

CZLR, Montpellier, 29 mai 2021

# Connaissances scientifiques, valeurs et pratiques sociales

**Pierre CLÉMENT**

[clement.grave@free.fr](mailto:clement.grave@free.fr)

**Nouveau rattachement : ADEF,**

"Apprentissage, Didactique, Evaluation, Formation" (EA 4671)

**Université Aix-Marseille, France**

Honoraire de l'UCBL

Université Claude Bernard Lyon 1 (France)

**Biohead-Citizen**

*Biology, Health and Environmental  
Education for better Citizenship*



## PLAN

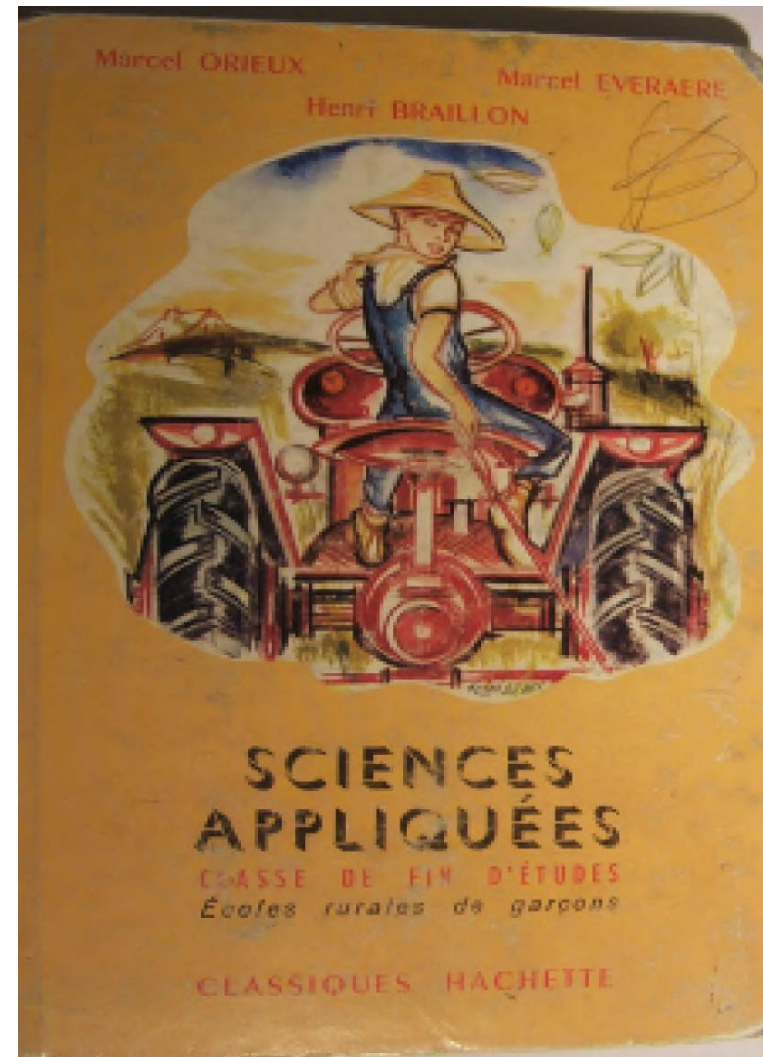
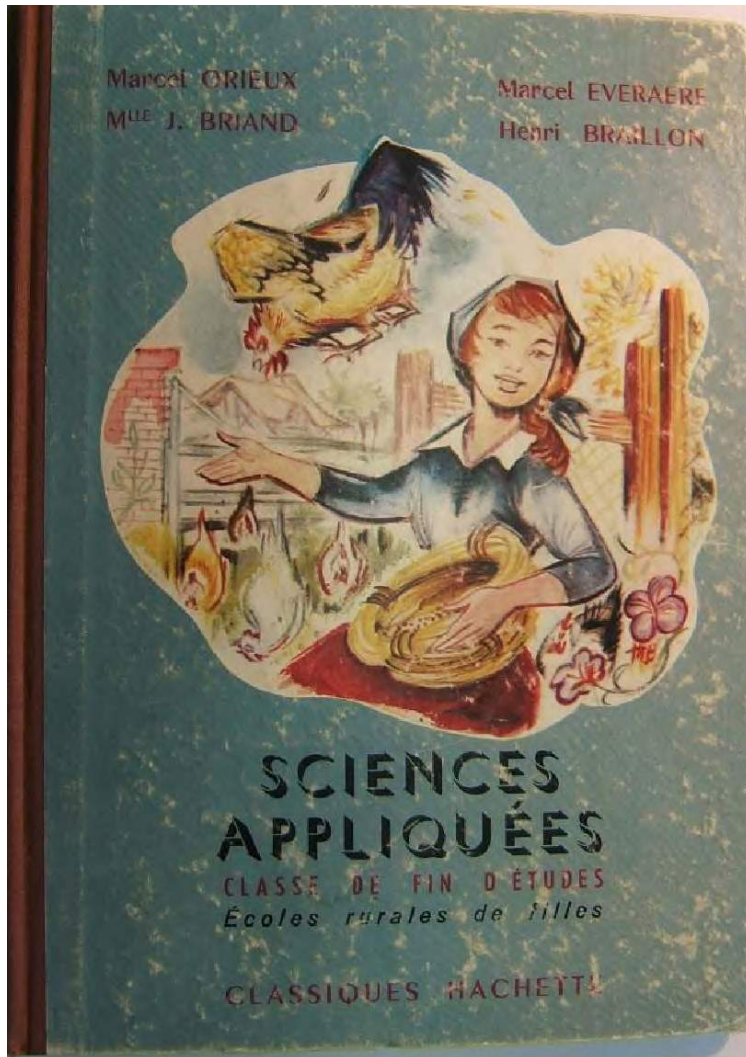
- 1 – Exemples dans des manuels scolaires
- 2 – Exemples de délais de la transposition didactique
- 3 – L'anatomie de l'appareil reproducteur de la femme
- 4 – Exemples de conceptions des enseignants dans plusieurs pays : gène de la vaiselle ; origine de l'homme
- 5 – Conceptions de chercheurs, analyse critique d'un article de Nature

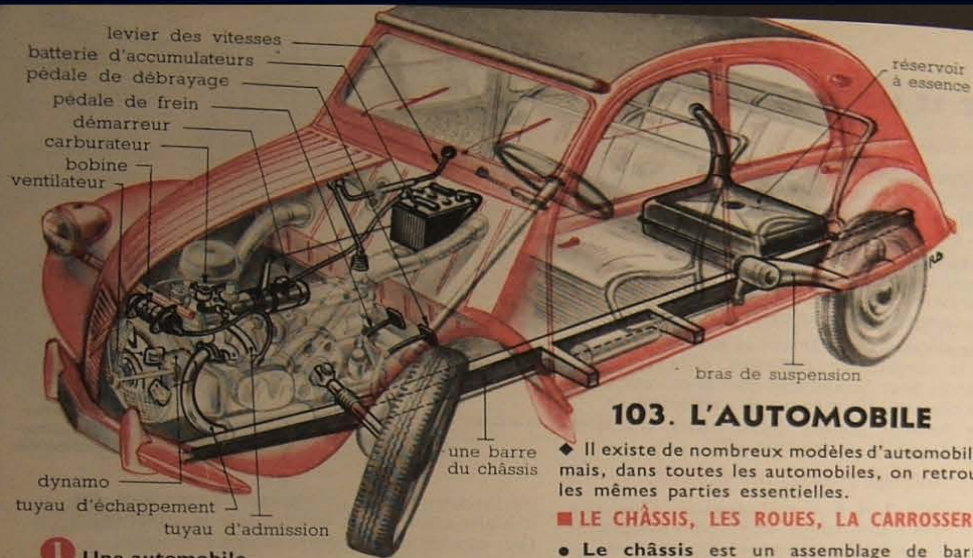




## 1 – Exemples dans des manuels scolaires

**Premier exemple:** Manuels scolaires de Sciences appliquées pour Écoles rurales filles ou garçons, classe de Fin d'Études (âge des élèves : 11-12 ans)  
(Classiques Hachette, 1959)





### 103. L'AUTOMOBILE

Il existe de nombreux modèles d'automobiles; mais, dans toutes les automobiles, on retrouve les mêmes parties essentielles.

#### LE CHÂSSIS, LES ROUES, LA CARROSSERIE.

- Le **châssis** est un assemblage de barres métalliques sur lesquelles sont fixées toutes les pièces de l'automobile (1).
- Les **roues** sont reliées au châssis par les bras de suspension, les ressorts et les amortisseurs qui réduisent les cahots.
- La **carrosserie** est l'ensemble des plaques métalliques (capot, ailes, portières ...) qui enveloppent la voiture et lui donnent sa forme.

#### LE MOTEUR ET SES ANNEXES.

- Le **moteur** (p. 208 et 209); lorsqu'il est en marche, l'arbre moteur tourne sur lui-même.
- Les **annexes** du moteur; ce sont :  
— le carburateur et l'accélérateur qui assurent l'approvisionnement des cylindres en carburant;  
— le ventilateur, le radiateur (p. 208) ...

#### 1 Une automobile.

Qu'appelle-t-on **châssis** de la voiture? — Comment les roues sont-elles tenues? — Qu'est-ce qui leur communique le mouvement de rotation?

#### 2 Principe d'un embrayage à disques.

Que se passe-t-il lorsqu'on appuie sur la pédale de débrayage?



La voiture est embrayée.

La voiture est débrayée.

#### Consultez une notice d'entretien

• **Batterie.** — En dévissant le bouchon, on peut vérifier le niveau du liquide dans chaque élément; il doit dépasser les plaques de 1 cm environ. Quand il n'y a pas assez de liquide, les plaques se détériorent rapidement. Il faut donc, si le niveau est trop bas, ajouter de l'eau distillée ou de l'eau de pluie.

• **Graissage.** — Un tableau de graissage indique les points à lubrifier (graisseurs, articulations, paliers, moyeux ...) tous les 1 500 km, ou tous les 3 000 km.

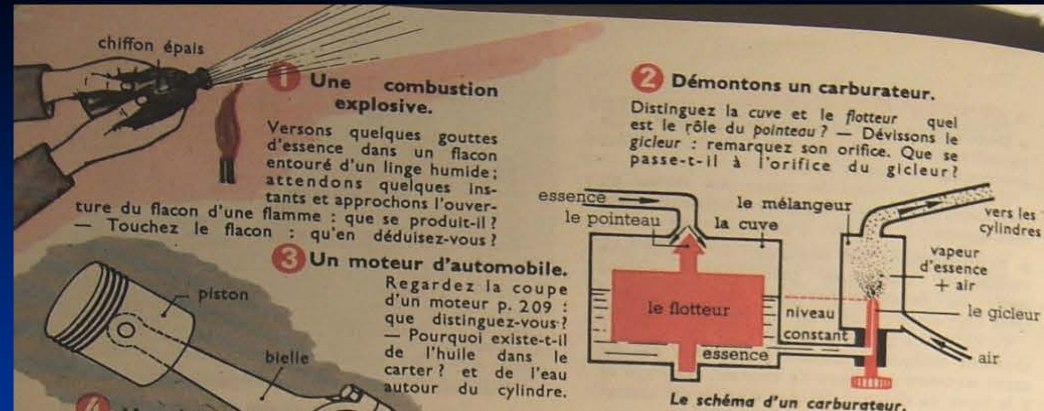
• **L'huile moteur.** — Le carter contient... litres d'huile; la jauge porte deux traits; le niveau de l'huile doit être compris entre ces deux traits. S'il y a manque d'huile, on risque de « couler » une bielle.

Après 1 500 ou 2 000 km (voir la notice), on vidange l'huile moteur, car elle s'est chargée d'impuretés.

• **Radiateur** (pour les voitures à refroidissement par eau). On doit vérifier le niveau de l'eau avant chaque sortie. — En hiver, il faut prendre des précautions : pourquoi? On peut :  
— vidanger le radiateur, si la voiture ne roule pas;  
— ou verser dans l'eau un produit antigel; selon la quantité de produit ajoutée, le mélange se congèle seulement à -10° ou -15° ou -20°.

• **Gonflage des pneus.** — On le vérifie avec un contrôleur de pression. (Quelle est la pression conseillée par la notice?)

• **Lavage et nettoyage** du châssis et de la carrosserie; ils évitent la rouille des pièces métalliques et l'altération de la peinture.

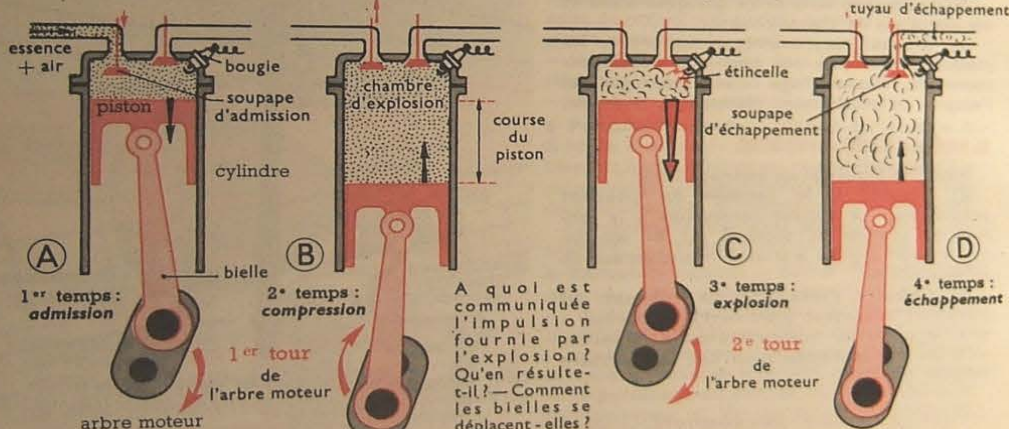


Le piston descend; la soupape d'admission s'ouvre et une certaine quantité de mélange gazeux (vapeur d'essence-air) est aspirée dans le cylindre.

Lorsque le piston est en bas de sa course, la soupape d'admission se ferme; puis le piston remonte en comprimant le mélange (essence-air).

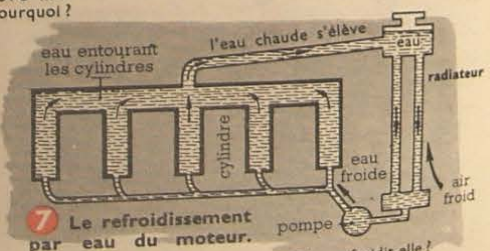
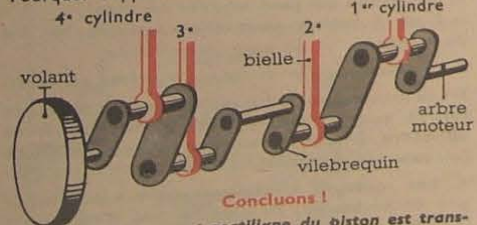
La bougie produit une étincelle lorsque le piston arrive en haut de sa course: le mélange gazeux explose et la force produite par l'explosion repousse le piston.

Lorsque le piston arrive en bas de sa course, la soupape d'échappement s'ouvre; en remuant le piston refoule les gaz provenant de la combustion.



#### 6 Le schéma de l'arbre moteur.

Pourquoi l'appelle-t-on vilebrequin?



#### 7 Le refroidissement par eau du moteur.

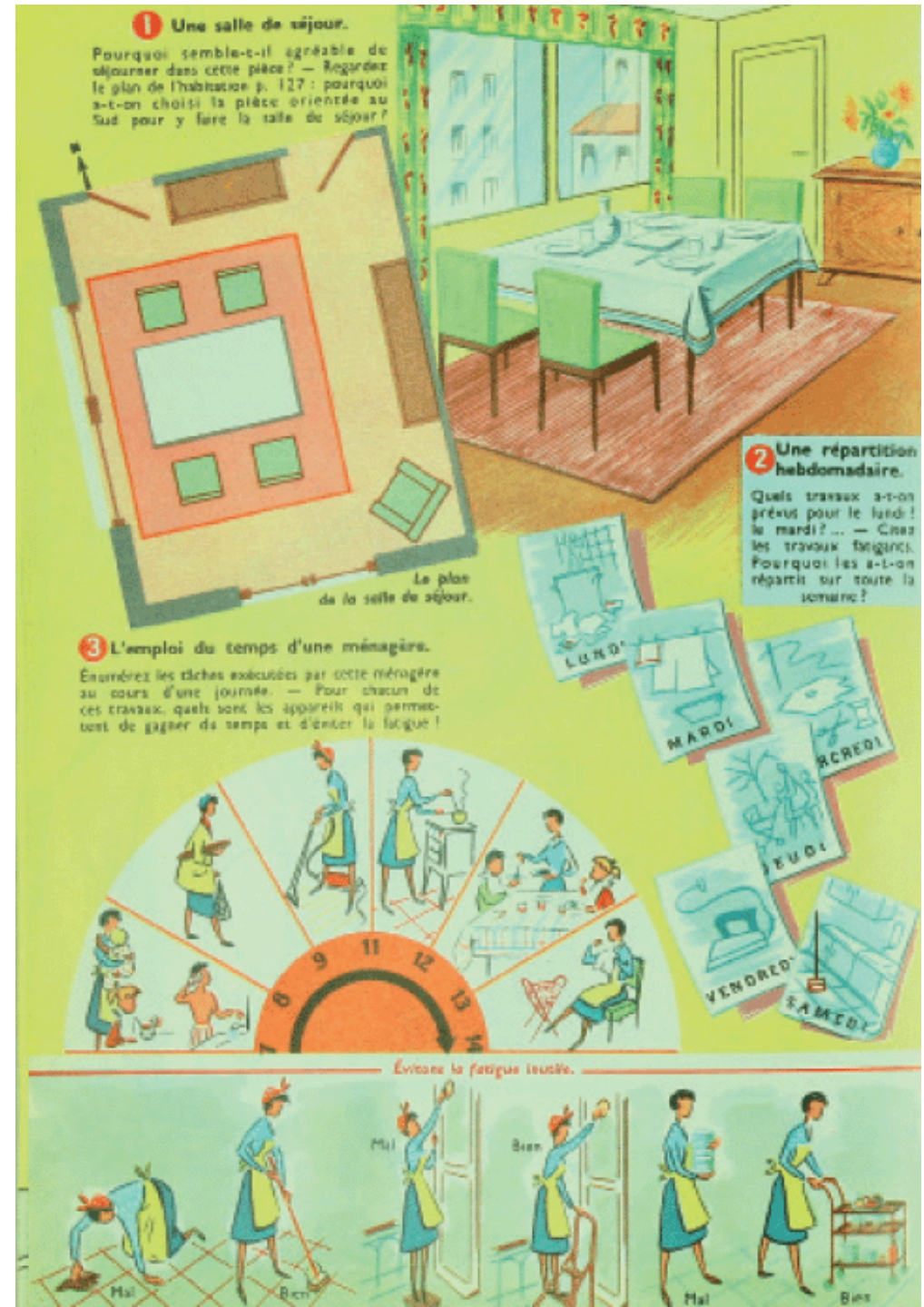
Où s'échauffe l'eau? pourquoi? — Où se refroidit-elle? Que devient alors l'eau froide? (Comparez avec ce qui se passe dans une installation de chauffage central.)

50% du contenu est le même dans les deux manuels.

50% est spécifique : des connaissances scientifiques et techniques pour les garçons, OU spécifiques pour les filles (par exemple la page ci-contre).

Le contenu de ces manuels scolaires était fonctionnel dans les années 1950 / 1960 (quand ils ont été utilisés), pour préparer les élèves à des pratiques sociales alors admises ... mais qui aujourd'hui, a posteriori, apparaissent très sexistes !

Il serait impossible aujourd'hui, au moins en France, de publier de tels manuels scolaires !



50% du contenu est le même dans les deux manuels.

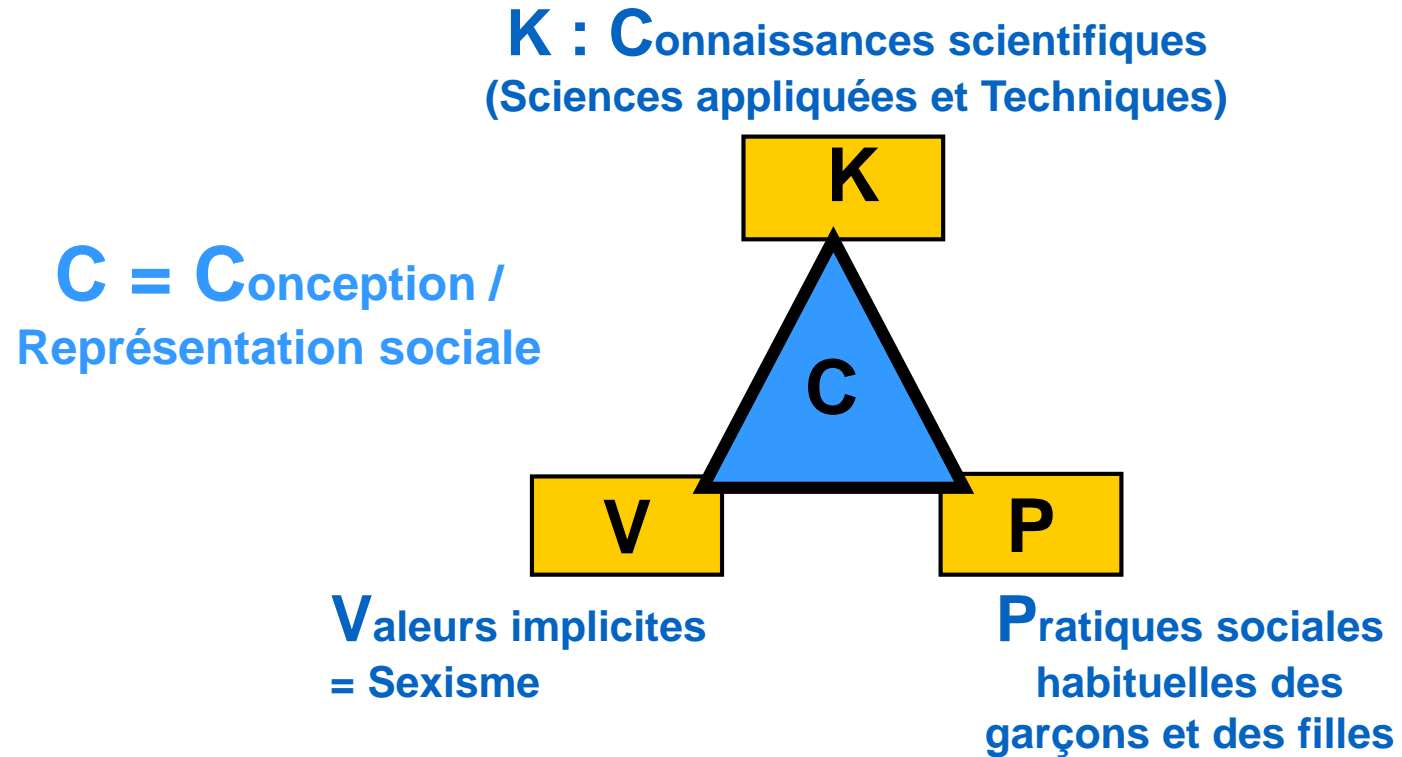
50% est spécifique : des connaissances scientifiques et techniques pour les garçons, OU spécifiques pour les filles (par exemple la page ci-contre).

Ce contenu de ces manuels scolaires était fonctionnel dans les années 1950 / 1960 (quand ils ont été utilisés), pour préparer les élèves à des pratiques sociales alors admises ... mais qui aujourd'hui, a posteriori, apparaissent très sexistes !

Il serait impossible aujourd'hui, au moins en France, de publier de tels manuels scolaires !



## Le modèle KVP sur ce premier exemple





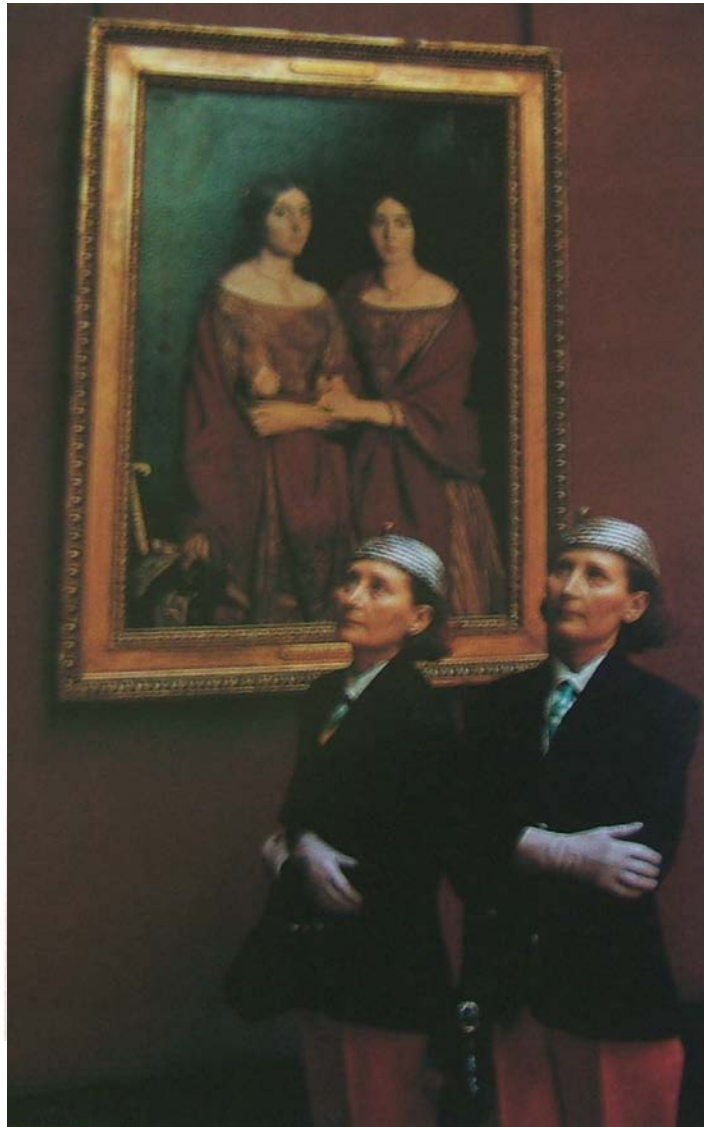
**Deuxième exemple :** Les jumeaux dans les manuels scolaires SVT français



Belin,  
SVT  
4ème  
2004



Istra, Multilivre,  
CM2, 2004



Bordas, SVT, 2004

Sur 32 images de jumeaux  
trouvées dans les manuels  
2003 et 2004 de 6 éditeurs  
(Belin, Magnard, Bordas,  
Istra, Nathan),

29 sont des jumelles vraies  
(MZ), et

26 d'entre elles ne  
présentent aucune  
différence notable



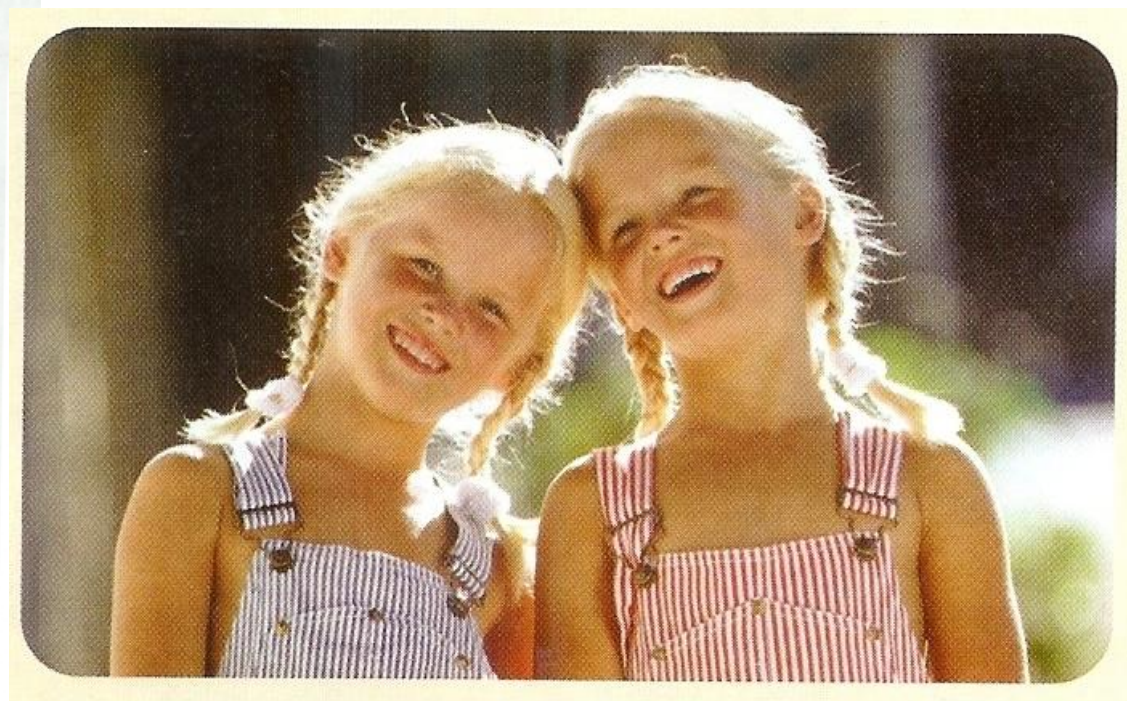
4 Il est souvent bien difficile de différencier deux « vrais jumeaux » !  
● Quelle peut être l'origine d'une telle ressemblance ?  
● On dit parfois que « l'influence de l'environnement » permet de distinguer chaque jumeau. Discutez cette affirmation.

Nathan, SVT,  
3ème, 2003

## Les jumeaux dans les manuels scolaires SVT français



Sur les 29 images de jumeaux, une seule paire de MZ (jumelles vraies) présente plusieurs différences notables (Hatier, SVT 3ème, 2004)



Et 2 images montrent une seule différence : ici la couleur du vêtement (Bordas, CM2, 2005)

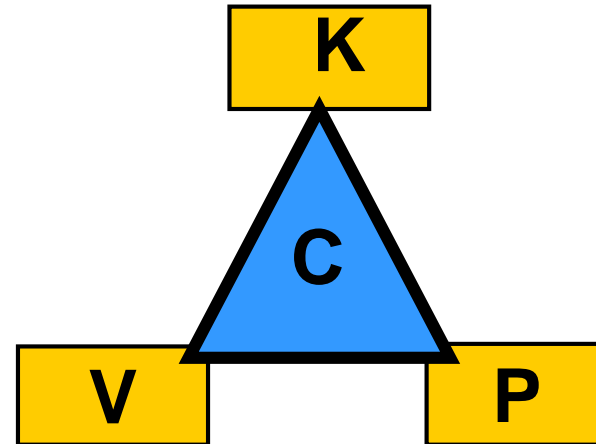


Un rassemblement de jumeaux

Belin, SVT, 5ème 2004 et 4ème 2004

# Le message de ces images de jumeaux monozygotes

**K : Connaissance scientifique :**  
mêmes gènes, mêmes traits anatomiques,  
ressemblances, ...



**Valeurs :**  
Héréditarisme,  
innéisme,  
le “tout génétique”

**Pratiques sociales :**  
Habitude d’habiller et  
coiffer de la même  
façon des jumeaux ;  
mythes, traditions,  
rassemblements de  
jumeaux, Médias, ...

## Les jumeaux dans la vulgarisation scientifique en France



Un exemple  
EOS, le magazine  
des sciences, n°1,  
nov.-déc. 2006

« Acquis **OU** inné ? »

Erreur et idéologie  
sont claires.

Texte et images le  
confirmeront



EXPLORER L'HÉRÉDITÉ GRÂCE AUX JUMEAUX

# COPIES CONFORMES ou COPIES QU'ON FORME?

Tous les ans, le premier week-end d'août, des milliers de jumeaux convergent vers Twinsburg, Ohio (USA), pour fêter leur gémellité. Cette année, les Twins Day ont aussi attiré quarante mille individus singuliers, venus voir à quoi ressemble la vie en double. Parmi ces solitaires, des dizaines de scientifiques, qui étudient l'état gémellaire. Car la "génétique quantitative" nous en révèle toujours plus sur notre être profond.

Tout en photos, Teate 2006/2008



**MOSES et AARON**  
Moses et Aaron Wilson étaient inséparables, ce qui n'est pas étonnant quand on sait qu'ils étaient jumeaux monozygotes. Ils éprouaient deux sexes, ont chacun quatre cheveux et, outre leur âge, travaillent en tant que tennisme dans leur affaire d'entraîneur situé dans la petite ville de Millerville, en Ohio. Ils sont si liés de leur gémellité qu'en 1979, ils offrirent à Michelle un terrain pour y faire une école en échange d'un changement de nom. Ce qui fut fait: Millerville devint Twinsburg, un nouveau lieu, "Twinsborough". Sur le site internet de la Twinsburg Historical Society, on mentionne que les frères Wilson furent le premier jumeau plus tard, le même jour, de la même effluence. Twinsburg fut baptisé à son nom. Tous les ans en août, le jour qui va de la paroisse de Cleveland organise le plus grand festival de jumeaux du monde. Toute commence modestement, en 1976, par une fête à laquelle assistent environ sept paires de jumeaux. Depuis, les jumeaux grandissent constamment son caractère exponentiellement. En 2006, quand 1.000 douzaines de jumeaux (monozygotes et dizygotes) se sont rendus au festival, et environ 40.000 singuliers sont venus admirer ces placides. Parmi les festivaliers, on trouve chaque année un nombre important de scientifiques profitant de l'occasion pour faire de la recherche.

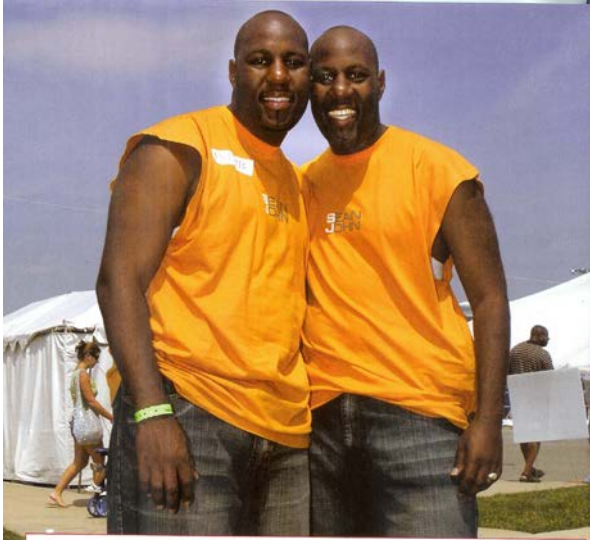
**MONZYGOTES et DIZYGOTES**  
Le génétique quantitative s'intéresse de près à l'état de la gémellité de jumeaux monozygotes et dizygotes. Si une caractéristique humaine ou un trait individuel est déterminé génétiquement, la corrélation dans la manifestation simultanée de cette particularité ou de cette situation doit être plus importante chez les deux membres monozygotes que chez les dizygotes. En effet, les jumeaux monozygotes ont beaucoup plus de similitudes génétiques que les dizygotes.

Un exemple: Imaginons un scientifique voulant savoir si la schizophrénie est occasionnée par les gènes ou que des facteurs liés à

l'environnement des personnes souffrantes de cette maladie psychiatrique. Le chercheur peut se concentrer sur l'étude de grands groupes de jumeaux et vérifier après de quels membres de la population la schizophrénie se manifeste. S'il s'avère que la corrélation concernant l'apparition de la schizophrénie est nettement plus importante chez les jumeaux monozygotes (il faut une différence statistique significative) que chez les dizygotes, on peut affirmer que cette maladie est certainement partiellement génétique.

De récentes études en génétique quantitative, à montrer en effet que la schizophrénie est une affection en grande partie héréditaire. Si un des jumeaux monozygotes présente la maladie, l'autre court d'être atteint à 88% de probabilité. En comparaison, si un des jumeaux dizygotes présente la maladie, l'autre court d'être atteint à 10% de probabilité.

Le génétique quantitative ne s'est développé que récemment. Elle a été développée par le généticien britannique R. Fisher en 1918. Elle a été développée par le généticien américain L. B. Lush en 1937. Elle a été développée par le généticien américain R. A. Fisher en 1942. Elle a été développée par le généticien américain L. B. Lush en 1937. Elle a été développée par le généticien américain R. A. Fisher en 1942.

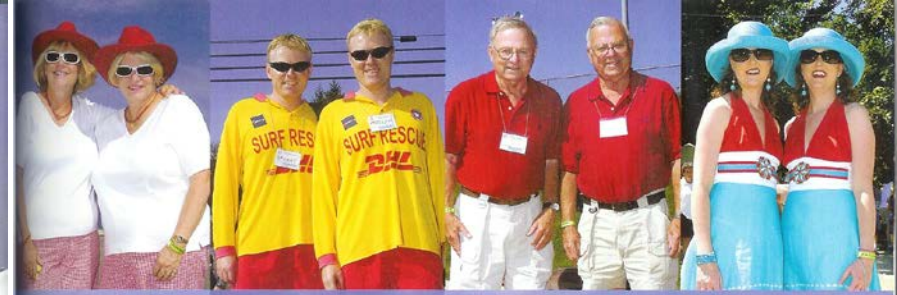


sexualité, les résultats diffèrent selon les études: l'homosexualité serait prévalente dans les gènes de 45 à 60 %. De récentes analyses américaines démontrent que les causes de l'homosexualité et de la bisexualité se trouvent aussi pour une part importante dans les gènes.

Il est important de noter que les pourcentages cités concernent des caractéristiques ou des comportements présents dans de grandes populations. Quand une étude démontre que l'adolescence se trouve à 70 % dans les gènes et est causée à 30 % par des facteurs environnementaux, cela ne signifie pas que toute personne souffrant de surcharge pondérale doit en rejeter la faute sur ses gènes. L'individu obèse peut être responsable lui-même à 100 % de son poids par des excès de nourriture et de boissons. Tandis que, chez un autre gros, la cause de ses kilos en trop est entièrement génétique.

**NATURE ET NURTURE (ÉDUCATION)**  
Naturellement, dans le monde scientifique, on critique aussi la justice de ces études sur les jumeaux. Les chercheurs qui, en analysant l'être humain, mettent plutôt l'accent sur l'éducation (nurture) que sur les gènes (nature), partent du principe que de nombreux facteurs du cadre de vie sont susceptibles d'influer les conclusions entre jumeaux. Il est vrai que l'immense majorité des jumeaux monozygotes et dizygotes grandissent dans la même famille, dans le même milieu socioéconomique, et qu'ils sont aussi exposés au même cadre physique. Ces critiques des études sur les jumeaux affirment aussi que si l'apparition d'une maladie du genre schizophrénie présente une corrélation plus élevée chez les jumeaux monozygotes que chez les dizygotes, cela peut être dû au fait que les jumeaux monozygotes se ressemblent tant et qu'ils sont traités comme des égaux, plus que les jumeaux dizygotes. La raison pour laquelle la (MZ) pour la schizophrénie est manifestement plus élevée que la (DZ) pour la schizophrénie peut, selon cette théorie, s'expliquer également par des facteurs éducatifs. Pour exclure totalement le facteur environnemental – et éventuellement faire taire les critiques – ces derniers cinquante ans, les chercheurs ont examiné un important nombre de jumeaux séparés dès la naissance. Quand chacun des jumeaux monozygotes grandit dans un milieu social et physique différents, les raisons des similitudes s'expliquent difficilement par des facteurs environnementaux. Ça affirme donc que ces analogies doivent être cherchées du côté de l'hérédité.

Teate Zulderma, photographe de profession, a étudié l'anthropologie sociale. Actuellement, Teate vit et travaille aux États-Unis.



## Registres de jumeaux

Pour réaliser des études génétiques quantitatives, les scientifiques ont besoin de la collaboration d'un grand nombre de jumeaux. C'est pourquoi l'on a ouvert des registres de jumeaux, où ces derniers peuvent signaler s'ils sont désireux de collaborer à ce type d'étude. Parfois leur participation est rémunérée, mais souvent les jumeaux coopèrent volontairement, car ils trouvent la recherche intéressante.

Comment fonctionne ce type de registres? Les jumeaux doivent répondre régulièrement à des questionnaires et se rendre de temps à autre dans l'université coordinatrice afin d'effectuer des tests. Parfois – c'est le cas en Belgique – ce registre de jumeaux est lié à des actions de volontariat (comprenant entre autres des conférences, la réalisation d'un magazine et un service d'échanges de vêtements). Des registres de jumeaux existent dans les pays suivants: Australie, Belgique, Danemark, Finlande, Pays-Bas, Royaume-Uni, États-Unis, Sri Lanka et Suisse. La France n'en possède pas.

Eos, n° 1,  
nov.- déc. 2006,  
pages 24 & 25  
pages 26 & 27  
pages 28 & 29

## Les jumeaux dans la vulgarisation scientifique en France



Un heureux contre - exemple : Le hors série de  
Sciences & Avenir N° 149, déc. 2006 - janvier 2007

Enfin l'épigénétique !

Enfin des jumeaux « génétiquement identiques et pourtant  
si différents ! »

Mais Sciences & Avenir a eu des difficultés pour trouver des  
images de jumeaux qui illustrent ce propos.

Laurent Mayet s'en excuse dans son éditorial (« *Les jumeaux  
dégémellisés* », page 5):

« (...) Ce numéro hors-série de Sciences et Avenir n'échappe pas à  
cette codification de la gemellité, les dix paires de frères et sœurs  
interviewés et photographiés apparaissent ici encore sous les  
habits stéréotypés de la copie conforme »

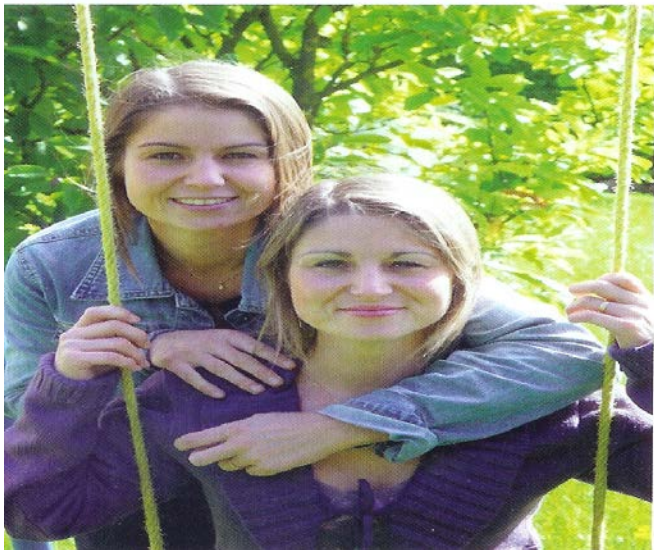




HENRI-CHARVET/IMAGES

### LE JEU DES DIFFÉRENCES.

Ces vraies jumelles ont beau cultiver le même look, elles présentent des différences épigénétiques qui augmentent avec l'âge.



**LES SŒURS GANGLOFF, 34 ANS.** La dépendance des sœurs ne touche pas leur vie professionnelle. Elles exercent deux métiers différents : Corinne est kiné, Sylvie est formatrice.



LES FRÈRES JUMEAUX HENRI ET YVAN POURCET ont été ordonnés prêtres le même jour. Après avoir exercé leur ministère dans deux paroisses voisines du Gers, ils partagent leur vie de retraités.

Les frères jumeaux Henry et Yvan Pourcet ont été ordonnés prêtres le même jour. Après avoir exercé leur ministère dans deux paroisses voisines du Gers, ils partagent leur vie de retraités.

*Un autre exemple :*  
*L'image la plus populaire relative à l'origine de l'homme*

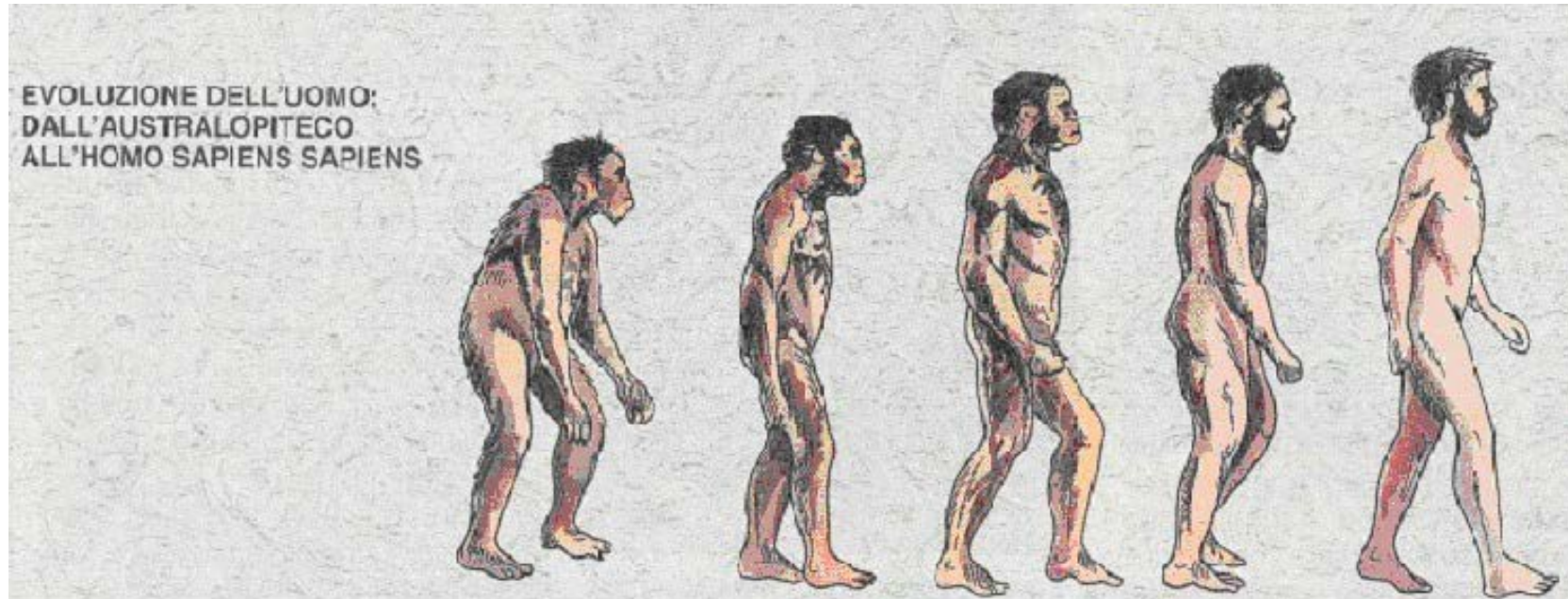
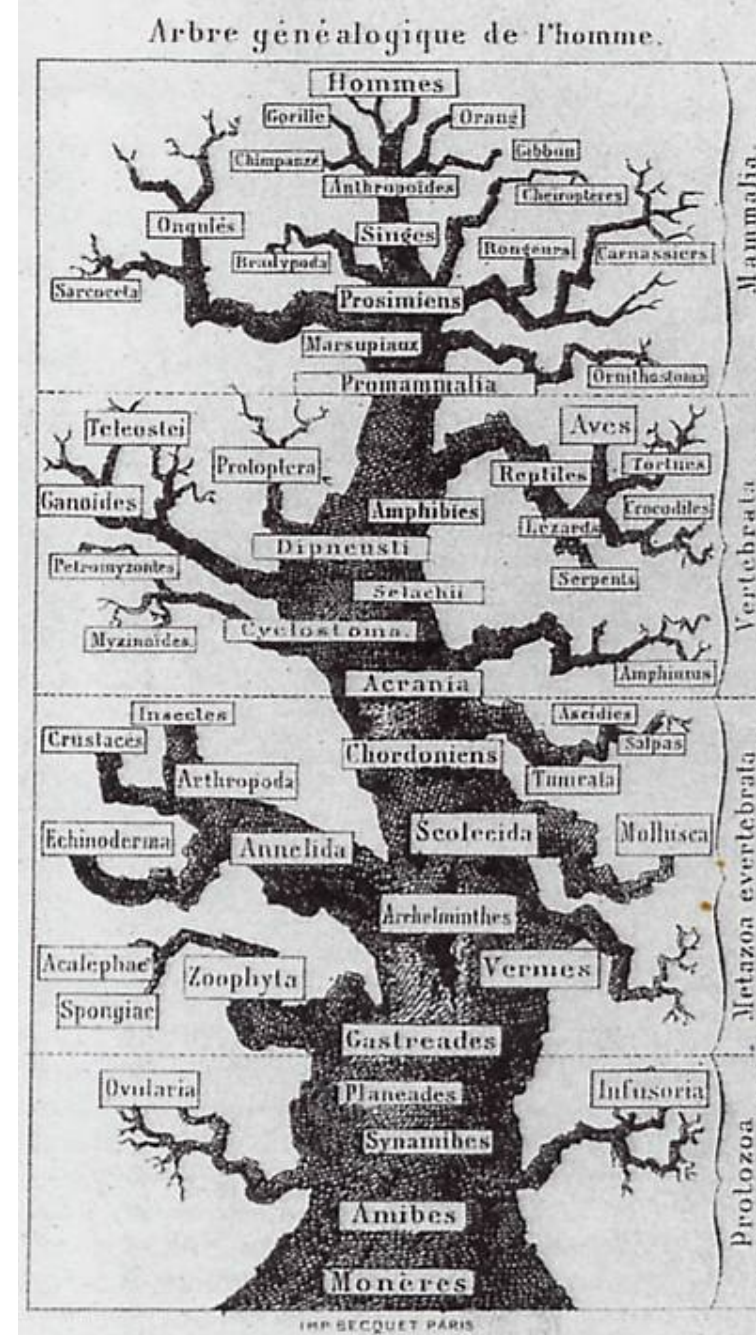


Image ici extraite d'un manuel scolaire italien,  
Mais on la retrouve dans les manuels scolaires de la  
plupart des pays, dans les documents de  
vulgarisation, sur internet, etc.

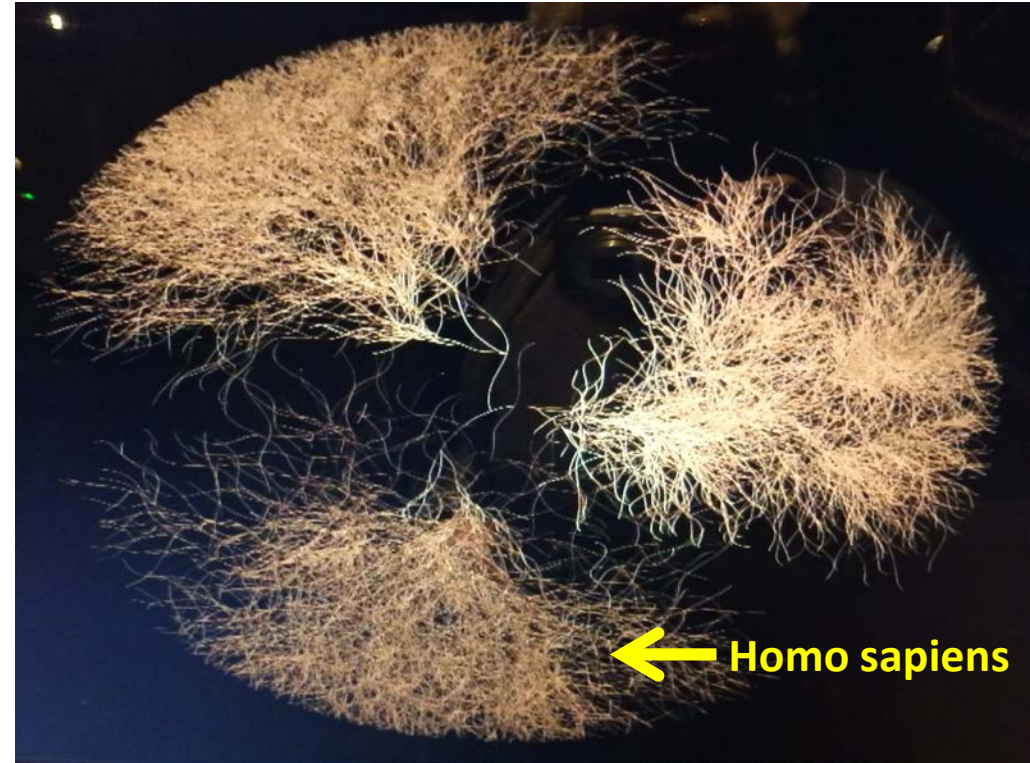
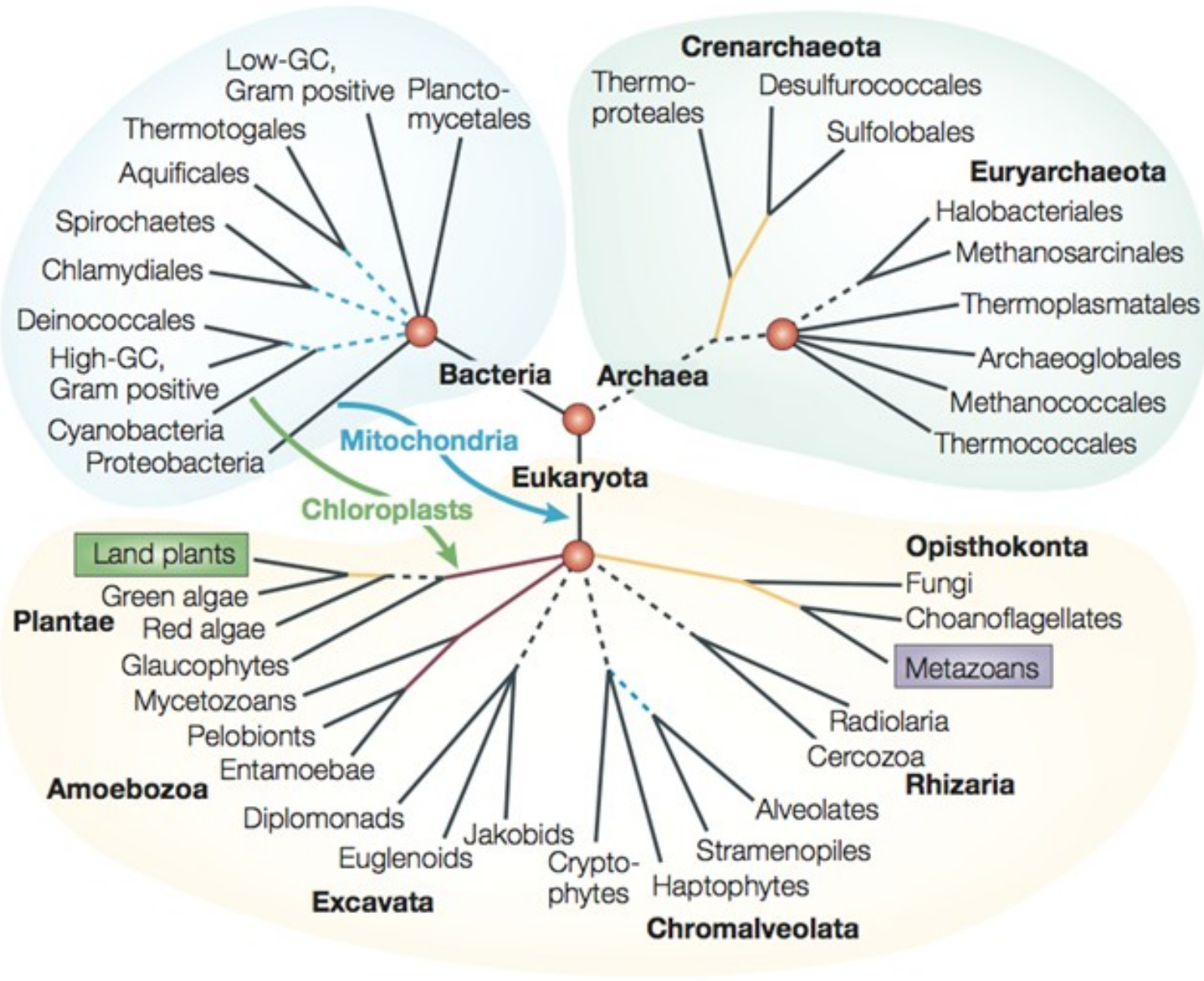
Cette image contient de graves erreurs (K):

L'évolution n'est pas linéaire (transformation d'une espèce en une autre, par exemple le singe → l'homme). L'évolution est buissonnante (singe et homme ont un ancêtre commun)

L'homme n'est pas l'aboutissement de l'évolution (comme le suggère l'arbre ci-contre, datant du 19<sup>ème</sup> siècle)



Haeckel, 1868



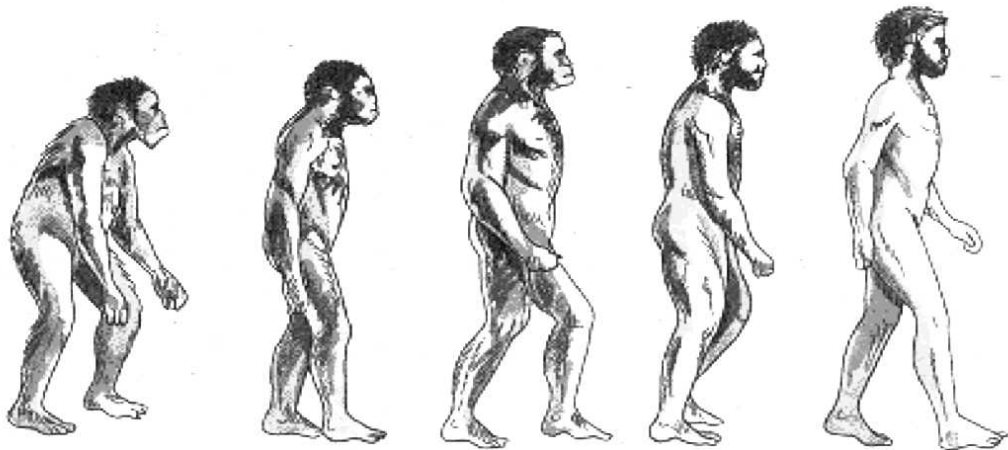
**L'évolution est buissonnante, avec trois grandes branches d'êtres vivants :  
Archaea, Bacteria, Eukaryota**

*Cette image est également sexiste, occidentaliste ... (V)*

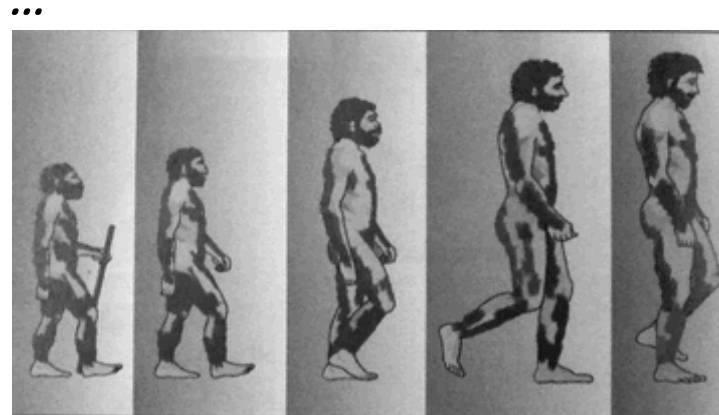
*\* L'Homo sapiens qui émerge est un homme : pourquoi pas une femme ?*

*\* Il est « blanc » alors qu'il a émergé au cœur de l'Afrique !*

*\* Son image rappelle celle d'Adam, dans les peintures chrétiennes occidentales*



Italy, Il Capitello, 2001, p. 277



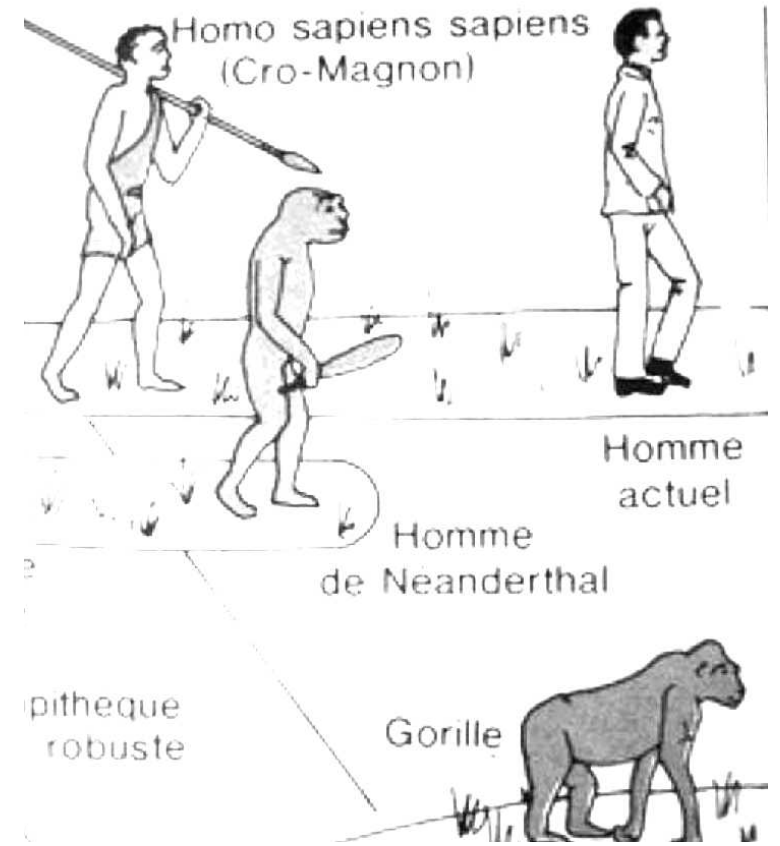
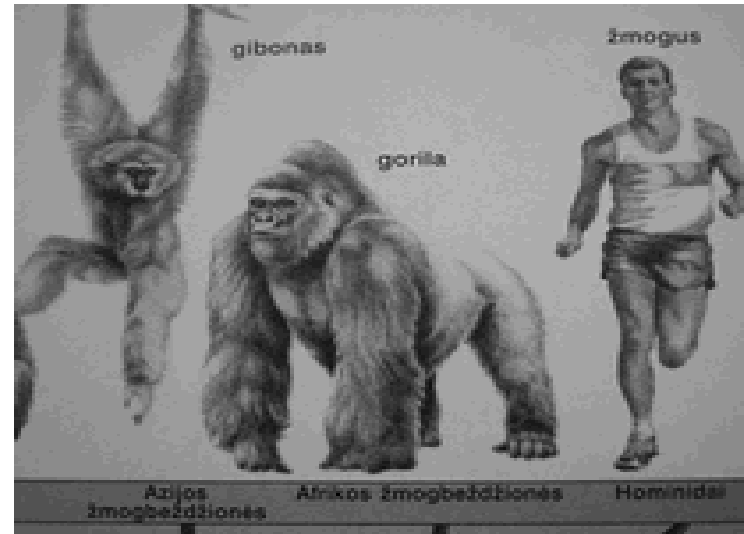
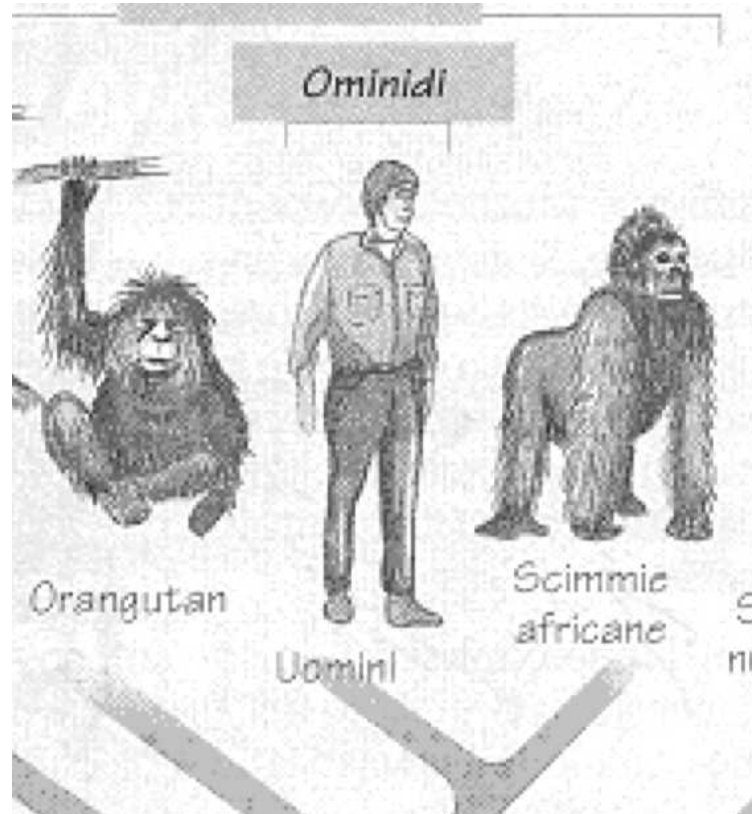
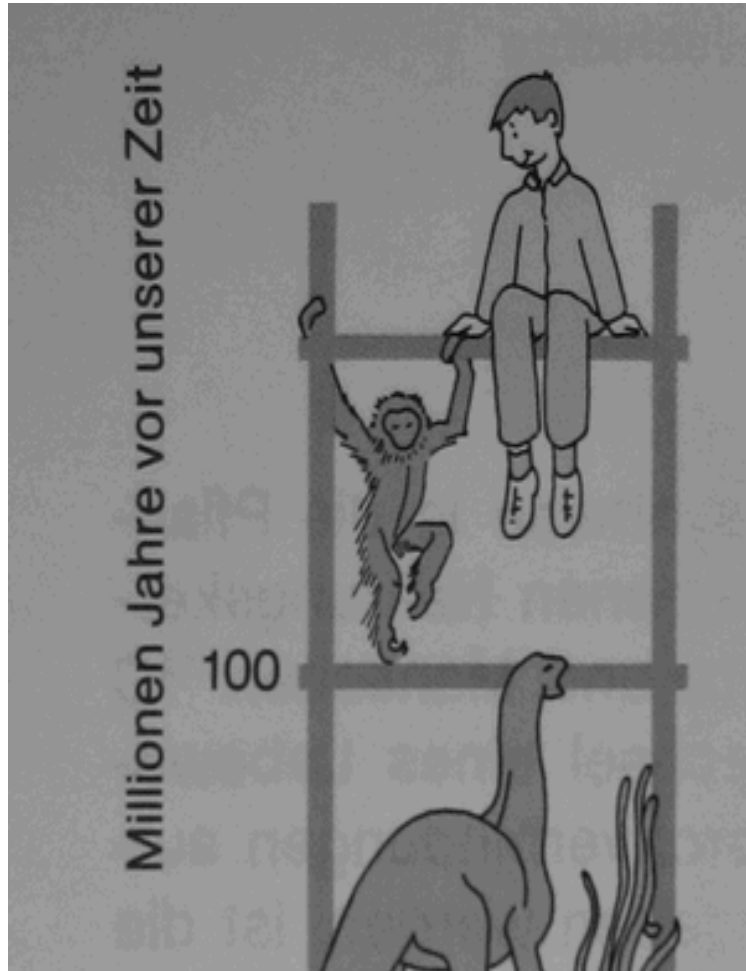
Lebanon CERD, 2002, p. 368



France, Bordas, 1998, p. 178

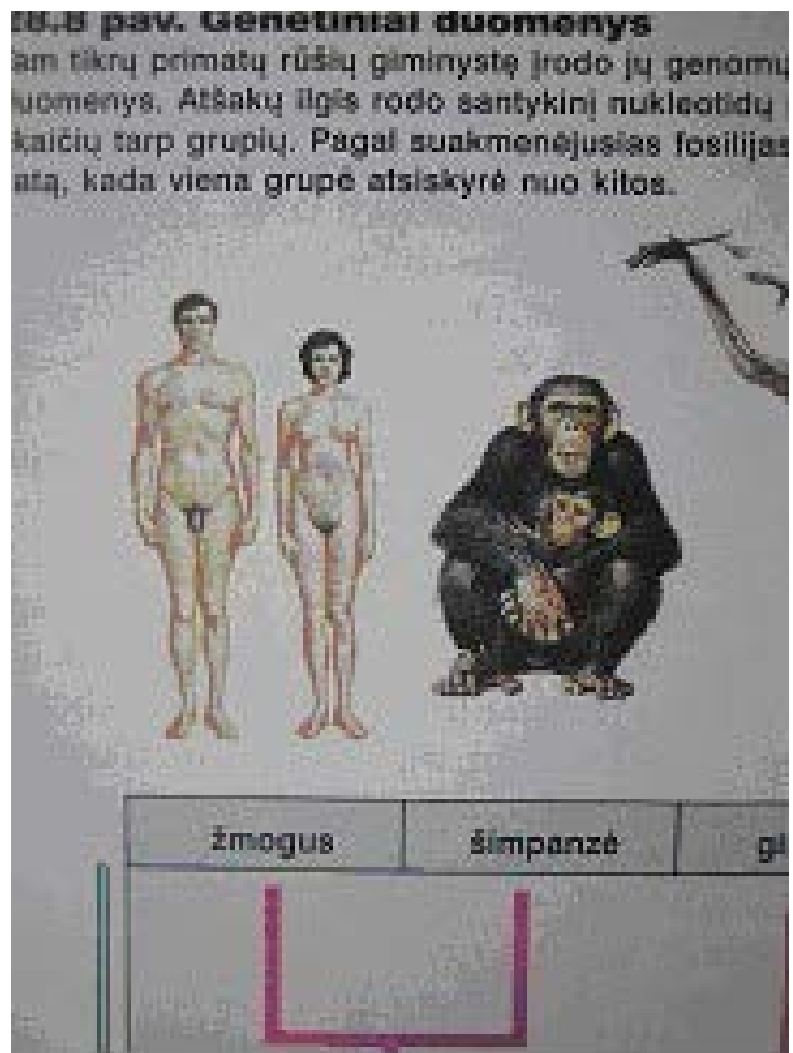
Italy, Mondadori, 1998, p. 209

Germany, Ernst Klett Schulbuchverlag GmbH, 2005, p. 74.

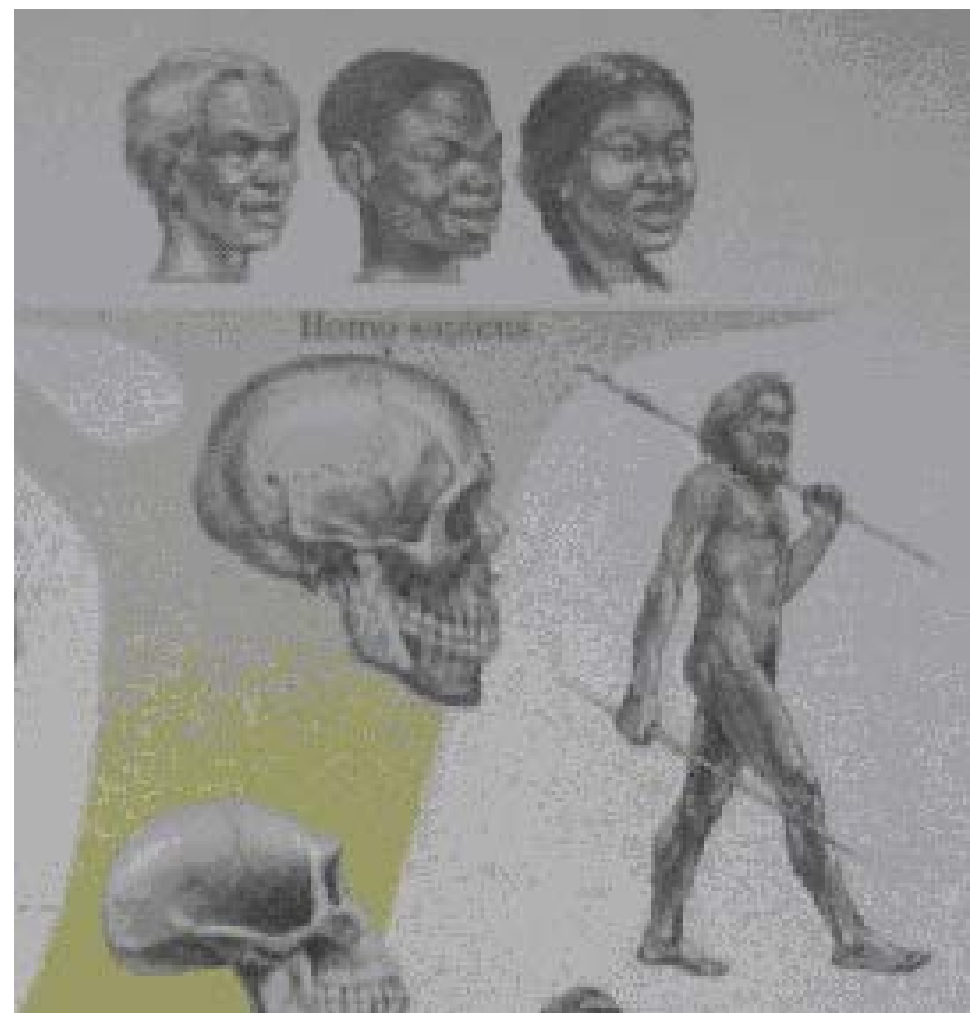


Senegal, Armand Colin, ,1983, p. 314

Lithuania, Alma Littera, 1999, p. 350



*One of the 3 images showing a couple (in Biologija, S.S.Mader, Vilnius, Lithuania, 1999, p.134)*



*The unique image found showing a diversity of Homo sapiens (Germany, illustration by Koehler, 2005, from Ikarus, Natur und Technik, p.185)*

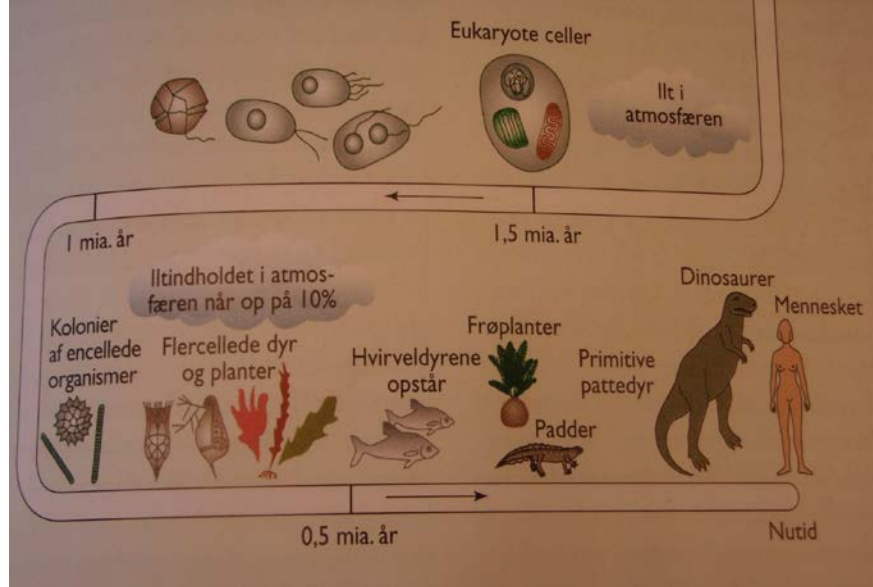


Photo P.Clément , 2009

Une exception récente dans les manuels scolaires: un manuel scolaire danois (2009)

(one Als Egelø: « Genetikbogen. Genetik, Genteknologi og Evolution ». Nucleus)

Une autre exception: un manuel scolaire suédois (2010)

( // Terminales S )

**Homo sapiens**  
 Det verkar som om vår egen art *Homo sapiens* utvecklades gradvis från *Homo erectus*. Man har hittat fossil från kranier som kan ha tillhört övergångsformer mellan de båda arterna. Dessa fynd tyder på att *Homo sapiens* började utvecklas för ca 400 000 år sedan. Vi ska studera två underarter till *Homo sapiens*, nämligen *neandertalmänniskan* (*Homo sapiens neanderthalensis*) och *nutidsmänniskan* (*Homo sapiens sapiens*). De båda grupperna beskrivs på nästa sida.

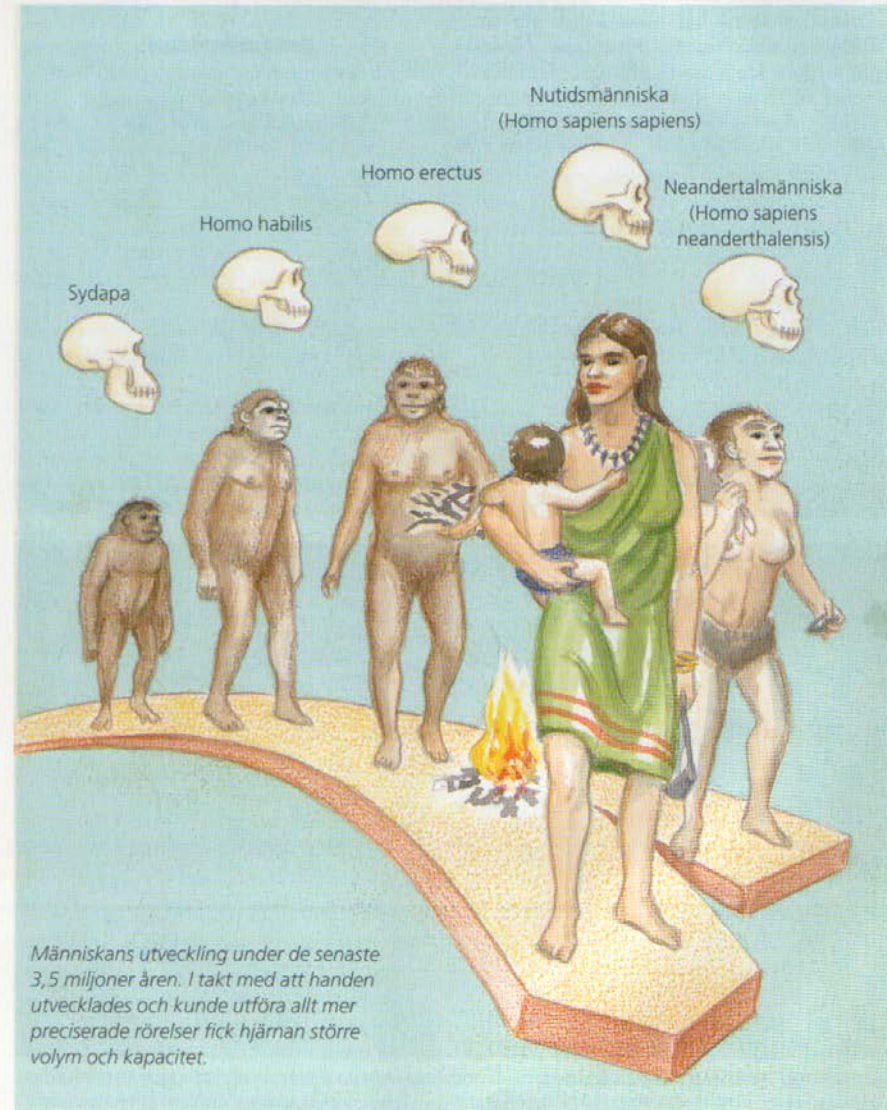


Photo P.Clément , 2010



# KVP dans l'exemple de l'évolution de l'Homme dans les manuels scolaires

**K** : des connaissances scientifiques en partie conformes aux connaissances scientifiques de référence du moment sur les origines d'*Homo sapiens*, mais parfois erronées (évolution linéaire non buissonnante, finalisme avec *Homo sapiens* au sommet, ...)

**V** : un sexisme implicite (émergence d'un homme mâle), un occidentalisme (homme blanc), une influence de l'imagerie chrétienne (peintures d'Adam), ...

**P** : des pratiques sociales conformes à ces valeurs ... et à des enjeux politico-socio-culturels ...  
Mais aussi les pratiques sociales de l'édition des manuels scolaires : images disponibles dans les banques d'images ...



## 2 – Exemples de délais de la transposition didactique



# La Transposition didactique

Transposition didactique externe

Savoir scientifique  
= Reference



Savoir à enseigner

Transposition didactique interne



Savoir enseigné

Verret 1975, Chevallard 1985, 1989, Astolfi et al. 1997

# TRANSPOSITION DIDACTIQUE

- REFERENCES

- Différents niveaux de vulgarisation sc.

- Programmes

- Manuels et autres outils

- Ce qui est enseigné

- Ce qui est appris

SITUATION DIDACTIQUE = ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE

K, V, P

K, V, P

K, V, P

K, V, P

K, V, P

K, V, P

## CONCEPTIONS des

- chercheurs, décideurs, ...

- Médias (Journaux, TV, ...)

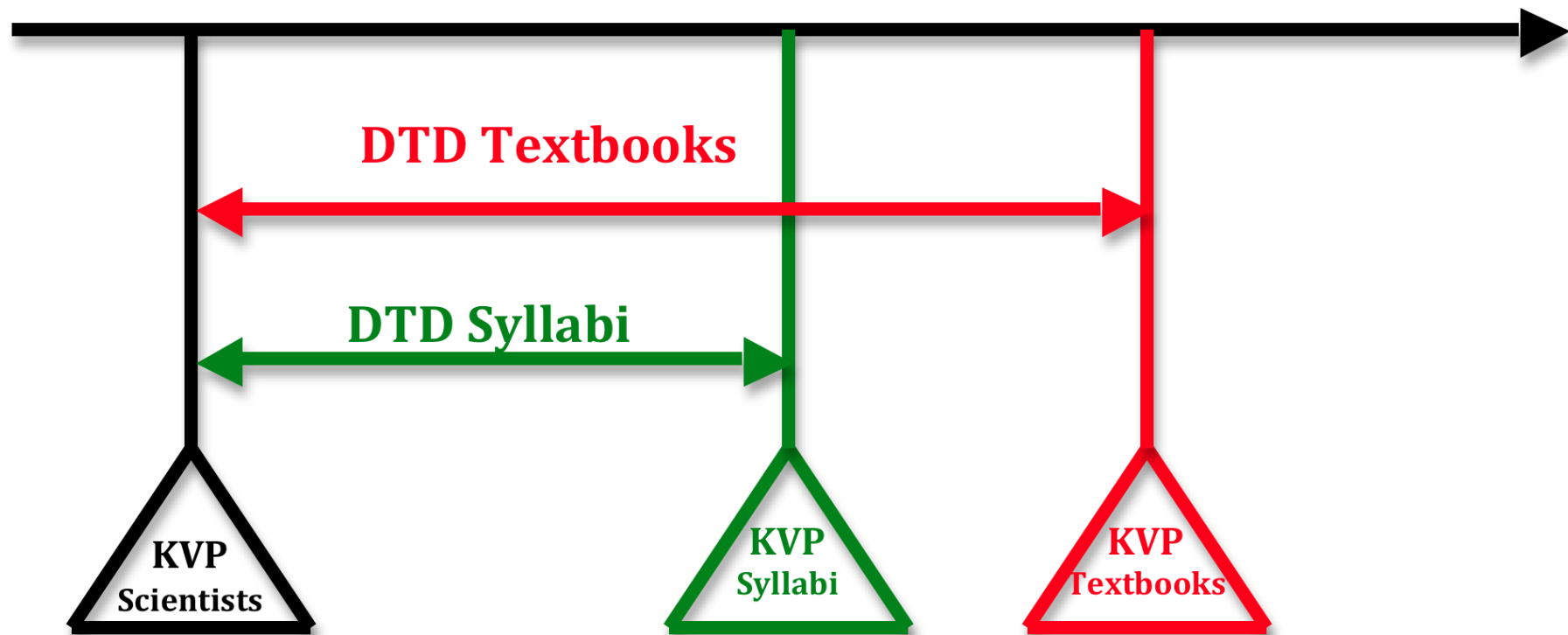
- Principaux acteurs du système scolaire

- Auteurs & Editeurs

- Enseignants

- Apprenants

**Time**



L'introduction de l'évolution biologique dans les programmes et manuels scolaires a souvent (et est parfois encore) freinée par des paramètres socio-politico-culturels.

Le délai de cette introduction est intéressant à analyser.

Nous l'avons appelé **DTD = Délai de la Transposition Didactique**.

**DTD = Didactical Transposition Delay**  
**DTD = LE DÉLAI DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE**

Modified from Quessada & Clément 2007

There are several categories of DTD:

**DTD-s** for syllabuses,

**DTD-t** for textbooks, generally a little longer than the DTD-s, but sometimes shorter

**DTD-c** for teachers' conceptions, often longer than DTD-s and DTD-t

**Le DTD a d'abord été défini à partir de recherches sur l'enseignement de l'évolution humaine (origine d'*Homo sapiens*)**

(Quessada & Clément, 2007, in *Science & Education*)

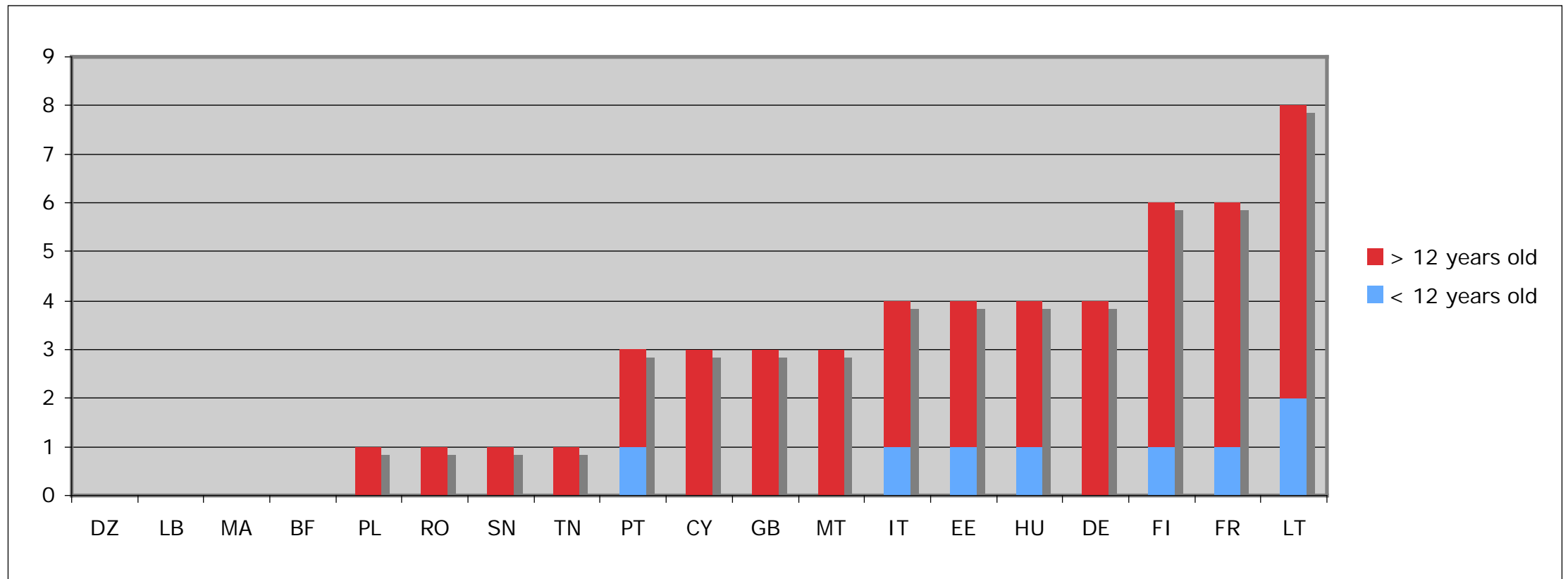
**Aujourd'hui**, toute découverte d'un nouveau fossile humain est immédiatement reprise dans les médias, mentionnée dans les enseignements, et dès que possible intégrée dans les programmes et manuels scolaires de SVT (par exemple Toumaï, *Homo floresiensis*, ... : le **DTD est très court**).

**Durant le 19<sup>ème</sup> siècle**, Lamarck découvre l'évolution (transformisme) en 1802, Darwin la sélection naturelle en 1859, but, mais, en ce qui concerne l'évolution humaine, seul le créationnisme a été enseigné en France (influence de Cuvier, puis de l'Église Catholique).

**En France, une histoire séculaire de l'évolution humaine**, avec des humains préhistoriques, a été introduite par la 3<sup>ème</sup> République (fin du 19<sup>ème</sup> Siècle) avec un programme politique clair de sécularisation de la société, en particulier des programmes et manuels scolaires (Quessada & Clément 2005, 2006) : **DTD très long !**

**Le DTD est un bon indicateur de la transposition didactique externe.**

**Il mesure les influences politico-socio-culturelles sur le système scolaire d'un pays à une époque historique précise. Le DTD peut être analysé en termes d'interactions KVP.**



**Number of school levels where Evolution is taught (biology syllabuses) in the 19 countries (2006-7)**

BF	Burkina Faso	LB	Lebanon
CY	Cyprus	LT	Lithuania
DE	Germany	MA	Morocco
DZ	Algeria	MT	Malta
EE	Estonia	PL	Poland
FI	Finland	PT	Portugal
FR	France	RO	Romania
GB	Great Britain	SN	Senegal
HU	Hungary	TN	Tunisia
IT	Italy		



## Autre exemple de DTD

L'expression ***programme génétique*** était fréquemment utilisée dans les manuels scolaires de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle. Elle est aujourd'hui contestée.

Elle suggère en effet que tout dans notre vie serait « programmé », écrit dans notre ADN, comme une prédestination inscrite dans le plan de Dieu pour certaines religions; ce qui n'est plus accepté par les biologistes (Abrougui & Clément, 1997; Atlan, 1999; Morel & Miquel, 2001; Kupiec & Sonigo, 2000; Clément & Forissier, 2007; Noble, 2007).

**En conséquence, Atlan (« La fin du tout-génétique, éd INRA, 1999) et d'autres auteurs ont proposé de remplacer *programme génétique* par *information génétique*.**

**Le Délai de Transposition Didactique (DTD) permet d'analyser la diminution ou la suppression de l'expression *programme génétique* dans les manuels scolaires**

**Les résultats du projet Biohead-Citizen montrent des différences importantes selon les pays.**





**Total Occurrences of  
“Genetic Program”  
in the analyzed  
textbooks of 16  
countries  
(2004-2008)**

**There are important  
differences among  
countries**

• Occurrences in two or more textbooks from different publishers (figures separated by a hyphen).

\*\* Occurrences in two textbooks from the same publisher but from science section or humanity section (figures separated by a hyphen).

\*\*\* Occurrences in one biology textbook and one psychology textbook in Portugal (figures separated by a hyphen).



Country \ Textbooks for	11-12 year olds	12-13 year olds	13-14 year olds	14-15 year olds	15-16 year olds	16-17 year olds	17-18 year olds	18-19 year olds
Cyprus					0		0	
Estonia				0		0		
Finland			17			53		
France				66-7*	18-49*	1-2*	0-0*	
Germany				0			0-0	
Hungary						1	0-0*	
Italy	0-0-0*			0-2-0-0*				
Lebanon			27		3-0**	1		
Lithuania					0		1	
Malta	No textbook				10-1*			
Morocco			23				28	
Poland							0	
Portugal				2		2	0-1***	
Romania							5	
Senegal								1
Tunisia				0			0	0



## En France, l'éditeur Bordas a totalement supprimé « programme génétique » dans ses manuels en 2012.

DTD = 13 ans : 2012 - 1999 (à partir d'Atlan 1999)

DTD = 4 ans (à partir de notre recherche : Castéra, Clément et al., 2008)

	Bordas 2008		Bordas 2012	
	Genetic program	Genetic information	Genetic program	Genetic information
1 - Les caractères d'un individu et le programme génétique	43	9	0	40
2 – Chromosomes, gènes et information génétique	0	16	0	19
3 – Le même programme génétique dans toutes nos cellules	16	10	0	28
4 – L'information génétique transmise des parents aux enfants	7	10	0	17
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>104</b>

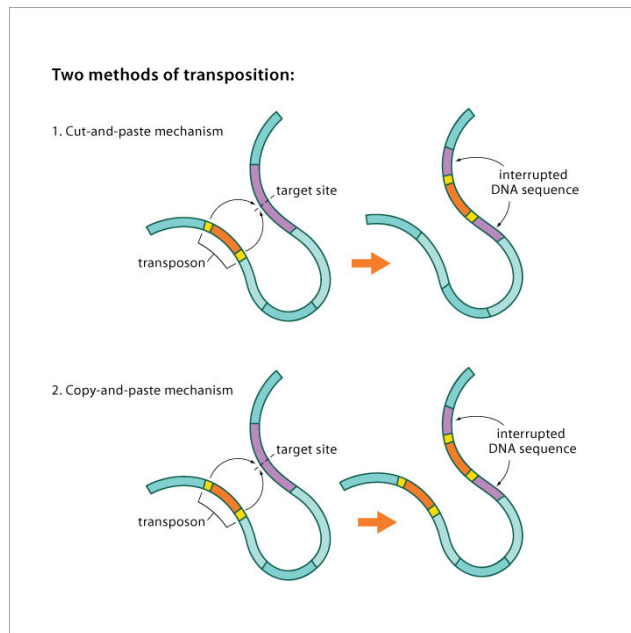
# Autre exemple

## Les transposons (gènes sauteurs)

Découverts en 1940 / 1950 par Barbara McClintock (Prix Nobel en 1983).  
Les transposons sont à l'origine de plus de mutations que la reproduction sexuée.  
Cependant, ils ne sont pas encore mentionnés ni dans les programmes ni dans les manuels scolaires français.

→ DTD très long !!!

→ Pourquoi ? Hypothèse : la double hélice de l'ADN est enseignée comme si c'était une structure stable (comme une statue ...). Suggérer sa flexibilité introduirait de la confusion chez les élèves ???



## Autre exemple L'épigenèse cérébrale

Décrite par Danchin et popularisée par Changeux (1983), puis développée par Edelman (1987, 2000), et acceptée par les neurobiologistes, l'épigenèse cérébrale n'est pas clairement mentionnée dans les programmes et manuels scolaires français alors qu'elle est à la base de tout apprentissage !

En France, le cerveau est enseigné dans une perspective behavioriste : Stimulus → Cerveau → Réponse, ou dualiste : Cerveau → Corps, pensées, comportements.

Ainsi le cerveau est à l'origine de mes pensées et comportements mais ne serait pas structuré par mes pensées et comportements (Clément et al, 2006,2008, Kochkar 2007, Mouelhi 2007).

Valeurs implicites : réductionnisme, innatisme, fatalisme, spiritualisme, dualisme, ...

Récemment, la plasticité du cerveau a été incluse dans les programmes scolaires, mais pas encore l'épigenèse cérébrale ...

Le DTD est très long ( > 38 ans) ...

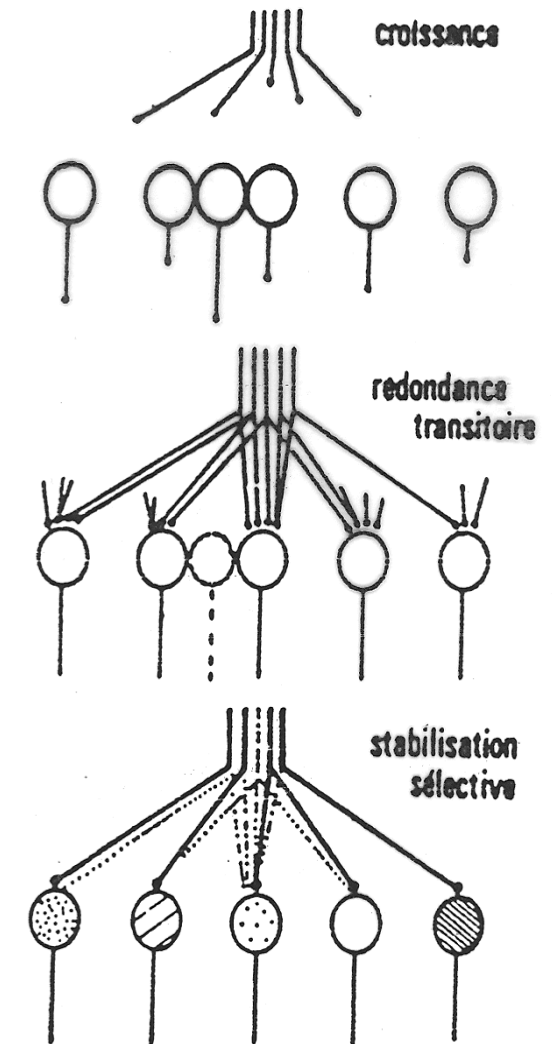


figure 11

Modèle de la stabilisation sélective des synapses (Changeux, 1983).



La maison de Mohamed Kochkar (Hammam Chott, Tunisie)



### 3 – L'anatomie de l'appareil reproducteur de la femme

# TRANSPOSITION DIDACTIQUE

- REFERENCES

- Différents niveaux de vulgarisation sc.

- Programmes

- Manuels et autres outils

- Ce qui est enseigné

- Ce qui est appris

**SITUATION DIDACTIQUE = ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE**

K, V, P

K, V, P

K, V, P

K, V, P

K, V, P

K, V, P

## *CONCEPTIONS des*

*- chercheurs, décideurs, ...*

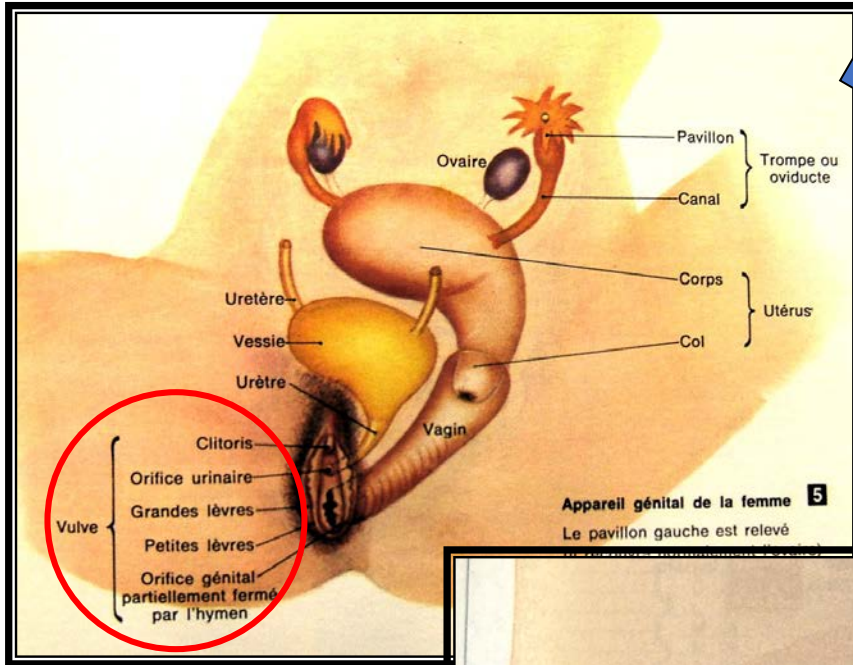
*- Médias (Journaux, TV, ...)*

*- Principaux acteurs du système scolaire*

*- Auteurs & Editeurs*

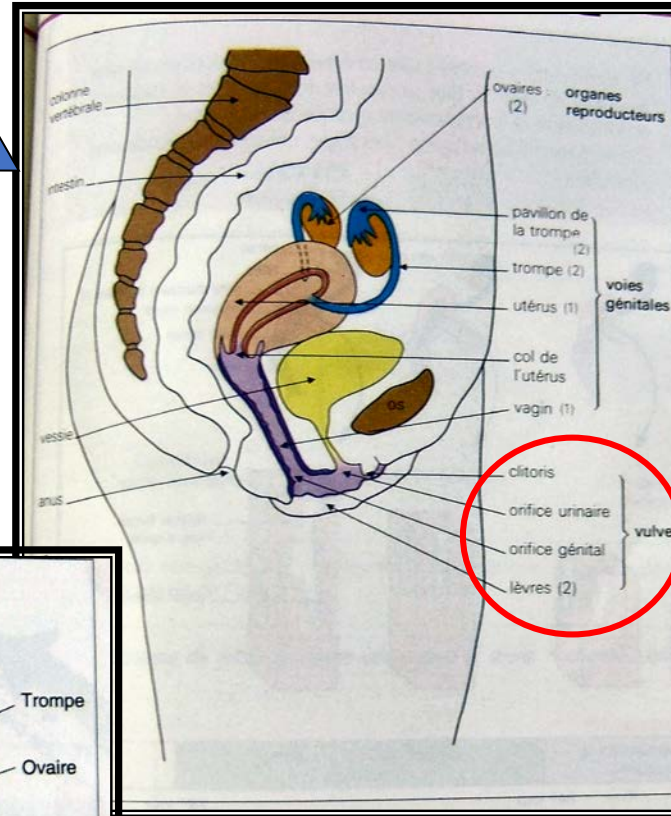
*- Enseignants*

*- Apprenants*

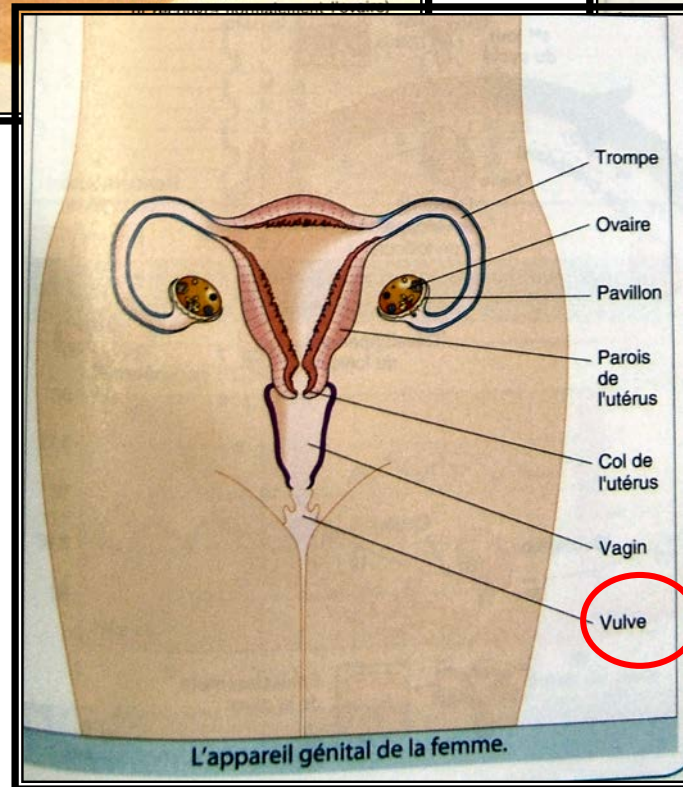


**Nathan 1983**  
Géologie – Biologie  
4ème

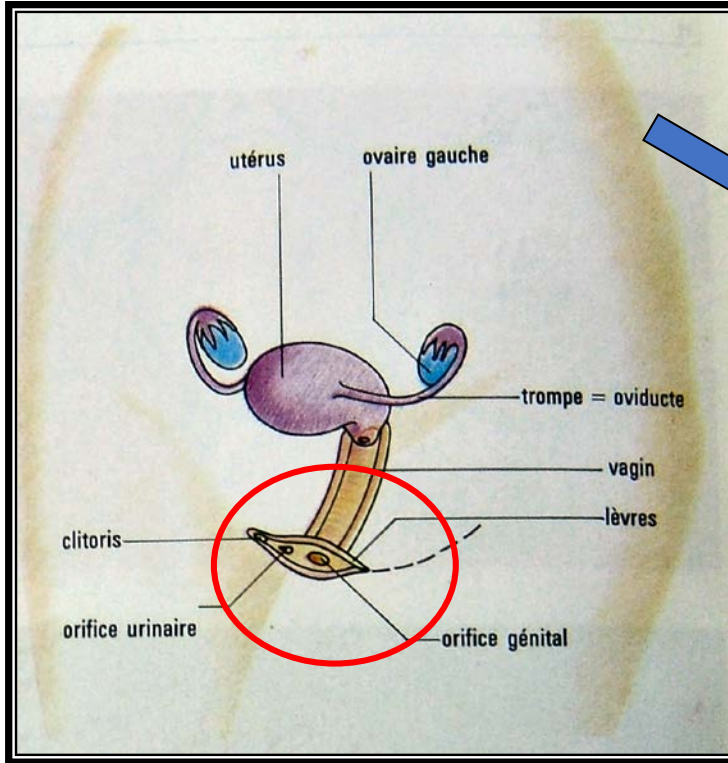
**Nathan 1998**  
Sciences de la Vie  
et de la Terre 4ème



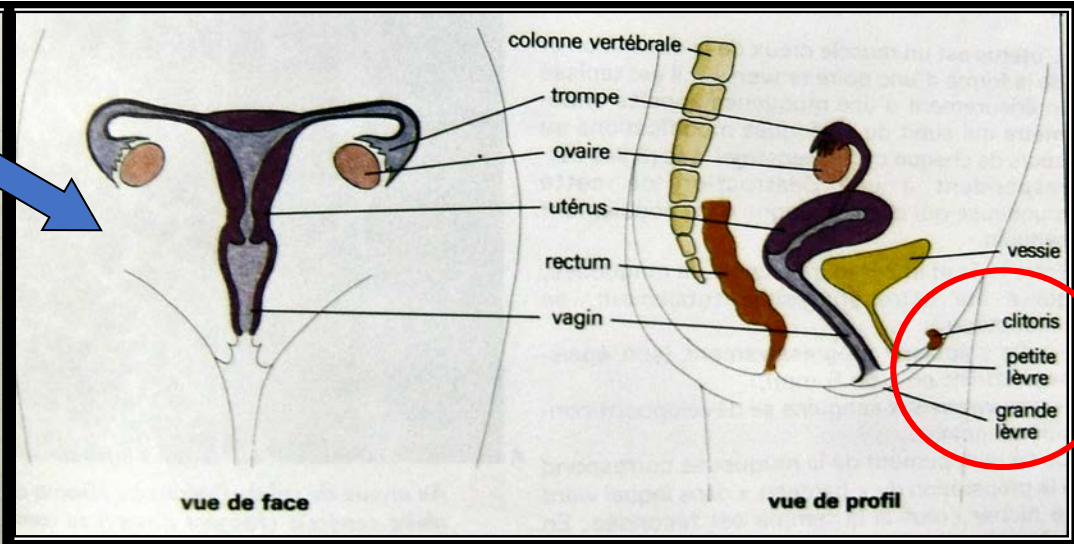
**Nathan 1988**  
Biologie – Géologie  
4ème







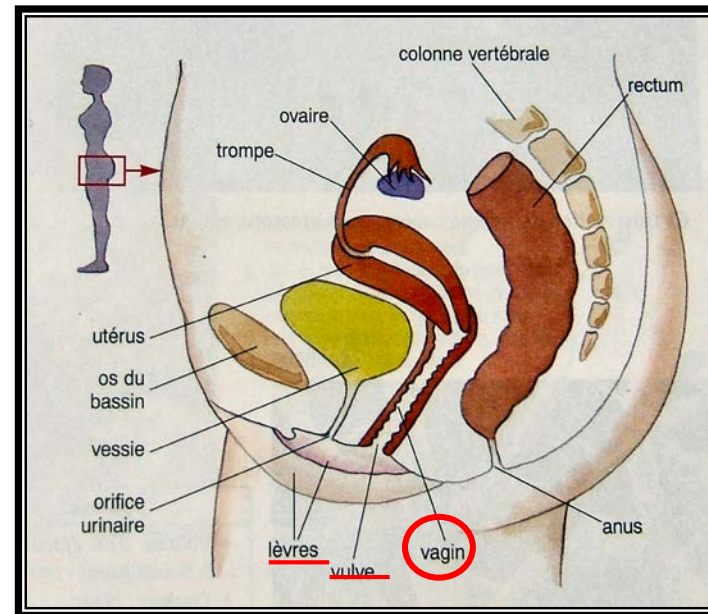
Bordas 1988 Géologie – Biologie - 4ème



Bordas 1994 Géologie – Biologie - 4ème

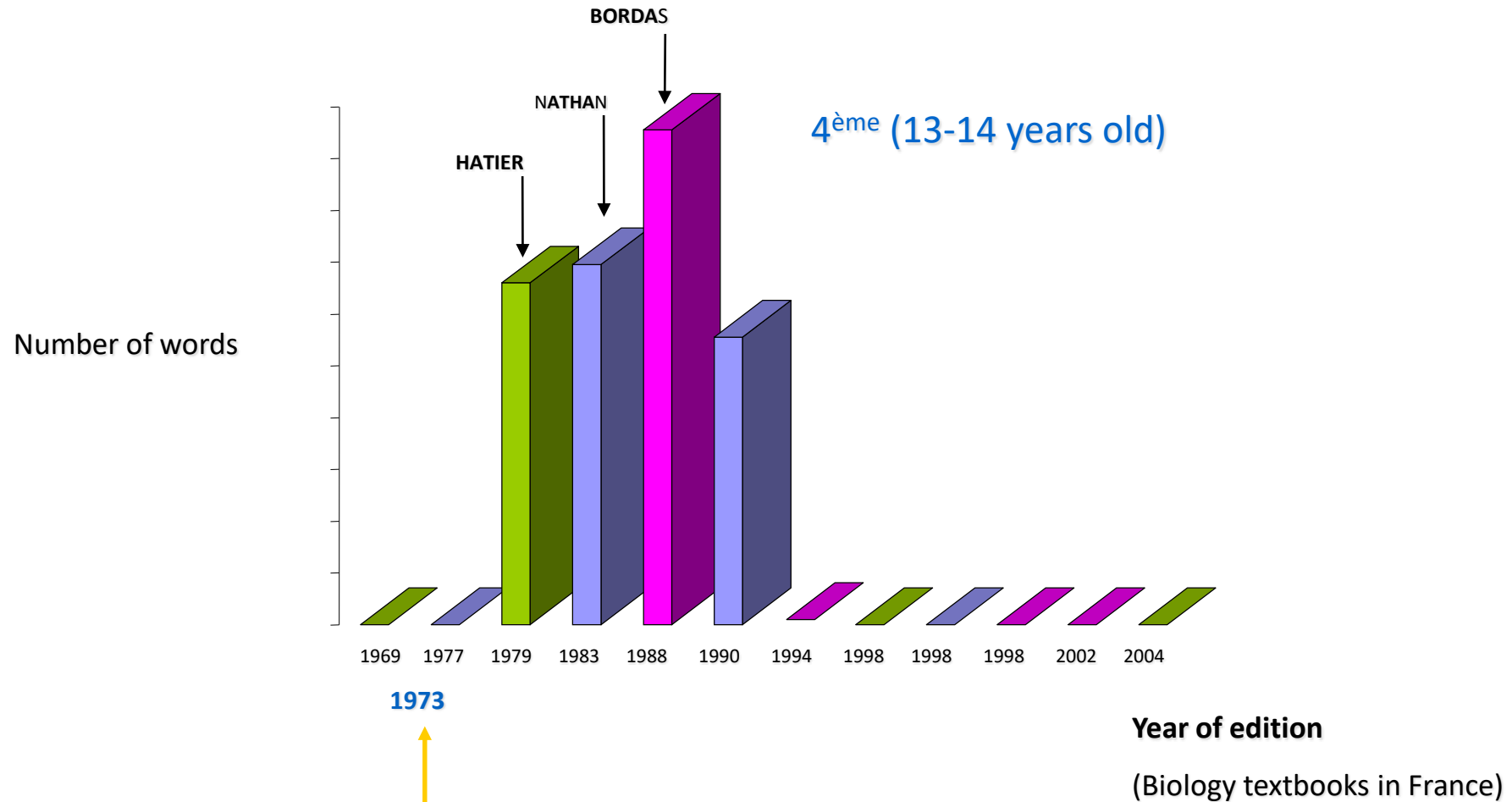
Bordas 2002 Sciences de la Vie et de la Terre - 4ème

**Without clitoris !**



# Analysis of contents related to the indicator “sexual intercourse”

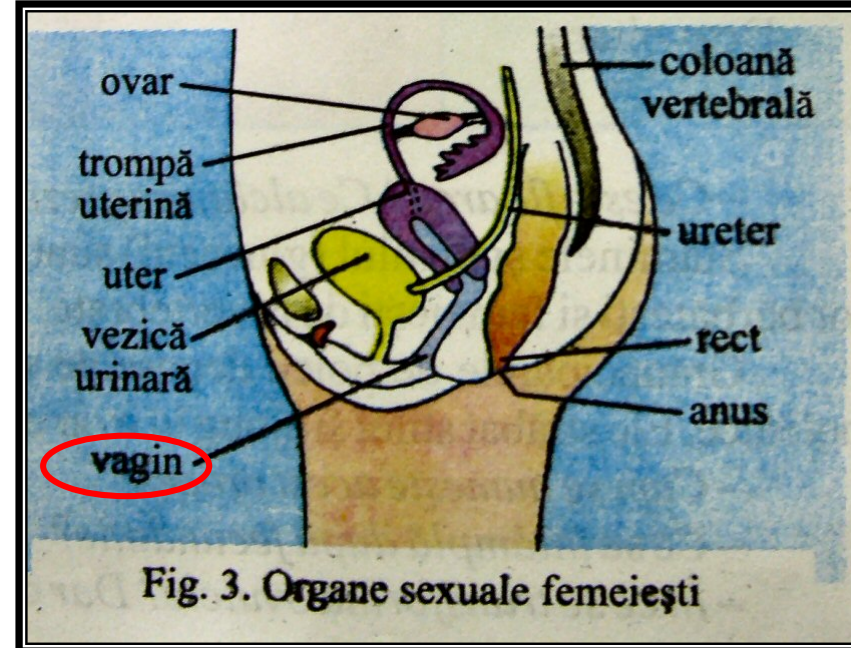
(from Bernard & Clément 2006)



## Estonia



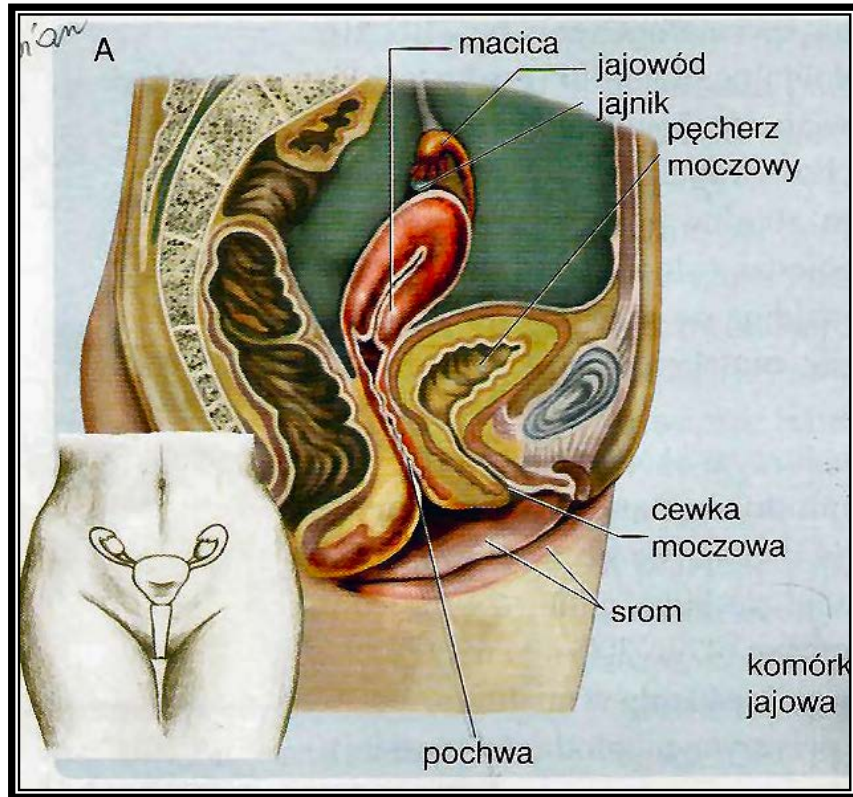
## Romania



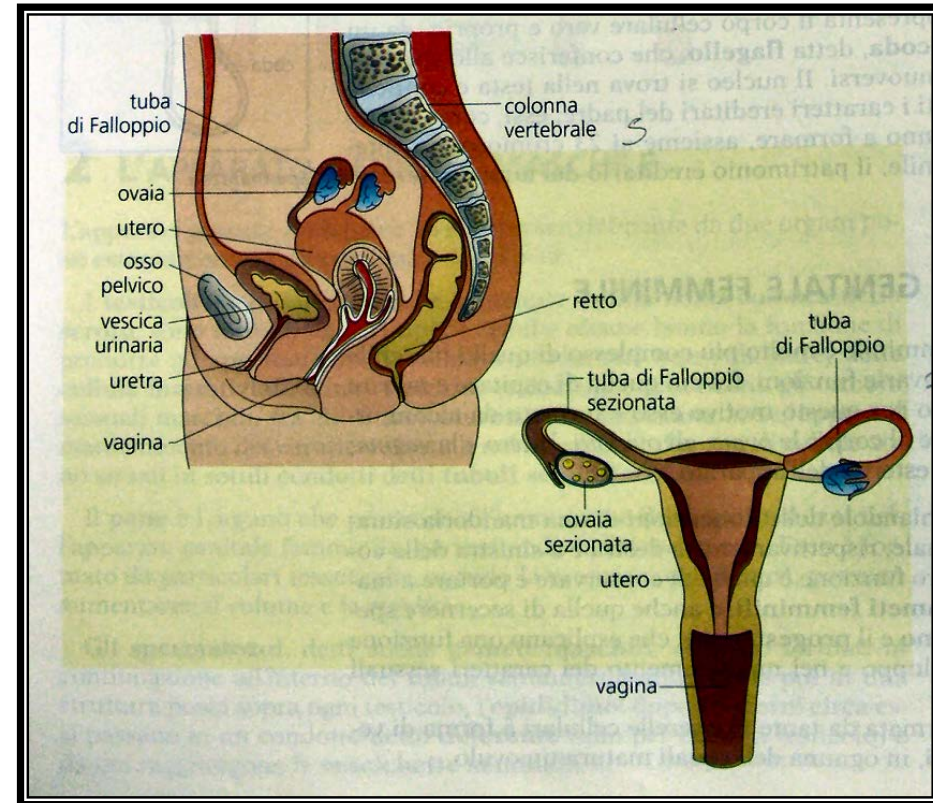
**Without clitoris !**

Some of the 19 countries involved in the Biohead-Citizen project (2006-2007)

## Poland

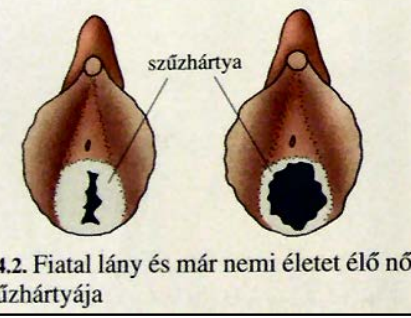
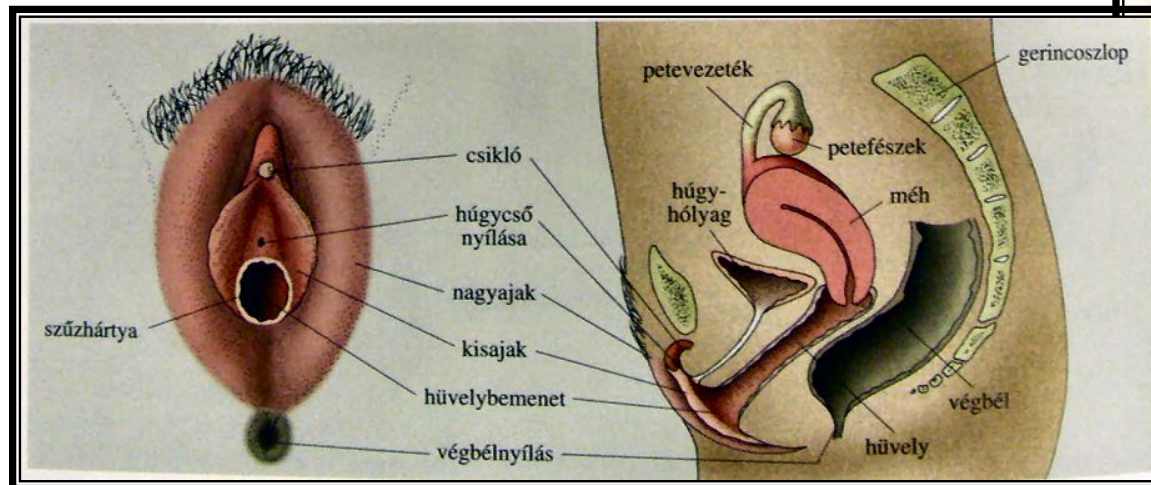
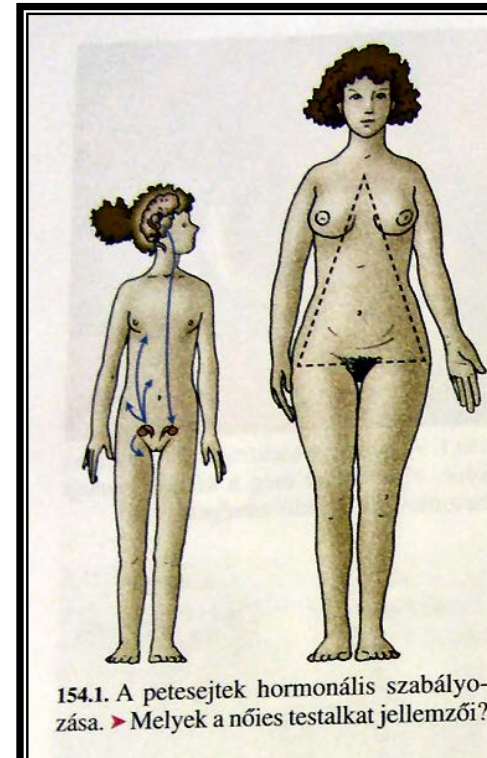
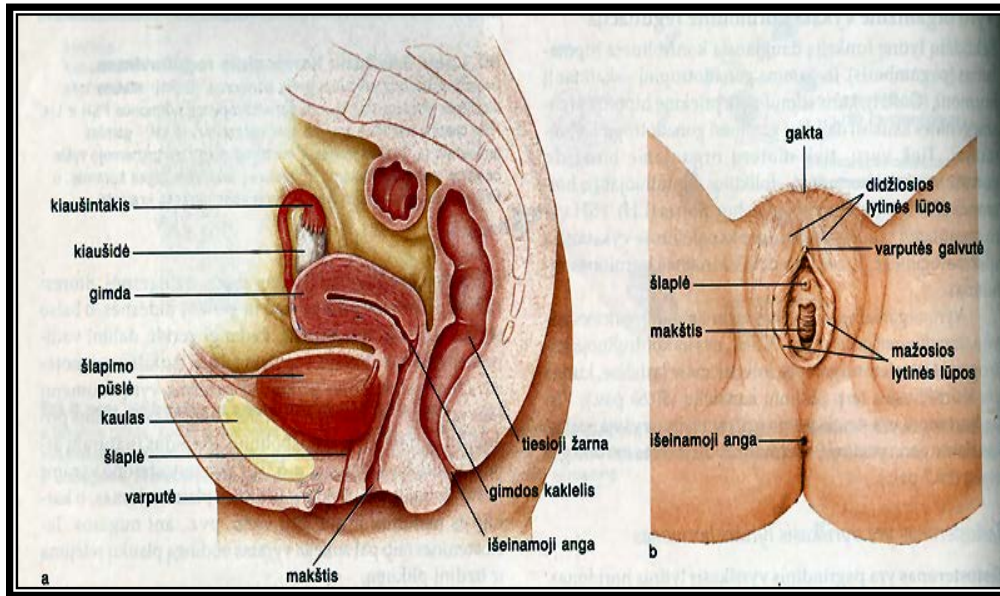


## Italy



Some of the 19 countries involved in the Biohead-Citizen project (2006-2007)

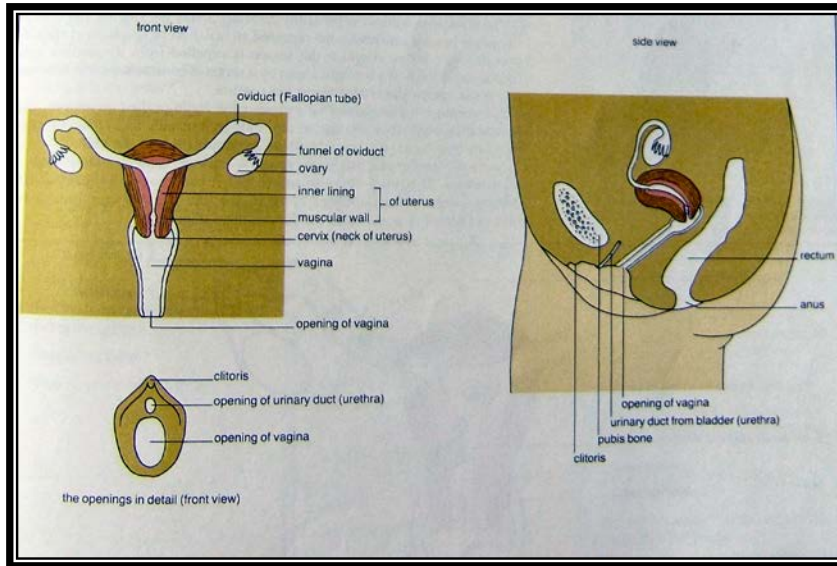
# Lithuania



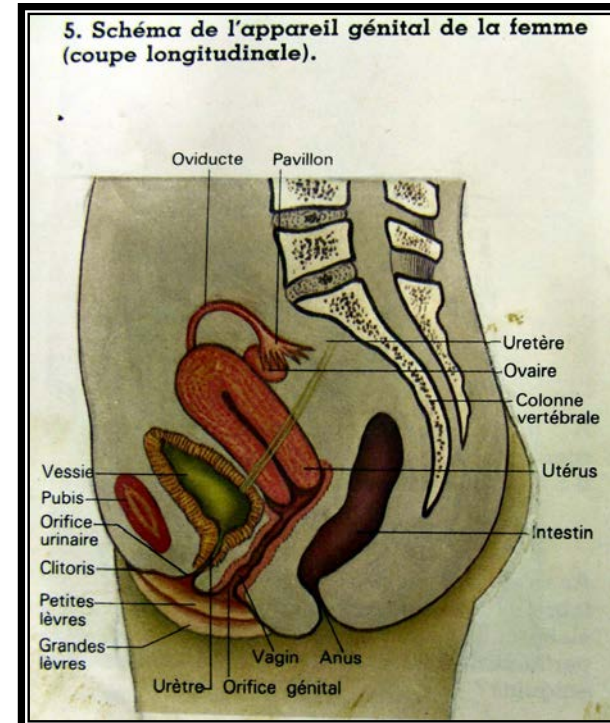
# Hungary

In other countries (the Biohead-Citizen project)

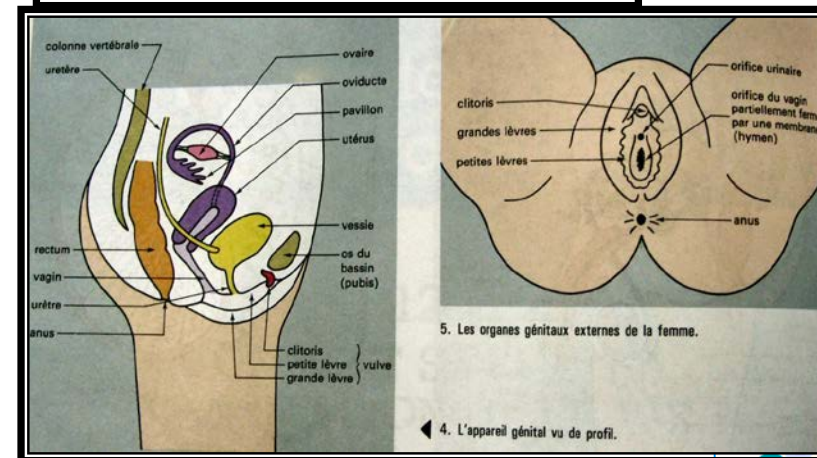




Malte

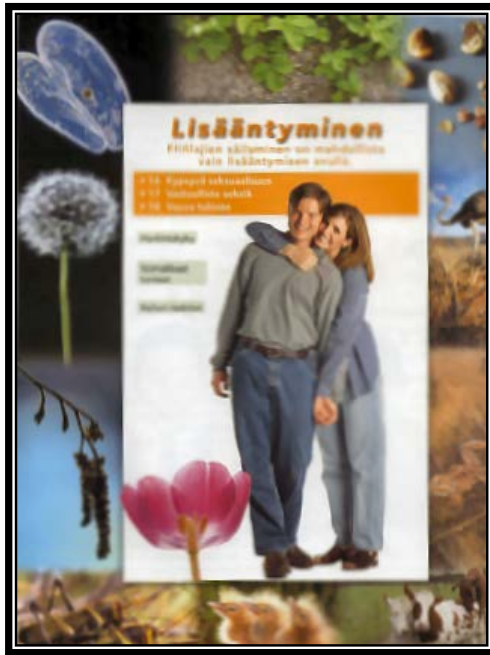


Senegal

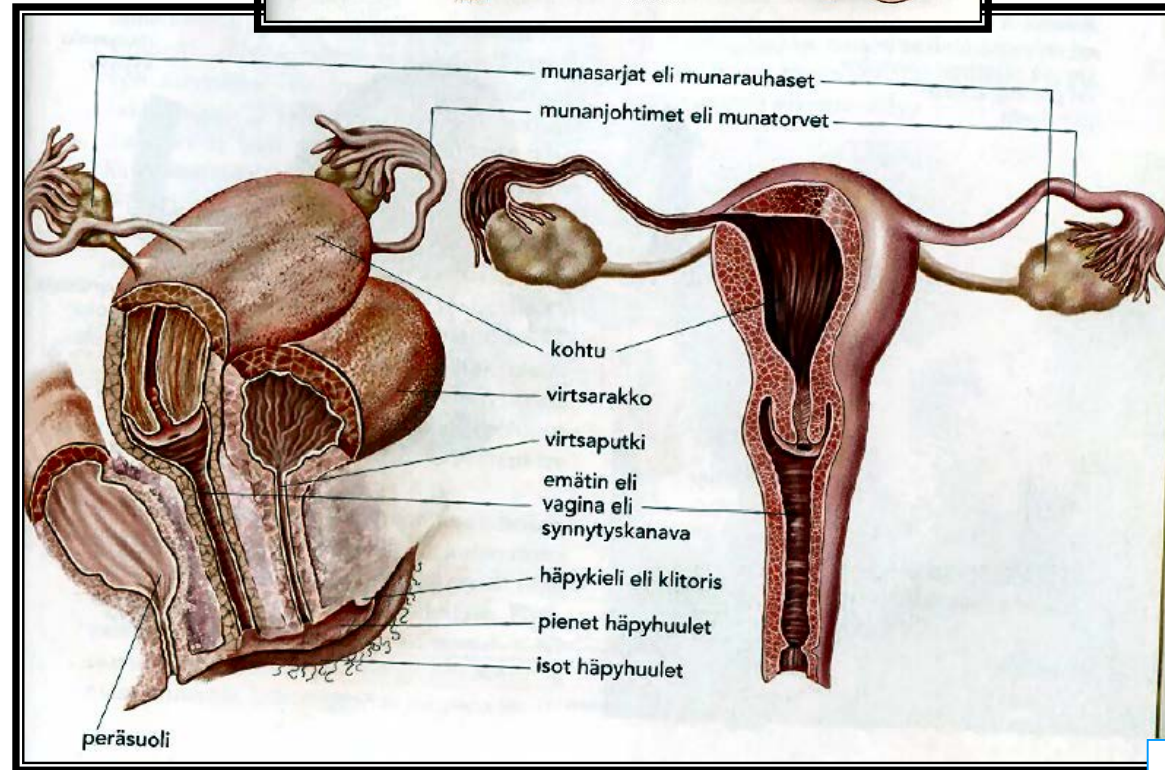
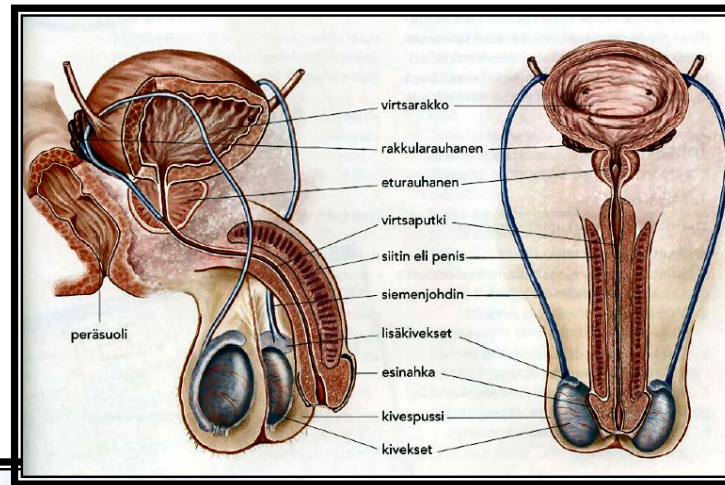


Senegal

In other countries (the Biohead-Citizen project)

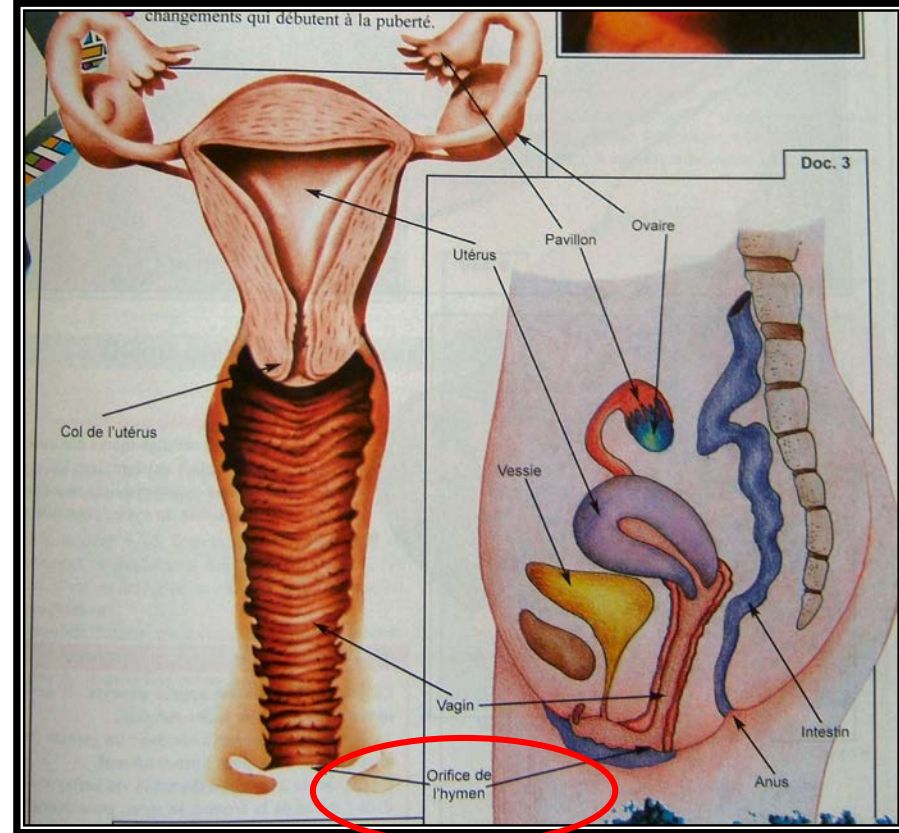
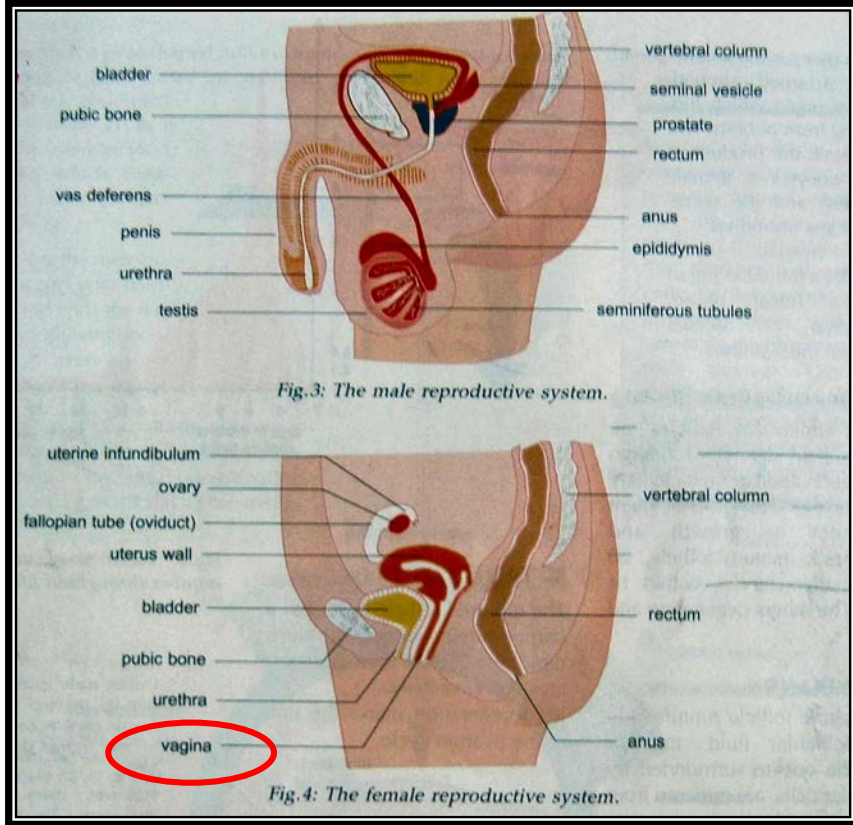


Finland



In other countries (the Biohead-Citizen project)





Lebanon

In other countries (the Biohead-Citizen project)



In this example (Anatomy of the Female Genital Apparatus in Textbooks):

- **K** = Anatomy of the female genital apparatus, and biological knowledge related to the sexual intercourse
- **V & P** = the influence of the socio-cultural context, which changes with time inside the same country (as France), and which changes also from one country to another one ...

**V** = moral values (e. g. problems of religion with sex)

**P** = e. g. change of practices related to AIDS, but also lobbying of some religious groups (see the more recent debate in France related to the “theory of gender” in textbooks ...)

# 2011-2013 La « théorie du genre » dans les manuels scolaires ?

- Été 2011 - Quelques lignes distinguant "*l'identité sexuelle*" de "*l'orientation sexuelle*" dans des manuels de biologie de 1<sup>re</sup> L et ES ont suffi à mettre le feu aux poudres durant l'été 2011, **80 députés UMP** réclamant, sans succès, leur retrait.
- A la question N° 114573 posée par un parlementaire UMP, **le Ministre de l'Education** a répondu le 17-01-2012 : « (...) *La « théorie du genre » n'apparaît pas dans le texte des programmes de SVT. La thématique « féminin/masculin », et en particulier le chapitre « devenir homme ou femme », permet à chaque élève d'aborder la différence entre identité sexuelle et orientation sexuelle, à partir d'études de phénomènes biologiques incontestables (...) ».*
- Cependant, la polémique a rebondi à l'occasion du débat parlementaire sur le projet de loi Peillon : après que **les évêques de France** aient dénoncé le 16 avril 2013 "*l'invasion organisée et militante de la théorie du genre dans le secteur éducatif*", la querelle a été reprise par **un groupe d'étudiants de droite (l'UNI)** pour combattre un amendement introduisant dans les programmes du primaire la simple phrase suivante : "*Elle assure les conditions d'une éducation à l'égalité de genre*".
- Battaglia & Le Bars, Le Monde 19 Avril 2013
- Battaglia, dans le Monde du 19 avril 2013
- Propos recueillis par Stéphanie Le Bars, journaliste au Monde : voir son blog, 26 mai 2013

# 2011-2013 La « théorie du genre » dans les manuels scolaires ?

- Du côté des manuels scolaires, **Pascale Gélébart, directrice de Savoir-Livre**, association qui regroupe six éditeurs (Belin, Bordas, Hachette, Hatier, Magnard et Nathan), s'est défendue de toute prise de position militante : "*Il s'agit de voir comment l'édition scolaire peut mieux tirer profit des apports les plus récents de la recherche*" a-t-elle commenté au cours du séminaire "*Egalité, diversité et République, de la recherche au manuel scolaire*". Comment ne pas tenir compte, dans l'enseignement, de la somme considérable d'études récentes sur le genre ?
  - Or les tensions ont été récemment ravivées par **les manifestants contre le mariage d'homosexuels** (contre une « *loi anti-naturelle* » ), manifestants qui ont pourfendu la notion même de genre (« *l'idéologie du genre* » qui « *nie la réalité biologique* ») en se référant à la naturalité des sexes différents, d'après eux créés par Dieu pour uniquement des couples hétérosexuels...
  - L'enjeu d'un tel débat, au delà de l'agitation politique, est l'égalité hommes – femmes, et la volonté de certains de justifier le sexisme par des raisons biologiques.
- 
- Battaglia & Le Bars, Le Monde 19 Avril 2013
  - Battaglia, dans le Monde du 19 avril 2013
  - Propos recueillis par Stéphanie Le Bars, journaliste au Monde : voir son blog, 26 mai 2013



#### 4 – Exemples de conceptions des enseignants dans plusieurs pays :

- **Présentation de Biohead-Citizen**
  - **Gène de la vaisselle**
  - **Origine de l'homme**

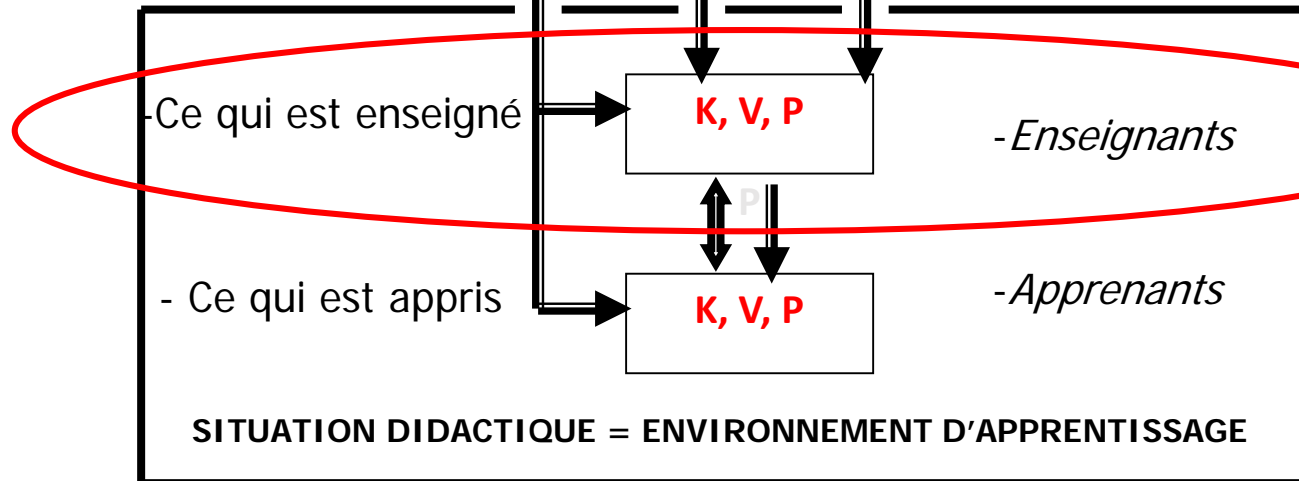
# TRANSPPOSITION DIDACTIQUE

- REFERENCES

- Différents niveaux de vulgarisation sc.

- Programmes

- Manuels et autres outils



## CONCEPTIONS des

- chercheurs, décideurs, ...

- Médias (Journaux, TV, ...)

- Principaux acteurs du système scolaire

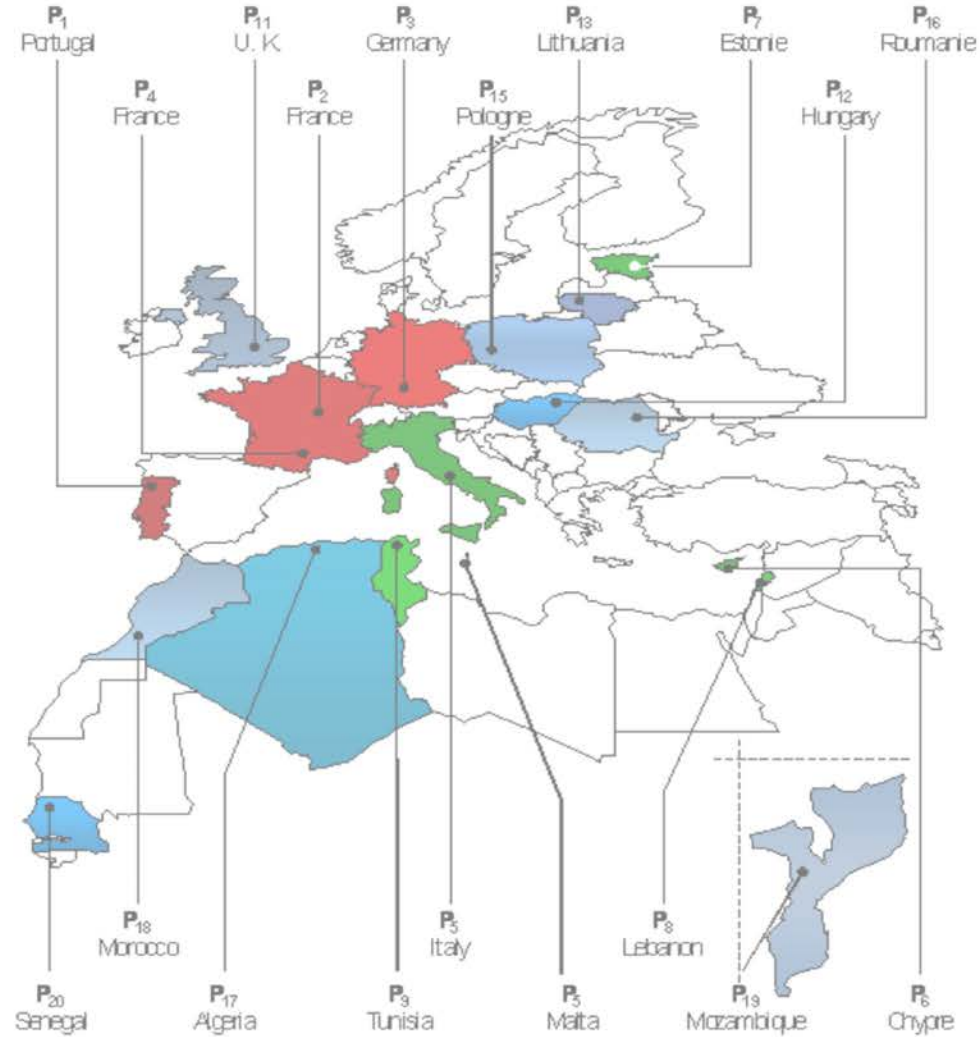
- Auteurs & Editeurs

SITUATION DIDACTIQUE = ENVIRONNEMENT D'APPRENTISSAGE

# Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship

(18 pays, 2004-2008)

BIOHEAD-CITIZEN [n. 506015]



# Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship

(18 pays, 2004-2008)

BIOHEAD-CITIZEN [n. 506015]



2 axes de recherche :

- **Analyse critique des programmes et manuels scolaires**
- **Analyse des conceptions d'enseignants :**  
dans chaque pays environ 300 enseignants :  
1/3 du Primaire, 1/3 du Secondaire (Biologie),  
1/3 du Secondaire (Langue du pays)
- **Le tout sur six thèmes à enjeux sociaux citoyens**

**Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship**  
**(18 pays, 2004-2008, Coordonné par G.Carvalho, P.Clément, F.Bogner)**

**BIOHEAD-CITIZEN [n. 506015]**

**Six thèmes :**

- Education à l'Environnement
- Education à la Santé
- Education à la Sexualité
- Enseignement de l'Evolution
- Enseignement de la génétique humaine
- Enseignement du cerveau humain et épigénèse



**7 des questions de ces deux derniers thèmes portent sur des argumentations biologiques de l'(in)égalité entre hommes et femmes.**



Pour chacune de ces 7 propositions,  
cocher une des 4 cases entre « d'accord et « pas d'accord »

A9 - Les femmes sont moins intelligentes que les hommes parce que leur cerveau est plus petit que celui des hommes.

A14 - Grâce à leurs caractéristiques physiques, les hommes sont plus performants en athlétisme que les femmes.

A21 - Biologiquement, les femmes peuvent être tout aussi intelligentes que les hommes.

A25 - C'est pour des raisons biologiques que les femmes ne peuvent pas occuper des postes d'aussi haute responsabilité que les hommes.

A36 - Les hommes seraient plus capables de raisonnement logique que les femmes parce que leurs cerveaux ne présenteraient pas la même symétrie bilatérale.

A38 - C'est pour des raisons biologiques que les femmes ont plus souvent la charge des tâches domestiques que les hommes.

A46 - Biologiquement un homme ne peut pas être aussi sensible et émotif qu'une femme.

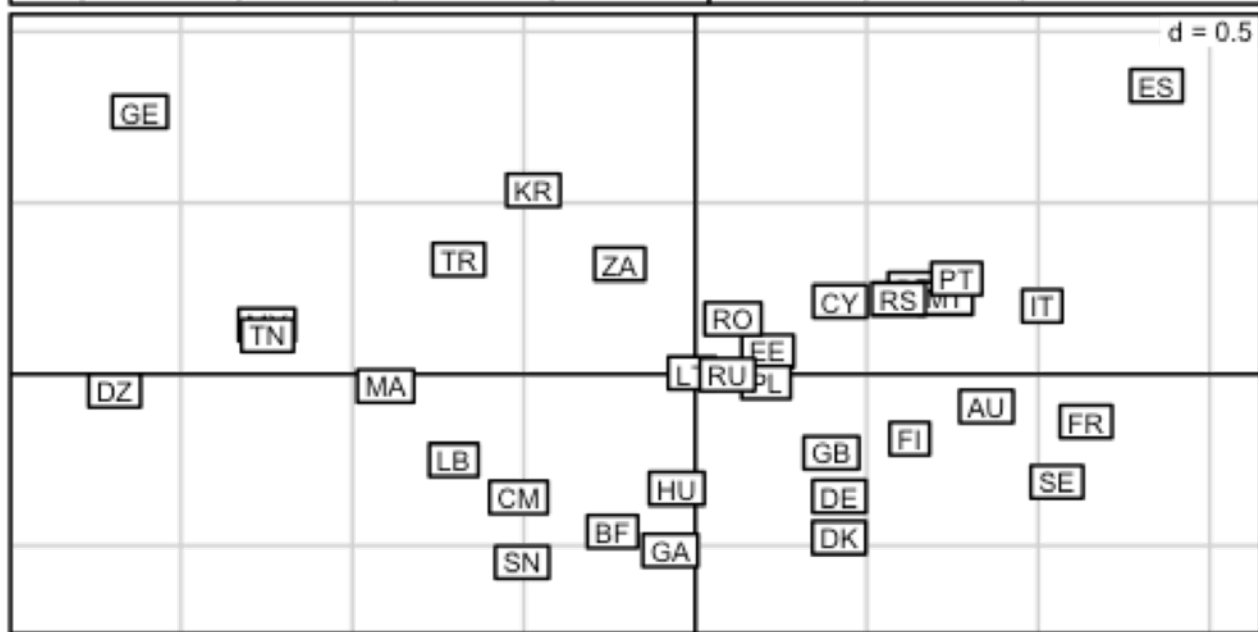
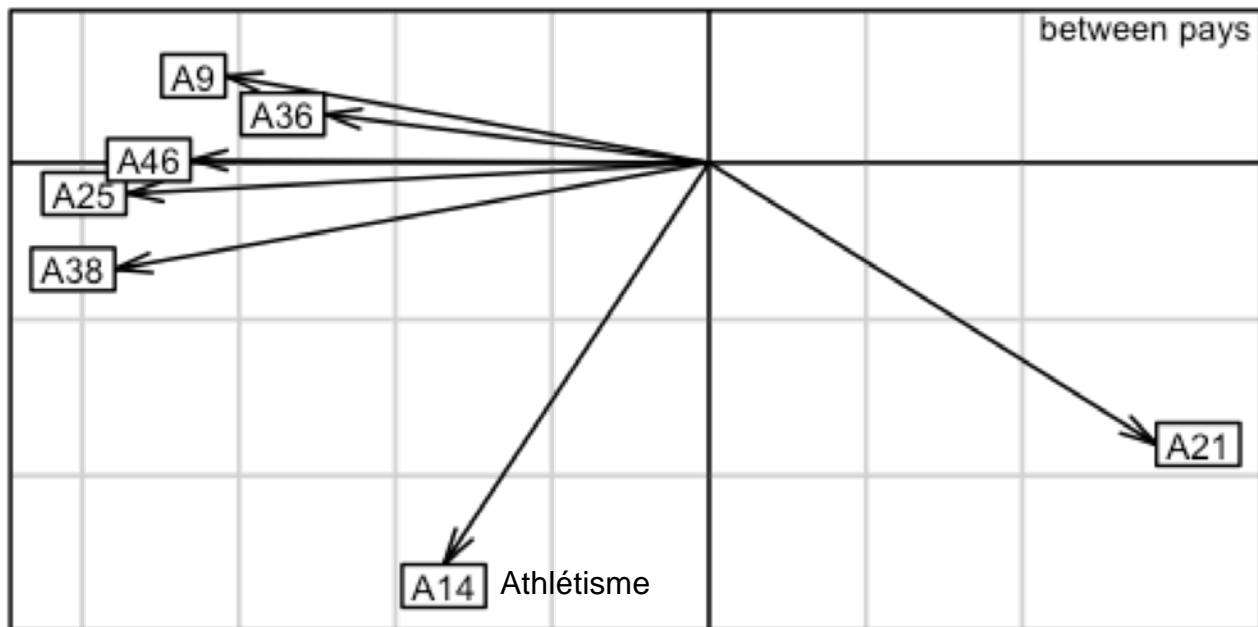
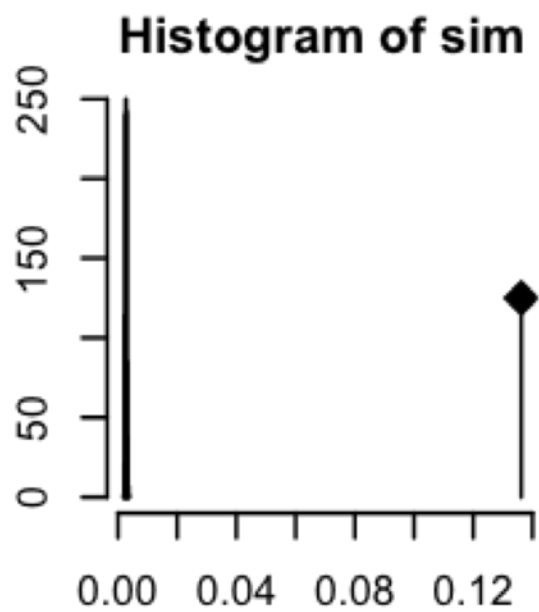
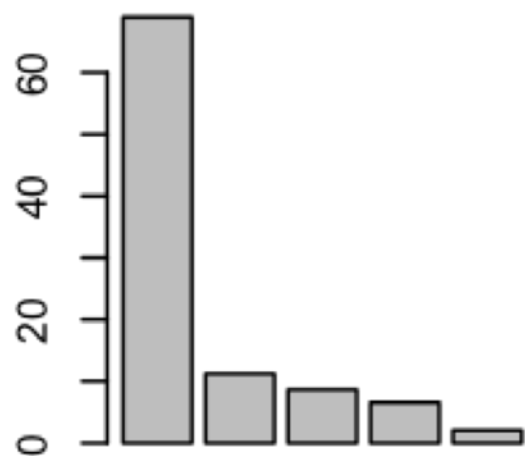
# Enseignants interrogés

(18 pays, 2004-2008, Coordonné par G.Carvalho, P.Clément, F.Bogner  
+ 15 pays entre 2009 et 2015, sous la responsabilité de P.Clément)

**TOTAL = 33 pays soit 11 861 enseignants ou  
futurs enseignants :**

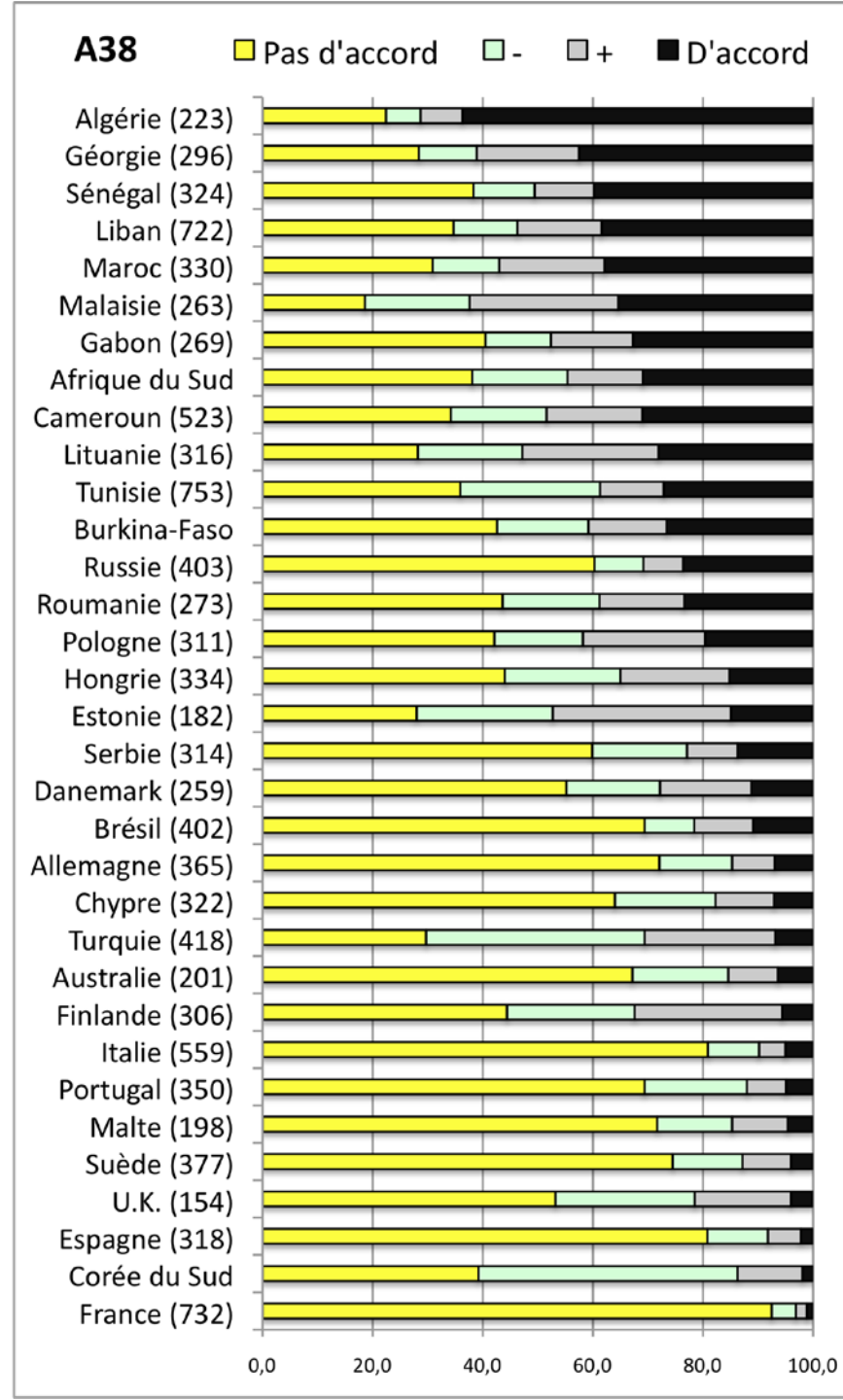
- Europe du Sud : Portugal, Espagne, France, Italie, Malte, Chypre
- Europe centrale : UK, Allemagne (Bavière)
- Europe du Nord : Danemark, Suède, Finlande, Estonie, Lituanie
- Europe de l'Est : Pologne, Hongrie, Roumanie, Serbie, Géorgie
  
- Pays arabes : Maroc, Algérie, Tunisie, Liban
  
- Autres pays africains :  
Sénégal, Burkina Faso, Cameroun, Gabon, Afrique du Sud
  
- Autres pays :  
Australie, Brésil, Russie, Turquie, Corée du Sud, Malaisie.

	Country	Total	<i>Including Biologists</i>	% Agnost.	% Catho.	% Prot.	% Ortho	% Muslim	% Other	% NR
AU	Australia	201	49	25,9	25,9	28,9	1,0	0,0	10,9	7,5
BF	Burkina Faso	296	110	2,4	45,6	18,6	0,0	24,7	1,7	7,1
BR	Brazil	402	177	5,5	61,7	12,7	0,0	0,2	16,2	3,7
CM	Cameroon	523	267	7,5	47,0	28,9	0,2	3,4	8,2	4,8
CY	Cyprus	322	66	4,0	9,0	1,2	77,3	0,0	0,9	7,5
DE	Germany	365	131	13,4	44,7	31,8	0,0	0,3	1,1	8,8
DK	Denmark	259	111	44,8	1,9	34,4	0,0	3,5	5,0	10,4
DZ	Algeria	223	88	1,3	0,0	0,0	0,0	91,9	0,0	6,7
EE	Estonia	182	108	43,4	7,7	14,8	2,2	0,5	8,2	23,1
ES	Spain	318	138	56,0	29,9	0,3	0,9	0,3	4,7	7,9
FI	Finland	306	121	15,0	1,0	66,3	2,9	0,0	2,0	12,7
FR	France	732	319	50,5	38,1	1,9	0,3	1,5	2,7	4,9
GA	Gabon	269	87	0,4	48,0	29,7	1,5	3,0	14,5	3,0
GB	Great Britain	154	142	33,1	11,0	33,8	0,6	0,0	12,3	9,1
GE	Georgia	296	117	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
HU	Hungary	334	112	15,3	46,4	16,2	0,0	0,0	6,0	16,2
IT	Italy	559	150	12,3	78,7	0,5	0,0	0,0	1,8	6,6
KR	South Korea	306	105	41,2	9,2	16,0	0,0	0,0	27,1	6,5
									(24,5 Buddhist)	
LB	Lebanon	848	344	0,4	21,0	0,5	8,7	61,8	3,3	4,4
LT	Lithuania	316	98	4,1	89,9	0,6	0,3	0,0	0,9	4,1
MA	Morocco	330	186	0,6	0,0	0,0	0,0	97,3	0,3	1,8
MT	Malta	198	48	0,5	96,5	1,0	0,0	0,0	1,5	0,5
MY	Malaysia	263	172	1,5	13,3	5,3	16,7	45,6	11,4	6,1
									(9,1 Buddhist)	
PL	Poland	311	99	1,9	94,2	0,6	0,0	0,0	0,0	3,2
PT	Portugal	350	111	9,4	76,3	7,4	0,0	0,0	1,4	5,4
RO	Romania	273	127	7,3	8,1	7,0	71,1	0,0	5,9	0,7
RS	Serbia	314	107	6,4	1,9	0,0	87,6	0,0	4,1	0,0
RU	Russia	403	113	16,6	0,0	0,0	69,5	3,2	0,0	10,7
SE	Sweden	377	147	37,1	1,6	38,7	2,9	0,8	7,2	11,7
SN	Senegal	324	120	0,9	8,3	0,0	0,0	89,2	0,0	1,5
TN	Tunisia	753	326	1,9	0,0	0,0	0,0	96,0	0,3	1,9
TR	Turkey	418	100	-	-	-	-	-	-	-
ZA	South Africa	336	152	5,1	19,3	28,9	0,0	5,7	33,0	8,0
									(10,7 Hindu)	
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>11861</b>	<b>4648</b>	<b>13,6</b>	<b>28,8</b>	<b>11,1</b>	<b>12,2</b>	<b>19,7</b>	<b>8,8</b>	<b>5,8</b>



- A38 -

C'est pour des raisons biologiques que les femmes ont plus souvent la charge des **tâches domestiques** que les hommes.

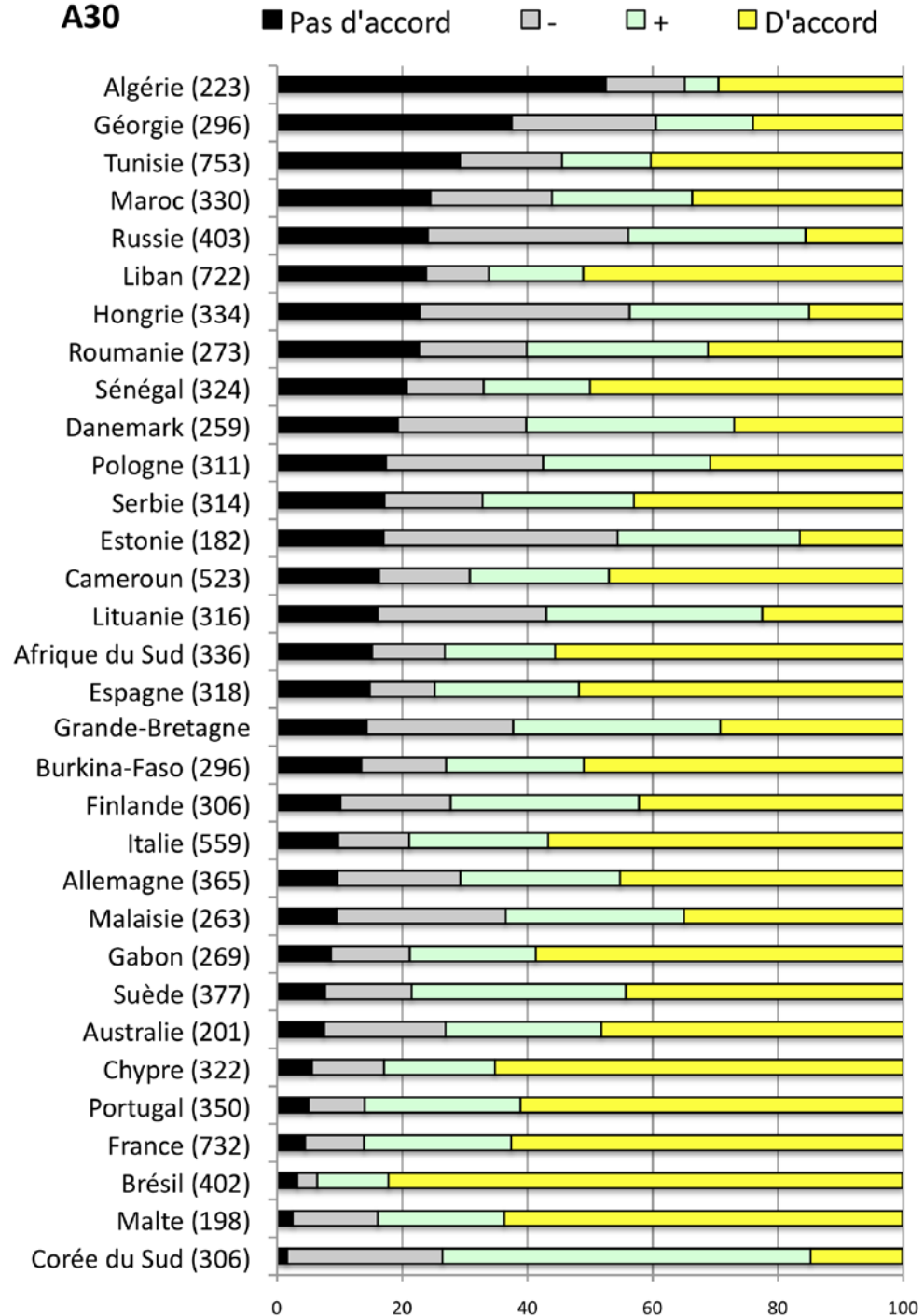


Les 7 questions qui précèdent illustrent des interactions KVP (entre connaissances, valeurs et pratiques sociales)

2 autres questions portaient sur les valeurs (V) et leurs interactions avec des pratiques sociales (P) : par exemple :

- A30 -

C'est important qu'il y ait **autant de femmes que d'hommes au Parlement.**

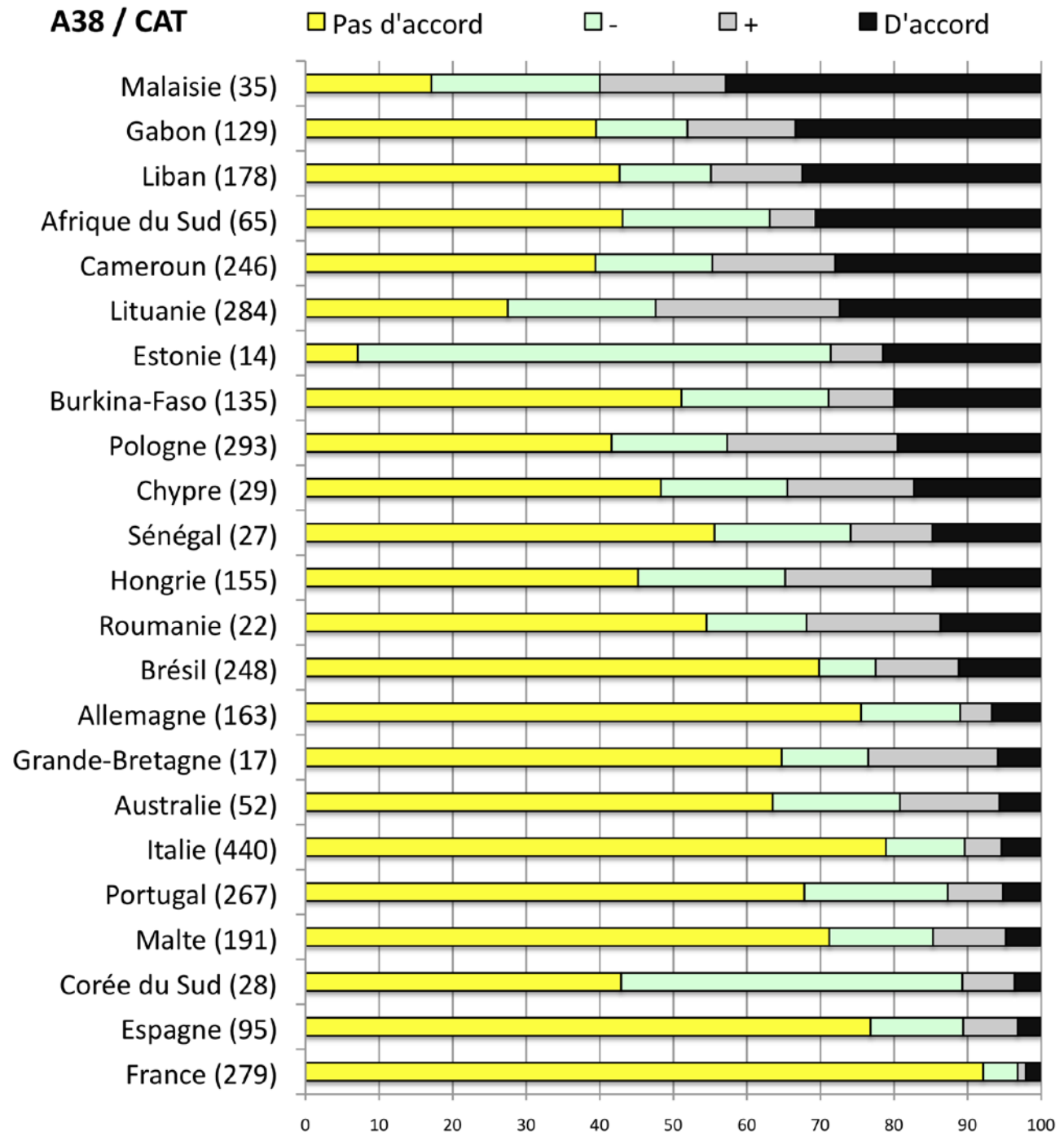


# Effet religion en plus de l'effet pays ?

Si on ne compare  
que les enseignants  
**CATHOLIQUES**  
(N > 12)

Il y a des différences  
très significatives d'un  
pays à un autre !

(question A38 sur les  
tâches ménagères)

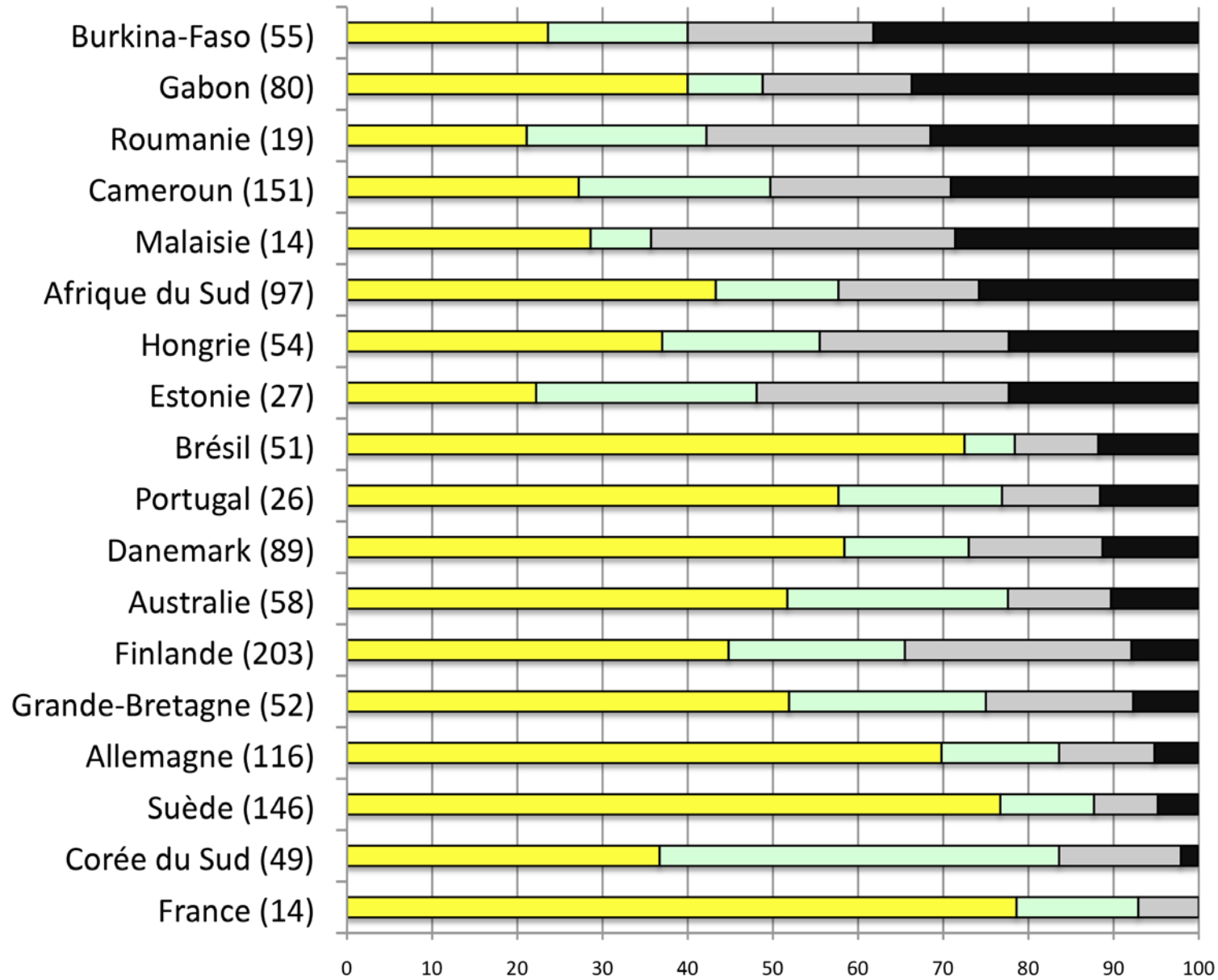


# A38 / PRO

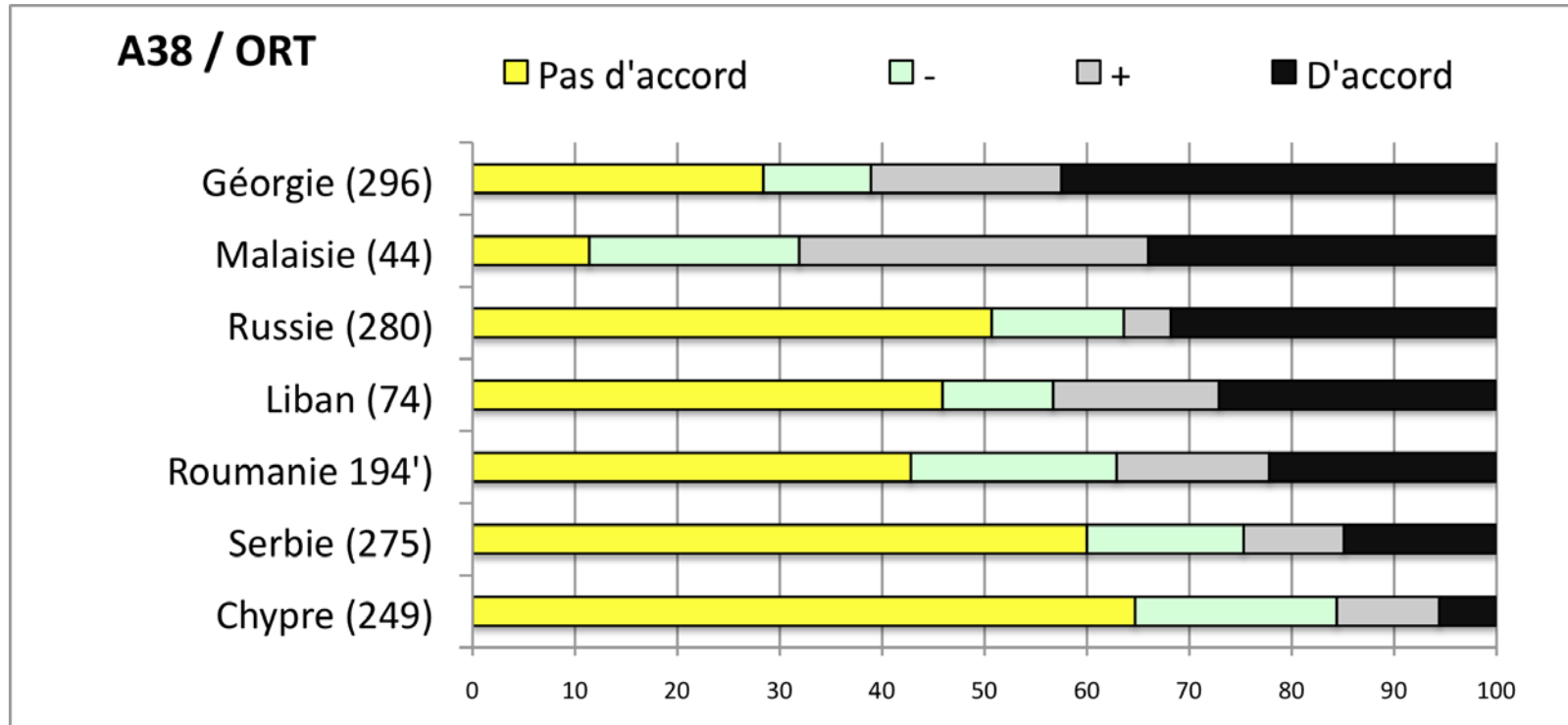
■ Pas d'accord   ■ -   ■ +   ■ D'accord

Idem pour  
**les**  
**enseignants**  
**PROTESTANTS**

(question A38  
sur les  
tâches  
ménagères)

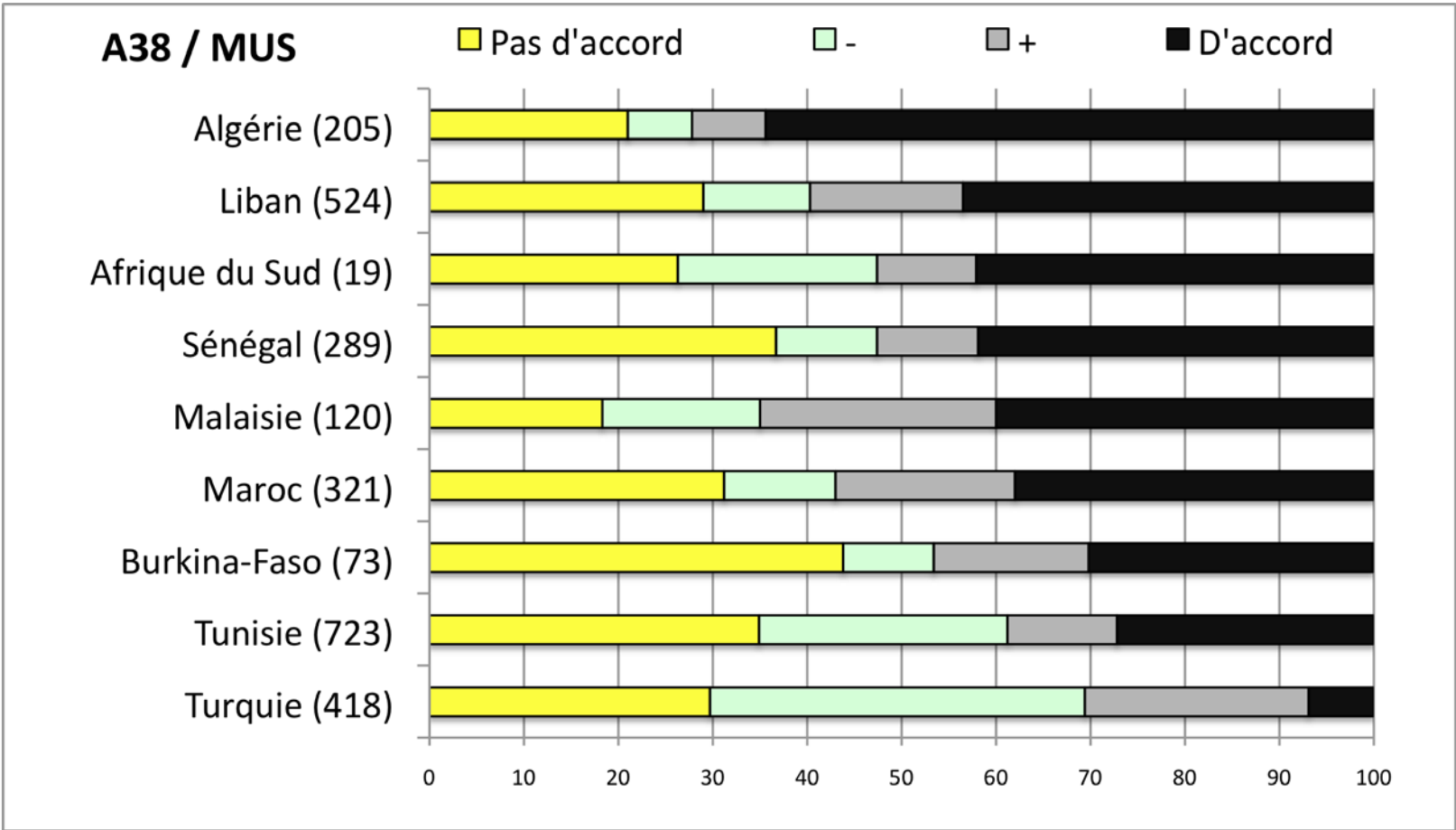






Idem pour  
**les**  
**enseignants**  
**ORTHODOXES**

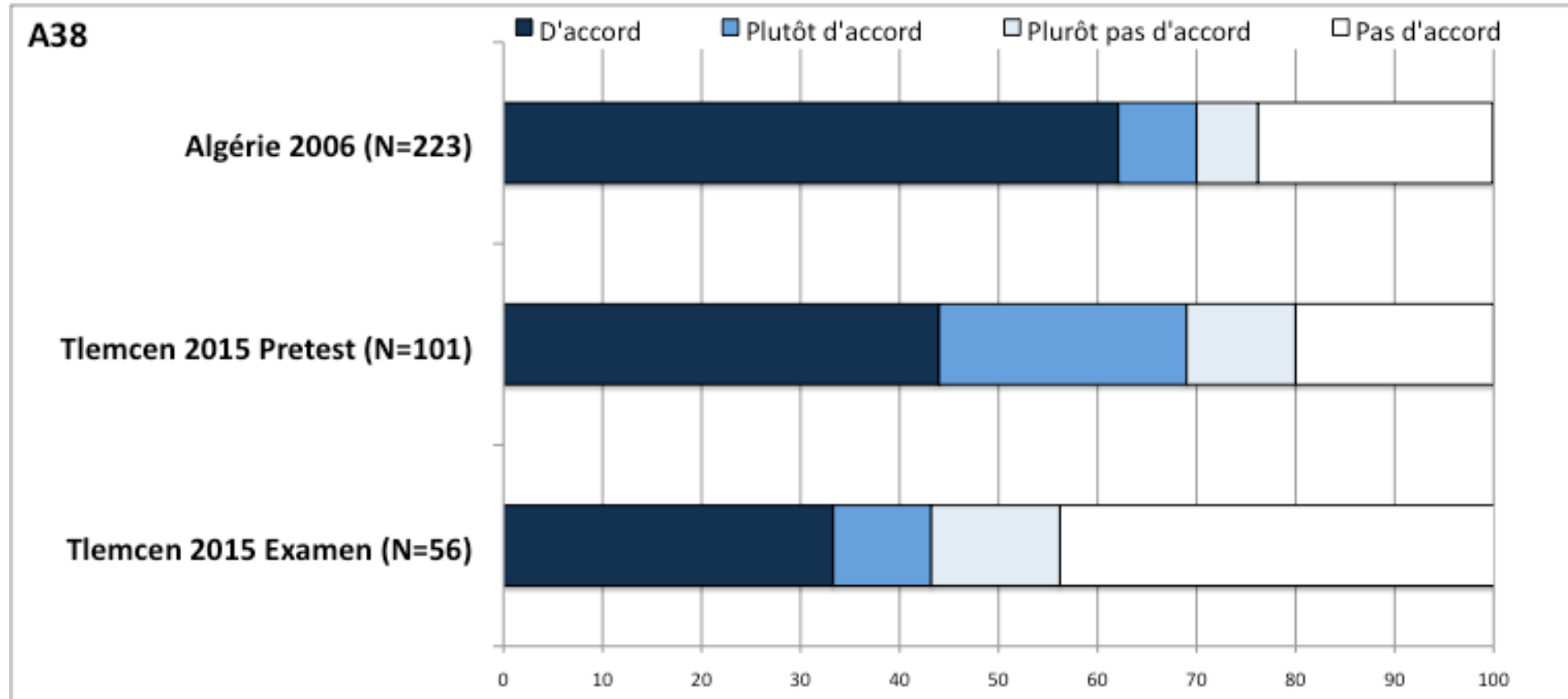
(question A38  
sur les  
tâches  
ménagères)



Idem pour  
**les**  
**enseignants**  
**MUSULMANS**

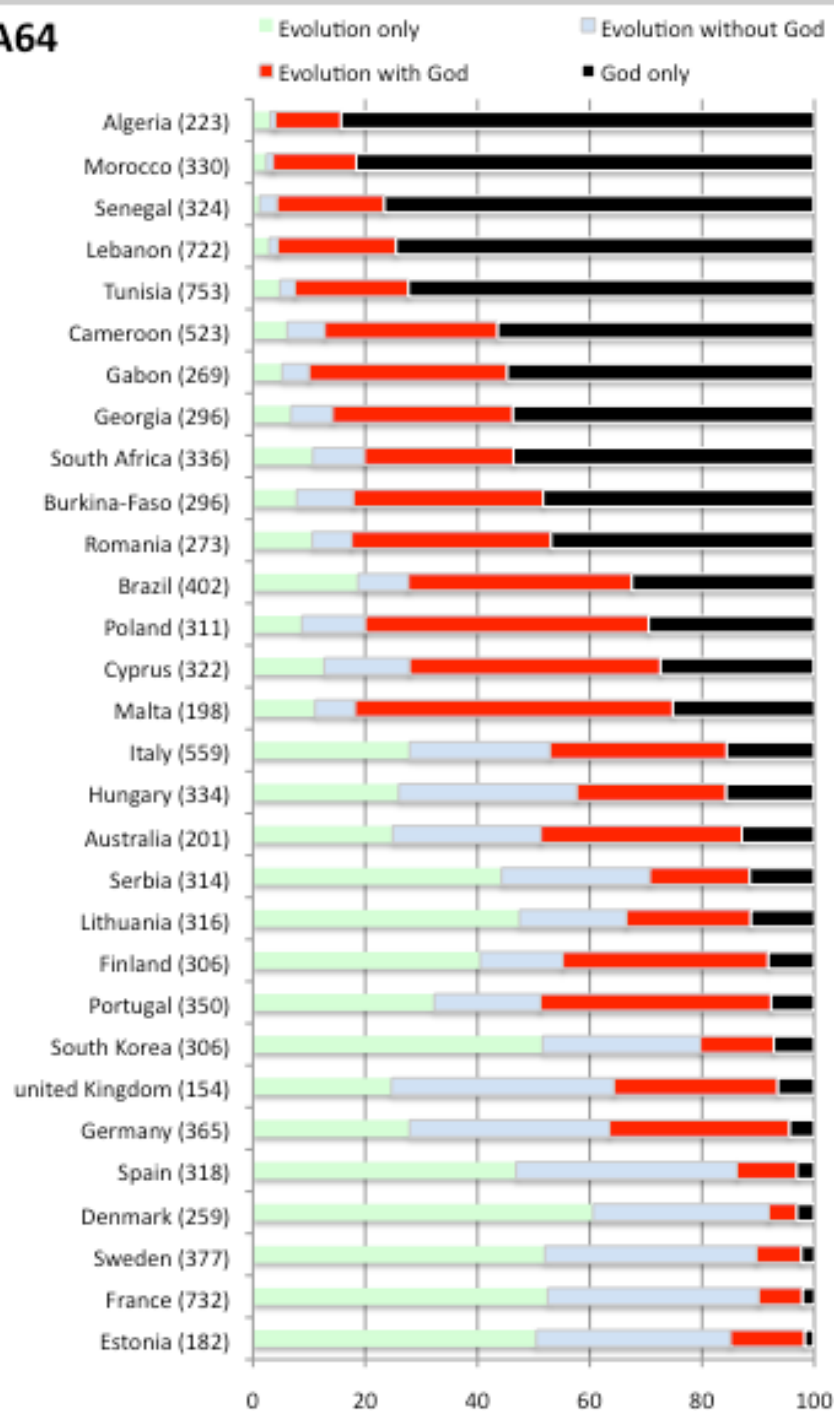
(question A38  
sur les  
tâches  
ménagères)

## Évolution des conceptions d'étudiants biologistes algériens (Master Génétique) entre 2006 et 2015



3	C'est pour des raisons biologiques que les femmes ont plus souvent la charge des tâches domestiques que les hommes.	D'accord					Pas d'accord

A64

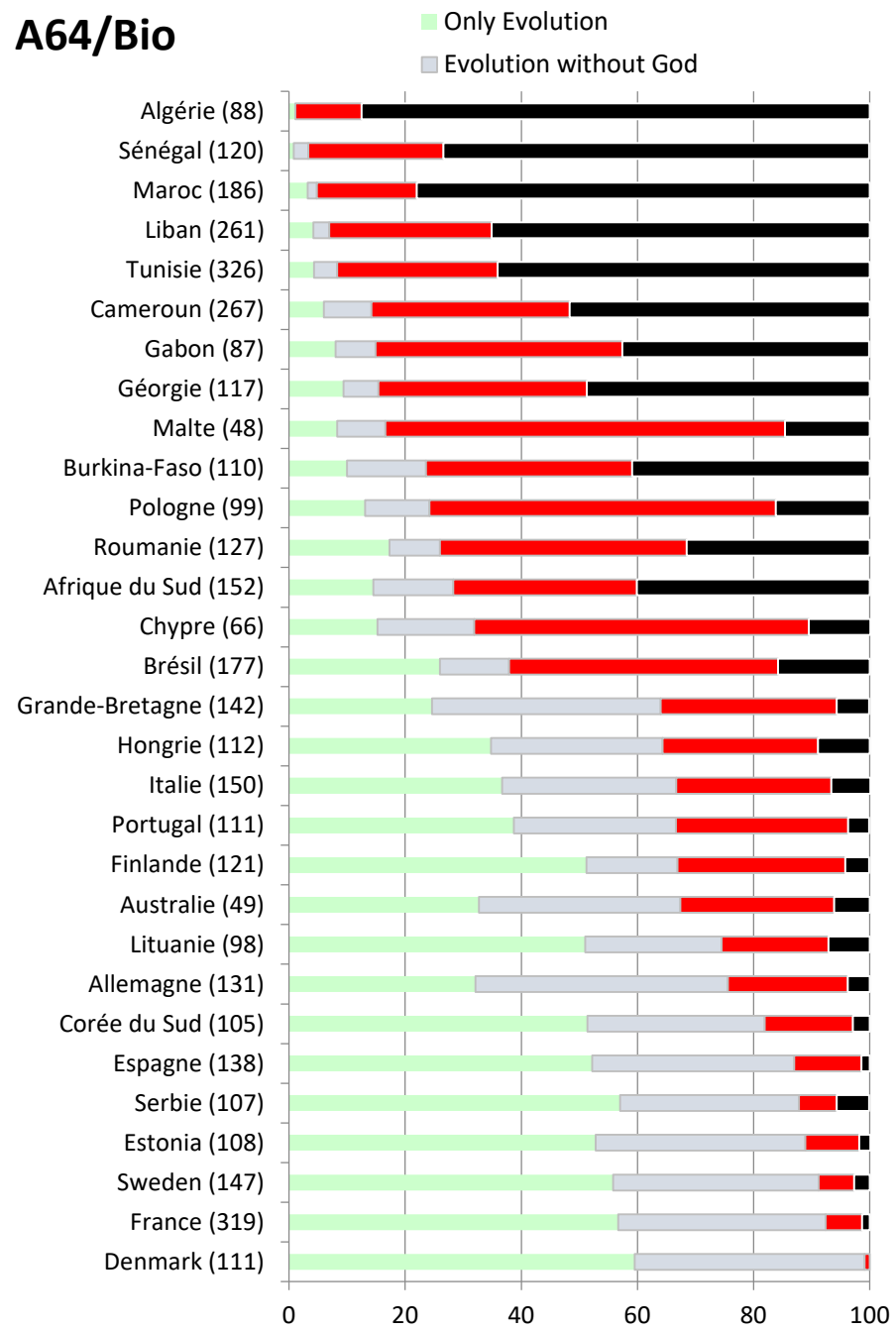


# Conceptions des enseignants sur l'origine de la vie et l'origine de l'homme

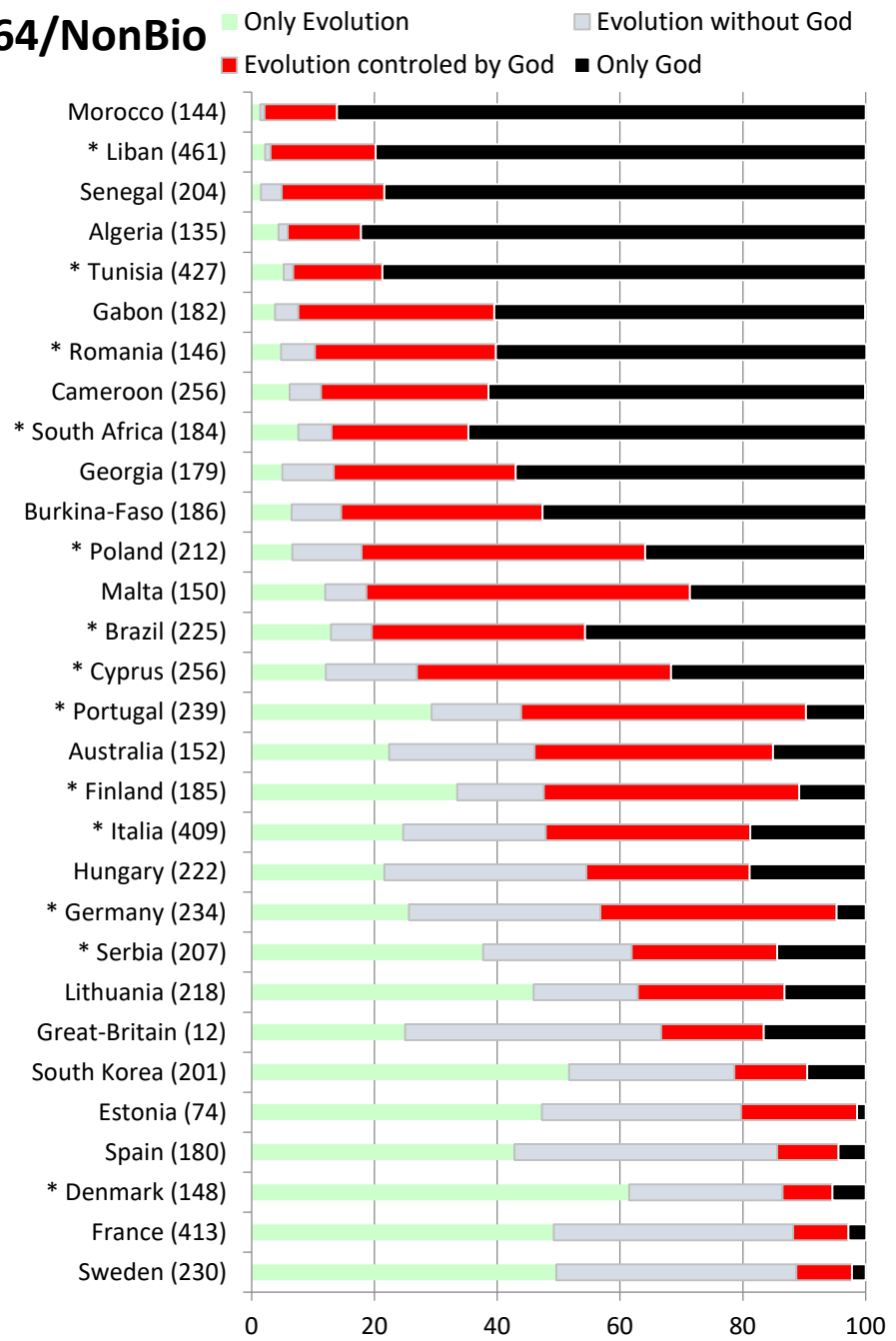
A64. Avec laquelle de ces quatre propositions êtes-vous le plus en accord? (Cochez seulement une réponse)

- Il est certain que l'origine de la vie est le résultat de phénomènes naturels.
- L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé la vie.
- L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels qui sont sous le contrôle de Dieu (**ROUGE**).
- Il est certain que Dieu a créé la vie (**NOIR**).

# A64/Bio

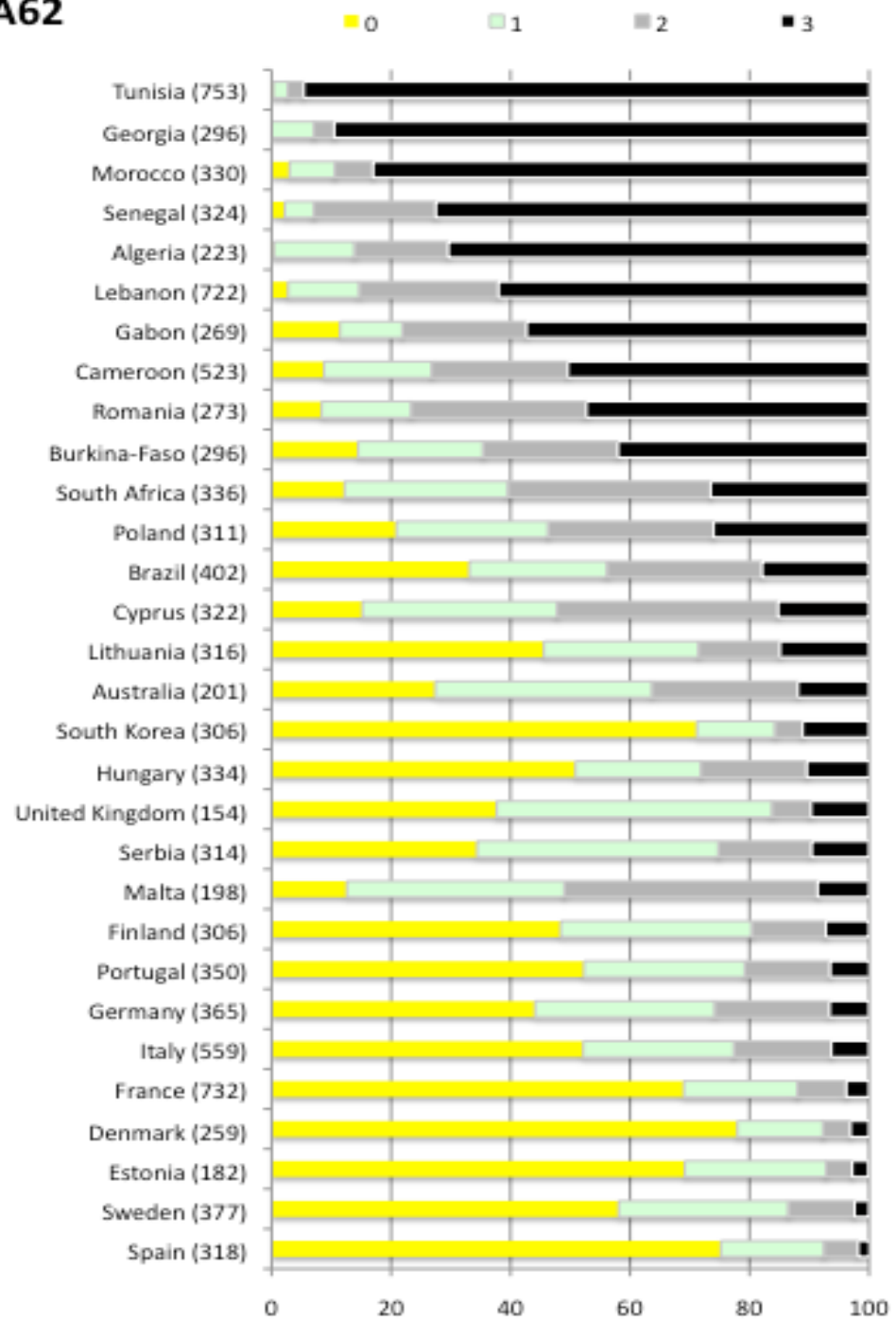


# A64/NonBio



\* Significant in 13 countries

# A62



**A62. Dans la liste suivante, cocher les trois expressions qui sont le plus associées à l'origine de l'espèce humaine.**

- Adam et Ève
- Australopithèque
- Création
- Évolution
- Dieu
- Sélection naturelle

**Noir** = 3 expressions créationnistes

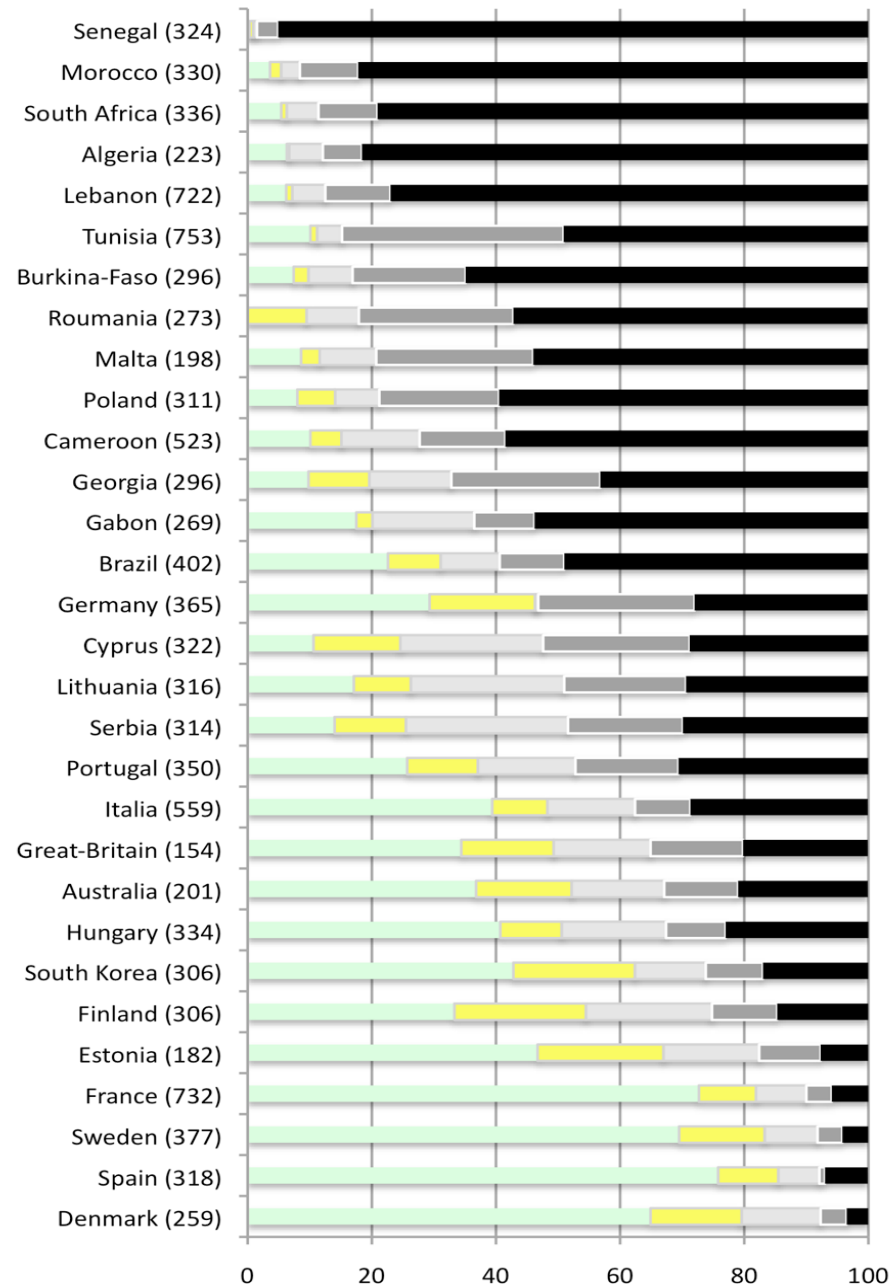
**Gris** = 2 expressions créationnistes

**Vert** = 1 expression créationniste

**Jaune** = 0 (3 expressions évolutionnistes )

**P12b**

■ I do not practise ■ - ■ +/- ■ + ■ I practise religion



Réponses des 10 651 (futurs) enseignants, groupés par pays (30), à la question

**P12b – Degré de pratique religieuse :**

**Cinq cases entre**

**1 – Je pratique ma religion (noir)**

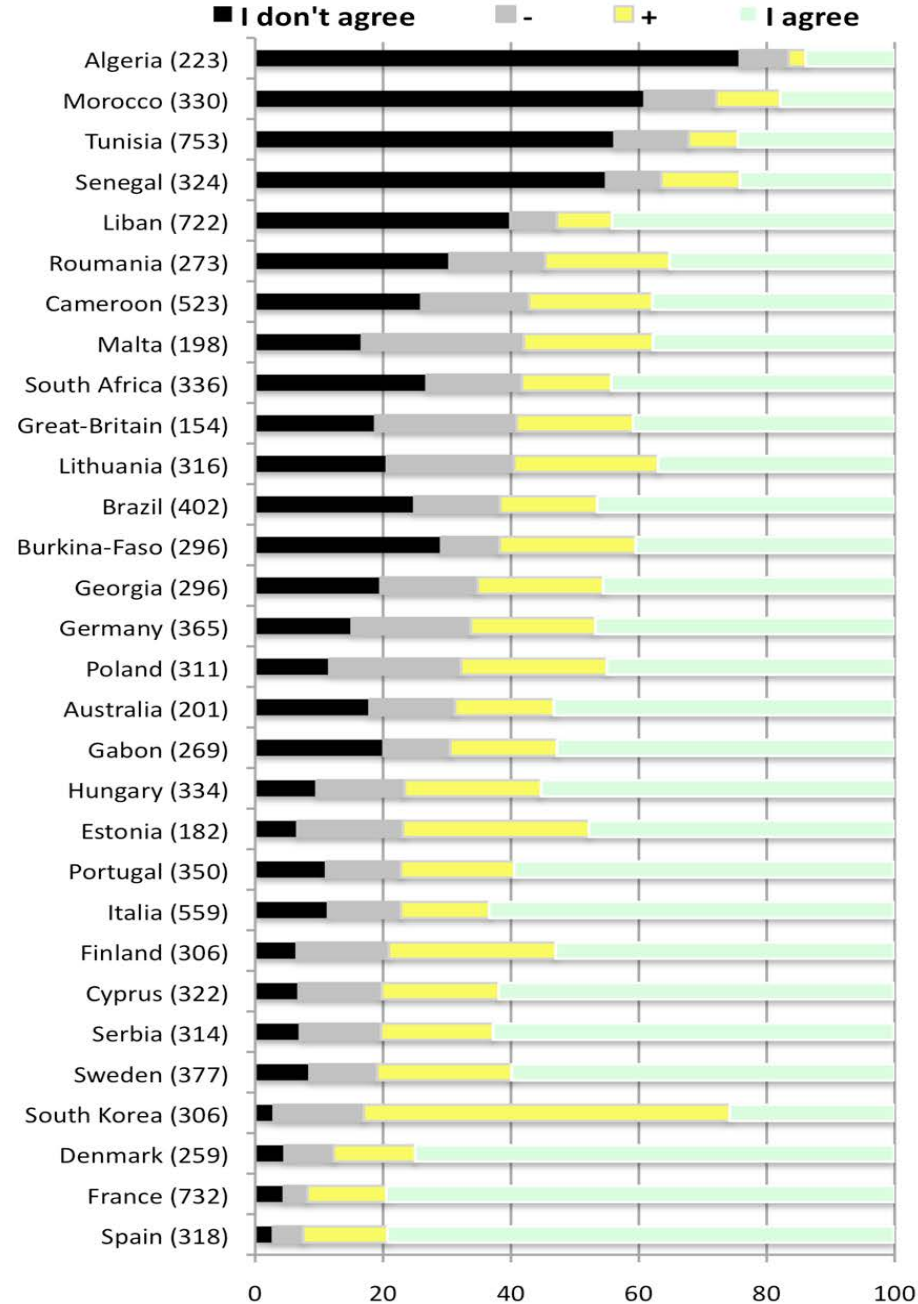
à

**5 – Je ne pratique pas (vert pâle)**

**Bonne corrélation (par pays) entre**

- **La pratique de sa religion** et
- **Des conceptions créationnistes radicales**

## A51-Separation Science Religion



Réponses des 10 651 (futurs)  
enseignants, groupés par pays, à la  
question A51

***“Science et Religion  
devraient être séparées”:***

Quatre cases :  
entre

**1 – Je suis d’accord (vert pâle)**

à

**4 – Je ne suis pas d’accord (noir)**

**Bonne corrélation (par pays) entre**

- La pratique religieuse et**
- Un désaccord avec une séparation entre science et religion**



# Conceptions des enseignants sur l'origine de la vie et l'origine de l'homme

## Premières Conclusions

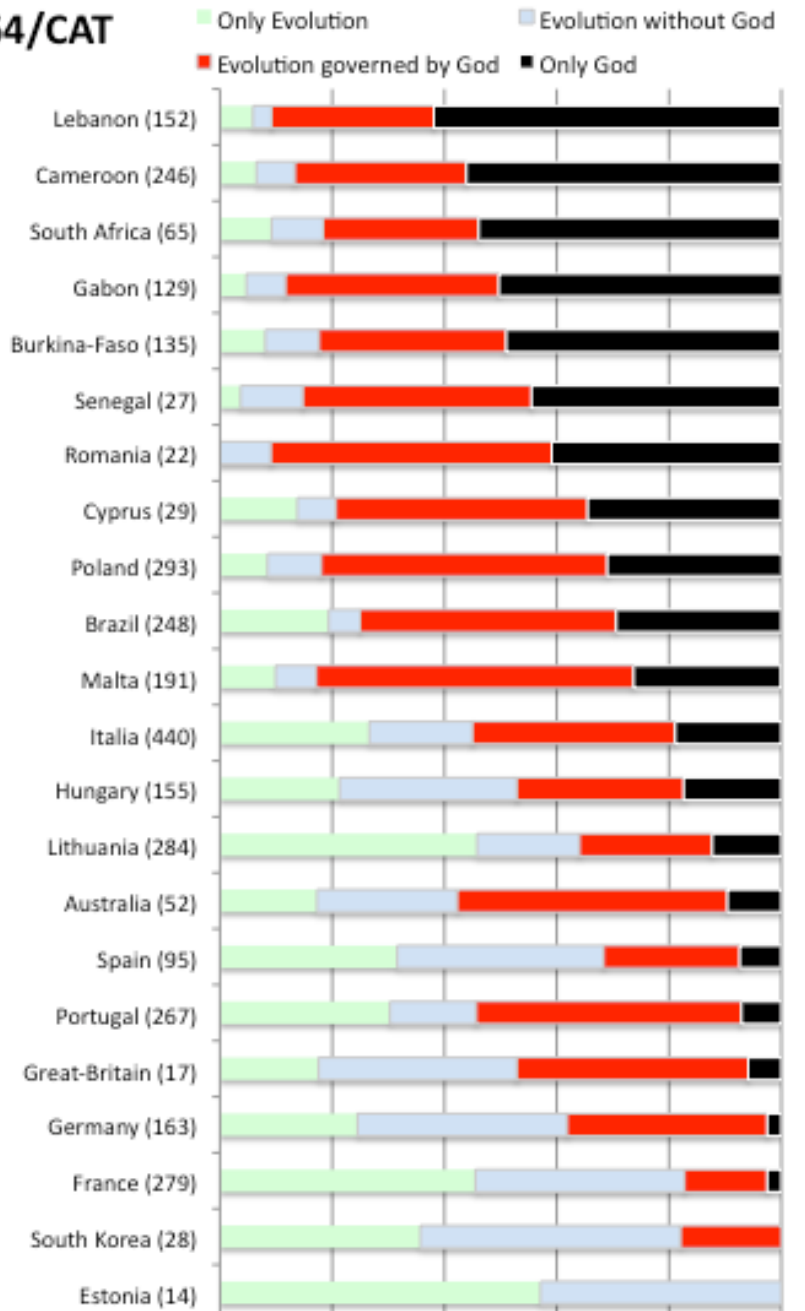
### A – Bonne corrélation entre :

- convictions créationnistes,
- pratique de la religion,
- contre une séparation entre science et religion.

### B – Mais :

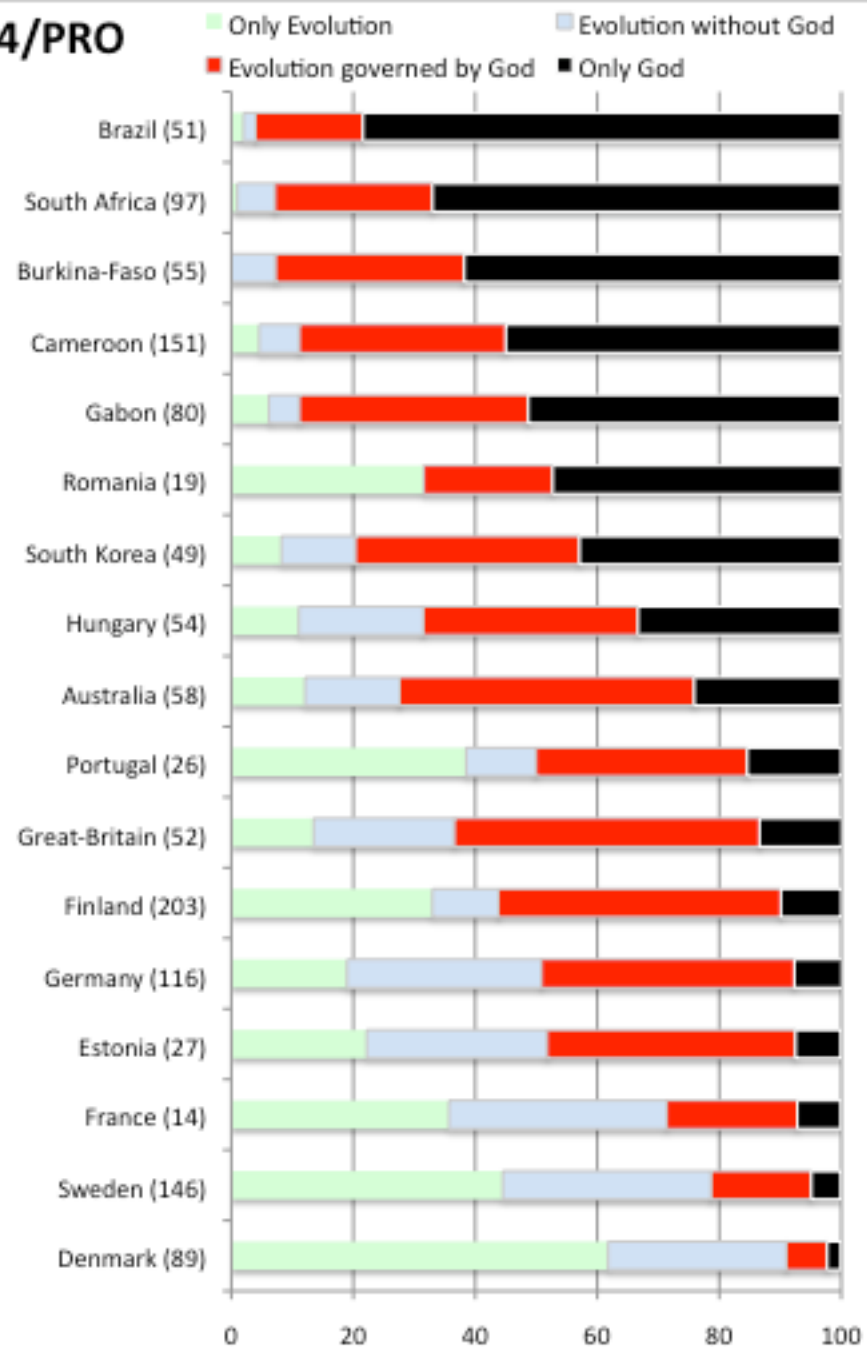
- Plusieurs enseignants pratiquant leur religion sont d'accord avec une séparation entre science et religion
- Plusieurs enseignants pratiquant leur religion n'ont pas coché la proposition radicalement créationniste, mais la 3<sup>ème</sup> proposition (évolutionniste et créationniste) et même parfois la 1<sup>ère</sup> ou la 2<sup>ème</sup> proposition (évolutionniste)
- **Ainsi il est possible, même si c'est minoritaire, de croire en Dieu, de pratiquer sa religion ET d'être évolutionniste ET d'être pour une séparation entre science et religion.**

### A64/CAT



N = 2 748

### A64/PRO



N = 1 268

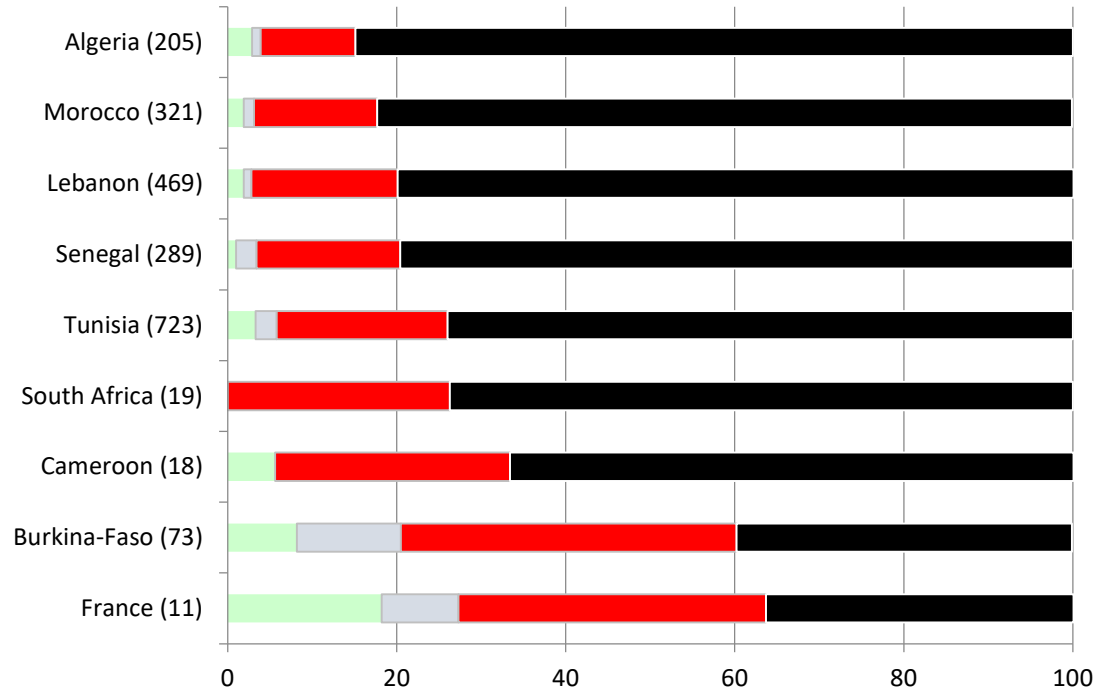
# A64 - Origin of life

1 267 Christian Orthodox Teachers

2 460 Muslim Teachers

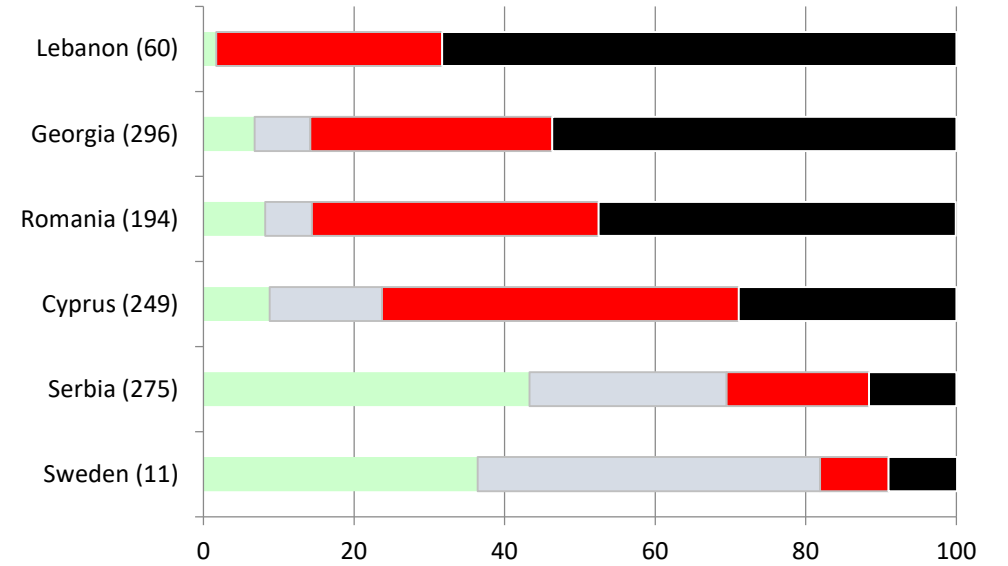
A64/MUS

■ Only Evolution 
 ■ Evolution without God 
 ■ Evolution governed by God 
 ■ Only God



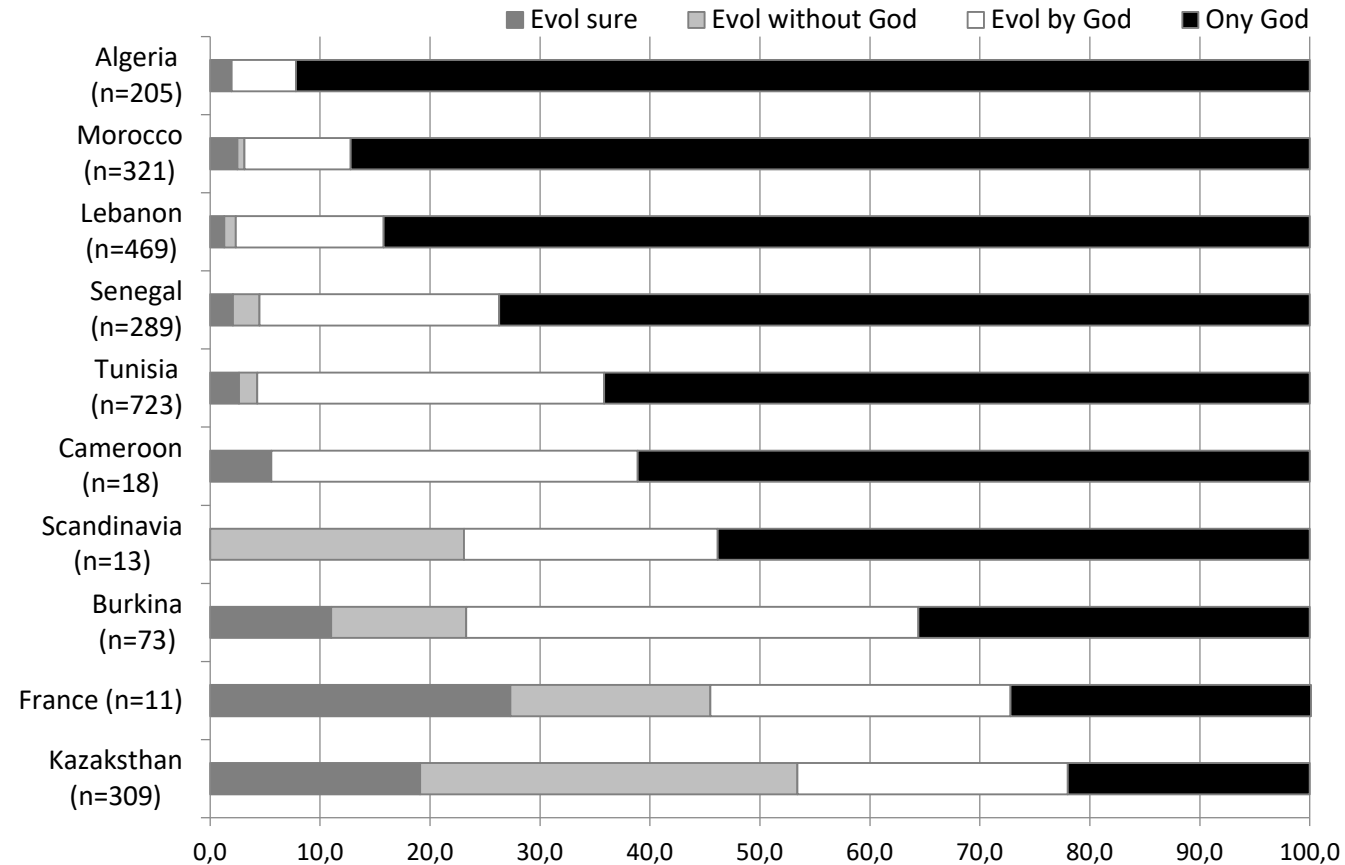
A64/ORT

■ Only Evolution 
 ■ Evolution without God 
 ■ Evolution governed by God 
 ■ Only God



## Au Kazakhstan, la majorité des enseignants musulmans sont évolutionnistes (Charles & Clément 2021 sous presse)

B28 - Muslim teachers - Origin of humankind



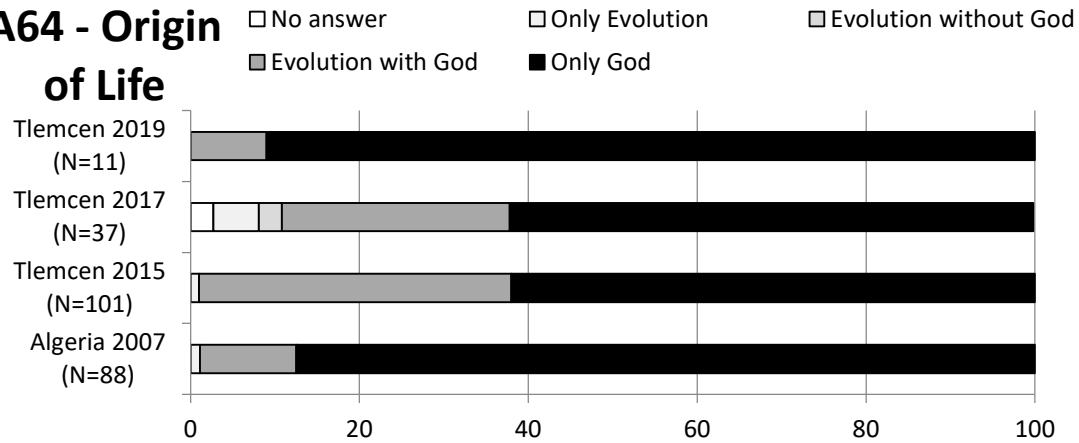
**B28. Avec laquelle des quatre propositions suivantes êtes vous le plus en accord ? Choisissez une seule proposition.**

- Il est certain que les origines de l'espèce humaine s'expliquent par des processus évolutifs.
- Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs, sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé l'espèce humaine.
- Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs qui sont sous le contrôle de Dieu.
- Il est certain que Dieu a créé l'espèce humaine.

# En Algérie, la grande majorité des futurs enseignants de biologie, musulmans, restent créationnistes

(Clément 2021 sous presse)

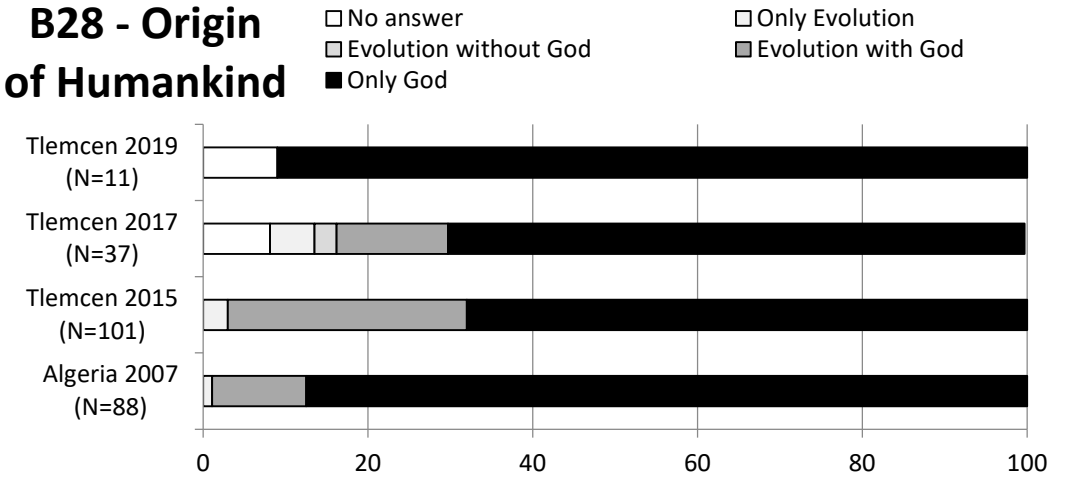
## A64 - Origin of Life



**A64. Avec laquelle de ces quatre propositions êtes-vous le plus en accord? (Cochez seulement une réponse)**

- Il est certain que l'origine de la vie est le résultat de phénomènes naturels.
- L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé la vie.
- L'origine de la vie peut être expliquée par des phénomènes naturels qui sont sous le contrôle de Dieu.
- Il est certain que Dieu a créé la vie.

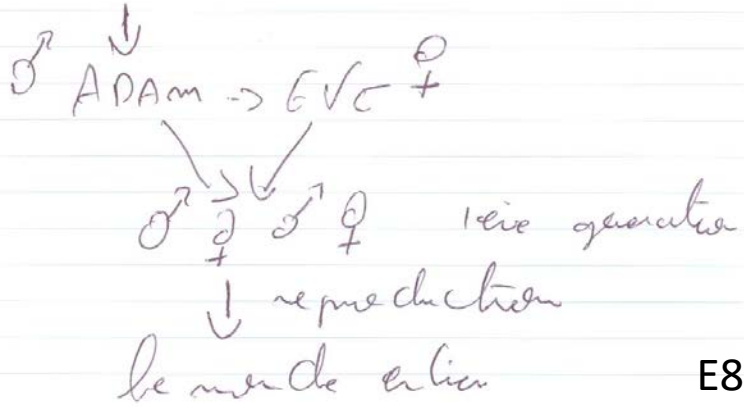
## B28 - Origin of Humankind



**B28. Avec laquelle des quatre propositions suivantes êtes-vous le plus en accord? Choisissez une seule proposition.**

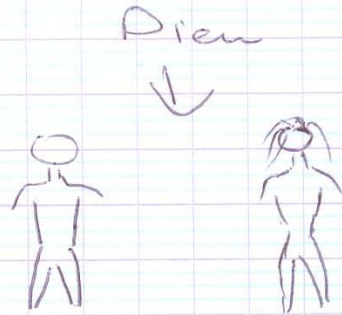
- Il est certain que les origines de l'espèce humaine s'expliquent par des processus évolutifs.
- Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs, sans avoir besoin de l'hypothèse que Dieu a créé l'espèce humaine.
- Les origines de l'espèce humaine peuvent être expliquées par des processus évolutifs qui sont sous le contrôle de Dieu.
- Il est certain que Dieu a créé l'espèce humaine.

Dieu a crée



E8

Dieu a crée Adam et Ève



E16

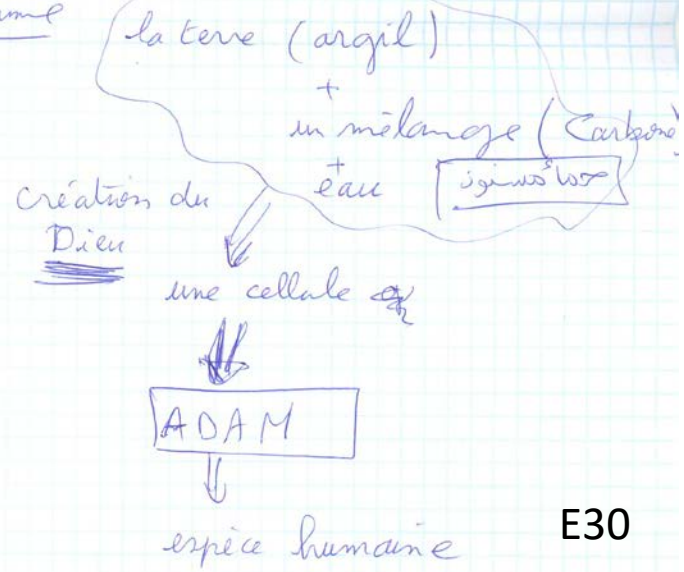
le dieu



E36

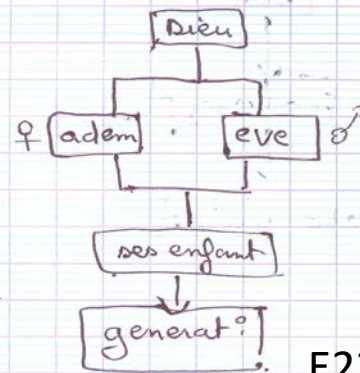


origine de l'homme



E30

l'origine de l'homme:



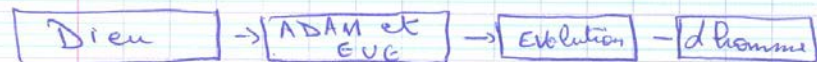
E23

**Origine de l'homme**

**80% des dessins mentionnent ADAM (et EVE ou HAWAE)**

**90% mentionnent DIEU**

d'origine de l'homme: E26



# Conceptions des enseignants sur l'origine de la vie et l'origine de l'homme

## Conclusions

### A – L'effet pays est plus important que l'effet religion :

- Les enseignants de même religion ont souvent des conceptions qui diffèrent d'un pays à un autre (**influence prédominante de chaque contexte national socio-culturo-économique**). Plus bas est le PIB par habitant, plus fréquentes sont les conceptions créationnistes (avec cependant quelques exceptions).
- Au sein du même pays, dans 25 des 30 pays, il n'y a pas de différence significative entre enseignants groupés selon leur religion

### B – Cependant :

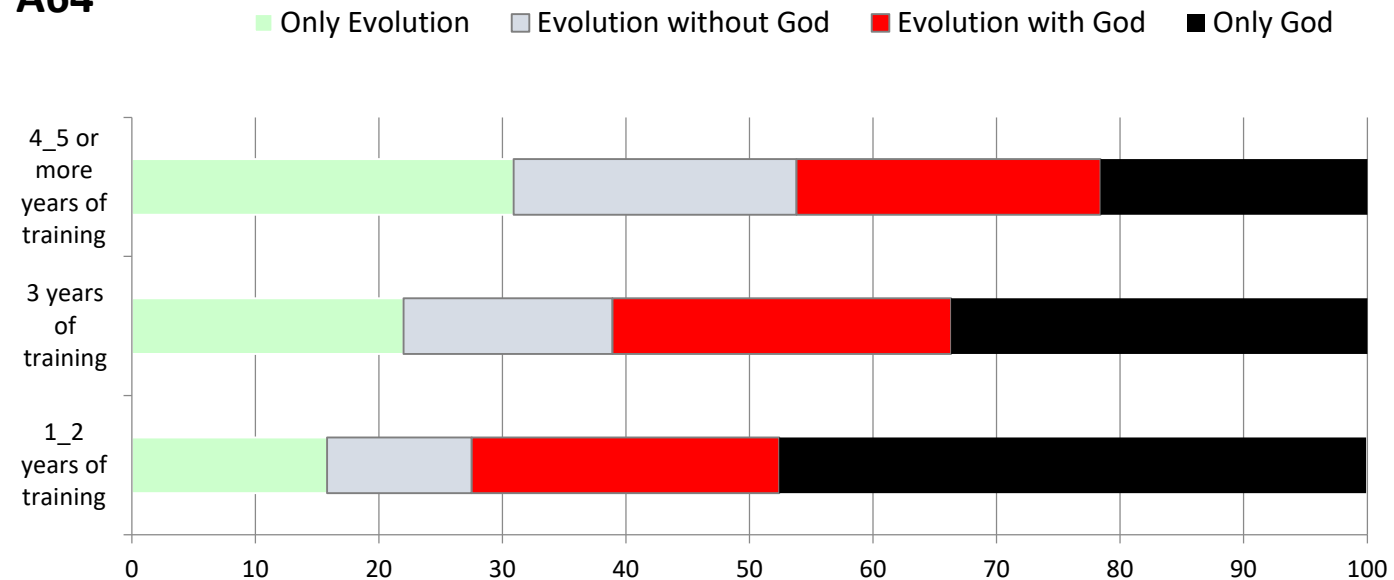
- Dans quelques pays (Brésil, Corée du Sud, Afrique du Sud, Burkina Faso = 4 pays sur les 30 de cet échantillon), il y a un effet significatif de la religion car les protestants (évangéliques) sont plus créationnistes que leurs collègues d'autres religions.
- Au Liban, les enseignants musulmans sunnites sont un peu plus créationnistes que leurs collègues chiites ou chrétiens (mais au Burkina Faso, ils le sont moins ...).

**C – Au sein de chaque pays, plus les enseignants ont des diplômes universitaires, moins ils sont créationnistes :**  
see next slide

## A64 – Origine de la vie (10 651 enseignants de 30 pays)

**Le pourcentage de conceptions évolutionnistes  
augmente significativement  
avec le nombre d'années de leur formation à l'Université**

**A64**





Corrélations mettant en évidence deux SYSTÈMES DE CONCEPTIONS: celui indiqué ci-dessous, et son opposé.

**A64, A62 = Créationnisme**

**A41 = Homophobie**

**A33 = Finalisme**

**A16, A18 =  
Anthropocentrisme**

**A35 = Racisme**

**A38, A36 = Sexisme**

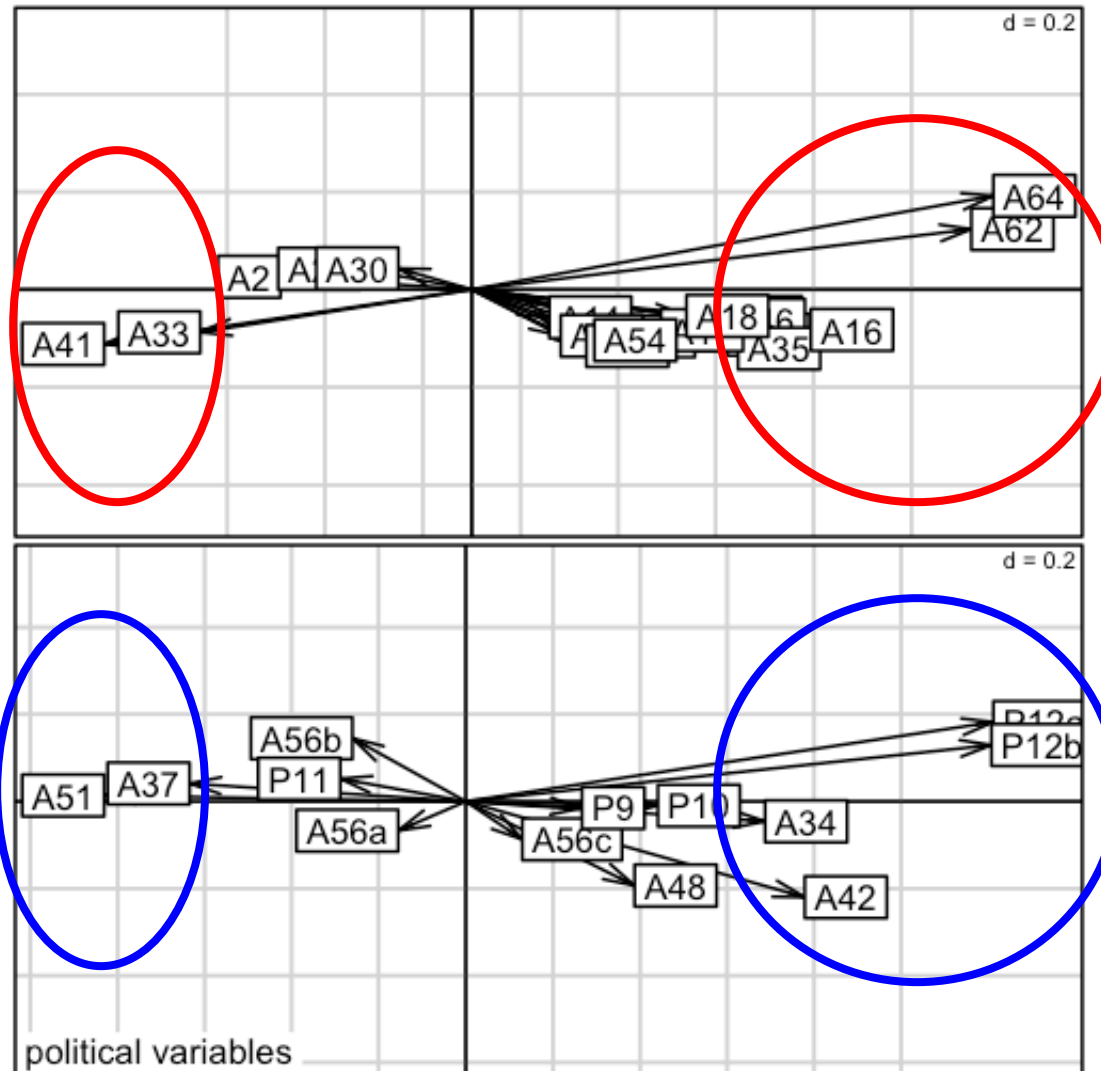
**P12a = Croyance en Dieu**

**P12b = Pratique religieuse**

**A51, A37 = Anti-laïcité**

**A42 = Pouvoir fort**

**A34 = Favoriser la création  
d'entreprise**

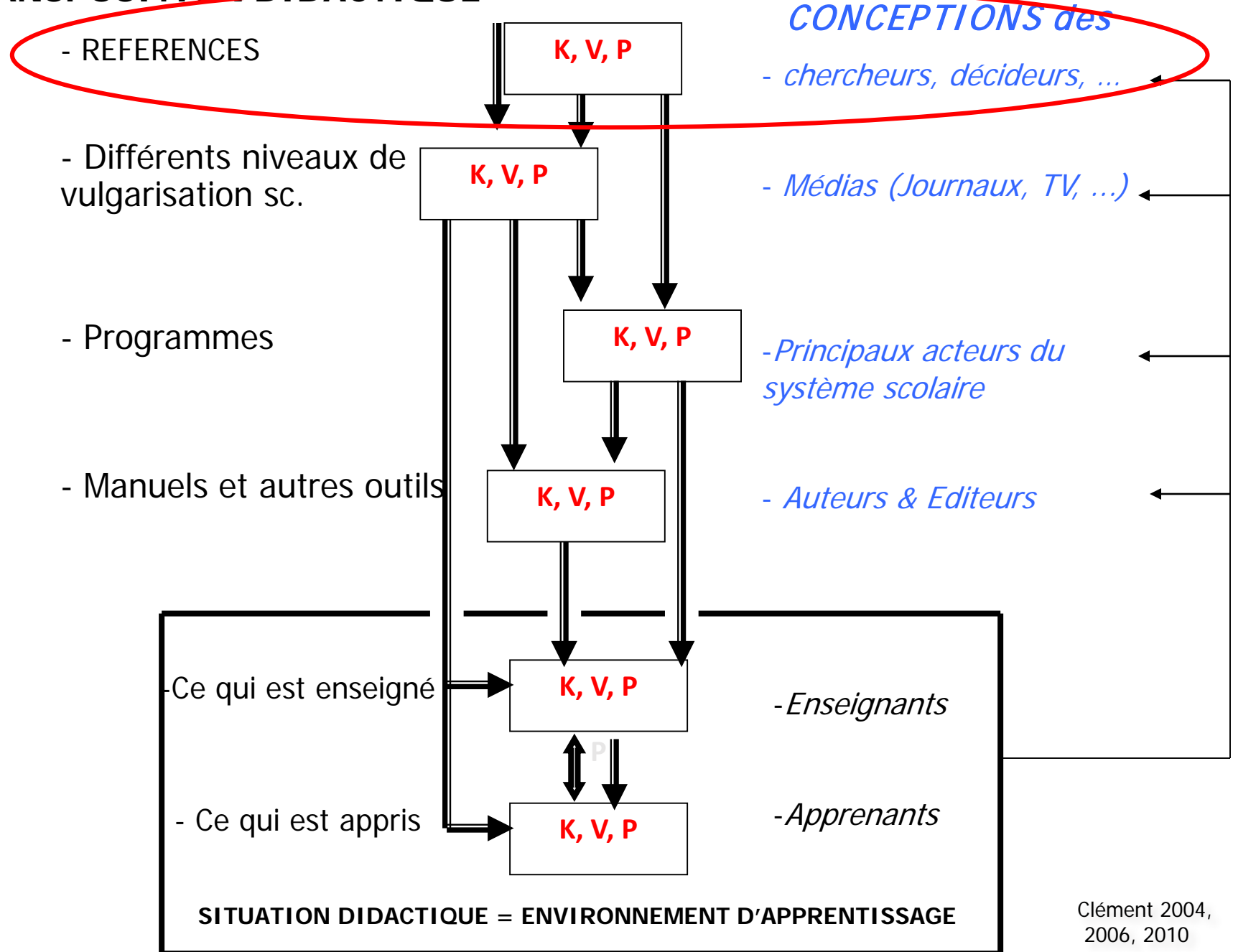


**Analyse de Co-Inertie** entre deux ensembles de variables : la corrélation entre les 2 ACP est très significative, et limitée à la composante 1 (l'axe horizontal)  
(10 651 enseignants de 30 pays)



## 5 – Conceptions de chercheurs, analyse critique d'un article de Nature

# TRANSPPOSITION DIDACTIQUE



Le sexe  
du cerveau ?  
Couverture  
du volume 373  
numéro 6515  
de la revue  
hebdomadaire  
Nature

Clément P., 2001 – Using complex images in the popularization of science : Scientific or ideological agenda ? in *"Multimedia learning : cognitive and instructional issues"*, Rouet J.F., Levonen J., Biardeau A., eds. London : Pergamon (Elsevier Science), p.87-98 (& p.182-183).

Clément P., 1997 - Cerveaux de femmes et d'hommes : l'idéologie était déjà dans la revue "Nature". *Actes JIES (Journées internationales sur l'éducation scientifique)*, Chamonix, A.Giordan, J.L.Martinand, D.Raichvarg ed., Univ.Paris-Sud), 19, p.267-272.



21. Page, J. G. & Born, T. M. *Folia Primat.* **41**, 240-266 (1983).
22. Geschwind, D. H. *Folia Primat.* **21**, 1-26 (1973).
23. Page, J. G. *J. Hum. Evol.* **13**, 61-65 (1985).
24. Rapin, I. *Dev. Neurol. Psychiat. Annu. Abstr.* **1**, 39-68, 71-100, 103-125 (1983).
25. Todd, A. *Rev. Neurol. Clin. Med.* **42**, 52 p. (1991).
26. Kay, R. F. & Sirois, E. L. *Int. J. Primat.* **4**, 21-38 (1983).
27. Torgny, L. G. *Primate Adaptation and Evolution* (Academic, San Diego, 1988).
28. Pineda, R. & DeGrueter, F. *J. Hum. Evol.* **13**, 23-60 (1985).
29. Swisher, C. C. *Am. J. Science* **287**, 254-258 (1982).
30. Senck, S. D. & Alexander, E. C. *Chem. Geol. Int. Geol. Sect.* **6**, 27-34 (1987).
31. Singer, R. H. & Ager, E. *Earth Planet. Sci. Lett.* **36**, 379-382 (1977).
32. Taylor, J. R. *An Introduction to Error Analysis* (Wiley, New York, 1982).
33. Rosenblyum, A. L., Sengco, T. & Sengco, N. *J. Hum. Evol.* **19**, 209-236 (1987).
34. Goodwin, F. *Living New World Monkeys* (Plenum, New York, 1977).
35. Simons, E. L. *J. Hum. Evol.* **16**, 205-213 (1988).
36. Fedele, R. in *Evolutionary Biology of the New World Monkeys and Gibbons* (D. J. M. & Chivers, A. B. 103-122 (Plenum, New York, 1985)).
37. De Gues, R. & Gaudin, J. A. *Proc. Zool. Soc.* **103**, 465-480 (1992).
38. Kay, R. F. & Williams, S. A. *Evol. Anthropol.* **3**, 30-38 (1994).
39. Ford, S. M. in *Comparative Primate Biology: I: Systematics, Evolution and Anatomy* (ed. Swisher, C. C.) 75-105 (Sage, New York, 1986).
40. Rosenblyum, A. L. in *Ecology and Behavior of Neotropical Primates* (eds Coimbra-Filho, A. F. & Mittermeier, R. A.) 9-27 (Acad. Brasileira Cienc., Rio de Janeiro, 1981).

ACKNOWLEDGEMENTS. We thank the Museu Nacional de História Natural (Santiago) for its long-term cooperation and support; S. McCann for preparing the fossil; G. Basso of the Children's Hospital of San Diego; and T. Demer for help with CT imaging; G. Buckley, A. Lethin, J. Bakken and W. Simpson for artwork; H. Bode, G. Gonzalez, A. Chaurac and J. Wang for assistance in the field; and S. Martin for critically reviewing the manuscript. Funding from the US NSF and DRI (WV, Chile) made this work possible.

## Sex differences in the functional organization of the brain for language

Bennett A. Shaywitz<sup>\*†</sup>, Sally E. Shaywitz<sup>\*</sup>, Kenneth R. Pugh<sup>\*‡</sup>, R. Todd Constable<sup>§</sup>, Pawel Skudlarski<sup>§</sup>, Robert K. Fulbright<sup>§</sup>, Richard A. Bronen<sup>§</sup>, Jack M. Fletcher<sup>||</sup>, Donald P. Shankweiler<sup>‡</sup>, Leonard Katz<sup>‡</sup> & John C. Gore<sup>§¶</sup>

Departments of \*Pediatrics and †Neurology, Yale University School of Medicine, PO Box 208064, New Haven, Connecticut 06510-8064, USA

‡Haskins Laboratories, 270 Crown Street, New Haven, Connecticut 06511, USA

§Department of Diagnostic Radiology, Yale University School of Medicine, PO Box 208042, New Haven, Connecticut 06520-8042, USA

||Department of Pediatrics, University of Texas Medical School, 6431 Fannin, Houston, Texas 77030, USA

¶Department of Applied Physics, Yale University, Bechtel Engineering and Applied Science Center, PO Box 208284, New Haven, Connecticut 06520-8284, USA

A MUCH debated question is whether sex differences exist in the functional organization of the brain for language<sup>1-4</sup>. A long-held hypothesis posits that language functions are more likely to be highly lateralized in males and to be represented in both cerebral hemispheres in females<sup>5,6</sup>, but attempts to demonstrate this have been inconclusive<sup>7-17</sup>. Here we use echo-planar functional magnetic resonance imaging<sup>18-21</sup> to study 38 right-handed subjects (19 males and 19 females) during orthographic (letter recognition), phonological (rhyme) and semantic (semantic category) tasks. During phonological tasks, brain activation in males is lateralized to the left inferior frontal gyrus regions; in females the pattern of activation is very different, engaging more diffuse neural systems that involve both the left and right inferior frontal gyrus. Our data provide clear evidence for a sex difference in the functional organization of the brain for language and indicate that these variations exist at the level of phonological processing.

We studied neurologically normal right-handed males (mean age 28.5 years) and females (mean age 24.0 years). Subjects performed four distinct same-different tasks on visually displayed stimuli: line judgement, letter case, rhyme and semantic category. The decision (same versus different) and response components (pressing a response bulb for same pairs) of these tasks are comparable, but there is a difference in the type of linguistic information engaged by each. In the line-judgement task, subjects viewed two sets of four lines with right or left orientations, one above the other, and determined whether the upper and lower displays had the same pattern of left/right alternation

(engaging visual information processing). In the letter-case judgement task, two sets of consonant strings were displayed, and subjects determined whether they contained the same pattern of case alternation (engaging both visual and orthographic processing). In the rhyme-judgement task, subjects determined whether two nonsense word strings rhymed (engaging visual, orthographic and phonological processing: subjects must map the letter strings onto phonological representations). Finally, in the semantic category task, subjects determined whether two words came from the same semantic category (engaging visual, orthographic, phonological and semantic information). By subtracting the line from the case task, activation in regions of interest associated with orthography can be isolated; by subtracting the case from the rhyme task, phonological regions of interest can be isolated; and by subtracting the nonsense word rhyme from the semantic category task, regions of interest associated with lexical semantic processing can be isolated.

Selection of candidate regions of interest was motivated by previous neuropsychological and neuroimaging investigations of language function. Behavioural research on word recognition isolates two types of coding relevant to lexical identification: orthographic (pertaining to letter encoding) and phonological (pertaining to phoneme encoding)<sup>22,23</sup>. Preliminary analysis identified one region uniquely associated with orthographic processing (extrastriate, ES). A second region, located within the superior aspect of the inferior frontal gyrus, roughly encompassing Brodmann's areas 44/45 (which we term IFG) and previously shown to be activated in speech tasks when phonetic decisions are required<sup>24,25</sup>, was found to be uniquely associated with phonological processing on rhyme judgements. The rhyme-judgement task was also associated with activation at sites in both the superior temporal gyrus and middle temporal gyrus, areas that fall within traditional language regions. But the semantic task activated both of these areas significantly more strongly than the rhyme task, suggesting that these regions subserved both phonological and lexical semantic processing. The IFG, by contrast, was uniquely associated with phonological processing, and here we focus on the contrast between IFG and ES regions in examining sex differences.

A  $2 \times 2 \times 3 \times 3$  analysis of variance (ANOVA) was performed with the following factors: region of interest (IFG versus ES), hemisphere (left versus right), task (case versus rhyme versus semantic), and sex (male versus female). For each subject, the number of pixels showing significant changes in magnetic resonance signal intensity was computed in the initial split *t*-test (Fig. 2) and these values were subsequently entered as the dependent measure in the ANOVA.

A significant sex-by-hemisphere interaction was observed:  $F(1, 36) = 14.74, P < 0.001$ . For males, the mean number of pixels activated were 11.7 and 5.0 for the left and right hemispheres, respectively; the corresponding values for females were 9.4 and 12. As shown in Fig. 1, activation during rhyming in males was lateralized to the left inferior frontal regions. In contrast, activation during this same task in females engaged this region

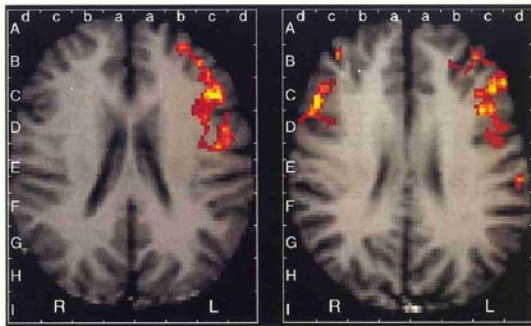
Titre

## Sex differences in the functional organization of the brain for language

Bennett A. Shaywitz<sup>\*†</sup>, Sally E. Shaywitz<sup>\*</sup>, Kenneth R. Pugh<sup>\*‡</sup>, R. Todd Constable<sup>§</sup>, Pawel Skudlarski<sup>§</sup>, Robert K. Fulbright<sup>§</sup>, Richard A. Bronen<sup>§</sup>, Jack M. Fletcher<sup>||</sup>, Donald P. Shankweiler<sup>‡</sup>, Leonard Katz<sup>‡</sup> & John C. Gore<sup>§¶</sup>

**FIG. 1** Composite images of the distribution of activations comparing rhyme-case tasks (phonological processing) for 19 males (left image) compared to 19 females (right image). Colour dots represent pixels for which the mean value of the split-*t* statistic from averaging the 19 subjects was higher than 0.4 (dark red dots are close to 0.4, yellow approaches 1.0). The images were cluster-filtered so that isolated activated pixels without at least four activated neighbours were dropped. Images were registered using a piece-wise warping algorithm. Six image subregions were identified as described in Fig. 2 legend and each was linearly scaled so that the anatomic reference points (the anterior and posterior commissures and midline) and brain edges aligned. Coordinates were then assigned to each region. Activations are shown for level 6–7 ( $z=20$ ) of the Talairach system<sup>29</sup>. The Talairach reference grid has been superimposed on each image. Capital letters A–I (y-axis) and lower-case a–d (x-axis) designate the Talairach proportional grid system. R and L are right and left sides of brain, respectively. Sections are oriented with anterior portions at top of figure. Males show unilateral activation, primarily in the left inferior frontal gyrus (centred on coordinates  $x=5.0, y=-1.8, z=20$ ), with minor activation of the left middle frontal gyrus. In females, phonological processing activates both the left (L) and right (R) inferior frontal gyri. There is smaller activation in right and right middle frontal gyri (centred on coordinates  $x=3.4, y=4.5, z=20$ ) and of the left, post-central gyrus (centred on coordinate  $x=6.0, y=-2.1, z=20$ ).

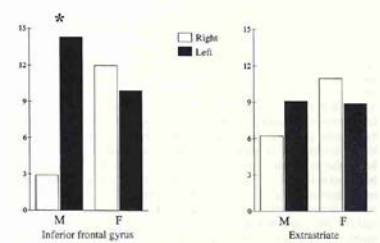
**METHODS.** Imaging was performed on a 1.5 Tesla GE 'Signa' MR imaging system equipped with echo-planar imaging (EPI) hardware from Advanced NMR (Wilmington, Connecticut). Conventional spin echo sagittal,  $T_2$ -weighted (TE (echo time), 11 ms; TR (repetition time), 500 ms; FOV (field of view), 24 cm; slice thickness, 5 mm; slice gap, 2.5 mm;  $256 \times 128 \times 1$  Nex (number of excitations) localizer scans were first obtained from which axial-oblique activation images were



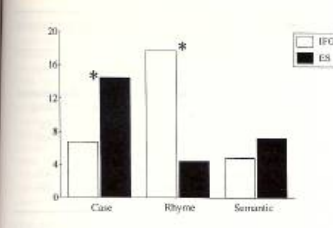
described. Three axial-oblique slices, 8 mm thick, were obtained parallel to a line connecting the anterior and posterior commissures. The inferior slice was centred at Talairach 9, the middle slice at Talairach 7–8, and the superior slice at Talairach 6–7. Conventional spin echo images (TE, 11 ms; TR, 500 ms; FOV,  $40 \times 40$  cm;  $256 \times 128 \times 2$  Nex) of these slice locations were collected before the start of each activation paradigm. These anatomic images, which are in exact registration with the activation images, were later used as the basis images on which to overlay activation maps. Subjects' heads were immobilized within the head coil by using a neck support, foam wedges and a restraining band drawn tightly around the forehead. The calculated *t*-maps showed no significant rim artefacts or apparent activation at strong edges, confirming that head movements were not significant.

**FIG. 2** Three-way interaction between region of interest, hemisphere and sex. Ordinate represents mean activations across tasks for inferior frontal gyrus and extrastriate regions, respectively. Overall  $F(1, 36)=7.77, P<0.01$ . For females (F), the means for left (black bars) and right (grey bars) extrastriate were 8.9 and 11.0, these means were not significantly different. For males (M), the corresponding means were 9.1 and 6.2 for left and right extrastriate, and 14.3 and 2.9 for left and right inferior frontal gyrus region. The difference for males in the inferior frontal gyrus region is significant,  $F(1, 18)=22.34, P<0.001$  (indicated by asterisks). To examine this three-way interaction further, the sex by hemisphere interaction was analysed for the two regions separately. The sex by hemisphere interaction was highly reliable in the inferior frontal gyrus region,  $F(1, 36)=20.90, P<0.001$  but nonsignificant in extrastriate regions ( $P>0.05$ ). We further examined the ratio of right hemisphere to left hemisphere activation in the IFG. Eleven of 19 females but no males had a right to left hemisphere ratio  $>0.70$ ; in fact for 9 of these 11 females the ratio was  $\geq 1.0$ . Thus, more than half of the female subjects produced strong bilateral activation in this region; by contrast, no males showed this pattern.

**METHODS.** Data analysis was performed using software written in MATLAB (Mathworks, Natick, MA). The activation images were collected using an EPI gradient echo sequence (flip angle,  $60^\circ$ ; TE, 45 ms; TR, 1,500 ms; FOV,  $40 \times 20$  cm;  $128 \times 128 \times 1$  Nex) in these three slice locations described. Twenty-four images per slice location were collected while the subject performed one of the four (rhyme, case, rhyme or semantic) activation tasks. Each task was run 4 times, with the order of successive tasks randomized, a total of 96 images per slice per task being collected. The first seven images from each series were dropped because they were obtained before a steady state of the echo-planar sequence was reached. The remaining seventeen images from each series were median-filtered. Before median filtering, the temporal mean intensity image was subtracted from each acquisition and added back after filtering. Subject head movements were analysed but not corrected. When movements larger than one pixel were found, those image data were discarded and only the unaffected data were analysed. There was no significant artefact from motion effects at the edges that could produce false activation in functional MRI. The activated pixels were detected for each pair of activation tasks using a split Student *t*-test. The split *t*-test divides the data into two parts and performs a separate *t*-test on each half dataset. If the *t*-value for a given pixel from both *t*-maps was above 2, the pixel was



considered to be activated. This analysis does not correct for any residual temporal correlation between successive images that can arise when the activation response varies during the task<sup>20</sup>, but these corrections to our *t*-values are negligible for the steady-state response achieved during our experiments. For normally distributed data,  $F>2$  corresponds to  $P<0.05$ . This threshold for activation provides a consistent criterion for identifying true activity from other sources of signal variation. On each anatomical image, the positions of the anterior commissure and posterior commissure and the direction of the midline were found manually. These reference points and the edges of the brain let us define the standard Talairach coordinate system for each subject. Each brain (anatomical image and activation map) was then rescaled to the standard Talairach form using cubic proportional fitting for each block defined by the anatomical landmarks. This procedure was remarkably successful: the major sulci and gyri can be clearly recognized on the composite image obtained by adding 38 Talairach-scaled anatomical images. Finally, each anatomical region of interest was identified in the Talairach coordinate system and approximated by a set of squares (Fig. 1). The number of activated pixels in each region was then used as a measure of the level of activation for any pair of tasks.



**FIG. 3** Task-by-region of interest. Ordinate represents mean activations for case, rhyme and semantic subtractions in the inferior frontal gyrus (IFG; grey bars) and extrastriate (ES; black bars) regions, respectively. A significant interaction between task and region was observed,  $F(2, 72)=9.94, P<0.001$ . The means for the case, rhyme and semantic subtractions in the IFG region were 6.8, 17.8 and 4.9; corresponding means in the extrastriate region were 14.5, 4.5 and 7.3, respectively. Separate contrasts revealed that in the IFG region rhyme significantly differed from both case,  $F(1, 36)=10.0, P<0.001$ , and semantic,  $F(1, 36)=13.88, P<0.001$ , whereas case and semantic did not differ ( $F<1.0$ ). In the extrastriate region, case significantly differed from both rhyme,  $F(1, 36)=8.37, P<0.001$ , and semantic,  $F(1, 36)=4.27, P<0.05$ . The rhyme and semantic conditions did not differ ( $F<1.0$ ). To test the hypothesis further that extrastriate areas subserve orthographic processing while the IFG region subserves phonological processing, we contrasted activation produced in a rhyme-case versus a rhyme-line subtraction. By the logic of the design, the former subtraction differs only in phonology whereas the latter subtraction differs in both orthography and phonology. A significant difference between these two subtraction conditions should therefore be observed in the extrastriate as only the rhyme-line should isolate orthography and there should be no difference in the IFG region as both conditions should isolate phonology. As expected, the effect was significant in the extrastriate area,  $F(1, 36)=17.88, P<0.001$ . The means were 4.5 and 19.0 for the rhyme-case and rhyme-line conditions, respectively. In the IFG region, the contrast was not significant ( $P>0.10$ ) with means of 17.6 and 23.1 for the rhyme-case and rhyme-line conditions, respectively. Asterisks indicate tasks that significantly differ between regions ( $P<0.001$ ).

bilaterally. Error rates on each task were extremely low (on average one error per 20 trials) and did not vary systematically with task or by sex, suggesting that the tasks did not differ significantly in their difficulty. The three-way interaction between region of interest, hemisphere and sex was significant ( $F(1, 36)=7.77, P<0.01$ ) and is shown in Fig. 2. Activation in the IFG region was left-lateralized for males but bilateral for females, whereas extrastriate activation was bilateral for both males and females. In addition, these analyses confirmed that the case-line subtraction (which isolates orthographic processing) more strongly activates extrastriate sites whereas the rhyme-case subtraction (which isolates phonological processing) more strongly activates the IFG region (Fig. 3).

The regions of interest examined encompass those areas traditionally considered to be critical for language<sup>29,30</sup>. We recognize, however, that our study does not provide information about every possible brain region and that there may be other sites relevant to phonological processing which may not show gender differences. Although we do not want to claim that phonological processing makes no demand on right hemisphere sites in males, we wish to emphasize that in a site uniquely serving phonological processing, the IFG, females devote greater right hemispheric resources to the task.

Our results indicate that it is now possible to isolate specific components of language and, at the same time, to relate these language processes to distinct patterns of functional organization in brain in neurologically normal individuals. Using this

strategy, we have demonstrated remarkable differences in the functional organization of a specific component of language, phonological processing, between normal males and females. Future studies designed to examine either gender differences in language function or the neural mechanisms related to language, for example, should be specific for the component of language assessed and determined in both males and females. □

Received 14 October; accepted 20 December 1994.

- Haidem, D. Sex Differences in Cognitive Abilities 2–308 (Harvard, New Jersey, 1992).
- Prellgen, J. Hemispheric Asymmetry: What a Right and What a Left 1–206 (Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1992).
- Lacorte, J. Left-Brain-Right-Brain Differences: Inquiries, Evidence, and New Approaches 1–284 (Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1992).
- McDermott, J. *Brain Sci.* **2**, 275–283 (1980).
- Lary, J. in *The Biology of Behavior* (ed. Koger, J.) (Oregon State University, Corvallis, 1972).
- Hammann, E. & Kessler, D. in *Behavioral Neurobiology* (eds Becker, J., Beentzen, S. & Green, D.) 257–268 (Wiley, Chichester, Massachusetts, 1992).
- Ingli, J. & Lawson, J. *Science* **212**, 693–695 (1981).
- McGrew, J. *Brain* **100**, 775–793 (1977).
- Brochman, J. & Saito, E. *Brain and Language* **6**, 166–187 (1978).
- Harizan, R., Ramchand, R. & Rapoport, S. Sex, Language and the Brain: A Evidence from Dutch Listening for Adult Sex Differences in Verbal Localization (University of Western Ontario, Canada, 1983).
- Vogel, D. & Byrd, M. *Brain and Cognition* **13**, 18–29 (1991).
- Andersen, J., Vabnick, K., Jans, D. & Weinberger, D. *Cerebral Cortex* **4**, 107–118 (1994).
- Winters, S. & Koger, J. *J. Comp. Neurol.* **322**, 325–343 (1992).
- Byrd, M. in *Handbook of Dialect Listening* (ed. Hargrave, K.) 1–43 (Wiley, Chichester, UK, 1986).
- Heiss, M. in *Homosocial, Brain and Behavior in Vertebrates: I. Sexual Differentiation, Neuroanatomical Aspects, Neurotransmitters and Neuroreceptors* (ed. Beilharz, J.) 51–63 (Karger, Basel, 1993).
- Epton, R. *The Decline and Fall of Hemispheric Specialization 1–117* (Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1992).
- Tang, F. *Neuropsychologia* **19**, 238–240 (1981).
- Rivner, K. K. et al. *Proc. natn. Acad. Sci. USA* **89**, 5675–5678 (1992).
- Ogawa, S. et al. *Proc. natn. Acad. Sci. USA* **89**, 5951–5955 (1992).
- McCarthy, G., Barbur, A. M., Robinson, D. L., Strubler, R. & Steinmetz, H. G. *Proc. natn. Acad. Sci. USA* **86**, 4952–4958 (1989).
- Struyck, B. G. et al. *Hum. Brain Mapp.* **2**, 25–33 (1993).
- Lafont, G. & Tenny, W. J. *Exp. Psych.* **17**, 351–368 (1953).
- Hugh, K., Rorer, K. & Kato, L. J. *Exp. Psych.* **80**, 897–905 (1964).
- Demmon, J. P. et al. *Brain* **115**, 1793–1798 (1992).
- Demmon, J. P., Proff, C., Wigg, B. & Frodowicz, R. S. *J. Brain* **117**, 671–682 (1994).
- Petersen, S. E. & Fox, P. A. *Hum. Neurosci.* **1**, 509–530 (1993).
- Demmon, J. P., Wigg, B. & Frodowicz, R. S. *Hum. Brain Mapp.* **1**, 29–47 (1993).
- Frodowicz, R. S. *J. Neurosci.* **17**, 109–115 (1994).
- Talairach, J. & Tournoux, P. *Coplanar Stereotaxic Atlas of the Human Brain, Three-Dimensional Proportional System: An Approach to Cerebral Imaging* (Thieme, New York, 1988).
- Proff, C., Fox, P. A. & Frodowicz, R. S. *Hum. Brain Mapp.* **1**, 69–79 (1994).

ACKNOWLEDGEMENTS. This work was supported by grants from the National Institute of Child Health and Human Development. We thank A. Andersen for discussion on the data analyses.

## Integration of motion and stereopsis in middle temporal cortical area of macaques

David C. Bradley, Ning Qian\* & Richard A. Andersen

Division of Biology (216-76), California Institute of Technology, Pasadena, California 91125, USA

The primate visual system incorporates a highly specialized subsystem for the analysis of motion in the visual field<sup>1,2</sup>. A key element of this subsystem is the middle temporal (MT) cortical area, which contains a majority of direction-selective neurons<sup>3,4</sup>. MT neurons are also selective for binocular disparity (depth), which is perplexing given that they are not sensitive to motion through depth<sup>5</sup>. What is the role of disparity in MT? Our data suggest an important link between disparity and transparent motion detection. Motion signals in different directions tend to inhibit each other within a given MT receptive field<sup>6</sup>. This inhibi-

\* Present address: Center for Neurobiology and Behavior, Columbia University, New York, NY 10032, USA.

## Shaywitz et al 1995 : Résumé de cette recherche

19 hommes et 19 femmes doivent accomplir individuellement 4 tâches :

**(1) Visuelle** : juger si des lignes ont ou non la même orientation

**(2) Orthographique** : Lecture de lettres : juger si des successions de consonnes sont identiques ou non

**(3) Phonologique** : juger si des mots qui n'ont pas de sens riment ou non entre eux

**(4) Sémantique** : juger si deux mots appartiennent ou non à la même catégorie sémantique

- Chaque participant répète chaque tâche 4 fois. Une moyenne est effectuée.
- Pour chaque personne sont effectuées les **soustractions pour avoir les résultats liés à chaque tâche : Orthographique (2) – (1). Phonologique (3) – (2). Sémantique (4) – (3).**
- Comparaison des images obtenues pour les 19 hommes et pour les 19 femmes (utilisation du système de Talairach pour comparer les mêmes zones).
- Les zones actives pour chaque tâche sont superposées à une tomographie anatomique classique du cerveau.

Ces résultats sont comparés par des ANOVA impliquant les variables suivantes : les 4 tâches, les hémisphère droit et gauche, les régions cérébrales concernées, le sexe. **Pas de différence hommes / femmes pour les tâches orthographique et sémantique. Différence tout juste significative pour la tâche phonologique.**

21. Page, J. G. & Born, T. M. *Folia Primat.* **41**, 240-266 (1983).
22. Geschwind, D. H. *Folia Primat.* **21**, 1-26 (1973).
23. Page, J. G. *J. Hum. Evol.* **13**, 61-65 (1985).
24. Rapin, I. *Dev. Neurol. Psychiat. Annu. Abstr.* **1**, 39-68, 71-100, 103-125 (1981).
25. Tubb, A. *Hum. Neurol. Clin.* **12**, 52 p. (1991).
26. Kay, R. F. & Sirois, E. L. *Int. J. Primat.* **3**, 21-38 (1982).
27. Torgny, L. G. *Primate Adaptation and Evolution* (Academic, San Diego, 1988).
28. Pineda, R. & De la Cruz, J. *J. Hum. Evol.* **13**, 23-60 (1985).
29. Swisher, C. C. *Am. J. Science* **287**, 254-258 (1982).
30. Senck, S. D. & Alexander, E. C. *Chem. Geol. Int. Geol. Sect.* **6**, 27-34 (1987).
31. Singer, R. H. & Alger, E. *Earth Planet. Sci. Lett.* **36**, 379-382 (1977).
32. Torgny, L. G. *An Introduction to Error Analysis* (Harvard Univ. Press, 1982).
33. Rothermel, A. L., Sengco, T. & Sengco, N. *J. Hum. Evol.* **19**, 209-236 (1987).
34. Goodwin, F. *Living New World Monkeys* (Plenum, New York, 1977).
35. Simons, E. L. *J. Hum. Evol.* **16**, 205-213 (1988).
36. Fedele, R. in *Evolutionary Biology of the New World Monkeys and Gibbons* (D. J. M. & Chivers, A. B. 103-122 (Plenum, New York, 1985)).
37. De Gues, R. & Gauthier, J. A. *Proc. Entom. Soc.* **22**, 465-480 (1902).
38. Kay, R. F. & Williams, S. A. *Evol. Anthr.* **3**, 30-38 (1994).
39. Ford, S. M. in *Comparative Primate Biology: I: Systematics, Evolution and Anatomy* (ed. Swisher, C. C.) 75-105 (Sage, New York, 1986).
40. Rosenberger, A. L. in *Ecology and Behavior of Neotropical Primates* (eds Coimbra-B. P., A. F. & Mittermeier, R. A.) 9-27 (Acad. Brasileira Cienc., Rio de Janeiro, 1991).

ACKNOWLEDGEMENTS. We thank the Museu Nacional de História Natural (Santiago) for its long-term cooperation and support; S. McCann for preparing the fossil; G. Basso of the Children's Hospital of San Diego; and T. Demer for help with CT imaging; G. Buckley, A. Lethin, J. Baskindas and W. Simpson for artwork; H. Bode, G. Gonzalez, A. Chaurac and J. Wang for assistance in the field; and S. Martin for critically reviewing the manuscript. Funding from the US NSF and DRI (J.W.) made this work possible.

## Sex differences in the functional organization of the brain for language

Bennett A. Shaywitz<sup>\*†</sup>, Sally E. Shaywitz<sup>\*</sup>, Kenneth R. Pugh<sup>\*‡</sup>, R. Todd Constable<sup>§</sup>, Pawel Skudlarski<sup>§</sup>, Robert K. Fulbright<sup>§</sup>, Richard A. Bronen<sup>§</sup>, Jack M. Fletcher<sup>||</sup>, Donald P. Shankweiler<sup>‡</sup>, Leonard Katz<sup>‡</sup> & John C. Gore<sup>§¶</sup>

Departments of \*Pediatrics and †Neurology, Yale University School of Medicine, PO Box 208064, New Haven, Connecticut 06510-8064, USA

‡Haskins Laboratories, 270 Crown Street, New Haven, Connecticut 06511, USA

§Department of Diagnostic Radiology, Yale University School of Medicine, PO Box 208042, New Haven, Connecticut 06520-8042, USA

||Department of Pediatrics, University of Texas Medical School, 6431 Fannin, Houston, Texas 77030, USA

¶Department of Applied Physics, Yale University, Bechtel Engineering and Applied Science Center, PO Box 208284, New Haven, Connecticut 06520-8284, USA

A MUCH debated question is whether sex differences exist in the functional organization of the brain for language<sup>1-4</sup>. A long-held hypothesis posits that language functions are more likely to be highly lateralized in males and to be represented in both cerebral hemispheres in females<sup>5,6</sup>, but attempts to demonstrate this have been inconclusive<sup>7-17</sup>. Here we use echo-planar functional magnetic resonance imaging<sup>18-21</sup> to study 38 right-handed subjects (19 males and 19 females) during orthographic (letter recognition), phonological (rhyme) and semantic (semantic category) tasks. During phonological tasks, brain activation in males is lateralized to the left inferior frontal gyrus regions; in females the pattern of activation is very different, engaging more diffuse neural systems that involve both the left and right inferior frontal gyrus. Our data provide clear evidence for a sex difference in the functional organization of the brain for language and indicate that these variations exist at the level of phonological processing.

We studied neurologically normal right-handed males (mean age 28.5 years) and females (mean age 24.0 years). Subjects performed four distinct same-different tasks on visually displayed stimuli: line judgement, letter case, rhyme and semantic category. The decision (same versus different) and response components (pressing a response bulb for same pairs) of these tasks are comparable, but there is a difference in the type of linguistic information engaged by each. In the line-judgement task, subjects viewed two sets of four lines with right or left orientations, one above the other, and determined whether the upper and lower displays had the same pattern of left/right alternation

(engaging visual information processing). In the letter-case judgement task, two sets of consonant strings were displayed, and subjects determined whether they contained the same pattern of case alternation (engaging both visual and orthographic processing). In the rhyme-judgement task, subjects determined whether two nonsense word strings rhymed (engaging visual, orthographic and phonological processing: subjects must map the letter strings onto phonological representations). Finally, in the semantic category task, subjects determined whether two words came from the same semantic category (engaging visual, orthographic, phonological and semantic information). By subtracting the line from the case task, activation in regions of interest associated with orthography can be isolated; by subtracting the case from the rhyme task, phonological regions of interest can be isolated; and by subtracting the nonsense word rhyme from the semantic category task, regions of interest associated with lexical semantic processing can be isolated.

Selection of candidate regions of interest was motivated by previous neuropsychological and neuroimaging investigations of language function. Behavioural research on word recognition isolates two types of coding relevant to lexical identification: orthographic (pertaining to letter encoding) and phonological (pertaining to phoneme encoding)<sup>22,23</sup>. Preliminary analysis identified one region uniquely associated with orthographic processing (extrastriate, ES). A second region, located within the superior aspect of the inferior frontal gyrus, roughly encompassing Brodmann's areas 44/45 (which we term IFG) and previously shown to be activated in speech tasks when phonetic decisions are required<sup>24,25</sup>, was found to be uniquely associated with phonological processing on rhyme judgements. The rhyme-judgement task was also associated with activation at sites in both the superior temporal gyrus and middle temporal gyrus, areas that fall within traditional language regions. But the semantic task activated both of these areas significantly more strongly than the rhyme task, suggesting that these regions subserved both phonological and lexical semantic processing. The IFG, by contrast, was uniquely associated with phonological processing, and here we focus on the contrast between IFG and ES regions in examining sex differences.

A  $2 \times 2 \times 3 \times 3$  analysis of variance (ANOVA) was performed with the following factors: region of interest (IFG versus ES), hemisphere (left versus right), task (case versus rhyme versus semantic), and sex (male versus female). For each subject, the number of pixels showing significant changes in magnetic resonance signal intensity was computed in the initial split *t*-test (Fig. 2) and these values were subsequently entered as the dependent measure in the ANOVA.

A significant sex-by-hemisphere interaction was observed:  $F(1, 36) = 14.74, P < 0.001$ . For males, the mean number of pixels activated were 11.7 and 5.0 for the left and right hemispheres, respectively; the corresponding values for females were 9.4 and 12. As shown in Fig. 1, activation during rhyming in males was lateralized to the left inferior frontal regions. In contrast, activation during this same task in females engaged this region

Titre

## Sex differences in the functional organization of the brain for language

Bennett A. Shaywitz<sup>\*†</sup>, Sally E. Shaywitz<sup>\*</sup>, Kenneth R. Pugh<sup>\*‡</sup>, R. Todd Constable<sup>§</sup>, Pawel Skudlarski<sup>§</sup>, Robert K. Fulbright<sup>§</sup>, Richard A. Bronen<sup>§</sup>, Jack M. Fletcher<sup>||</sup>, Donald P. Shankweiler<sup>‡</sup>, Leonard Katz<sup>‡</sup> & John C. Gore<sup>§¶</sup>



16 Feb 1995 Vol. 373 Issue no. 6515

## ON THE COVER

Gender and language  
Pages 607Prospects for safer X-ray imaging  
Page 596Protein motifs and signalling  
Page 573Impact chemistry on Jupiter  
Page 592

## THIS WEEK...

## A softer touch with X rays

Phase-contrast techniques greatly increased the flexibility of light microscopy, for example by allowing the observation of thin biological systems in vivo and without staining. An analogous technique for high-energy ('hard') X-rays, based on the measurement of phase variations using diffraction from silicon crystals, could now bring phase-contrast imaging to the realms of industrial and medical radiography. Hard X-rays penetrate carbon-based material such as soft tissue with little absorption, hence giving poor contrast. By using phase-contrast to enhance the contrast for weakly absorbing materials it should be possible to obtain clinically useful images at lower — and safer — doses. The example above shows conventional and phase-contrast X-ray views of a mosquito. Page 595.



## Proteins behind signalling networks

Cell-cell interactions are central to the function of multicellular organisms and breakdowns in the communication networks between cells are implicated in cancer, diabetes and many other conditions. But these signals must be relayed from the surface of the cells affected to their intracellular targets. A recent convergence of genetic, biochemical and structural data has focused attention on the conserved protein domains that regulate intracellular signal transduction through their ability to mediate protein-protein interactions. In this week's Review Article, Tony Pawson summarizes current knowledge on signalling networks concentrating on the role of these modular signalling domains. Page 573.

## Shoemaker-Levy 9's impact

Last July's collision of the fragments of comet Shoemaker-Levy 9 with Jupiter dramatically modified the composition and thermal properties of the jovian atmosphere at the impact sites. Shock-induced chemical reactions associated with the impacts of the largest cometary fragments generated large amounts of carbon monoxide, and two compounds not previously detected on Jupiter, carbonyl sulphide and carbon monosulphide. Cooling of the stratosphere for weeks after the impacts may reflect the presence of minor compounds that radiate efficiently at infrared and submillimetre wavelengths. Page 592.



Macmillan Magazines Ltd

◀ These composite magnetic resonance images show the distribution of active areas in the brains of males (left) and females during a 'rhyming task'. In males activation is lateralized to the left anterior frontal regions but in females the same region is active bilaterally. A long-suspected sex difference in the functional organization of the brain for language is confirmed and shown to occur at the level of phonological processing — see pages 607 and 561.

## OPINION

ESA has a good reputation and good prospects, but a new approach to contractual dealings is overdue 545

President Clinton has a duty to back his nominee for Surgeon-General 545

The French HIV-and-blood scandal can only be laid to rest by a fully independent inquiry 546

## NEWS

Savannah River decision hits European research reactors □ Norwegian pioneer 547

ESA thinks small □ Russian space cutbacks 548

Streamlining urged for NASA □ Italy retains promotion rules □ Merck launches Gene Index 549

UK Parliamentarians cool on gene patents □ Garretta refused parole 550

Japanese agency reform □ ESO fights to defend Very Large Telescope 551

CNRS plays down frozen embryo research □ New head for French maritime agency 552

White House under fire □ University costs 553

## CORRESPONDENCE

Earthquake prediction □ Trieste □ Lyseenko 554

## NEWS AND VIEWS

Polite row about models in biology 555  
John MaddoxRedox enzymes: Splitting molecular hydrogen 556  
Richard CammackBattery technology: Challenge of portable power 557  
Bruno ScrosatiEvolution: The molecular explosion 558  
Henry GeeMagmatism: Underplating over hotspots 559  
W Steven HolbrookCell cycle: Tense spindles can relax 560  
Andrew W MurrayNeurobiology: La différence vive 561  
Michael RuggArchaeology: Flight into pre-history 562  
Paul G BahnNeuronal networks: Vibrations in the memory 563  
Rodney J Douglas & Kevan A C MartinVisual neuroscience: Reflections on transparent motion 563  
Charles Jennings

Daedalus: Carbonated metal 564 ▶

## Sommaire



Macmillan Magazines Ltd

◀ These composite magnetic resonance images show the distribution of active areas in the brains of males (left) and females during a 'rhyming task'. In males activation is lateralized to the left anterior frontal regions but in females the same region is active bilaterally. A long-suspected sex difference in the functional organization of the brain for language is confirmed and shown to occur at the level of phonological processing — see pages 607 and 561.

AU CŒUR DE LA SCIENCE

novembre 1995 n°1

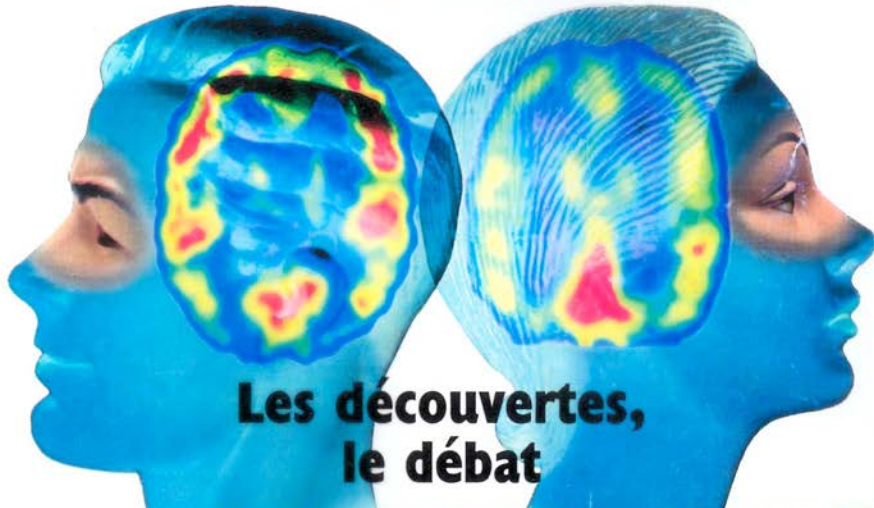
# eurêka

**nouveau**  
N°1 : 25 F  
prix spécial  
lancement

▼ dossier

## Homme-Femme : nos différences cachées

Neurobiologie, génétique, sociologie...



**Les découvertes,  
le débat**



BAYARD PRESSE

M 1961 - 1 - 19,00 F



▼ savoir

**BIG BANG :  
LES CLÉS DE L'UNIVERS**

▼ chercher

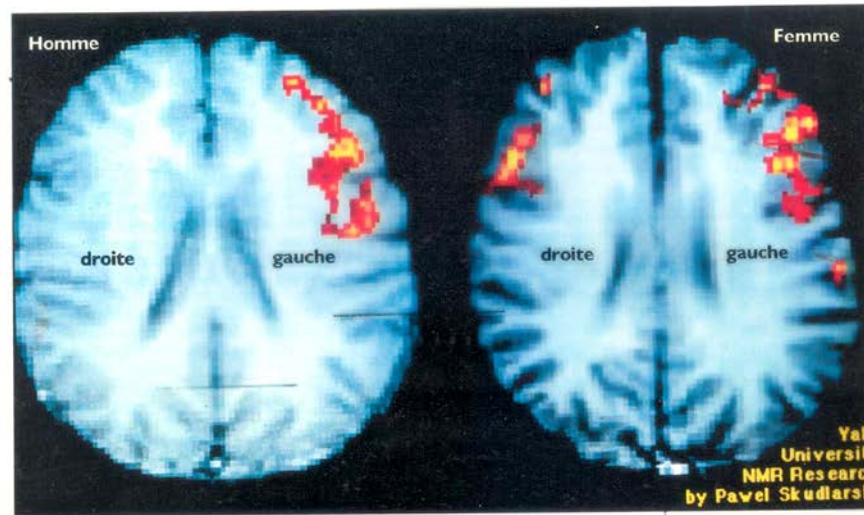
**C. ANDRÉ-DESHAYS,  
COSMONAUTE**

▼ multimedia

**CD-ROM, RÉSEAUX...  
TOUTE L'ACTUALITÉ**



Homme-Femme nos différences cachées



Après les **découvertes** de l'Université de Yale :

## enquête dans

## nos cerveaux

Une équipe de  
**neurobiologistes**

américains vient  
de le confirmer : hommes  
et femmes n'utilisent pas  
leurs **hémisphères**  
**cérébraux** de la même  
manière pour une même  
tâche... Cerveaux  
féminins et masculins  
révèlent peu à peu leurs  
**différences cachées.**

Soumis à un test phonétique,  
les hommes ont utilisé un seul  
hémisphère de leur cerveau (à  
gauche), tandis que les femmes  
se sont servi de leurs deux  
hémisphères (à droite).

**A**u centre de la pièce trône l'énorme dispositif de l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Ce cube blanc, troué d'un boyau étroit où s'enfonce le chariot qui porte le patient, n'est autre qu'un gigantesque aimant. La salle qui l'abrite est soumise à un champ magnétique 60 000 fois plus important que celui de la Terre. Depuis un peu moins de dix ans, cet appareil sophistiqué, capable de fournir des clichés de coupes du cerveau, a fait son entrée dans les hôpitaux français où il sert à diagnostiquer des problèmes cérébraux. Récemment perfectionné, il est maintenant capable, en s'appuyant sur les propriétés magnétiques du sang qui circule dans notre cerveau, de livrer des suites de clichés pris à intervalles rapprochés au lieu des images uniques du passé : ce sont de véritables petits films qui fournissent ce nouvel appareil, appelé IRM fonctionnel.

À l'Université de Yale, aux États-Unis, Bennet et Sally Shaywitz ont utilisé l'IRM fonctionnel pour observer les différences de fonctionnement entre les cerveaux de 19 hommes et de 19 femmes. S'intéressant à l'une des fonctions les plus élaborées du cerveau, le langage, ils leur ont proposé d'effectuer un test phonétique : les patients, installés dans l'appareil, devaient, dans une liste de mots, trouver ceux qui rimaient. Les résultats, publiés dans le n° 373 de la revue scientifique *Nature*, montrent de façon spectaculaire que, pour traiter une information phonétique, les femmes utilisent leurs deux hémisphères cérébraux. Et que les hommes, eux, n'emploient que leur hémisphère gauche. On pensait que, chez chacun de nous, certaines parties du cerveau gauche étaient justement réservées au traitement verbal et au raisonnement. La partie droite, elle, étant davantage dévolue à la perception de l'espace et des émotions. Alors pourquoi onze de ces femmes utilisent-elles leurs deux hémisphères cérébraux ? Chez elles, une partie de l'hémisphère droit serait donc également réservée au traitement du langage.

eurêka novembre 1995 n°1

43

Numéro 1 de la revue Eurêka, Novembre 1995 : rien sur les méthodes, ni sur les limites

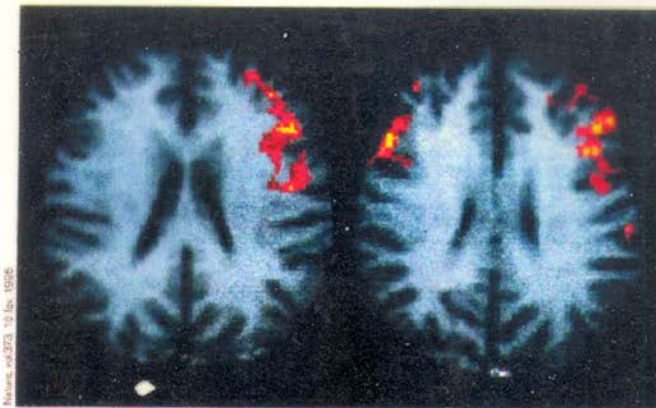
**Science & Vie**, n° 931,  
avril 1995 (page 15)

Rien sur les techniques, ni  
sur les limites ... Mais limite  
les résultats à « *la poésie* »

Idem dans :

**Sciences & Avenir** (Avril  
1995) titre : « *Cerveau : un  
mode d'emploi sexué* »

**Prima** (décembre 1996) titre :  
« *Hommes - Femmes : Les  
vraies raisons de nos  
différences* »



A gauche, un cerveau masculin dont l'hémisphère gauche est activé lors d'une recherche de rime et, à droite, les hémisphères féminins pendant une activité similaire.

#### Neurologie

### La poésie, une affaire d'hémisphère

Les hommes et les femmes ne semblent pas rimer de la même manière. Les premiers utilisent surtout l'hémisphère gauche du cerveau tandis que les secondes travaillent équitablement avec les deux hémisphères. C'est la conclusion qu'ont tirée des chercheurs de Yale d'une récente expérience (1). Trente-huit "cobayes", dix-neuf femmes et autant d'hommes, tous droitiers et d'un âge moyen inférieur à 30 ans, ont été soumis à quatre tests – un test visuel et trois tests linguistiques : leur cerveau était surveillé par IRM (imagerie par résonance magnétique) et a ainsi montré, lors du test phonologique – où le sujet devait chercher à faire rimer des mots entre eux – que les hommes activent une zone précise du lobe frontal gauche, alors que les femmes répartissent l'activité à gauche et à droite. En revanche, pour l'orthographe ou le sens des mots, les chercheurs n'ont pas trouvé de différences sensibles. Faut-il en conclure que l'élaboration de la parole varie selon le sexe ? C'est probablement attribuer une trop grande importance à

ces différences de localisation anatomique dans le cerveau... Il en est d'autres – hormonales, génétiques et culturelles – qui pourraient bien jouer un rôle plus important dans ce processus mental pour le moins complexe et peu connu.

(1) Bennet Shaywitz et al., *Nature*, 16 février 1995.

#### Le plus vieux Caucasien

● La mandibule d'*Homo erectus* trouvée en 1991 à Dmanisi, Géorgie, a été datée entre 1,6 et 1,3 million d'années. C'est le vestige humain le plus ancien trouvé dans cette région.

● Ont collaboré à cette rubrique : Philippe Chambon, Philippe Hénarejos, Jean-François Robredo, Pierre Rassion.

Ça m'intéresse (Avril 1995)

Les mêmes images illustrent  
les résultats d'une autre  
recherche !!!

« Homme » et « Femme » :  
au singulier !

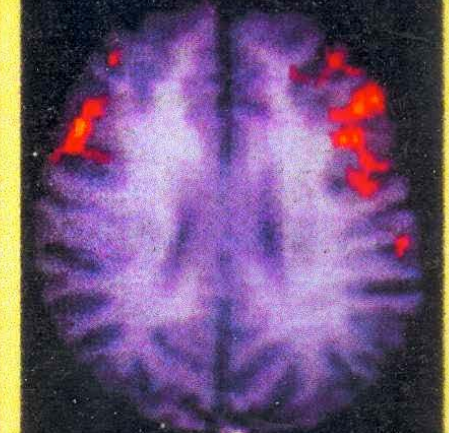
Comme si ces images,  
parce que « scientifiques »,  
non pas illustreraient des  
différences entre hommes et  
femmes ... mais  
prouveraient que ces  
différences seraient innées !

## Neurologie Cerveau : des zones sexuées

**S**i les hommes expriment leurs émotions de façon plus violente que les femmes, c'est sans doute parce que le cerveau de l'un et de l'autre sexe ne traite pas l'information dans les mêmes zones. Tel est le surprenant résultat de l'étude du professeur Gur, de l'université de Pennsylvanie (Philadelphie), menée sur le cerveau de 37 hommes et 24 femmes. En mesurant la vitesse de consommation de glucose sanguin et le suivi de l'activité métabolique des cerveaux, le chercheur a découvert que, à émotion égale, chacun des sexes ne stimule pas les mêmes régions du cerveau.



**Homme**



**Femme**

Les zones activées (en rouge) ne sont pas les mêmes chez l'homme et la femme, comme le montre l'imagerie à résonance magnétique (IRM).

Or le cerveau humain est  
autant construit par les  
comportements et  
pensées de chacun, qu'il  
ne les contrôle  
(épigenèse cérébrale)

Une différence de latéralisation  
peut être la conséquence de  
comportements différents, et  
pas la conséquence de  
différences génétiques

## L'unité 259 : psychobiologie des comportements adaptatifs

### Présentation de l'unité et orientations générales des recherches

Créée en mars 1983, l'unité comprend 4 équipes et compte 38 personnes dont 9 chercheurs et enseignants-chercheurs (INSERM, CNRS, INRA). Historiquement le laboratoire était orienté vers l'analyse des bases neurobiologiques des comportements adaptatifs et dans ce cadre nous avons étudié le rôle de certains neurones régulateurs dans leurs relations fonctionnelles avec les régions corticales et limbiques qu'ils modulent. Dans cette perspective les recherches s'orientent autour de trois questions.

1) La relation molécule-comportement, dans le cadre du rôle fonctionnel des neurorégulateurs et de certains neuropeptides ou hormones.

Une molécule, un neuropeptide par exemple, peut modifier d'une manière univoque une fonction neurophysiologique voire un comportement et il convient de comprendre comment s'effectue l'émergence d'une réponse fonctionnelle à partir d'une reconnaissance intermoléculaire. Nous étudions ce que représente une signalisation régulatrice par exemple dopamine ou acétylcholine, pour une région donnée du cerveau et ce que sont les rapports rétroactifs entre les régions d'intégration et ce message. Ces recherches entrent dans le cadre de la neuropsychologie biochimique, des rapports entre molécule — structure nerveuse — activité nerveuse supérieure.

2) Les relations pouvant exister entre le cerveau et le comportement.

Un comportement correctement analysé est une fenêtre par laquelle l'on peut accéder à la connaissance du fonctionnement cérébral, laquelle nous a peu appris sur la nature et le déterminisme des comportements.

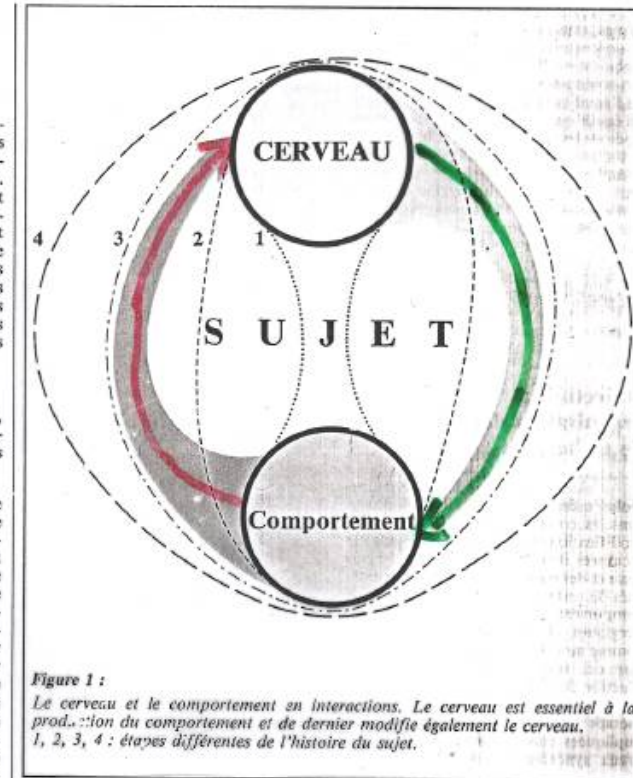


Figure 1 :

Le cerveau et le comportement en interactions. Le cerveau est essentiel à la production du comportement et de dernier modifie également le cerveau. 1, 2, 3, 4 : étapes différentes de l'histoire du sujet.

Corollairement sont étudiés :

- les relations entre structures et circuits, fonctions neuropsychologiques, comportements,
- les relations entre comportement anormal, perturbations neurologiques, perturbations psychiatriques,
- les modèles animaux et leurs limites.

3) L'approche expérimentale des processus concourant à l'adaptation.

Toute mise en cause de la survie de l'individu ou de l'espèce, toute atteinte au bien être ou à l'équilibre physique et psychologique mettent en jeu des réponses destinées à réduire ou à supprimer les conséquences défavorables des contrain-

Par exemple, les cerveaux de vrais jumeaux (qui ont donc les mêmes gènes) ne sont pas latéralisés de la même façon quand l'un des deux est droitier et l'autre gaucher

(Steinmetz et al 1995, in Changeux 2002, « L'homme de vérité » Paris : Odile Jacob)

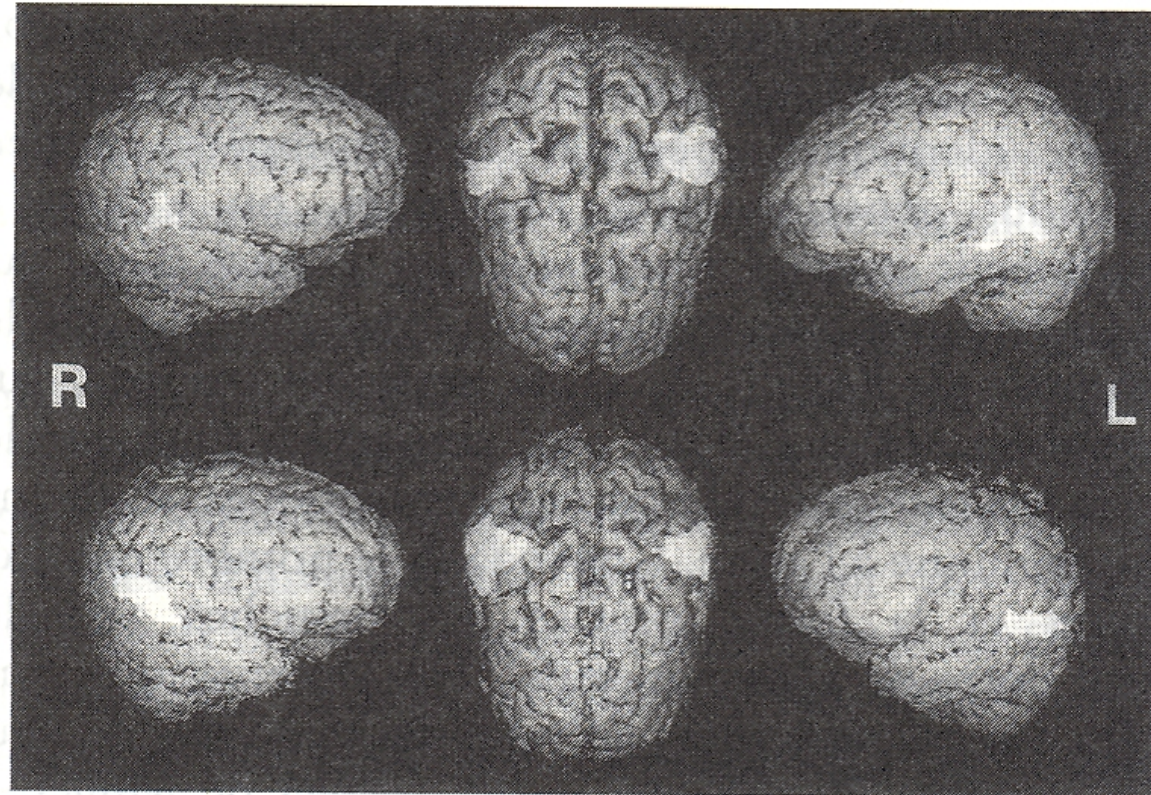


FIGURE 45 — Variabilité du phénotype neuronal chez les vrais jumeaux

En haut : variabilité du planum temporal, que l'on sait engagé dans le traitement du langage (au niveau du lobe temporal) chez des vrais jumeaux (monozygotiques), de préférence manuelle discordante. Le cerveau du haut est celui d'une jeune femme droitier, le cerveau du bas est celui de sa sœur jumelle gauchère. La droitier est beaucoup plus latéralisée que la gauchère (H. Steinmetz et al., « Brain asymmetry in monozygotic twins », *Cereb. Cortex*, 5, 1995, p. 296-300).

# ÉPIGÉNÈSE CÉRÉBRALE

Changeux (1983) a popularisé ce modèle : Seules sont sélectionnées les synapses qui supportent une expérience. Auparavant, il y a une innervation redondante : toute performance est a priori possible.

Ainsi l'intelligence humaine requiert les gènes d'un cerveau humain fonctionnel (100% inné), et toutes ses performances sont ensuite forgées par l'expérience propre de la personne (100% acquis).

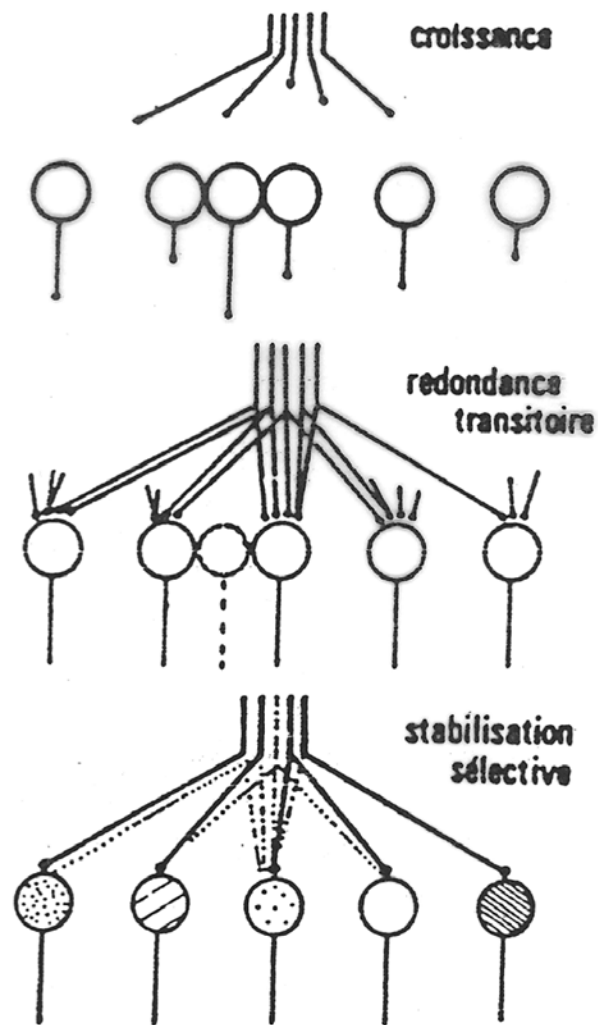


figure 11

Modèle de la stabilisation sélective des synapses (Changeux, 1983).

# La science (K) est en interaction avec des Valeurs (V) et des pratiques sociales (P)

- La science est souvent considérée comme neutre, indépendante des valeurs. Je vais argumenter contre cette conception.
- **J'appelle 'valeurs' tout ce qui fonde le jugement** (vrai ou faux, beau ou laid, bon ou mauvais, important ou non, cher ou bon marché, ...).
- **La science est valorisée par sa solidité épistémologique, sa capacité à distinguer le vrai du faux** : elle cherche la vérité en observant des valeurs fondamentales : un scientifique doit être honnête, modeste, toujours critique, toujours dans le doute, rejetant tout dogmatisme comme toute fraude ...
- Peut être considérée comme scientifique (comme « vraie ») toute connaissance falsifiable et non encore falsifiée (K. Popper).
- La science doit en principe être séparée de la religion (le NOMA de Stephan Jay Gould : Non-Overlapping-Magisteria), mais les valeurs de la science et celles de la morale se chevauchent souvent : bioéthique, valeurs morales « universelles », ...).



# La science (K) est en interaction avec des Valeurs (V) et des pratiques sociales (P)

- **Valeurs marchandes et financières** : La science est aussi valorisée par son importance économique et politique, ses enjeux pour tous les secteurs de nos sociétés : santé, agriculture, industrie, bien-être, ...
- **Valeurs personnelles et morales** : Le chercheur scientifique doit être honnête, non corrompu, dans sa recherche du vrai. Il doit aussi être créatif, imaginatif et capable de travailler collectivement.
- Cependant un scientifique est un être humain, avec ses émotions et idéologies qui peuvent interférer avec son travail, que ce soit ses protocoles de recherche ou ses interprétations des résultats.
- Des valeurs morales nous permettent de questionner, voire de rejeter, des protocoles de recherche ou des interprétations qui heurtent ces valeurs (e.g. la science ou la médecine nazie, XYY, ...).

# La science (K) est en interaction avec des Valeurs (V) et des pratiques sociales (P)

- Les pratiques de la recherche scientifique sont dépendantes de financements, équipements, institutions et savoir faire qui les influencent, les limitent, et permettent aussi des renouvellement des protocoles et des connaissances, ...
- Qui finance ces recherches (P), avec quels objectifs : économiques, financiers, politiques pour le bénéfice de qui ? (V) ?
- Les pratiques de la recherche scientifique dépendent aussi de la course à la publication, du jugement par les pairs, en lien étroit avec la course aux financements... Comment contrôler les conflits d'intérêt ?
- Comment introduire un contrôle citoyen des projets de recherche ?  
L'expérience des Boutiques de Science ...

**PLACE À LA DISCUSSION !!!**