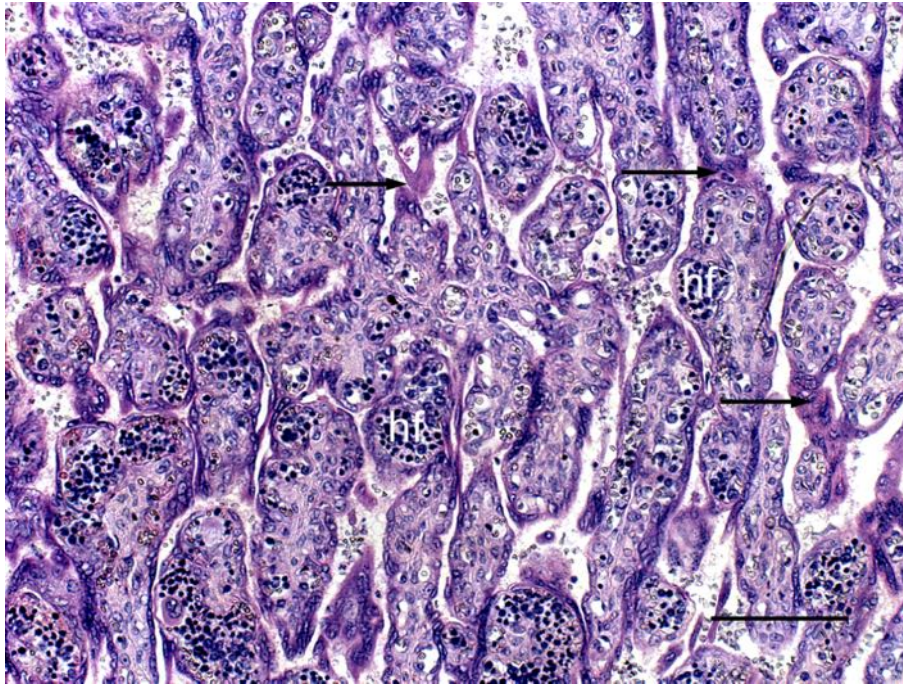
Les dermoptères sont plus proches des primates



Le placenta labyrinthique d'un dermoptère (*Cynocephalus volans*)



Le placenta trabéculaire d'un singe du Nouveau Monde



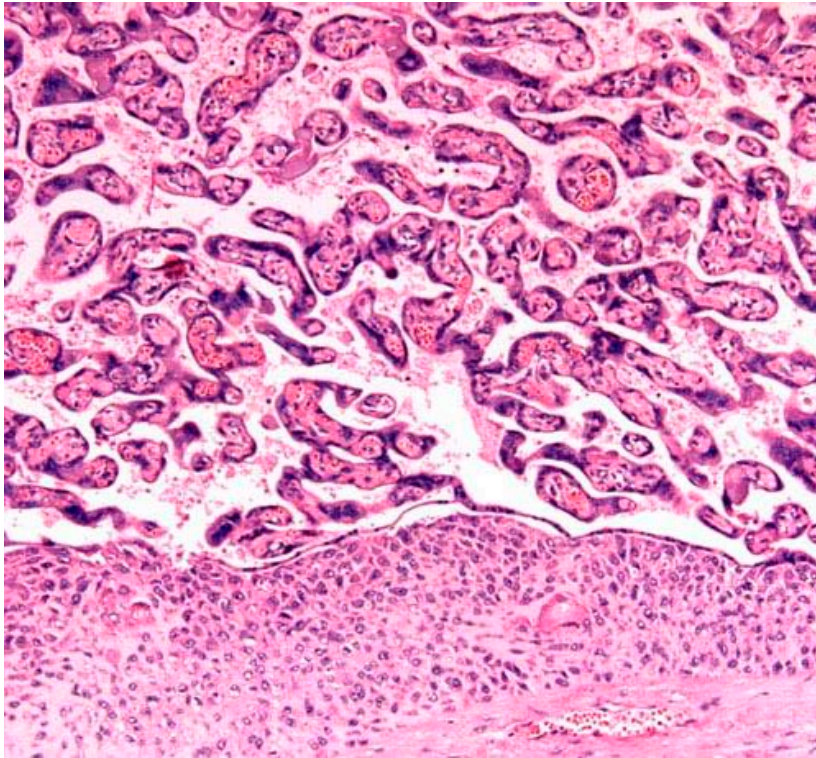
Placenta du capucin à
fronts blancs *Cebus
albifrons* (Hill
Collection)

Les branches
villeuses sont reliées
par des anastomoses
syncytiales



Carter & Mess J Morphol 2013; 274: 557-569
Le encarte: Jean-Jacques Petter & Francois Desbordes

Le placenta vilieux d'un singe de l'Ancien Monde

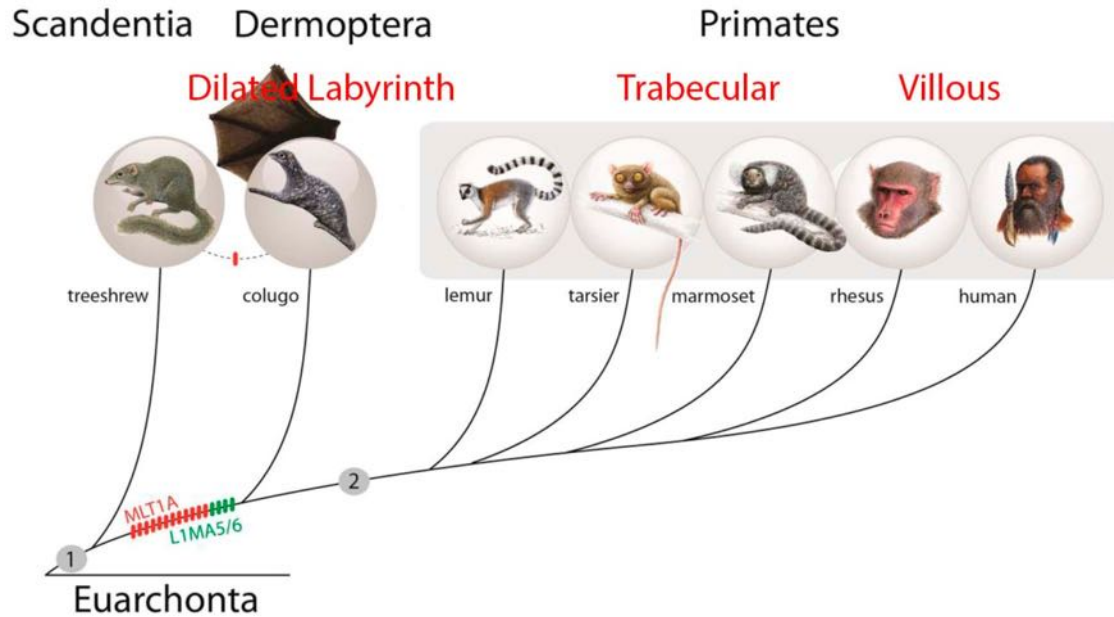


Placenta du patas
(*Erythrocebus patas*) avec villosités
et la chambre
intervilleuse

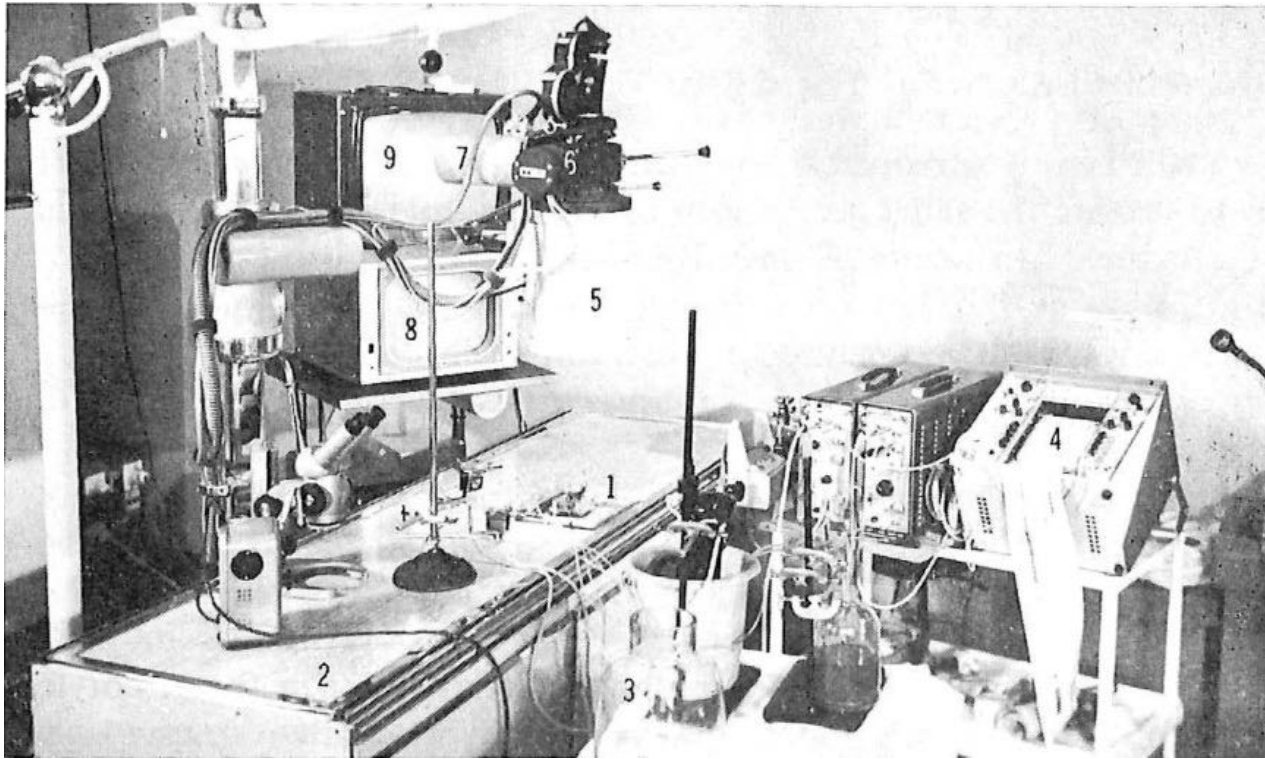


Benirschke Comparative Placentation
Le encarte: Jean-Jacques Petter & Francois Desbordes

L'évolution du placenta chez les primates

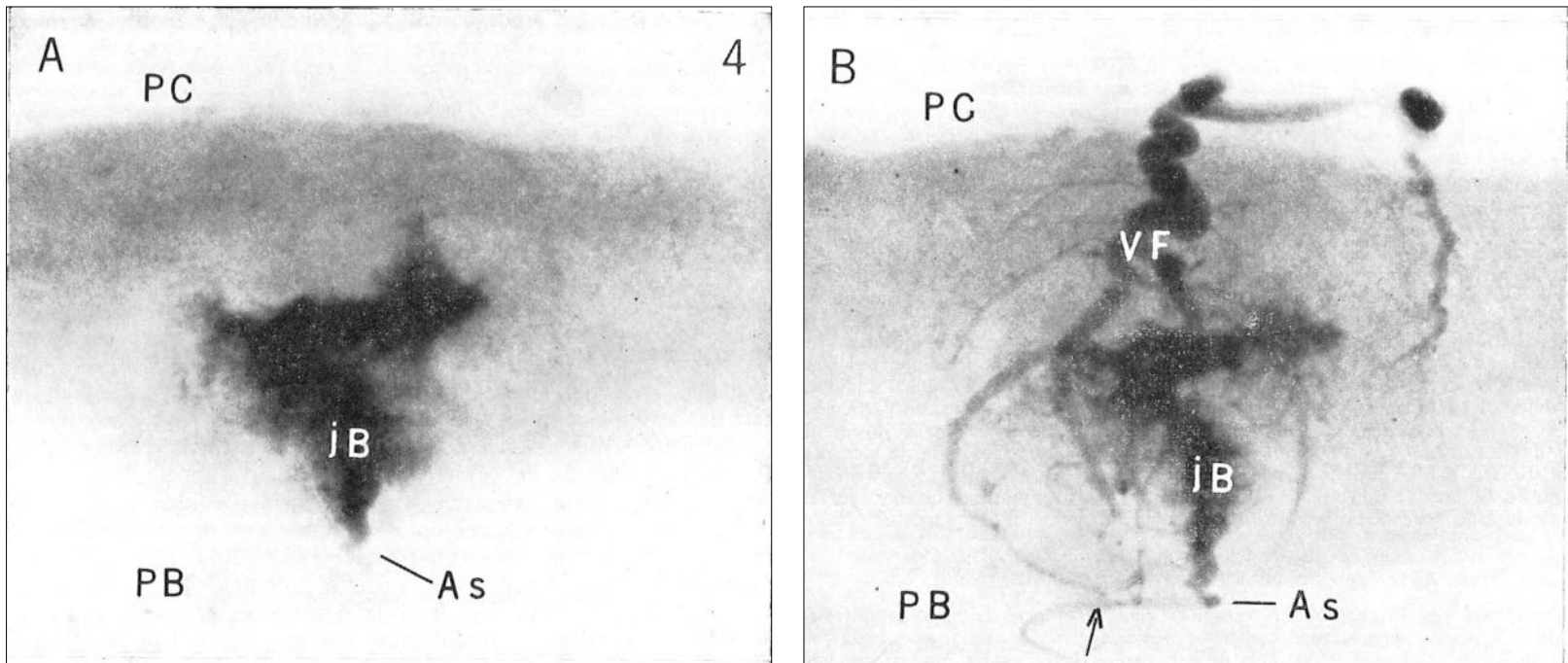


Étude angiographique de la circulation utéroplacentaire chez les singes



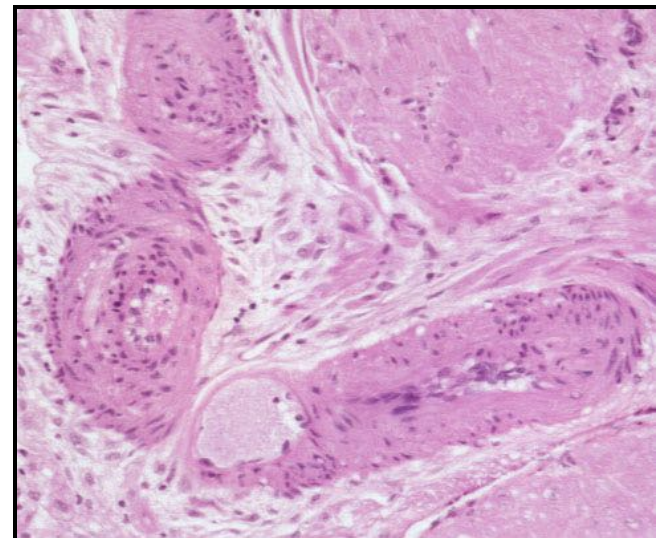
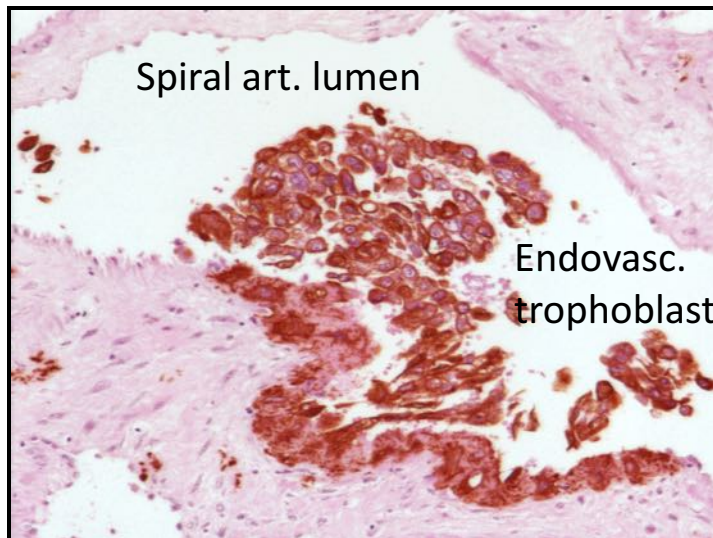
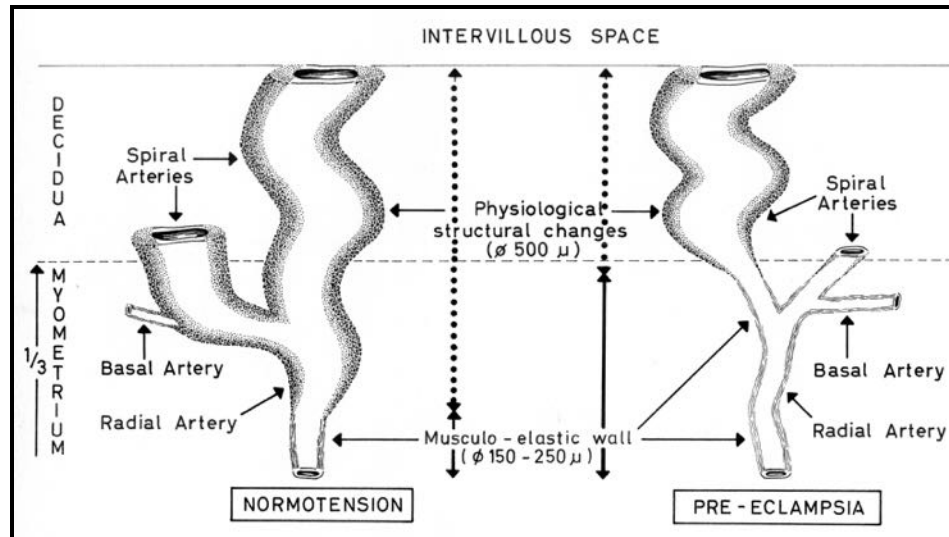
L'instrumentation utilisée en cinéradiographie
Panigel 1967 Bull Assoc Anat

Les orifices artériels d'entrée du sang maternel dans la chambre intervillieuse du placenta humain



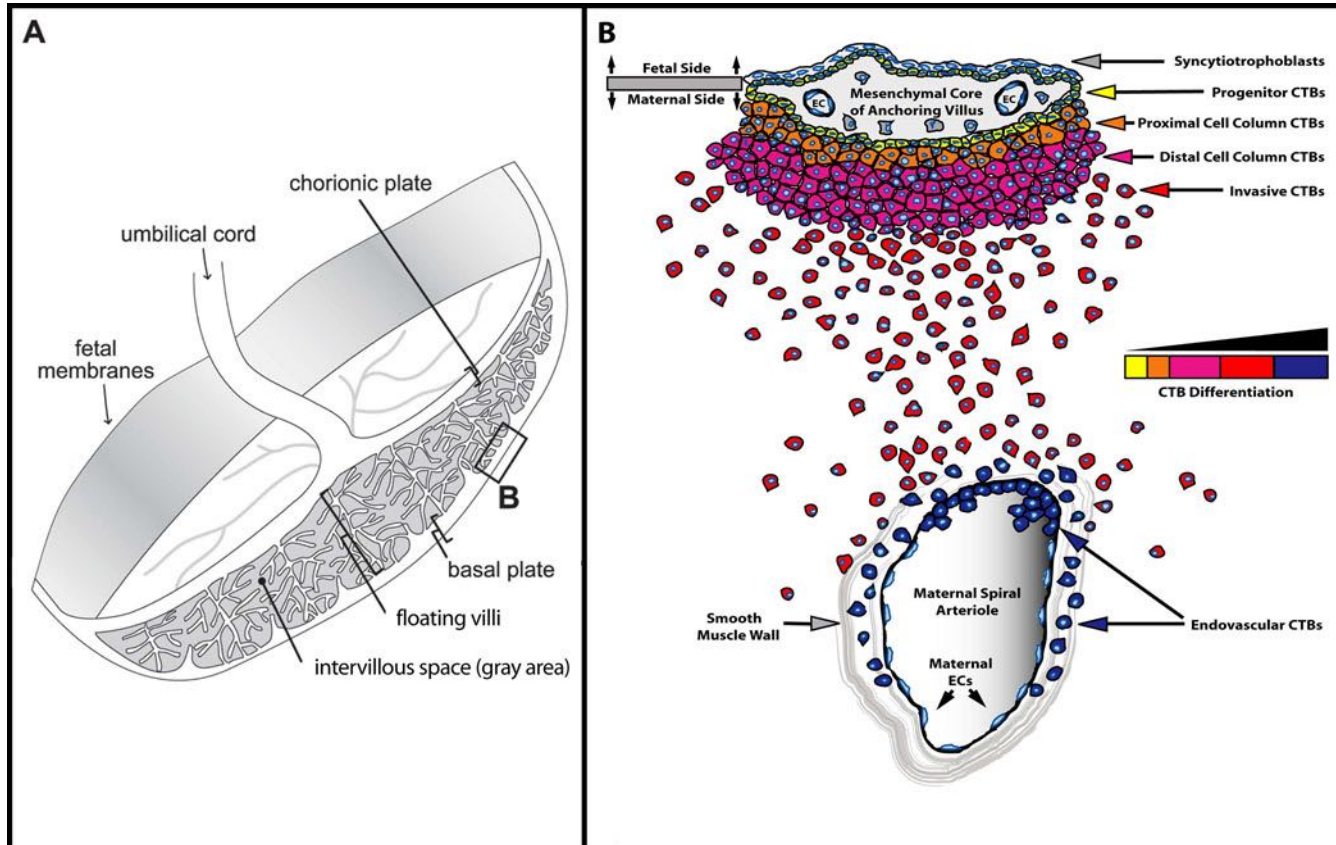
Aspect radiologique de la pénétration d'une substance radio-opaque perfusée dans l'espace intervilloux à travers l'orifice d'une artère utéroplacentaire; As = l'artère spiralée; JB = le jet de Borell; VF = l'arbre villositaire du cotylédon (Panigel 1968 Bull Assoc Anat)

Le défaut de remodelage vasculaire utérin



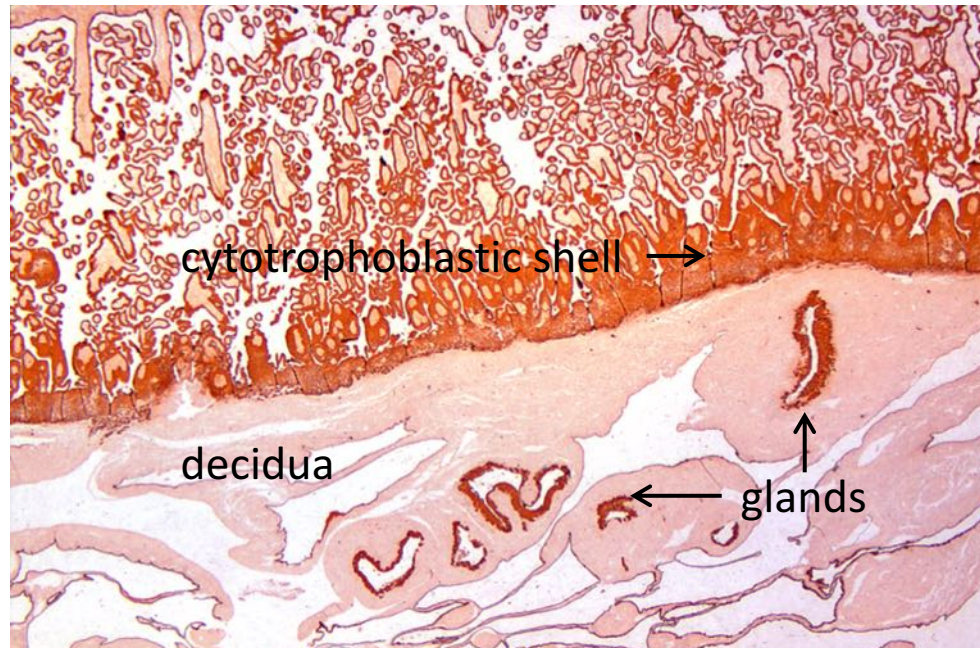
Grâce à Robert Pijnenborg

L'invasion trophoblastique suit deux chemins



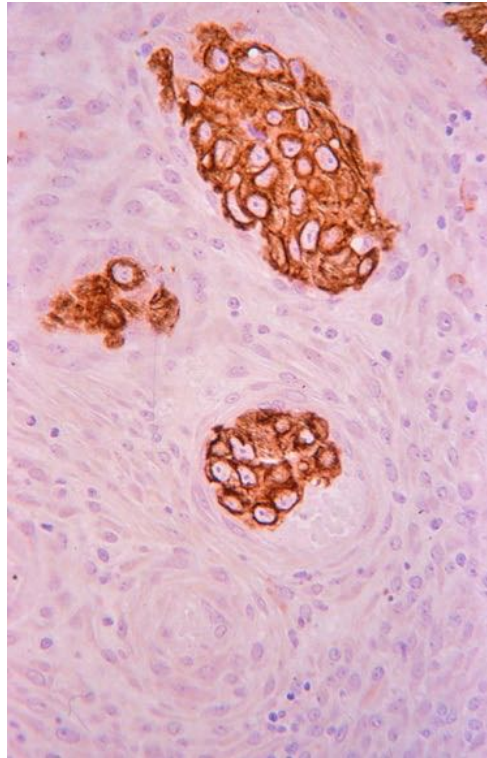
Trophoblaste interstitiel Trophoblaste endovasculaire

Absence de l'invasion de la portion interstitielle de l'utérus chez les singes de l'Ancien Monde

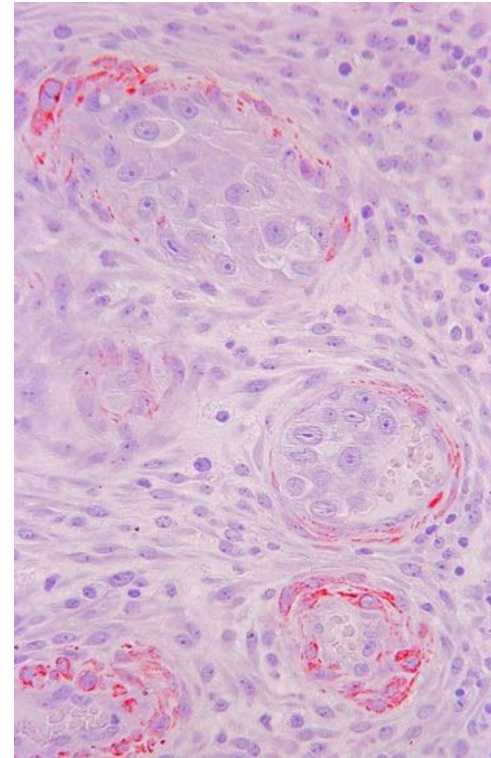


Limite nette entre coque cytotrophoblastique et stroma maternel chez le macaque (cytokératine)

L'invasion endovasculaire des artères utérines chez les singes de l'Ancien Monde



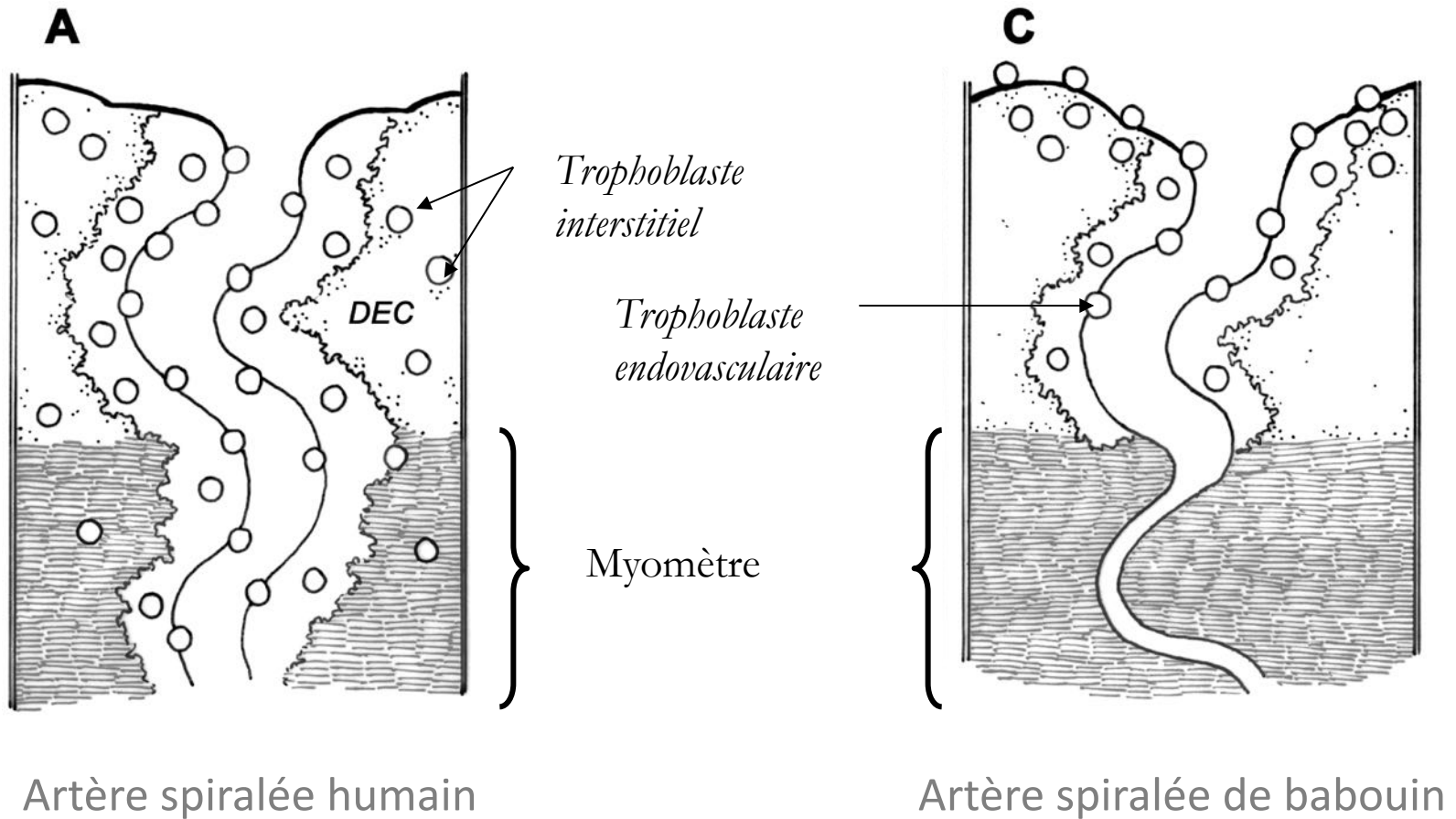
Cytokératine (trophoblaste)



Desmin (muscle lisse)

Site d'implantation de 15 jours

L'invasion trophoblastique est moins profonde chez les macaques et les babouins

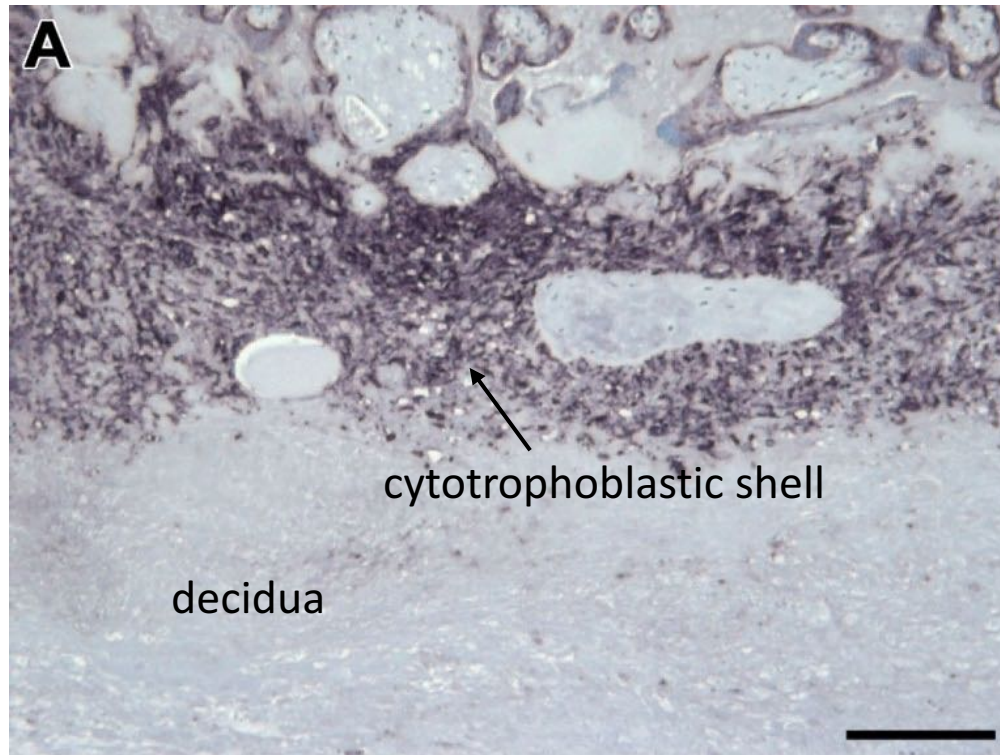


Grâce à Robert Pijnenborg

Absence d'invasion de la portion interstitielle de l'utérus aussi chez les hylobatidés (gibbons)



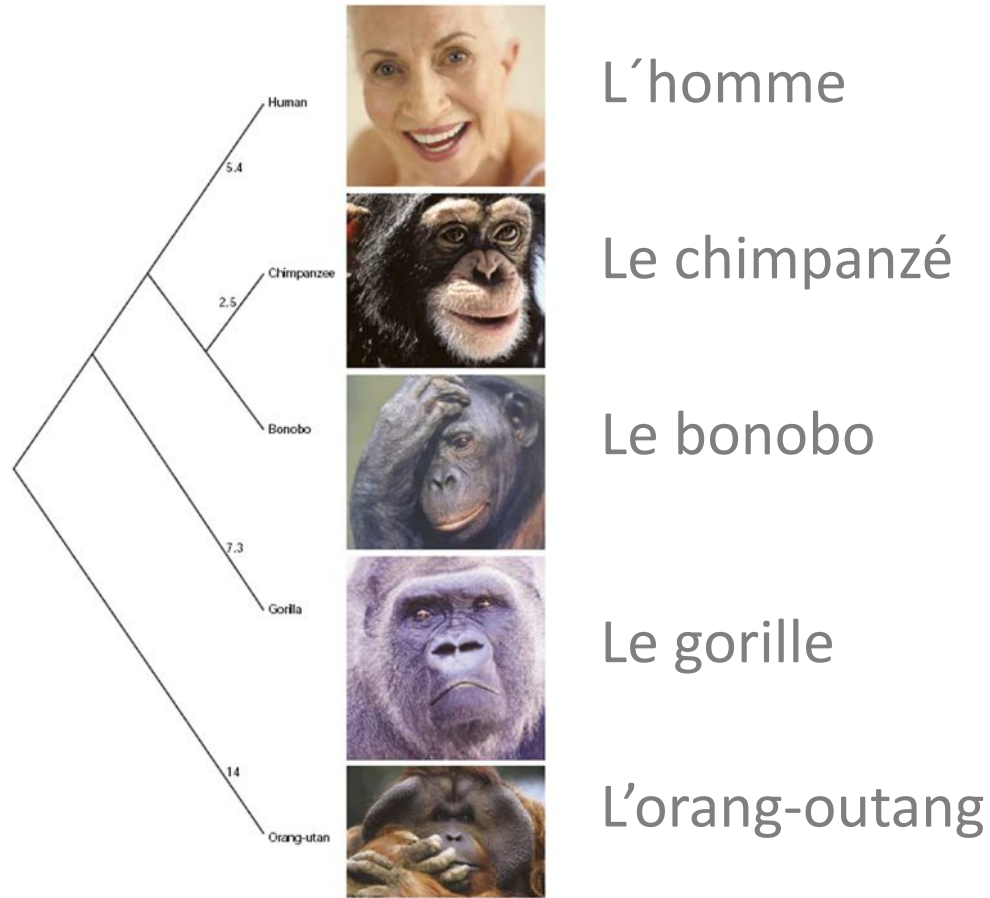
Petter et Desbordes



Gibbon argenté *Hylobates moloch*

Carter, Enders & Pijnenborg Phil Trans R Soc B 2015; 370: 20140070

Les grands singes



Les collections de musée sont très importantes



Fred Merfield en Cameroun

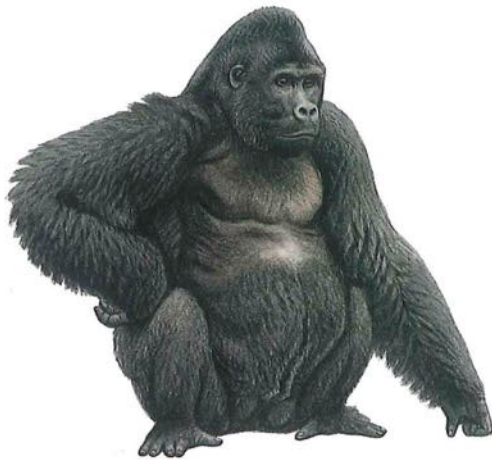


J.P. Hill

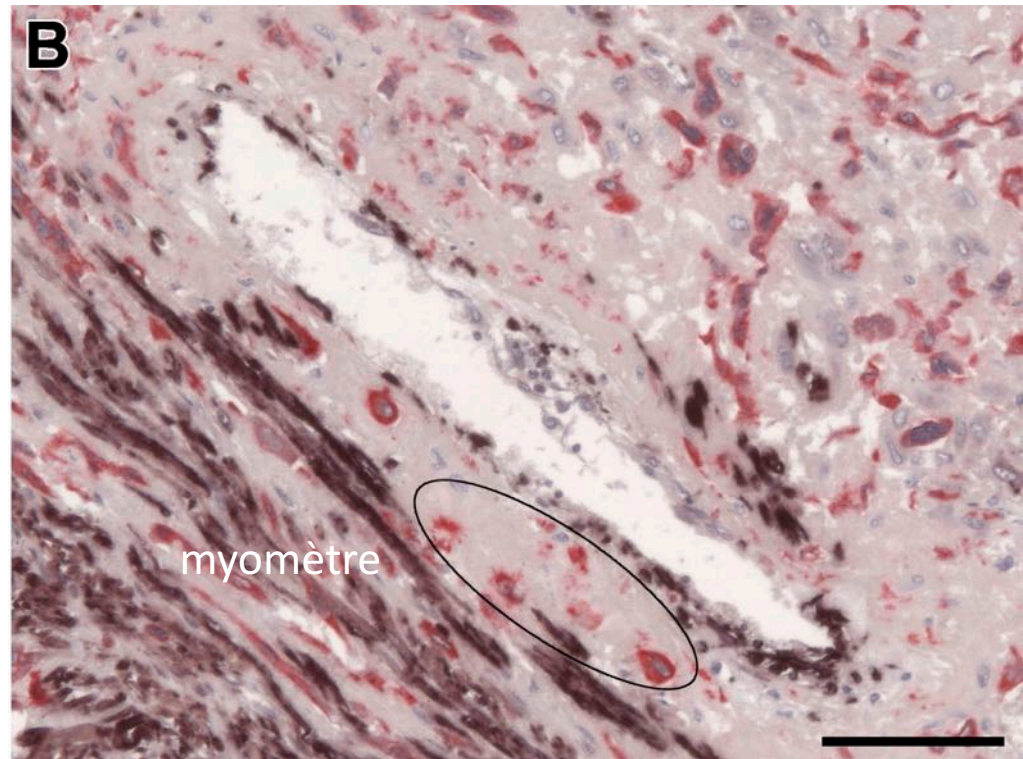


Robert Pijnenborg

L'invasion trophoblastique est profonde chez le gorille des plaines (*G. gorilla*)



Petter et Desbordes

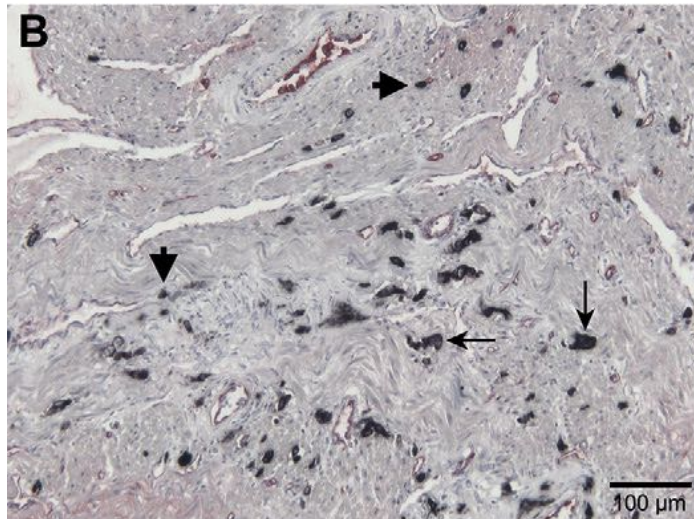
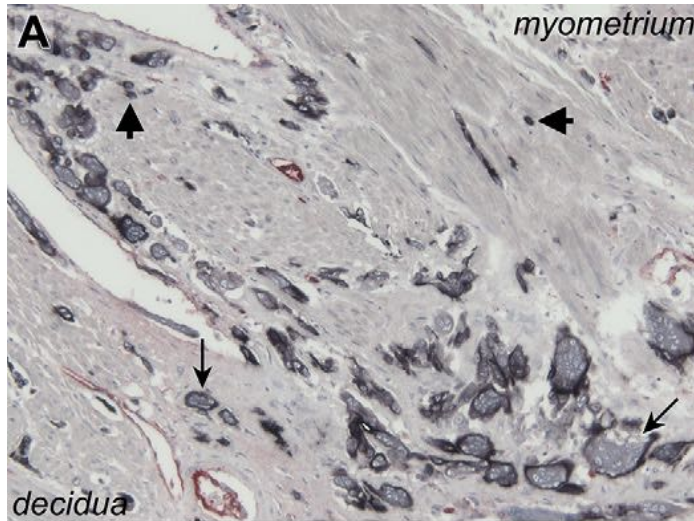


Immunocoloration pour la cytokératine 7 (rouge) et l' α -actine musculaire lisse (noir)

Carter et al. Phil Trans R Soc B 2015; 370: 20140070

Pijnenborg et al. Placenta 2011; 32: 586-591

L'invasion trophoblastique est profonde aussi chez le chimpanzé commun (*Pan troglodytes*)

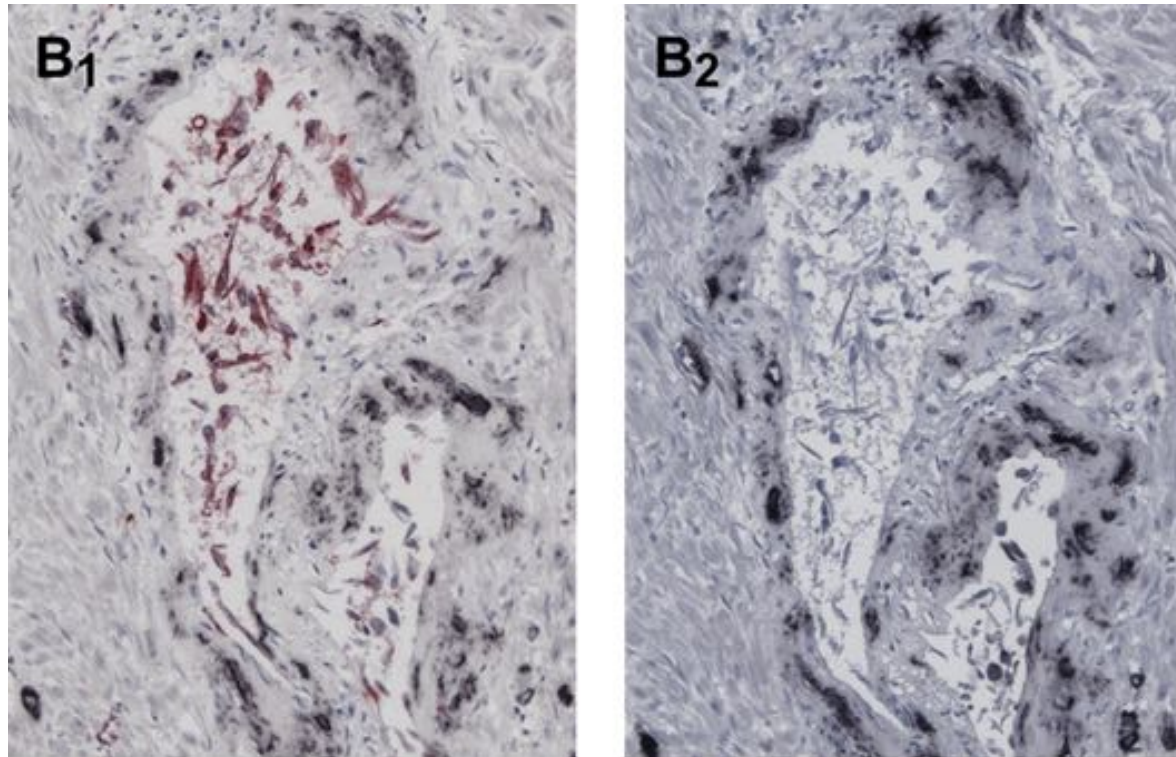


Petter et Desbordes

Trophoblaste interstitiel (noir)
Cellules mononucléaires (pointes de flèches) et multinucléaires (flèches) à travers la décidue et le myomètre

Pijnenborg et al. Placenta 2011; 32:400

L'invasion d'une artère myométriale chez le chimpanzé commun (*Pan troglodytes*)



Artère spirale myométriale avec trophoblaste intramureux (noir) et les cellules endothéliales détachées (rouge)

Pijnenborg, Vercruysse & Carter Placenta 2011; 32:400

L'invasion trophoblastique chez les grands singes

L'homme, le chimpanzé, le gorille

L'invasion trophoblastique suit deux chemins (interstitiel et endovasculaire)

L'invasion trophoblastique est très profonde

L'orang-outang

Pas connu

Les hylobatidés (gibbons)

Absence d'invasion interstitiel

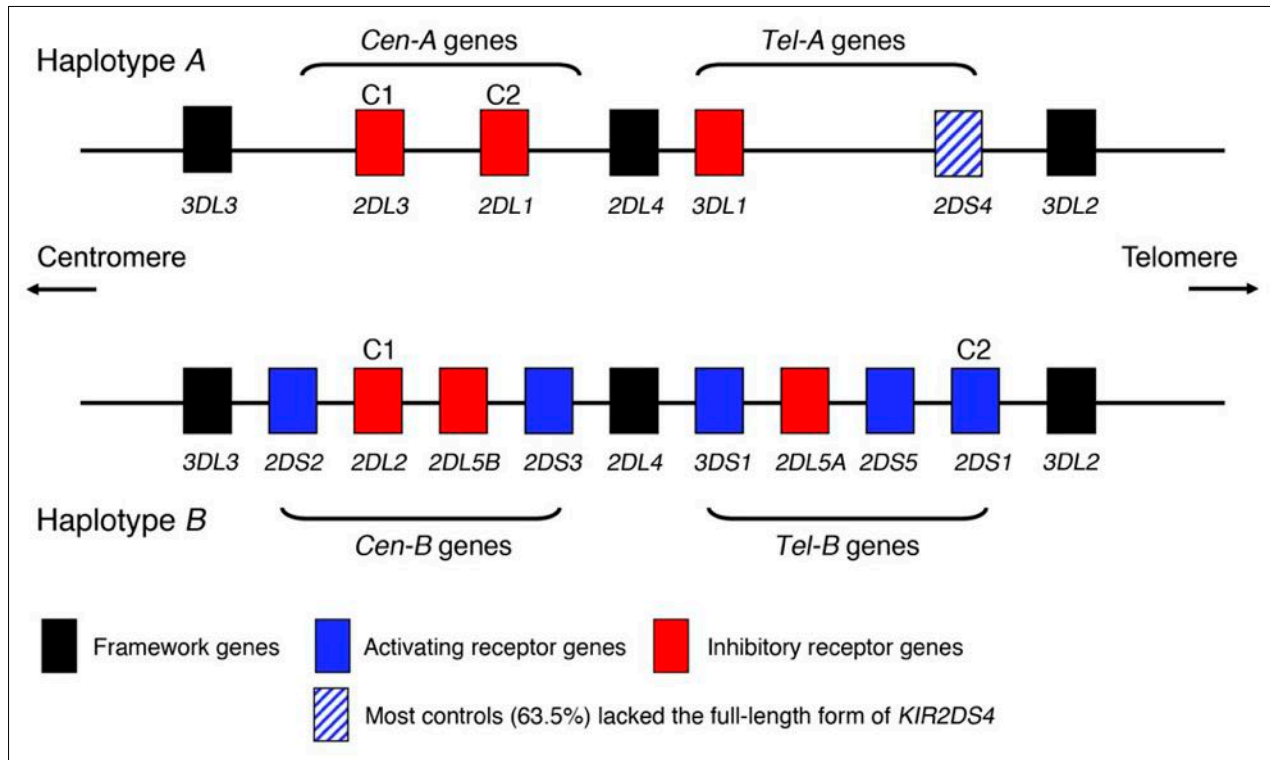
L'invasion trophoblastique est moins profonde

Certains aspects de l'immunologie de la grossesse

- Les antigènes de leucocytes humains C (HLA-C) sont exprimés à la surface des cellules trophoblastiques
- Les récepteurs KIR sont exprimés sur les cellules NK utérines
- Les interactions entre récepteurs KIR et molécules HLA-C sont bénéfiques pour le remodelage vasculaire utérin

Le Bouteiller & Tabiasco M/S 2006; Hiby et al J. Exp Med. 2004

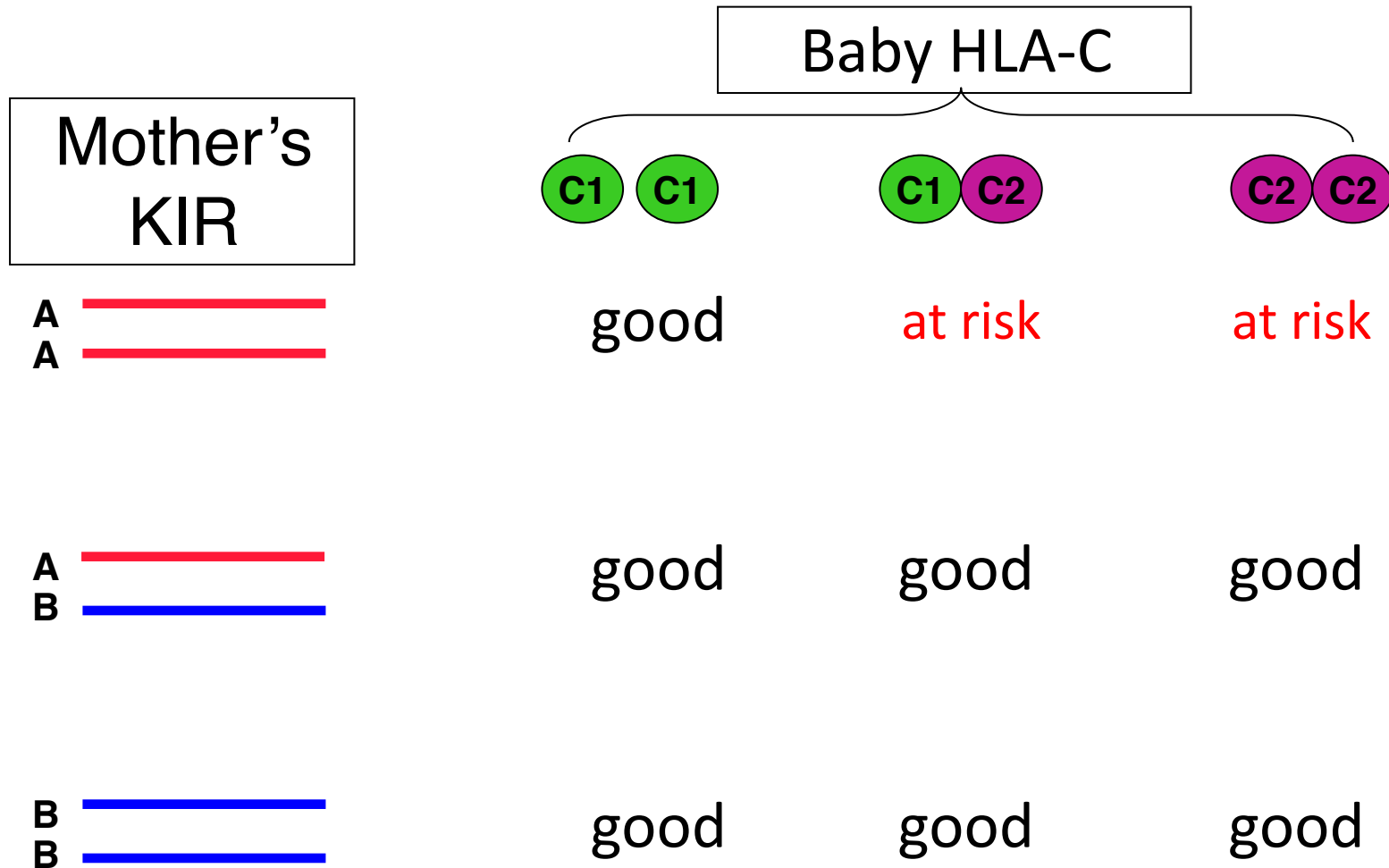
Les deux haplotypes KIR



Trois génotypes sont possibles: AA AB ou BB

Moffet & Hiby Placenta 2007; 28 Suppl A: S51-S56

Une certaine combinaison de récepteurs KIR et de molécules HLA-C présentant un grand risque de pré-éclampsie



L'invasion trophoblastique chez les grands singes

L'homme, le chimpanzé, le gorille

L'invasion trophoblastique suit deux chemins (interstitiel et endovasculaire)

L'invasion trophoblastique est très profonde

HLA-C1 and HLA-C2

L'orang-outang

Pas connu

HLA-C (un locus)

Les hylobatidés (gibbons)

Absence de l'invasion interstitielle

L'invasion trophoblastique est moins profonde

Pas de HLA-C

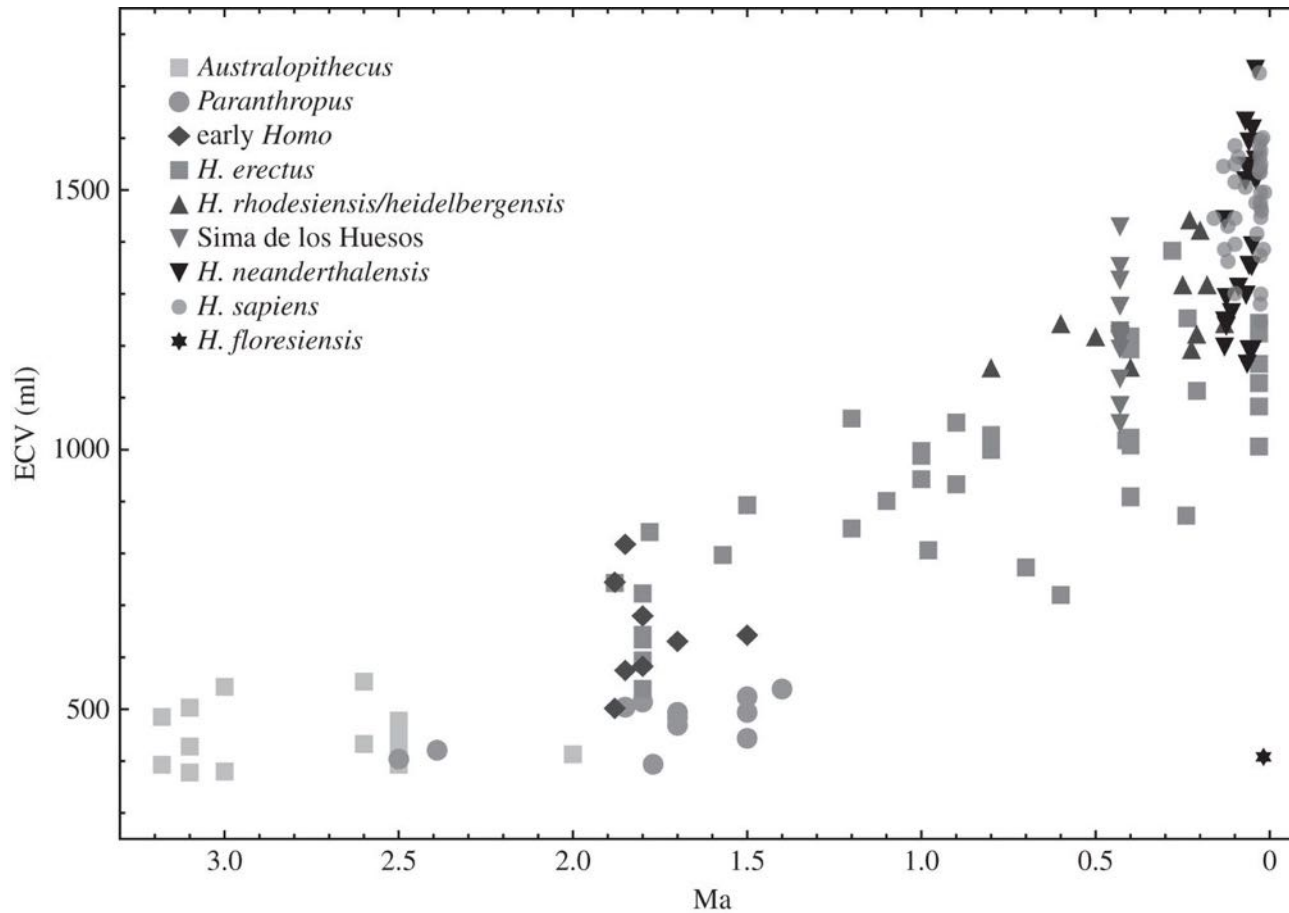
Les grands singes développent-ils la pré-éclampsie?

- Les chimpanzés et les gorilles ont l'équivalent du HLA-C1 et du C2
- Ils ont un mode comparable d'invasion de trophoblastes profonds
- Ces deux conditions ont été liées à la pré-éclampsie chez la grossesse humaine

Peut-être si, peut-être non!

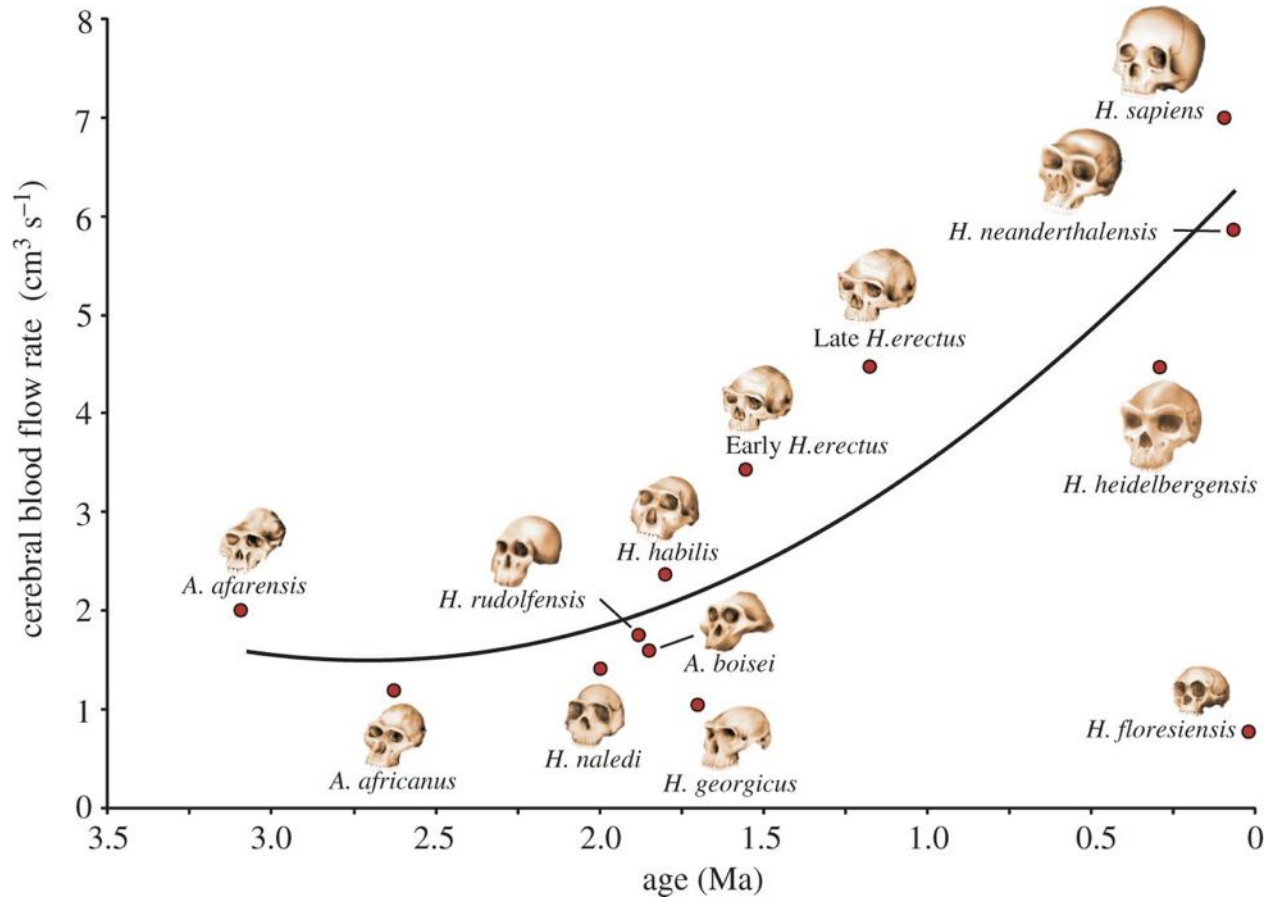
- Des cas d'éclampsie ont été affirmés chez des chimpanzés captifs et des gorilles
- Les changements uniques des glomérules rénaux associés à la pré-éclampsie peuvent être observés chez un de ces chimpanzés
- Le complément de KIR chez le chimpanzé peut entraîner une incidence plus faible de pré-éclampsie

La taille du cerveau des hommes fossiles au cours des 3,5 millions d'années



Jean-Jacques Hublin et al. Phil. Trans. R. Soc. B 2015;370:20140062

Le flux sanguin cérébral des hommes fossiles



Roger S. Seymour et al. R Soc Open Sci 2016;3:160305

Résumé

- Le placenta villos est apparu dans les singes d'Ancien Monde
- Le trophoblaste interstitiel et l'invasion profonde ont évolué chez les grands singes
- Les allotypes HLA-C ont évolué en gorille, chimpanzé et humain
- L'évolution parallèle des récepteurs KIR s'est déroulée différemment chez le chimpanzé
- En conclusion la pré-éclampsie est spécifique à l'espèce humaine

Remerciements

Allen C. Enders

Andrea Mess

Angelica Miglino

Robert Pijnenborg

Lisbeth Vercruysse