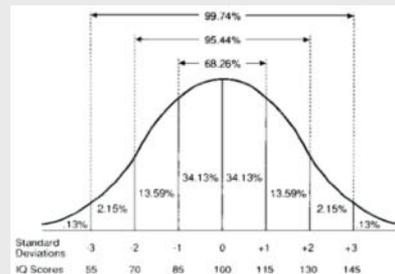
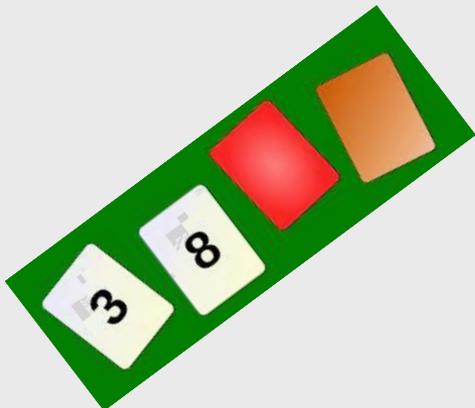
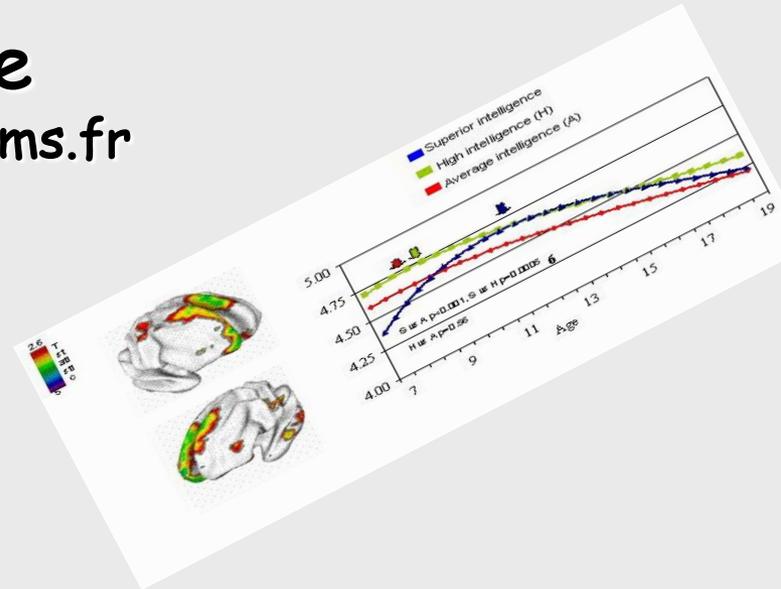
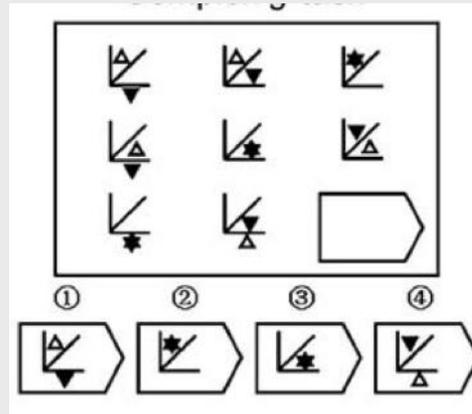
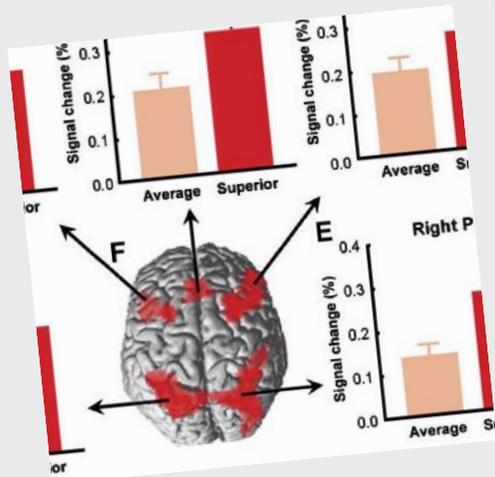


# Qu'est-ce que l'intelligence ?

Gilles Lafargue  
[gilles.lafargue@univ-reims.fr](mailto:gilles.lafargue@univ-reims.fr)



# Plan du cours

## 1. Introduction et Généralités

Définitions

## 2. Y a-t-il une intelligence animale ?

## 3. La mesure de l' intelligence

Historique

La signification du QI (depuis Wechsler)

L' effet Flynn

## 4. Une ou des intelligences ?

L' analyse factorielle

Les alternatives à l' approche factorielle  
de l' intelligence

# Plan du cours (suite)

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence
6. Origine des différences individuelles
  - Influences de l'hérédité et du milieu

# Introduction & Généralités

## *Définitions*

- Un concept, pas une chose concrète

Nous ne connaissons pas sa nature foncière, nous la connaissons par ce qu'elle nous permet de faire :

Etablir des associations appropriées entre les événements, tirer correctement les conséquences de prémisses, résoudre des problèmes, s'adapter à des situations inédites...

# Définitions courantes de l'intelligence :

- Faculté de connaître, de comprendre
  
- Faculté (d'un être vivant) à s'adapter à des situations nouvelles, à découvrir des solutions aux difficultés qu'il rencontre

Jean Piaget (1896-1980) : *l'intelligence, ce n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas*

Cyril Burt (1883-1971) : *une aptitude cognitive générale innée*

David Wechsler (1896-1981) : *L'intelligence est la capacité globale et complexe de l'individu d'agir dans un but déterminé, de penser de manière rationnelle et d'avoir des rapports utiles avec son milieu*

Alfred Binet (1857-1911) : *c'est ce que mesure mon test !*

Howard Gardner (1943- ) : *l'intelligence, en générale, est la faculté de résoudre des problèmes ou de produire des biens ayant de la valeur pour une culture ou un groupe défini. Il existe huit formes indépendantes d'intelligences.*

1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?

# Quelles tâches requièrent une activité mentale dite intelligente ?

- Activité cognitive lente, délibérée, contrôlée, qui requiert un effort
  - Jouer aux échecs, résoudre un problème de mathématiques ou de logique... organiser une argumentation, trouver un compromis astucieux dans une discussion...

# Quelles tâches requièrent une activité mentale dite intelligente ?

Typiquement, on s'intéresse :

- Au raisonnement
- Aux compétences verbales
- À l'orientation dans l'espace
- Au jugement

# Quelles tâches requièrent une activité mentale dite intelligente ?

La réponse à cette question ne va pas de soi !

Par exemple, pour certaines activités complexes, il semble exister des cas où une décision prise sur la base d'une délibération consciente est « moins intelligente » qu'une décision rapide, sans délibération.

1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?

# Quelles tâches requièrent une activité mentale dite intelligente ?

## On Making the Right Choice: The Deliberation-Without-Attention Effect

Ap Dijksterhuis,\* Maarten W. Bos, Loran F. Nordgren, Rick B. van Baaren

Contrary to conventional wisdom, it is not always advantageous to engage in thorough conscious deliberation before choosing. On the basis of recent insights into the characteristics of conscious and unconscious thought, we tested the hypothesis that simple choices (such as between different towels or different sets of oven mitts) indeed produce better results after conscious thought, but that choices in complex matters (such as between different houses or different cars) should be left to unconscious thought. Named the “deliberation-without-attention” hypothesis, it was confirmed in four studies on consumer choice, both in the laboratory as well as among actual shoppers, that purchases of complex products were viewed more favorably when decisions had been made in the absence of attentive deliberation.

hardly developed beyond the status of “folk wisdom.” It has been postulated or investigated by scientists infrequently [but see (10–13)]. The question addressed here is whether this view is justified. We hypothesize that it is not.

First, conscious thought does not always lead to sound choices. For example, participants who chose their favorite poster among a set of five after thorough contemplation showed less postchoice satisfaction than participants who only looked at them briefly (14, 15). Furthermore, conscious deliberation can make multiple evaluations of the same object less consistent over time (16). Two reasons why conscious deliberation sometimes leads to poor judgments have been identified. First, consciousness has a low capacity (17, 18), causing choosers to take

SCIENCE VOL 311 17 FEBRUARY 2006

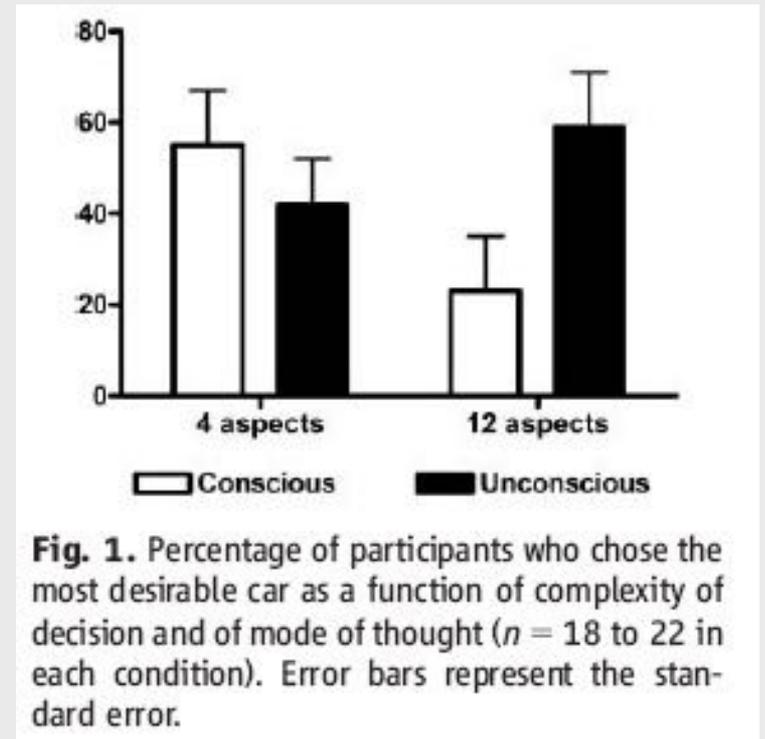
1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?

All participants read information about four hypothetical cars. Depending on the condition, each car was characterized by 4 attributes (simple) or by 12 attributes (complex). The attributes were either positive or negative. One car was characterized by 75% positive attributes, two by 50% positive attributes, and one by 25% positive attributes.

After reading the information about the four cars, participants were assigned either to a conscious thought condition or to an unconscious thought condition. In the conscious thought condition, participants were asked to think about the cars for 4 min before they chose their favorite car. In the unconscious thought condition, participants were distracted for 4 min (they solved anagrams) and were told that after the period of distraction they would be asked to choose the best car.

% participants choosing better car



**Fig. 1.** Percentage of participants who chose the most desirable car as a function of complexity of decision and of mode of thought ( $n = 18$  to  $22$  in each condition). Error bars represent the standard error.

## 1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?

# Quelle est la nature de l'intelligence ?

## Intelligence et Perception/Action

- La réponse à cette question ne va pas de soi !

1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?



Traitement lent, délibéré, contrôlé,  
de « haut niveau »



# Deep Blue / Garry Kasparov



May 11th, 1997  
**Computer won world champion of chess**  
(Deep Blue) (Garry Kasparov)



(Reuters = Kyodo News)

mai 1997

# AlphaGo/ Lee Sedol



mars 2016

# Un ordinateur inflige un revers au champion du monde de go

La machine est dotée d'une intelligence artificielle conçue sur le modèle neuronal du cerveau humain

L'ordinateur **Deep Blue** remporte une manche contre le champion d'échecs **Garry Kasparov** mais perd le match



► Le joueur d'échecs a en moyenne 20 mouvements possibles

► Au jeu de go, le joueur a environ 200 possibilités

**AlphaGo** remporte la 1<sup>ère</sup> des 5 manches face à **Lee Se-Dol**

**AlphaGo** remporte un match face au champion d'Europe de go, **Fan Hui**

1996

1997  
Première victoire de **Deep Blue** contre **Kasparov**

Les ordinateurs battent les joueurs d'échecs en calculant tous les coups possibles

**AlphaGo**, plus intuitif, utilise des algorithmes lui permettant d'apprendre de son expérience

Octobre 2015

9 mars 2016

**Lee Se-Dol**



**Demis Hassabis**

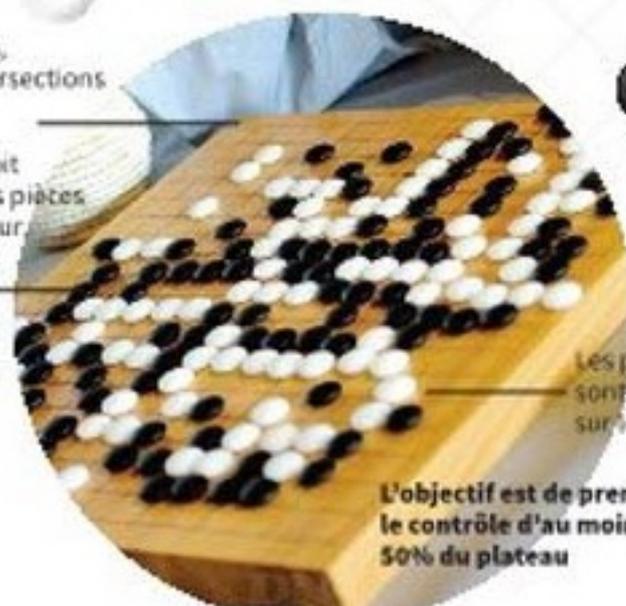
PDG de Google DeepMind, concepteur de AlphaGo

«Le jeu de go est probablement le jeu humain le plus complexe»

Inventé en Chine il y a 3 000 ans

«Goban»  
19x19 lignes, soit 361 intersections

Le joueur doit encercler les pièces adverses pour les capturer



Les pièces sont disposées sur les intersections

L'objectif est de prendre le contrôle d'au moins 50% du plateau



"Le Roger Federer du go"

# Quelle est la nature de l' intelligence ?

## Intelligence et Perception/Action

La réponse à cette question ne va pas de soi !

Pourquoi est-il beaucoup plus facile de concevoir et de fabriquer un système artificiel qui bat le champion du monde d' échec ou de jeu de go qu' un système artificiel ayant des capacités perceptives ou motrices élémentaires pour un être humain ?

1. Introduction & Généralités

Qu' est-ce que l' intelligence ?

# Quelle est la nature de l'intelligence ?

## Intelligence et Action

- Nous prenons quotidiennement un grand nombre de décisions
  - Conséquences : anodines, importantes
- Comment une action ou une réponse donnée est-elle sélectionnée parmi plusieurs alternatives ?

# Quelle est la nature de l'intelligence ?

## Intelligence et Action

- Etres rationnels
  - Balance bénéfiques/coûts
- vs
- biais de raisonnement
  - illusions cognitives



Selon le contexte, l'état émotionnel...

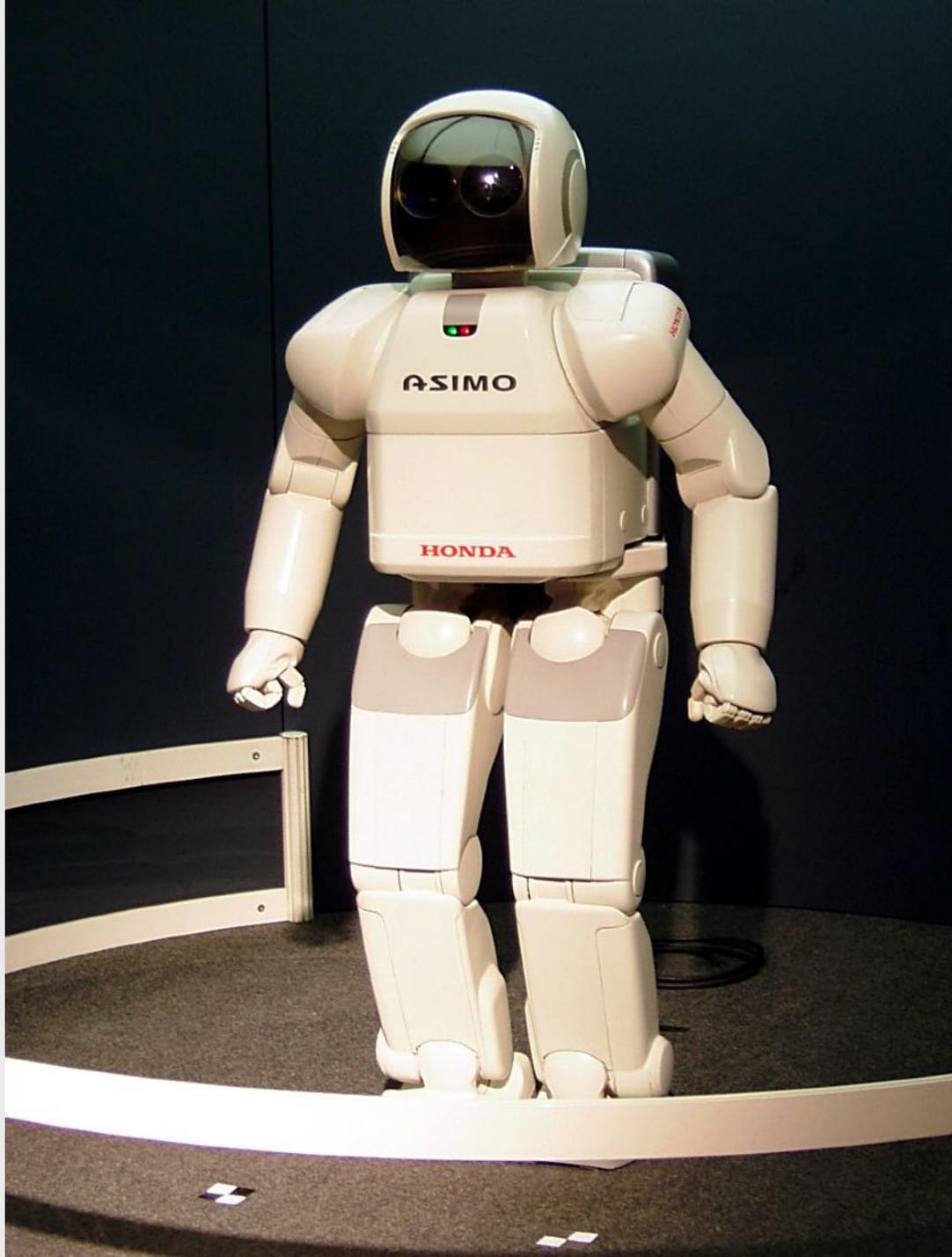
1. Introduction & Généralités  
Qu'est-ce que l'intelligence ?

Un système artificiel peut-il  
(pourrait-il) être intelligent ?

Par exemple, Deep blue est-il intelligent ?

1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?



# La coupe du monde des robots

Objectif : avoir une équipe de robots pouvant battre une équipe humaine de football en 2050

<https://www.phonandroid.com/france-remporte-coupe-monde-foot-robots.html>

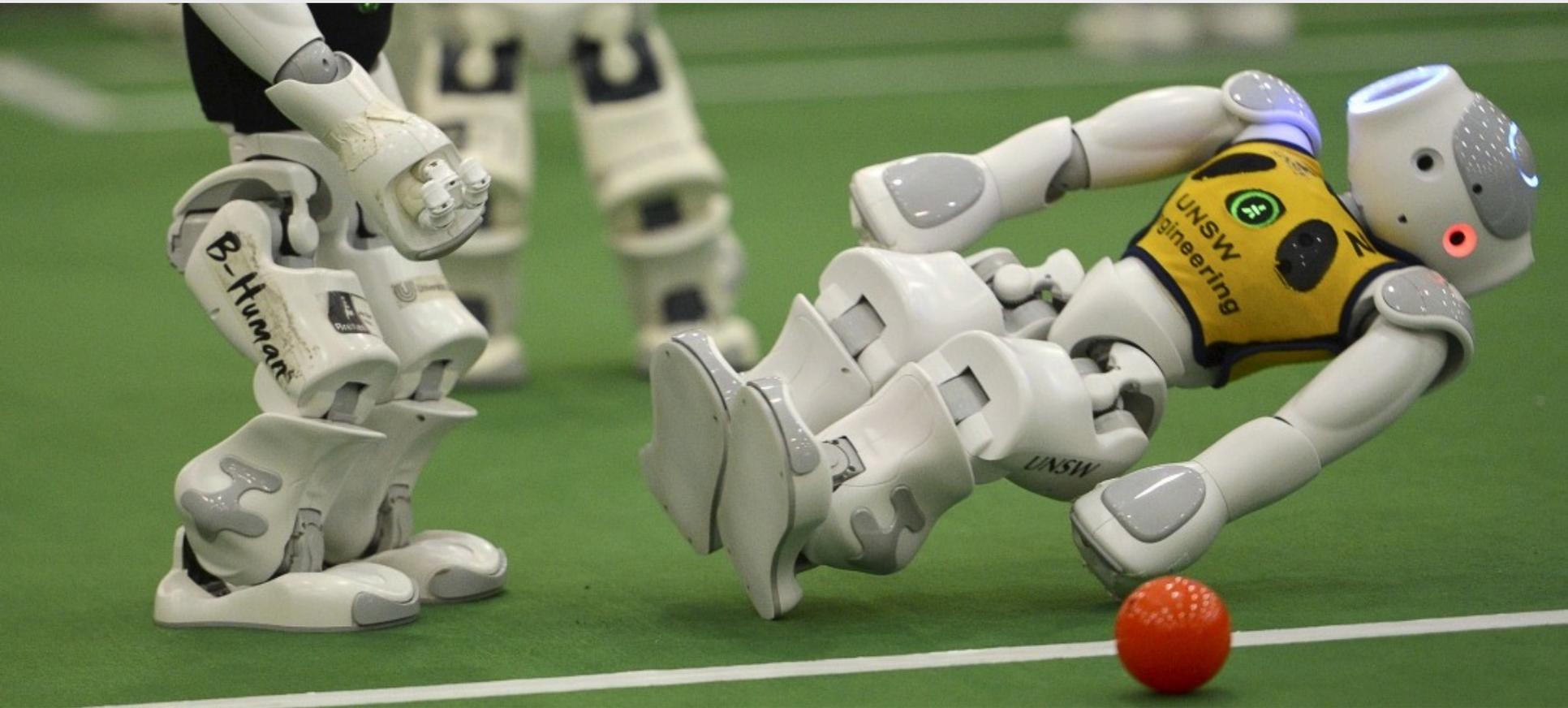
<http://http://www.youtube.com/watch?v=3rnnjXa5A18>

[www.vincentabry.com/robocup-la-coupe-du-monde-des-robots-657](http://www.vincentabry.com/robocup-la-coupe-du-monde-des-robots-657)

1. Introduction & Généralités

Qu'est-ce que l'intelligence ?





## 2. Y a-t-il une intelligence animale ?

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

- L' esprit des humains et celui des autres animaux est le résultat d' une longue histoire évolutive

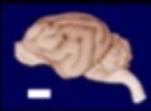
1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?



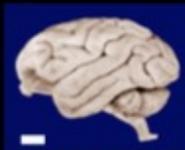
mouse



rat



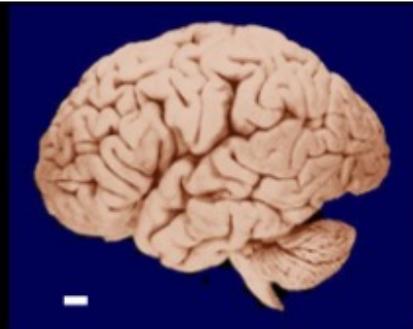
cat



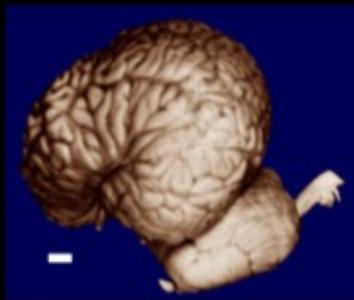
Spider monkey



chimpanzee



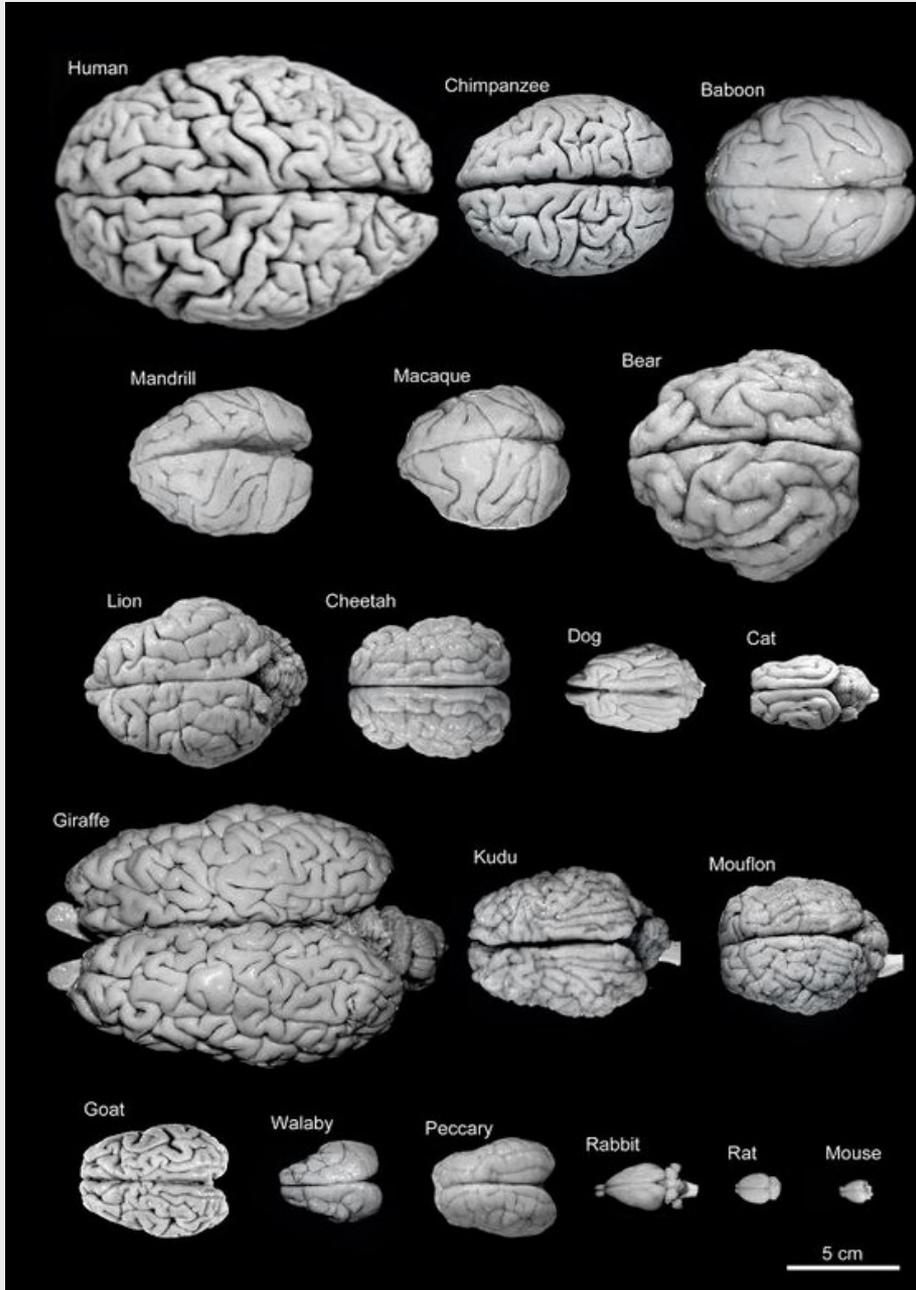
human



bottle-nose dolphin

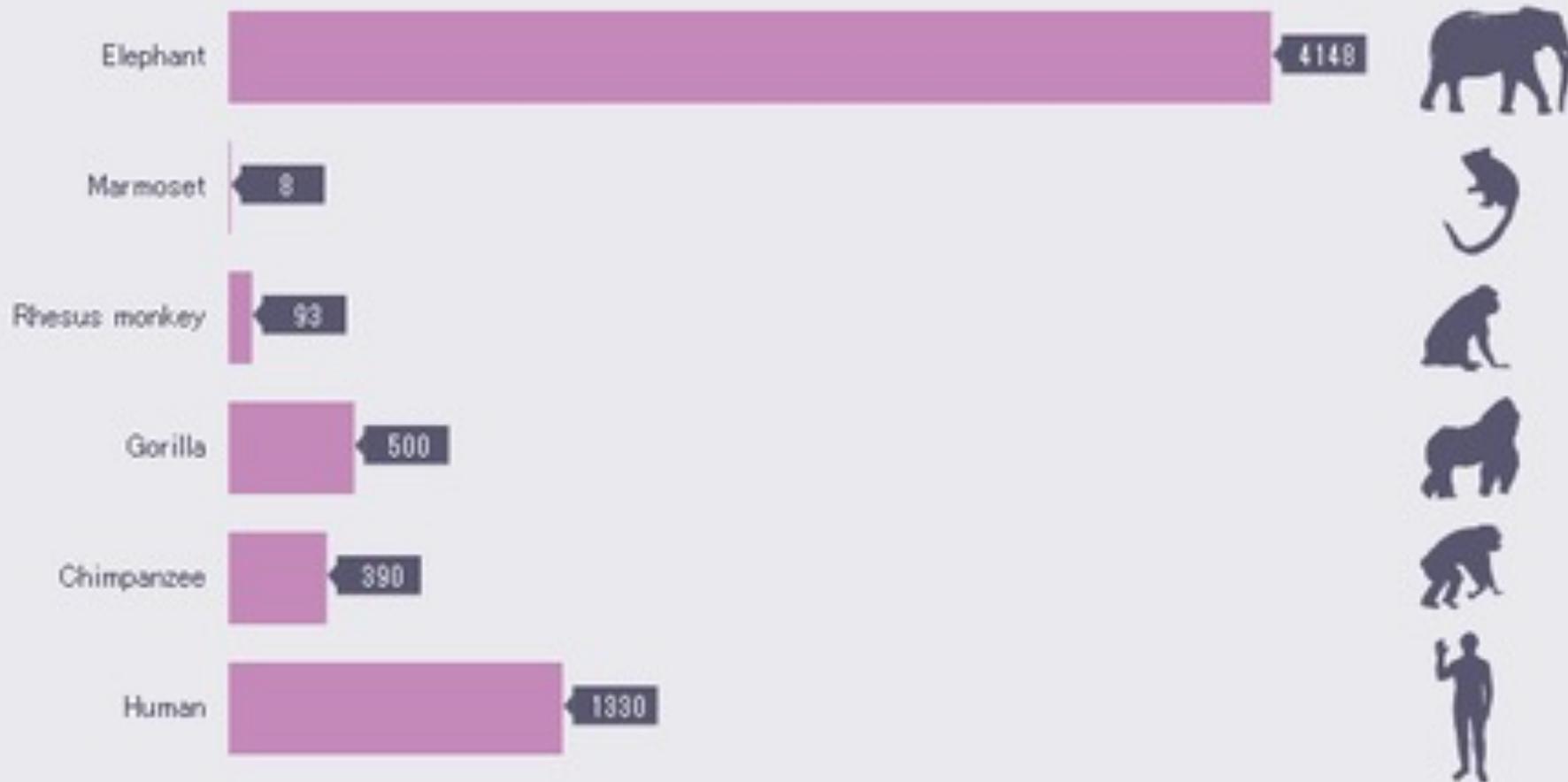


elephant



1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

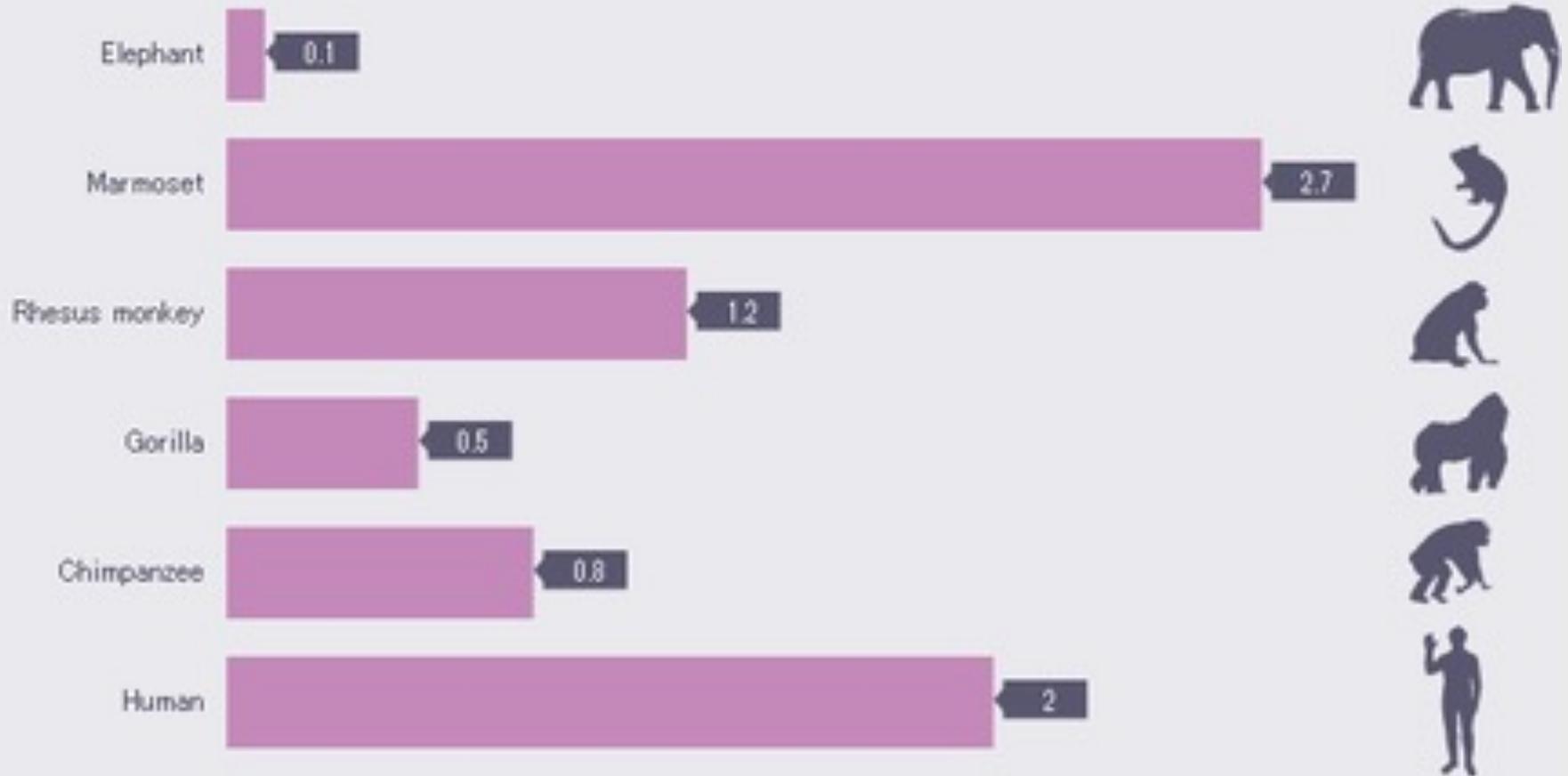
## Brain size (g)



Sources: Suzana Herculano-Houzel; Marino, L. Brain Behav Evol 1998;51;230-238

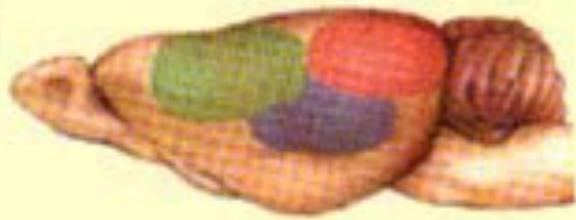
1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

## Relative brain size (% of body mass)

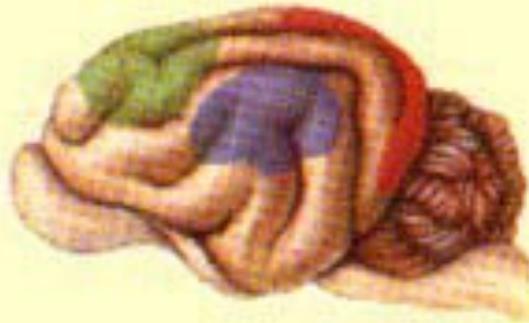


Sources: Suzana Herculano-Houzel; Marino, L. Brain Behav Evol 1998;51;230-238

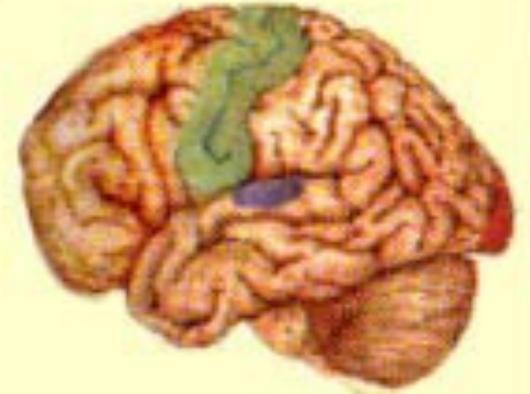
1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?



Rat



Cat



Human

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Le cheval « Hans le malin » était-il intelligent?

- Il était capable de répondre correctement à des questions en tapant du sabot

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?



Le cheval « Hans le malin » a surpris les zoologistes des années 1900. Il semblait savoir compter, épeler et comprendre l'allemand.

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Hans le malin en représentation



1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Hans était-il intelligent ?

Les performances de Hans furent étudiées par *Oskar Pfungst*, d'une manière expérimentale. Les tests suivants furent effectués :

- Isoler Hans et l'interrogateur de tout spectateur, pour éviter tout indice extérieur ;
- Utiliser d'autres interrogateurs que le maître de Hans ;
- A l'aide d'œillères, faire en sorte que Hans ne voie pas l'interrogateur ;
- Poser des questions dont l'interrogateur ignorait les réponses.

## Constatations :

Le cheval répondait correctement, quelle que soit la personne qui posait la question.

Il ne répondait pas correctement :

- quand la personne était hors de son champ de vision ;
- quand la personne ignorait elle-même la réponse à la question.

1. Introduction & Généralités

2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Hans était-il intelligent ?

- De minuscules mouvements du visage des observateurs trahissaient la réponse correcte
  - le cheval réagissait comme à un stimulus à ces petits mouvements musculaires

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

- Lorsque se pose la question de savoir si une performance comportementale nécessite « de l'intelligence » :
  - Vérifier que le comportement par lequel s'exprime l'intelligence... pas instinctif ni engendré par un comportement inné ou un conditionnement
    - **Action vs Réaction**

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Les rats sont-ils intelligents ?

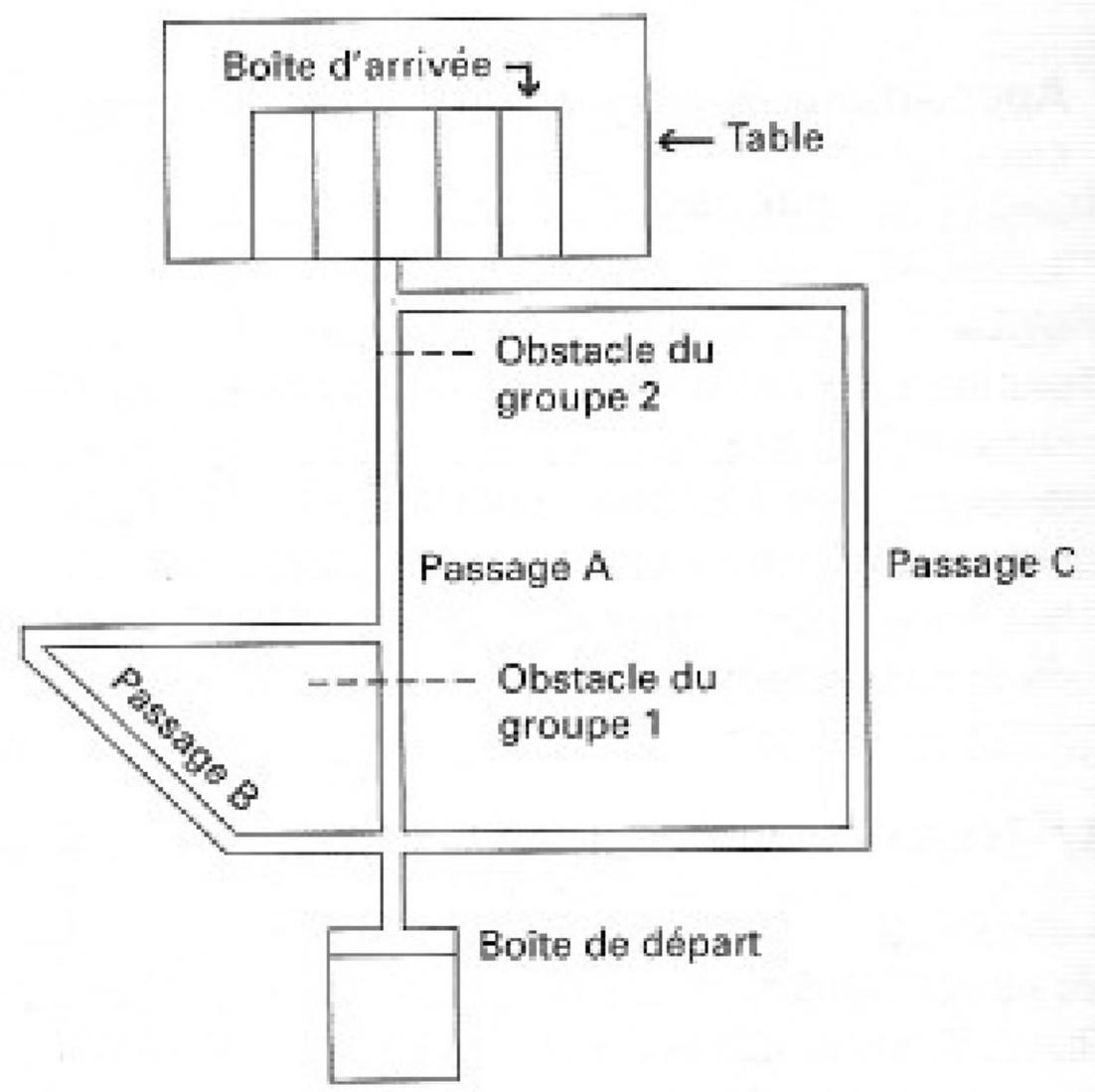
Tolman, E. C., & Honzik, C. H. (1930a). Degrees of hunger, reward and non-reward, and maze learning in rats. *University of California Publications in Psychology*, 4(16), 241-256.

Tolman, E. C. (1948). Cognitive Maps in Rats and Men, *Psychological Review* 55: 189-208.

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Expérience de Tolman et Honzik (1930)

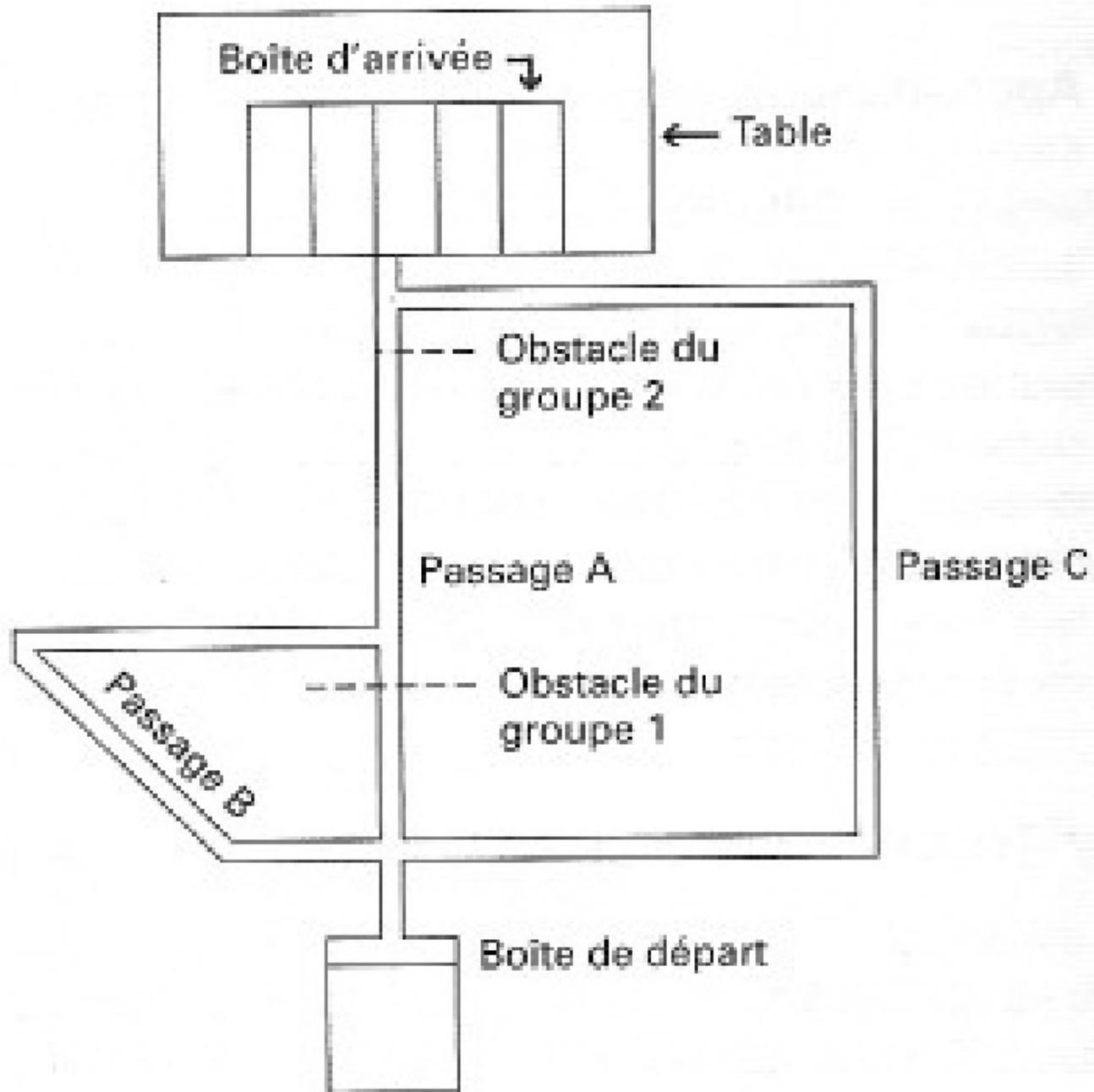
1. Les rats explorent le labyrinthe
2. Ils sont répartis en 2 groupes



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents?

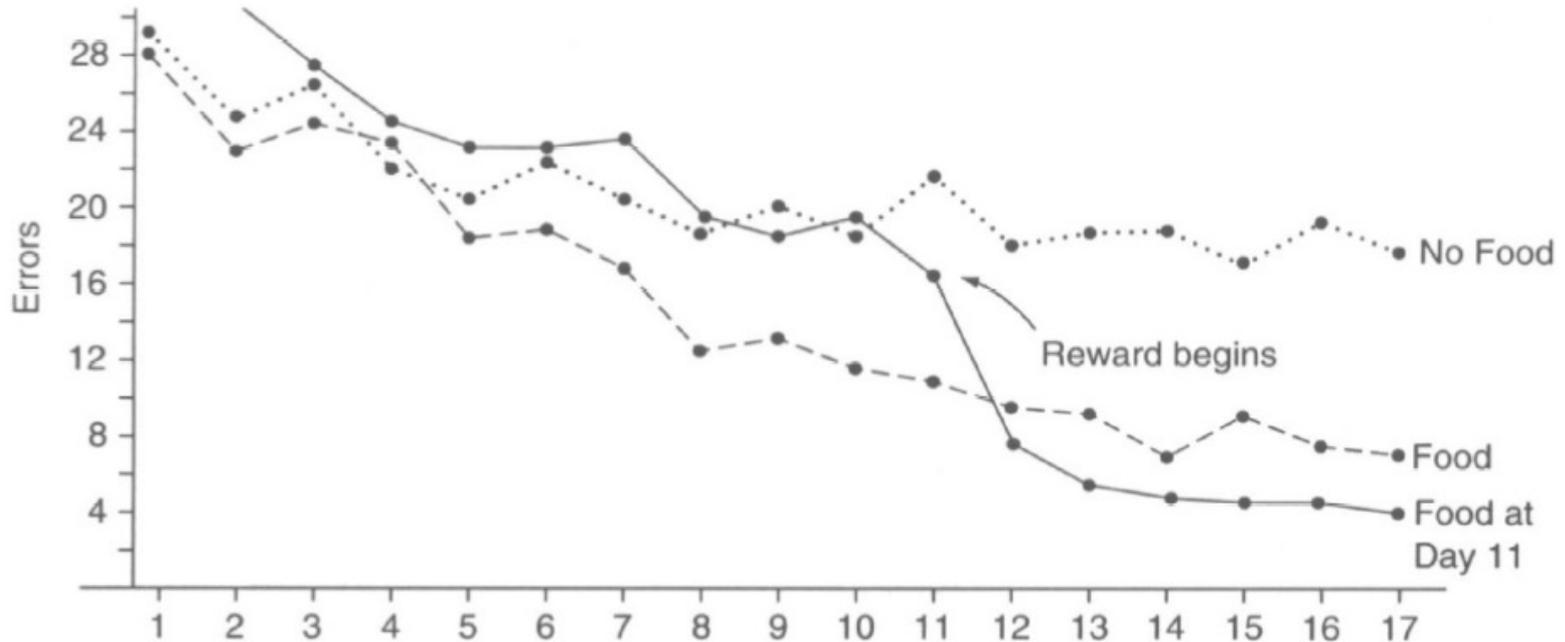
# Expérience de Tolman et Honzik (1930a)

Pour s'orienter, les rats «utilisent» une carte mentale (cognitive map)



# Expérience de Tolman et Honzik (1930b)

## L'apprentissage latent



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents?

**Les chimpanzés sont-ils intelligents ?**

- Chimpanzés de Koelher (1914)

- Pas de conditionnement ni d'entraînement par essai-erreur

- Ils sont capables d'empiler des boîtes pour atteindre un objectif



# Les corbeaux sont-ils intelligents ?

Bugnyar T, Heinrich, B. (2006). Pilfering ravens, *Corvus corax*, adjust their behaviour to social context and identity of competitors. *Animal Cognition*. 9:369-376

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?



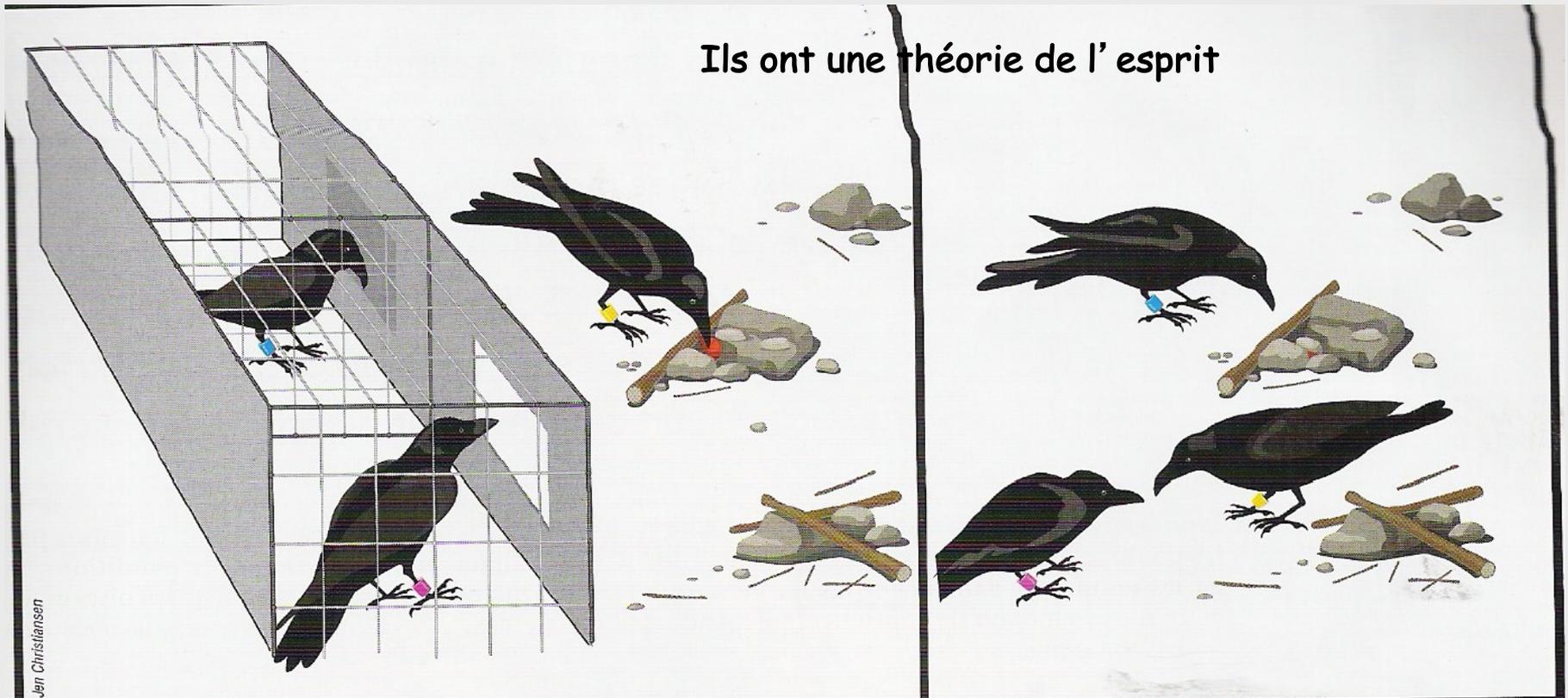
Réalise la séquence précise après inspection



Tâche moins logique : abandonne

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# Les corbeaux attribuent des intentions à autrui



Essaie d'éloigner celui qui « sait » (lui prête une intention). Ne prête aucune attention à l'autre

Bibliographie: - Cerveau & Psycho n° 23, p84-89

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?





# Certains animaux sont-ils intelligents ?

Tout dépend de la définition donnée...

1. Introduction & Généralités
2. Y a-t-il une intelligence animale ?

# 3. La mesure de l'intelligence (chez l'homme)

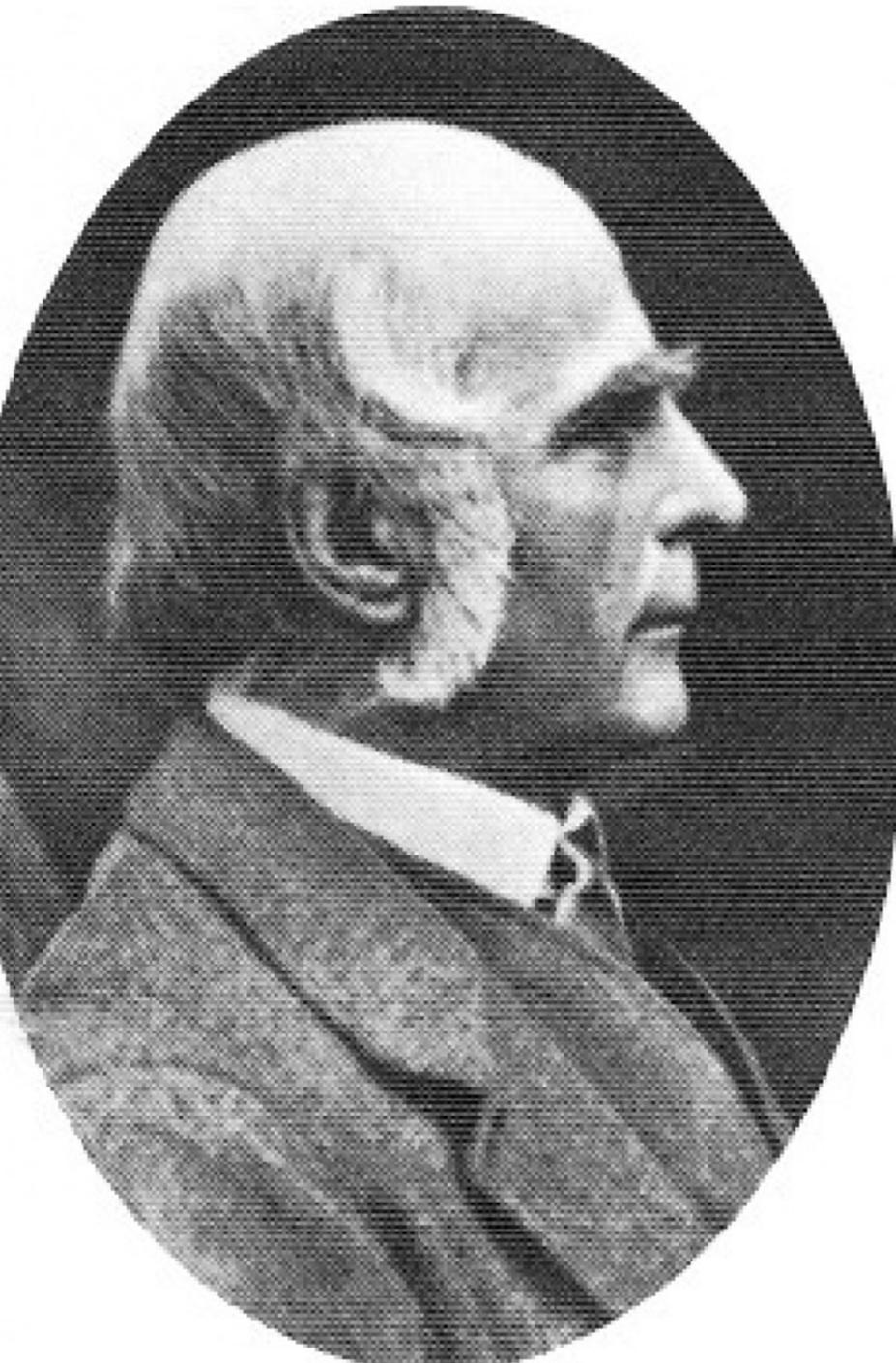
## Historique

- Double origine

-Scientifique : rendre compte des différences entre les individus (Francis Galton, Lewis Terman)

-Sociale : école obligatoire → difficultés d'apprentissage → nécessité de dépister les enfants en difficulté (Binet)

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence



Francis Galton (1822-1911)

Fasciné par la quantification

va jusqu'à élaborer des méthodes pour mesurer la beauté des femmes britanniques, la modération, l'ennui, les effets de la prière...

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Alfred Binet (1857-1911): prédire la réussite scolaire

Contexte historique: loi sur  
l'enseignement obligatoire  
(1882)

Chargé de mission par le ministre  
de l'Éducation

## Buts:

- Identifier et quantifier les retards de développement (d'origine environnementale selon lui) afin de mettre en place des remédiations
- Repérer les enfants pauvres mais « intelligents » afin de leur délivrer des bourses d'étude



**Alfred Binet** « L'échelle, à proprement parler, ne permet pas la mesure de l'intelligence, car les qualités intellectuelles... ne peuvent être mesurées comme on mesure des surfaces planes » (Binet et Simon, 1905).

# Historique Binet

Age mental = âge auquel des problèmes sont résolus par la moyenne des enfants d'une classe d'âge

Enfant de 4 ans qui réussit les épreuves de 6 ans : AM = 6 ans

Dans le Binet-Simon, items tels que :

- « Montre-moi ton nez » (3 ans)
- « Compte de 20 à 0 » (8 ans)

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Historique Binet

Problème: le même retard n'a pas la même valeur en fonction de l'âge réel

3 ans : retard de 2 ans  $\rightarrow$   $AM=1$  an

16 ans: retard de 2 ans  $\rightarrow$   $AM=14$  ans

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Historique

**William Stern (1871-1938)** : introduit la notion de quotient intellectuel (QI)

- Etudiant d' Ebbinghaus



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l' intelligence

# Historique William Stern

$$QI = (AM/AC) \times 100$$

- Si pas de décalage entre AM et AC ➡ QI = 100

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Historique William Stern

$$\text{Q.I.} = \frac{\text{âge mental}}{\text{âge chronologique}} \times 100$$

Ex. :

$$\frac{8 \text{ ans}}{10 \text{ ans}} \times 100 = 80 \quad \text{Q.I. de 80}$$

$$\frac{12 \text{ ans}}{10 \text{ ans}} \times 100 = 120 \quad \text{Q.I. de 120}$$

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Historique William Stern

## Problème

- le même QI renvoie à des positions différentes/classe d'âge

QI 120: AC 5 ans → AM 6 ans (QI=120)

QI 120: AC 10 ans → AM 12 ans (QI=120)

- le calcul de l'âge mental n'est pas pertinent pour les adultes

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence



*« Vous avez eu de très bons résultats à votre test de  
QI. Vous êtes un homme de 49 ans doté de  
l'intelligence d'un homme de 53. »*

© 1982 Sidney Harris ; American Scientist magazine.

# Historique

David Wechsler (1896-1981)

Il résout le problème des variations de scores selon l'âge



Psychologue dans l'armée américaine à partir de 1917

Il travaille en collaboration avec le psychologue *Charles Spearman* et le mathématicien *Karl Pearson*

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Historique Wechsler

- Il rejette la notion d'âge de référence
- Le QI, pour Wechsler, c'est le rang auquel se situe le résultat d'un individu à un test donné (relativement aux résultats des autres)
  - Utilisation abusive de la notion de QI

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Historique

## Wechsler

- 3 versions de l' échelle de Wechsler :
  - **WISC** 'Wechsler Intelligence Scale for Children' étalonnée entre 6 et 16 ans - **1949**
  - **WAIS** 'Wechsler Adult Intelligence Scale' : étalonnée entre 16 et 79 ans - **1955**
  - **WPPI** 'Wechsler Preschool and Primary school scale of Intelligence (3-7ans) - **1967**

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l' intelligence

# Exemples de questions à la WAIS

## VERBAL

### Information générale

Quelle est la date de Noël?  
Qu'est-ce qu'une cerise?  
Qu'est-ce que le Coran?

### Similitudes

Dans quel sens la laine et la soie se ressemblent ?  
En quoi un cube et un cylindre se ressemblent ?

# Exemples de questions à la WAIS

## VERBAL

### Vocabulaire

Donner la signification « d'émulation »  
Que veut dire « denrée » ?

### Compréhension

Pourquoi les gens souscrivent-ils une assurance contre le feu?

### Mémoire des chiffres

Écoutez attentivement et, lorsque j'ai fini répétez les chiffres (séries dans l'ordre et en commençant par le dernier)

## PERFORMANCE

### Complètement d'images

Je vais vous montrer un dessin auquel il manque un élément important. Dites-moi ce qui manque.

1985						
Dim	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

## Mise en ordre d'images

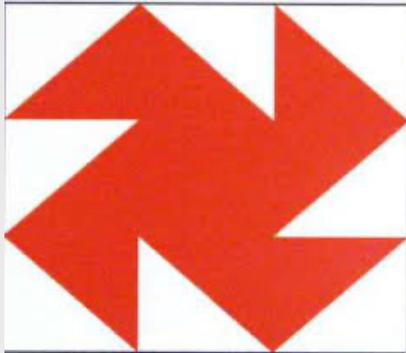
Les dessins ci-dessous racontent une histoire. Remettez-les dans le bon ordre.



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Cubes

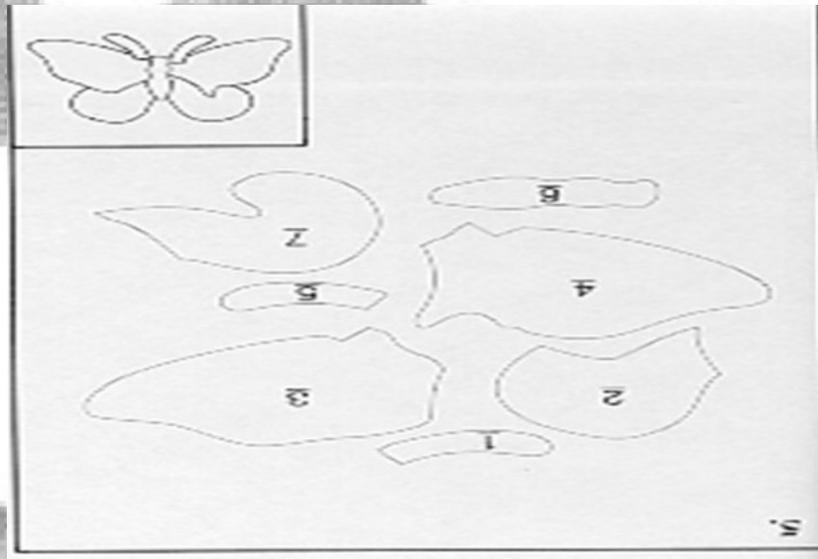
En utilisant les 4 cubes, reproduisez le dessin ci-contre.



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

## Assemblage d'objets

Si ces morceaux sont assemblés correctement, ils vont représenter quelque chose. Allez-y et assemblez-les aussi rapidement que possible.



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

## Codage

Code					
	1	2	3	4	5

## Test

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# La signification du QI (depuis Wechsler)

## Répartition dans la population

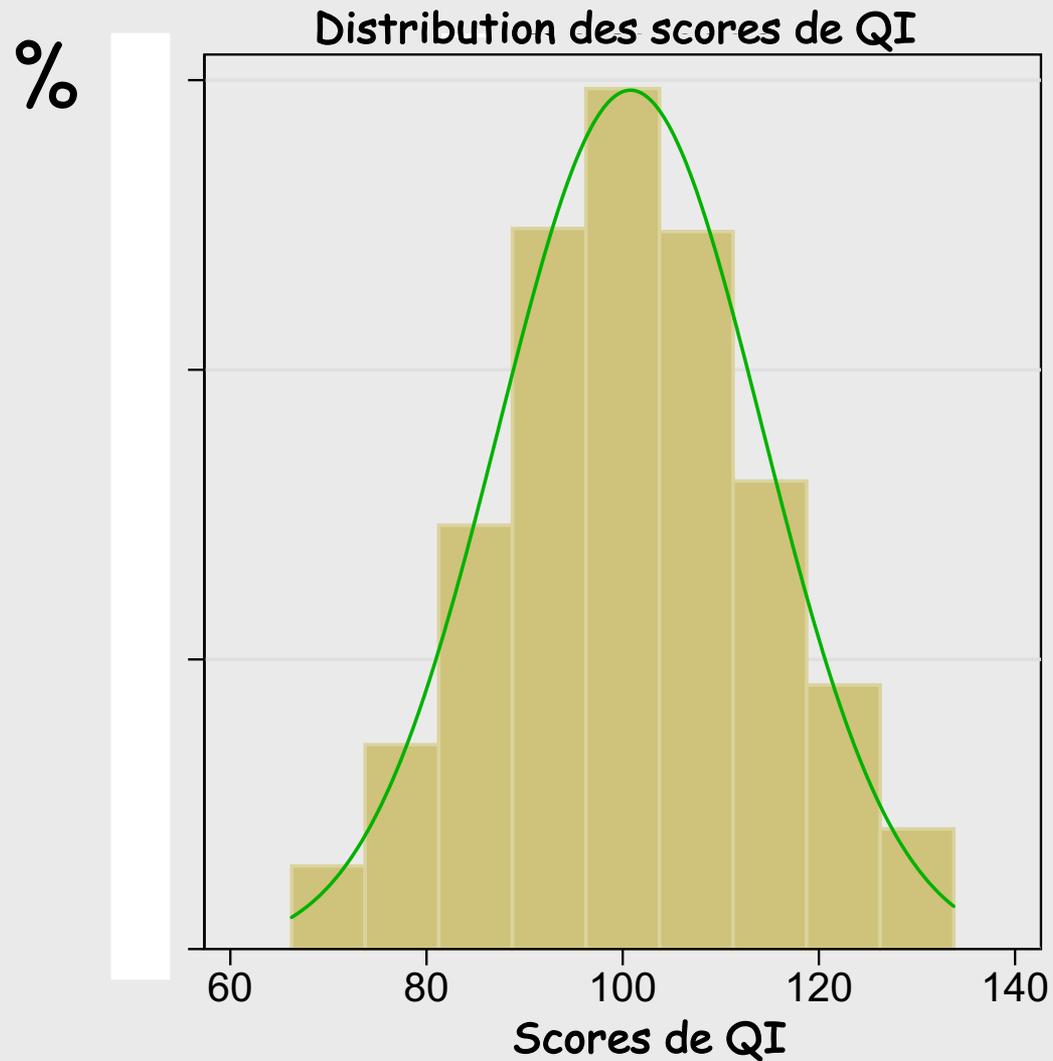
1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Les tests d'intelligence de Wechsler

- Démarche statistique (utilisation de la loi normale)
  - ↳ performances comparables quel que soit l'âge
- QI de 100 = médiane des scores  
Ecart type = 15 points

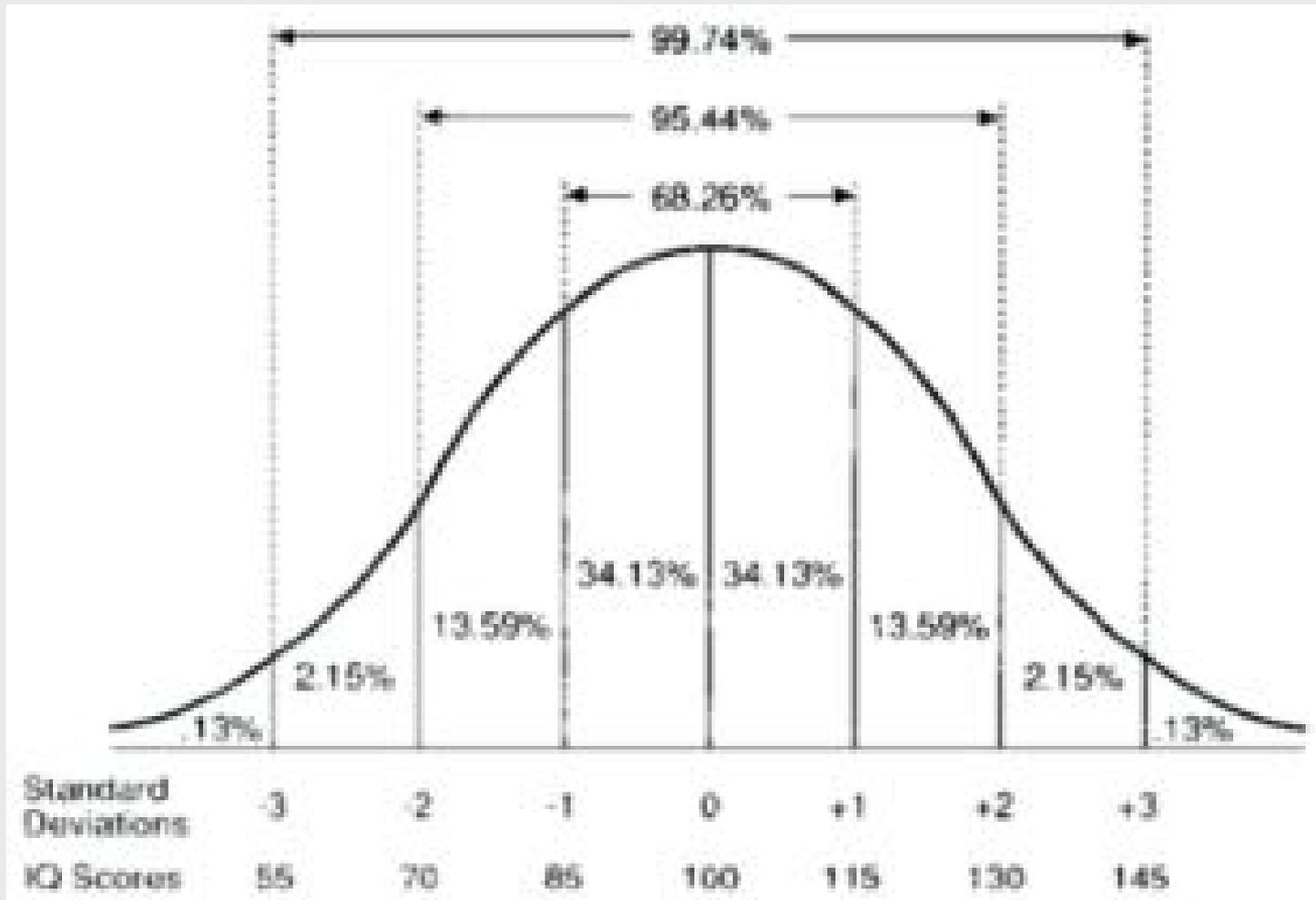
1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# La signification du QI



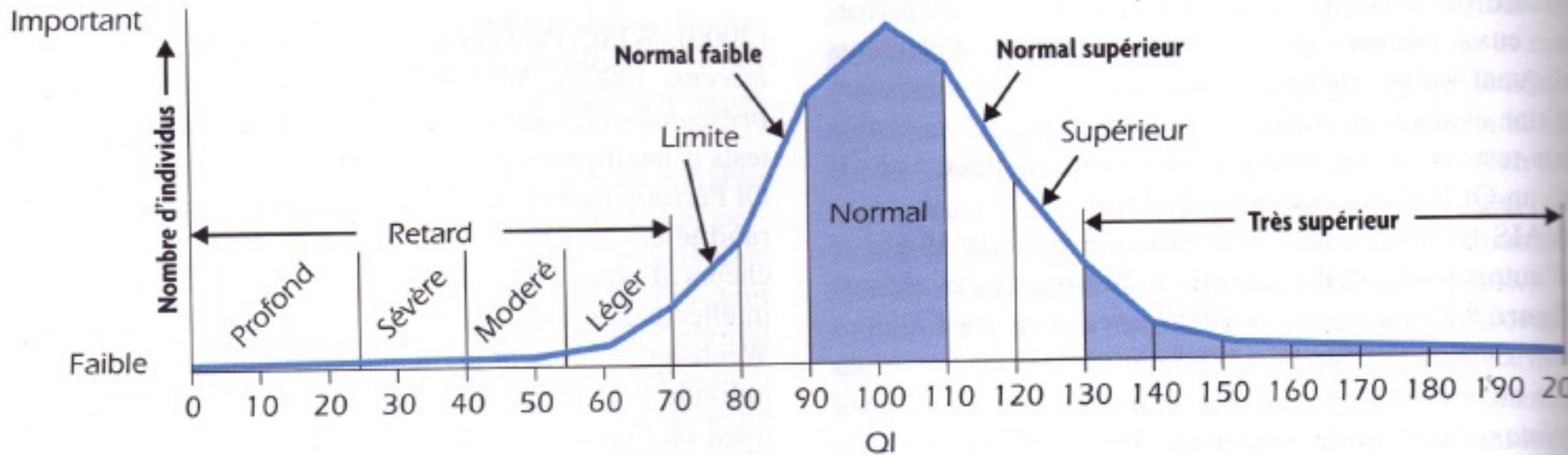
1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# La signification du QI

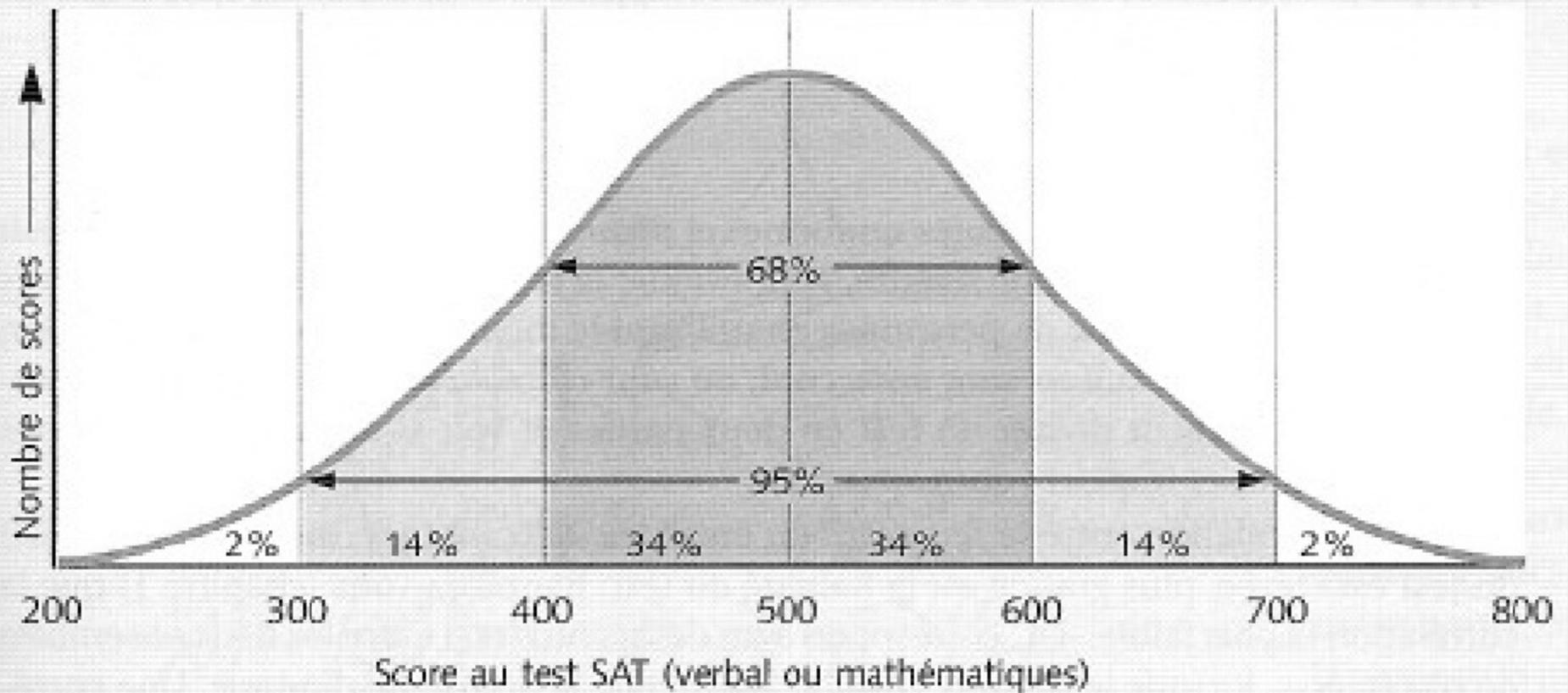


1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# La signification du QI



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence



**Distribution des résultats au test SAT** Lorsque le test SAT fut standardisé en 1941, on attribua au score moyen pour chacune des parties la valeur de 500. Les autres résultats du SAT furent définis de sorte que 68 p. 100 d'entre eux tombent dans un intervalle de 100 points au-dessus ou au-dessous de 500. Un score de 115 au test WAIS est donc à la même position relative qu'un score de 600 au SAT. Toutefois, les deux résultats ne sont pas équivalents, car les capacités scolaires des groupes à partir desquels les tests furent standardisés ne sont pas les mêmes.

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Les différents tests

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Les tests d'intelligence de Wechsler

## Le WISC

- Intelligence verbale et non verbale

  - Échelle composite: sous-tests verbaux et non verbaux  
(performances)

- Analyse intra-test: forces et faiblesses du sujet

- Importance du comportement pendant l'épreuve

- Mise à jour régulières (WISC III - WISC IV)

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Les tests d'intelligence de Wechsler

## Le WISC III

### Calcul de 6 indices

- QI verbal et QI non verbal (performances)
- QI total : si QI verbal  $\approx$  QI non verbal (différence < 12)
- Indice de compréhension verbale
- Indice d'organisation perceptive
- Indice de vitesse de traitement

### Synthèse des aptitudes du sujet

- Points forts et points faibles du sujet
- Formulation d'hypothèses

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

Nom et prénom : ...S. ... Sexe : ...

Etablissement : ..... Age : 9.1.8...

Psychologue : ..... Classe : CM1

12: Colonne sur jeu optique loguel - 9:9 et non 9.7

# WISC-III™

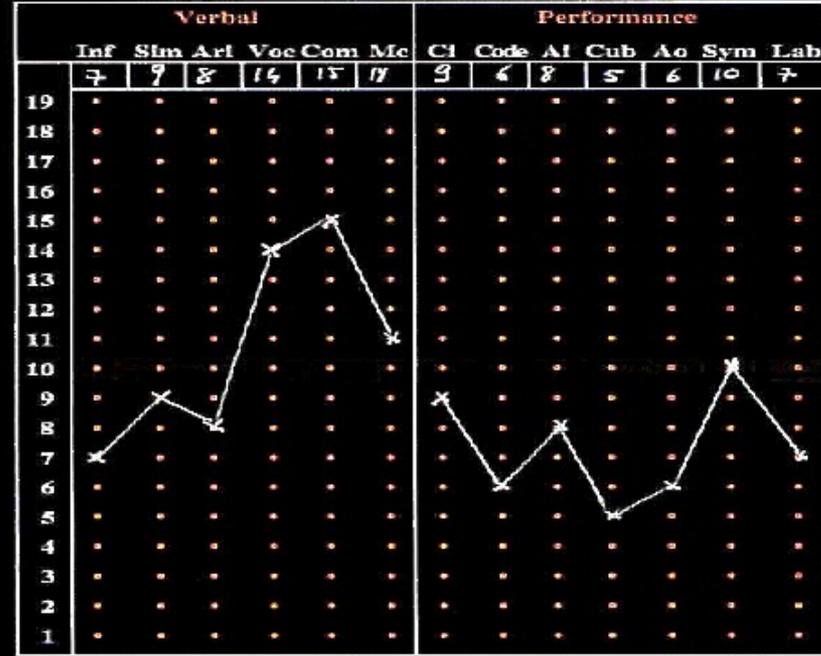
Echelle d'Intelligence de Wechsler pour Enfants - 3<sup>e</sup> édition

Subtests	Notes brutes	Notes standard				
		Verb.	Perf.	CV	OP	VT
Complètement d'images	17		9		9	
Information	9	7		7		
Code	30		6			6
Similitudes	10	9		9		
Arrangement d'images	29		8		8	
Arithmétique	15	8				
Cubes	23		5		5	
Vocabulaire	28	14		14		
Assemblage d'objets	18		6		6	
Compréhension (Symboles)	20	15		15		
(Mémoire des chiffres)	29		(10)			10
(Labyrinthes)	13		(11)			
(Labyrinthes)	24		(7)			
<b>Somme des notes standard</b>		<b>53</b>	<b>34</b>	<b>45</b>	<b>28</b>	<b>16</b>
<b>Note à l'Echelle Totale</b>		<b>87</b>				

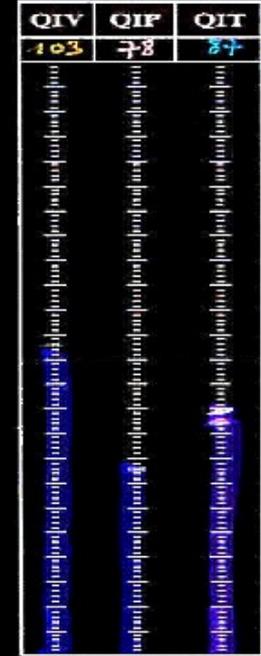
	Années	Mois	Jours
Date de passation	2004	11	22
Date de naissance	1995	03	23
Age	9	7	29

	Note	QI Indice	% ile	±5 % de l'intervalle de confiance
Verbal	53	103	58	95 - 110
Performance	34	78	7	72 - 89
Total	87	90	25	84 - 97
Comp. Verb.	45	107	58	99 - 114
Org. Percep.	28	81	10	74 - 92
Vit. de Trait.	18	89	23	81 - 101

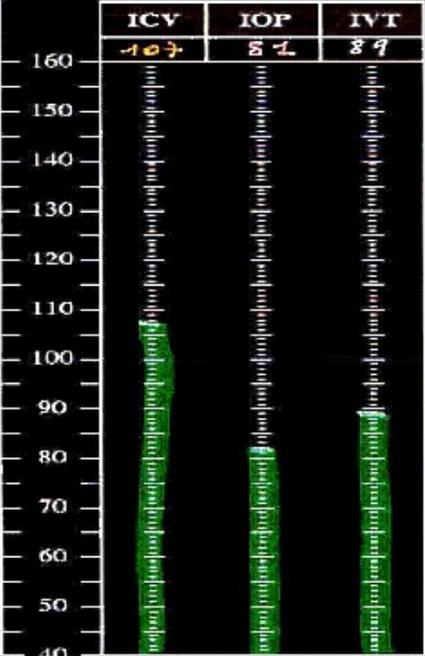
### Profil des notes standard



### QI



### Indices (optionnel)



# **Axel S. (9ans ½ , CM1). Niveau intellectuel : WISC-III**

**QI verbal (103) > QI non verbal (78): Différence significative de 25 points**

## **Taches verbales hétérogènes (QI 103; percentile 58%)**

- *Vocabulaire* (14): Bon niveau en expression orale
- *Compréhension* (15) : Bonne adaptation sociale
- (*Mémoire des chiffres* (11)): Assez bonne mémoire auditive
- *Similitudes* (9): **Faibles capacités d'abstraction**
- *Informations* (7): Faiblesse des connaissances scolaires
- *Arithmétique* (8): Faiblesse des connaissances scolaires

## **Taches non verbales hétérogènes (QI 78; percentile 7%)**

- (*Symboles* (10)): Assez bonne discrimination des détails
- *Complètement d'images* (9): Faible niveau
- *Arrangement d'images* (8): **Défaut d'organisation temporelle**
- (*Labyrinthes* (7)): Lenteur, impulsivité du geste
- *Codes* (6): Lenteur pénalisante (aucune erreur)
- *Assemblage d'objets* (6): **Défaut d'organisation spatiale**
- *Cubes* (5): **Déficit visuo-spatial, difficulté pour passer de 2D à 3D.**

# PROFIL AUX ÉCHELLES DE WECHSLER

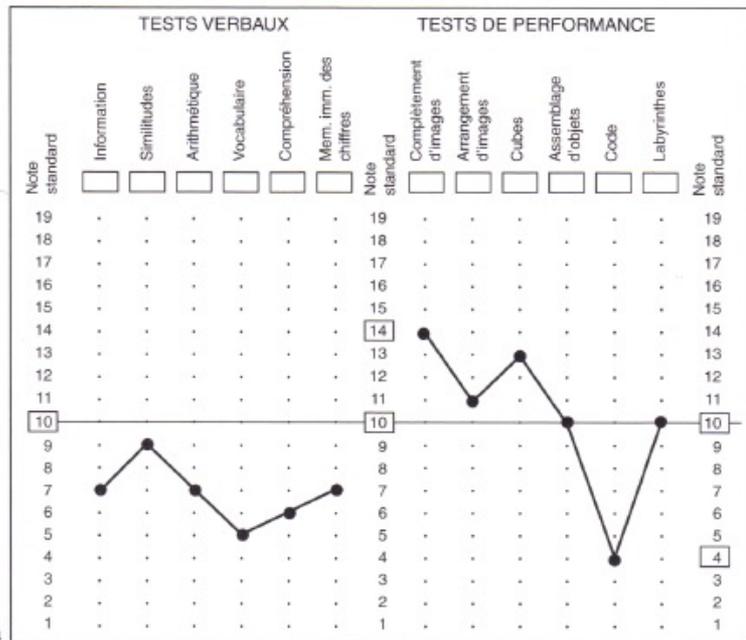
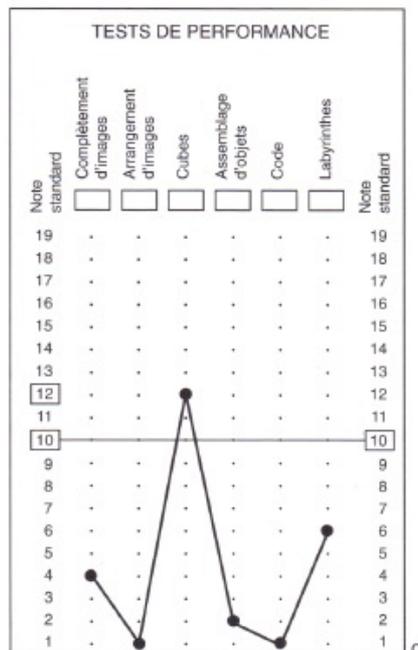
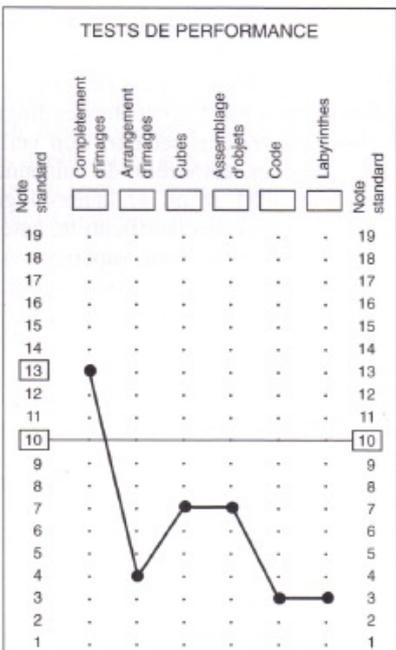
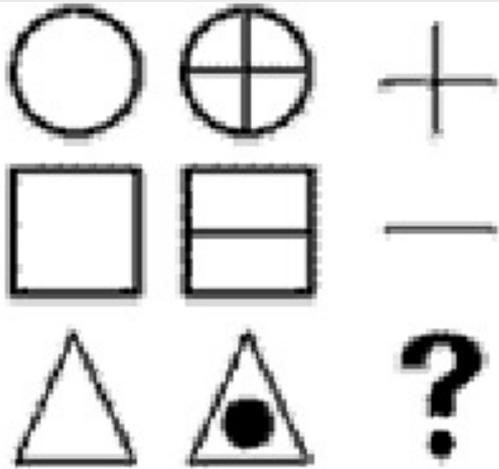


Fig. 3.7. – Dysphasies, QI et psychométrie.

- a. P. E., 10; 4 ans, CM1 : dysphasie. Noter la corrélation entre les performances verbales et le sub-test «code» de l'échelle non verbale.
- b. N. R., 8; 4 ans : dysphasie + dyspraxie. Le sub-test «complètement d'images», ni verbal ni praxique, reflète les compétences préservées.
- c. B. Q., 9; 6 ans : dysphasie + troubles neurovisuels (agnosie des images). Le résultat aux cubes de Kohs reflète ici les compétences préservées.

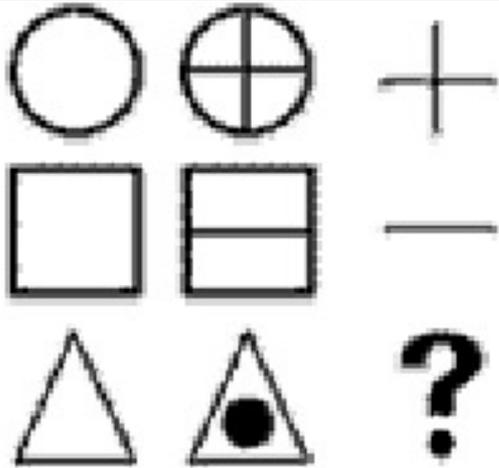


# Progressive Matrices Raven



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Progressive Matrices Raven

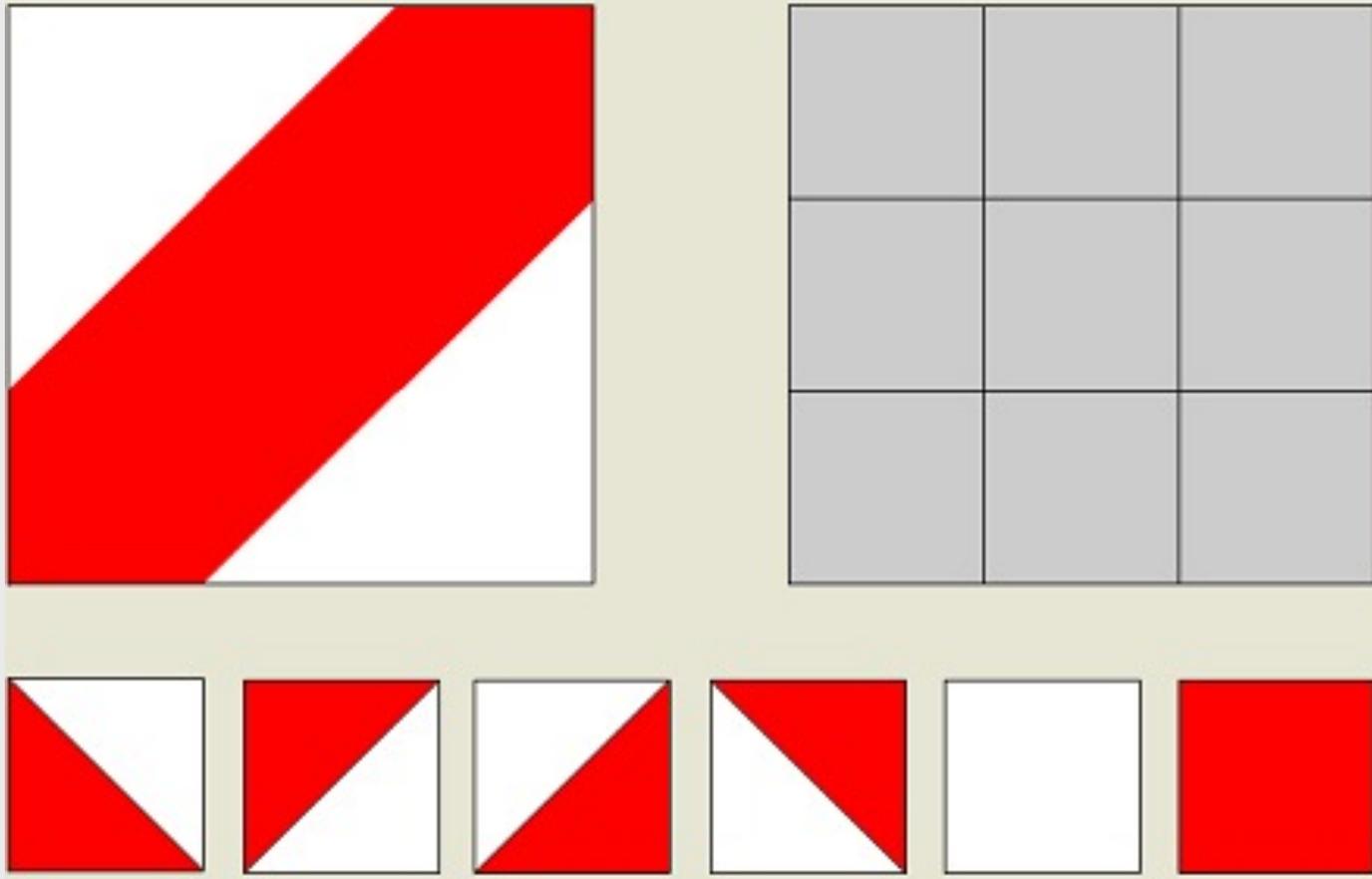


ligne 1 le rond se remplit d'une croix puis laisse seule la croix.  
Ligne 2 le carré se remplit d'une barre et laisse la barre seule.  
Ligne trois le triangle se remplit d'un rond et donc laisse le rond seul.

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Test des Cubes de Kohs

Exemple de problème



Exemples de questions tirées  
du SAT (*Scholastic Aptitude  
Test*)

# Exemples de question tirée du SAT

## VERBAL

Choisissez le mot ou l'expression qui est le (la) plus proche de la signification *opposée* à celle du mot en majuscule.

## FLETRIR :

(A) empêcher

(B) évacuer

(C) exposer

(D) renaître

(E) enfoncer

93 % de réponses correctes - D

# Exemple de question tirée du SAT

Dans une course, si la vitesse de Bob est égale aux  $\frac{4}{5}$  de celle d'Alice, et celle de Chris aux  $\frac{3}{4}$  de celle de Bob, la vitesse d'Alice est combien de fois celle de la moyenne des vitesses des deux autres coureurs ?

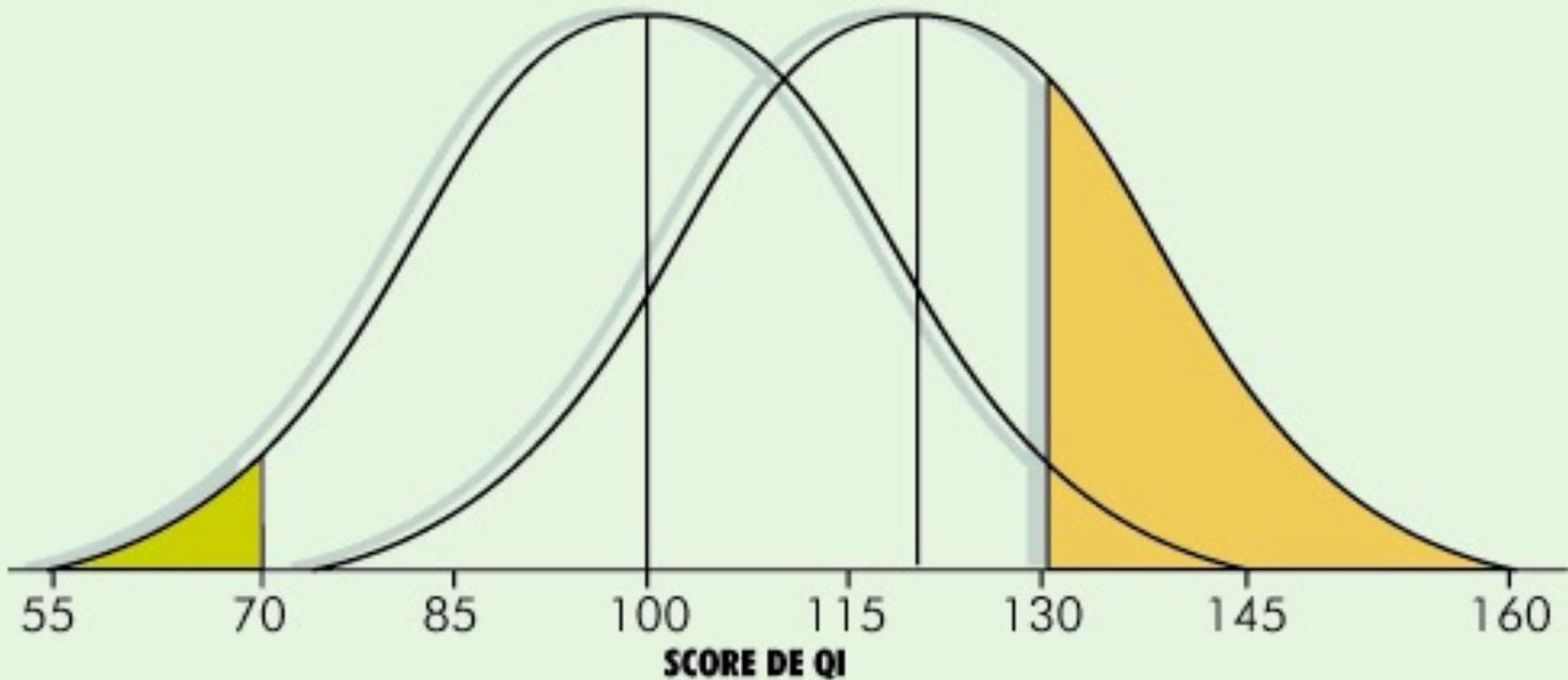
- (A)  $\frac{3}{5}$       (B)  $\frac{7}{10}$       (C)  $\frac{40}{31}$       (D)  $\frac{10}{7}$       (E)  $\frac{5}{3}$

**10 % de réponses correctes - D**

# L'effet Flynn

- Augmentation régulière du QI sur plusieurs générations (Flynn, 1984 ; 1987)
  - 1/3 de point de QI par année pour les américains, retrouvé dans les autres pays occidentaux... ceci est valable pour les divers tests

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. L'effet Flynn



- Nécessité de re-étalonner les tests régulièrement
- Si on gardait le même étalonnage, les mêmes enfants surefficients il y a 100 ans seraient dans la moyenne de nos jours (écart de 30 points).

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents
3. La mesure de l'intelligence

# Explication de l'effet Flynn

- Interprétation sujette à controverse
  - peut traduire une augmentation du niveau intellectuel correspondant à l'évolution de la société
  - peut aussi bien être expliqué par certains biais méthodologiques
    - interprétations pas exclusives

# Explication de l'effet Flynn

- Conjonction de facteurs
  - meilleure alimentation
  - allongement et généralisation de la scolarité
  - parents accordent plus précocement de l'attention à leur enfant
  - Baisse du nombre d'enfants par famille

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Explication de l'effet Flynn

- Problème

- les gains apparaissent là où on s'y attend le moins : dans les tests qui minimisent l'apport culturel (matrices de Raven, cubes de Kohs )
- les tests les plus liés aux matières scolaires connaissent les plus faibles progressions

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Explication de l'effet Flynn

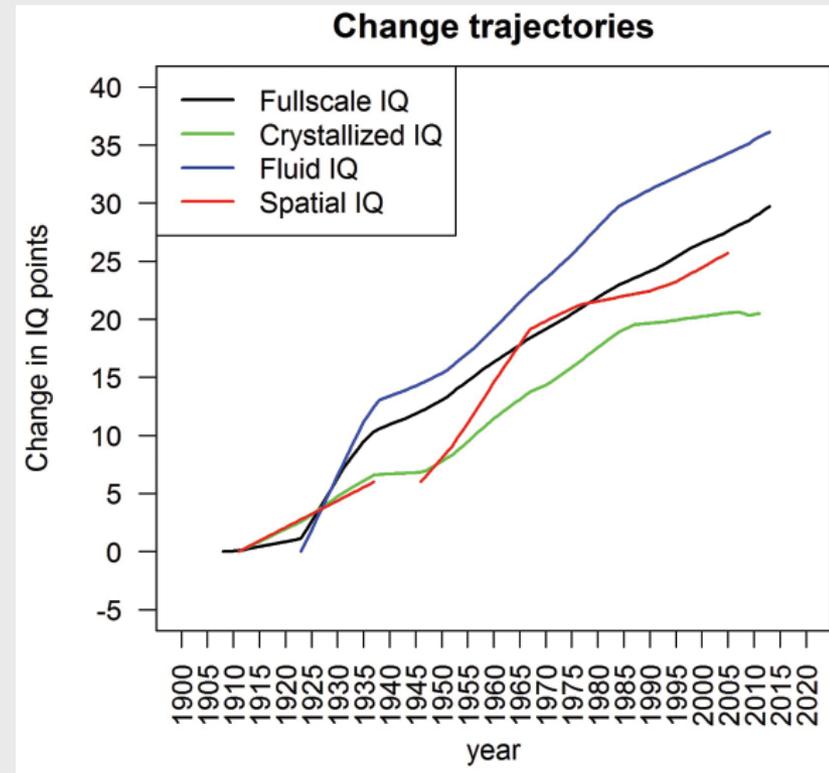
## One Century of Global IQ Gains: A Formal Meta-Analysis of the Flynn Effect (1909–2013)

Jakob Pietschnig<sup>1,2</sup> and Martin Voracek<sup>2,3</sup>

Perspectives on Psychological Science  
2015, Vol. 10(3) 282–306  
© The Author(s) 2015  
Reprints and permissions:  
sagepub.com/journalsPermissions.nav  
DOI: 10.1177/1745691615577701  
pps.sagepub.com  
SAGE

### Abstract

The Flynn effect (rising intelligence test performance in the general population over time and generations) varies enigmatically across countries and intelligence domains; its substantive meaning and causes remain elusive. This first formal meta-analysis on the topic revealed worldwide IQ gains across more than one century (1909–2013), based on 271 independent samples, totaling almost 4 million participants, from 31 countries. Key findings include that IQ gains vary according to domain (estimated 0.41, 0.30, 0.28, and 0.21 IQ points annually for fluid, spatial, full-scale, and crystallized IQ test performance, respectively), are stronger for adults than children, and have decreased in more recent decades. Altogether, these findings narrow down proposed theories and candidate factors presumably accounting for the Flynn effect. Factors associated with life history speed seem mainly responsible for the Flynn effect's general trajectory, whereas favorable social multiplier effects and effects related to economic prosperity appear to be responsible for observed differences of the Flynn effect across intelligence domains.



**Fig. 1.** Domain-specific IQ gain trajectories for 1909–2013. Changes are based on weighted average annual IQ changes in all available data.

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Explication de l'effet Flynn

- **Suggestion**

- l'exposition intensive des très jeunes aux nouvelles techniques de l'information et de la communication est un facteur-clé de l'effet Flynn
  - augmentation associée de la capacité à identifier visuellement et à manipuler mentalement des objets

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Vers un effet Flynn inversé ?

- **Au Danemark**

- les 25000 recrues (pour le service militaire) de 1999 ont eu des meilleurs scores que les 33000 de 1988 (2 pts de QI en plus en moyenne)
- En revanche, les 23000 recrues de 2004 ont eu des performances similaires à celles des recrues de 1988

TEASDALE, T., OWEN, D. (2008). Secular declines in cognitive test scores: A reversal of the Flynn Effect. *Intelligence*, 36(2), 121-126.

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Vers un effet Flynn inversé ?



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Intelligence



## A negative Flynn Effect in France, 1999 to 2008–9

Edward Dutton<sup>a,\*</sup>, Richard Lynn<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Oulu, Finland

<sup>b</sup> University of Ulster, UK



### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 4 February 2015  
Received in revised form 26 May 2015  
Accepted 26 May 2015  
Available online 5 June 2015

### ABSTRACT

The results of the French WAIS III (1999) and the French WAIS IV (2008–9) are compared based on a sample of 79 subjects aged between 30 years and 63 years who took both tests in 2008–2009. It is shown that between 1999 and 2008–9 the French Full Scale IQ declined by 3.8 points.

© 2015 Elsevier Inc. All rights reserved.

**Table 4**

Index IQs and standard deviations and Full Scale IQs in the French WAIS III and WAIS IV.

Index IQs	WAIS III (S.D)	WAIS IV (S.D)	IQ decline
Verbal Comprehension	95.1 (13.9)	99.1 (14.9)	4.0
Perceptual reasoning index	98.9 (16.4)	102.0 (16.0)	3.1
Working Memory Index	100.7 (14.8)	100.7 (13.2)	0
Processing speed index	99.2 (18.6)	99.9 (17.1)	0.7
Perceptual organization index	96.0 (13.7)	99.9 (14.9)	3.9
Full Scale IQ	97.3 (14.9)	101.1 (14.7)	3.8

**Table 1**

IQ gains in USA and Britain.

Country	Age	Test	Years	IQ gain per decade	Reference
USA	Children	WISC-III and WISC-IV	1989–2002	3.32	<a href="#">Flynn, 2012, Table Allii, p.238</a>
USA	Adults	WISC-III and WISC-IV	1995–2006	3.06	<a href="#">Flynn, 2012, Table Allii, p.238</a>
Britain	7–11	Mill Hill Vocabulary Scale	1979–2008	1.1	<a href="#">Lynn, 2009, Table 7</a>
Britain	4–11	CPM	1982–2007	3.82	<a href="#">Flynn, 2012, Table A17, p.230</a>
Britain	7–11	SPM	1979–2008	3.20	<a href="#">Flynn, 2012, Table A17, p.230</a>

**Table 2**

IQ declines in 7 countries.

Country	Age	Test	Years	IQ decline per decade	Reference
Norway	18–19	General Ability	1996–2002	0.38	<a href="#">Sundet, Barlaug and Torjussen</a>
Australia	6–11	CPM	1975–2003	1.07	<a href="#">Cotton et al. (2005)</a>
Denmark	18–19	Borge Priene's Prove	1998–2003/4	2.70	<a href="#">Teasdale and Owen (2008)</a>
Britain	11–12	Piagetian	1975–2003	4.30	<a href="#">Shayer and Ginsburg (2007)</a>
Britain	13–14	Piagetian	1976–2006	2.50	<a href="#">Shayer and Ginsburg (2009)</a>
Britain	14–15	SPM	1979–2008	0.64	<a href="#">Flynn (2012), p.232</a>
Sweden	18–19	General Ability	1992–1993	0.26	<a href="#">Ronnlund, Carlstedt, Blomstedt, Nilsson, and Weinehall (2013)</a>
Netherlands	Adults	GATB	1975–2005	1.35	<a href="#">Woodley and Meisenberg (2013)</a>
Finland	18–19	Peruskoe	1998–2009	2.0	<a href="#">Dutton and Lynn (2013)</a>

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Vers un effet Flynn inversé ?



Contents lists available at ScienceDirect

Intelligence



A negative Flynn Effect in France, 1999 to 2008–9

Edward Dutton<sup>a,\*</sup>, Richard Lynn<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Oulu, Finland

<sup>b</sup> University of Ulster, UK



## ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 4 February 2015  
Received in revised form 26 May 2015  
Accepted 26 May 2015  
Available online 5 June 2015

## ABSTRACT

The results of the French WAIS III (1999) and the French WAIS IV (2008–9) are compared based on a sample of 79 subjects aged between 30 years and 63 years who took both tests in 2008–2009. It is shown that between 1999 and 2008–9 the French Full Scale IQ declined by 3.8 points.

© 2015 Elsevier Inc. All rights reserved.

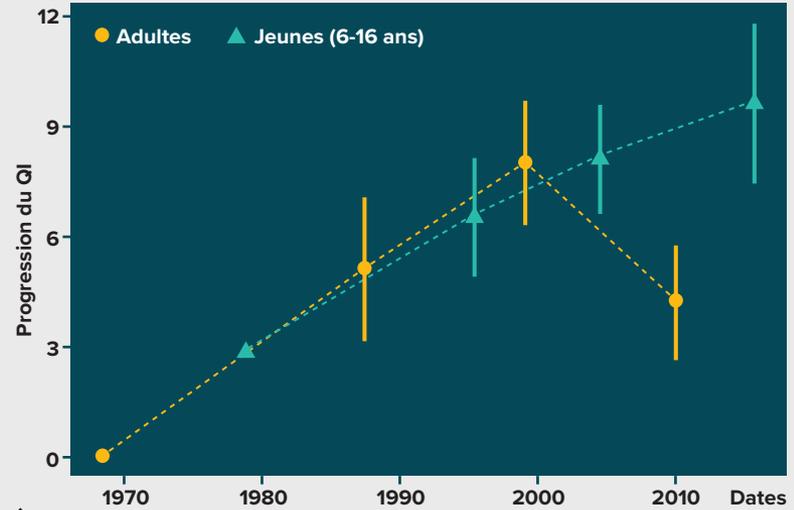
L'étude ne porte que sur 79 participants, non représentatifs de la population française

**Une des causes invoquée : les perturbateurs endocriniens et la malbouffe en générale qui entraveraient le développement cérébral et intellectuel des enfants**

- Si cela était le cas, le déclin supposé du QI devrait toucher en premier les nouvelles générations d'enfants... Ce n'est pas le cas...

- Les baisses ne touchent pas tous les subtests : par ex en Finlande entre 1999 et 2002 baisse pour les tests numériques et verbaux mais pas pour le raisonnement logique (stagnation)

PROGRESSION CUMULÉE DU QI EN FRANCE



Le QI de la population française augmente à chaque test de QI introduit depuis 1968. À chaque date figurant sur ce graphe, les personnes passent la version récente du test et la version antérieure. Le score est supérieur sur la version antérieure, ce qui montre que la norme du QI s'élève. La courbe montre les différences cumulées de ces paires de mesures, et les barres verticales représentent l'intervalle de confiance, à l'intérieur duquel la valeur effective du QI a 95% de chances de se trouver. Un seul test ne révèle pas cette augmentation sur toute la période concernée : le test WAIS-IV destiné aux adultes. C'est sur ce point que se sont focalisés les chercheurs défendant l'idée d'un déclin de l'intelligence.

Cerveau & Psycho  
N° 100 - Juin 2018

La prise en compte de l'ensemble des données internationales laisse plutôt penser que les scores de QI progressent plus lentement qu'auparavant, et sont peut-être en train de se stabiliser et d'atteindre un plafond.

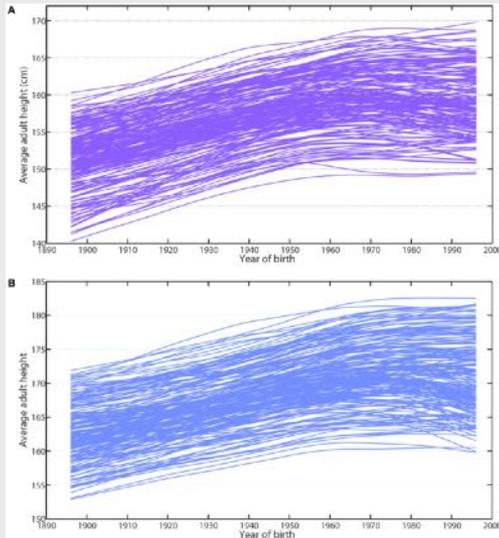
1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

# Vers un effet Flynn inversé ?

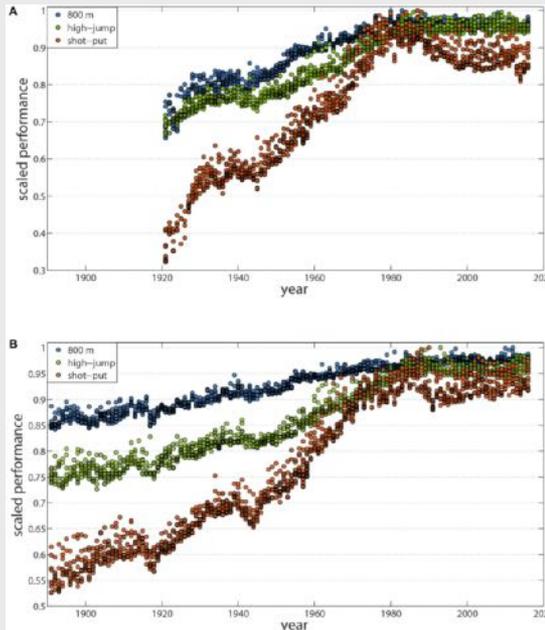


## Are We Reaching the Limits of *Homo sapiens*?

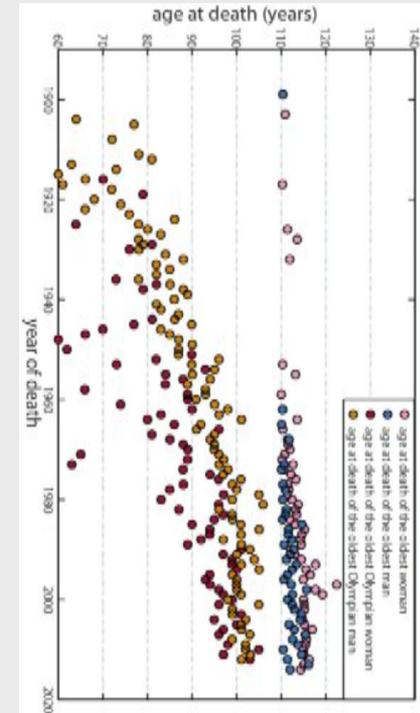
Adrien Marck<sup>1,2</sup>, Juliana Antero<sup>1</sup>, Geoffroy Berthelot<sup>1,3,4</sup>, Guillaume Saulière<sup>1</sup>,



**FIGURE 3** Average adult height has followed a similar pattern toward a plateauing trend since 1980. The analysis of the growth patterns reveals that the gain in height during the last century is not a linear process. During the last 3 decades, data have shown a similar plateauing state in the tallest populations among women and men of high-income countries from North America to Europe. This recent asymptote suggests a potential upper limit to human height. **(A)** Average adult height of women (violet-purple) represented for each country from 1914 up to 2014. **(B)** Average adult height of men (blue) represented for each country from 1914 up to 2014. Data are compiled from NCD-RisC and available by country on their website (<https://allfsciences.org/content/5/e13410>).



**FIGURE 4** Maximal lifespan trends have shown a plateau for the oldest supercentenarian and the oldest Olympian. Since Jeanne Calment, who currently holds the lifespan record at 122.4 years in 1997, no one has lived more than 120 years and data suggest a plateau around 115–117 years that may indicate the potential biological upper limit of our species in terms of longevity. Oldest supercentenarian trends have shown a plateau for both women (purple) and men (blue). Similarly, maximal lifespan trends for oldest Olympians have shown a plateau for both women (red) and men (orange). Data for supercentenarians are available at the Gerontological Research Group (GRG; <http://www.grg.org/>). Data for Olympian athletes came from the most authoritative source of Olympian biographies (Clarke et al., 2012; Antero-Jacquemart et al., 2015).



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence

## 4. Une ou des intelligences ?

2 grands types de théories de l'intelligence :

- Conceptions unitaires : intelligence = capacité générale
- Conceptions pluralistes : plusieurs formes d'intelligence

# L'analyse factorielle

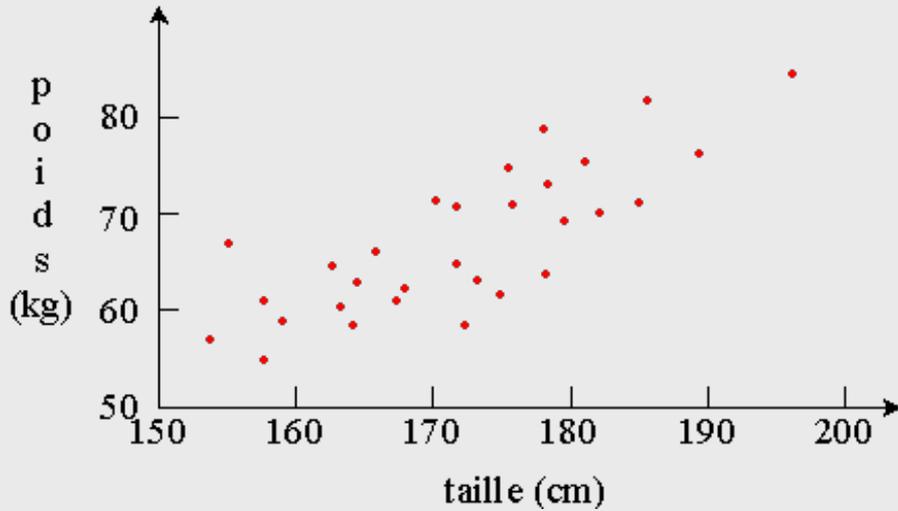
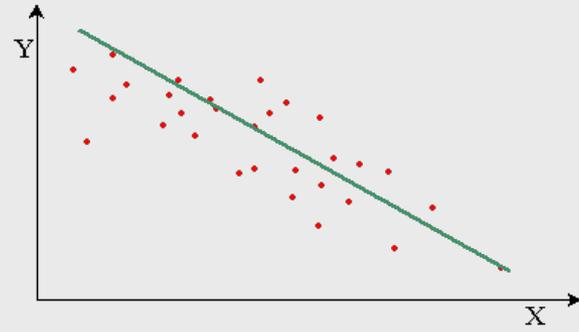
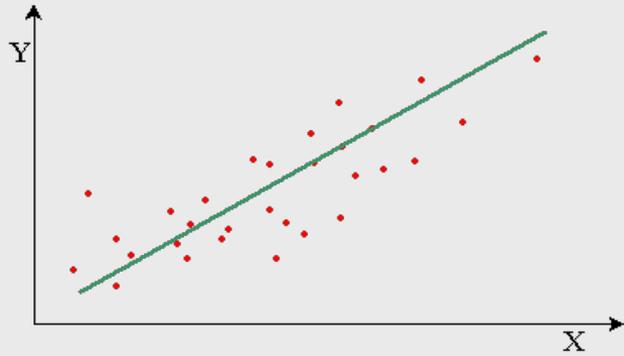
*Une façon de traiter le problème*

- Méthode mathématique

- But : regrouper un grand nombre de variables en un plus petit nombre de catégories ou facteurs

- Fondement : étude des corrélations

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences



$$r = \frac{\sum (X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2} \times \sqrt{\sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

# L'analyse factorielle

- Spearman (1904)

- Mise en évidence d'un facteur d'intelligence générale (le facteur "g" )

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

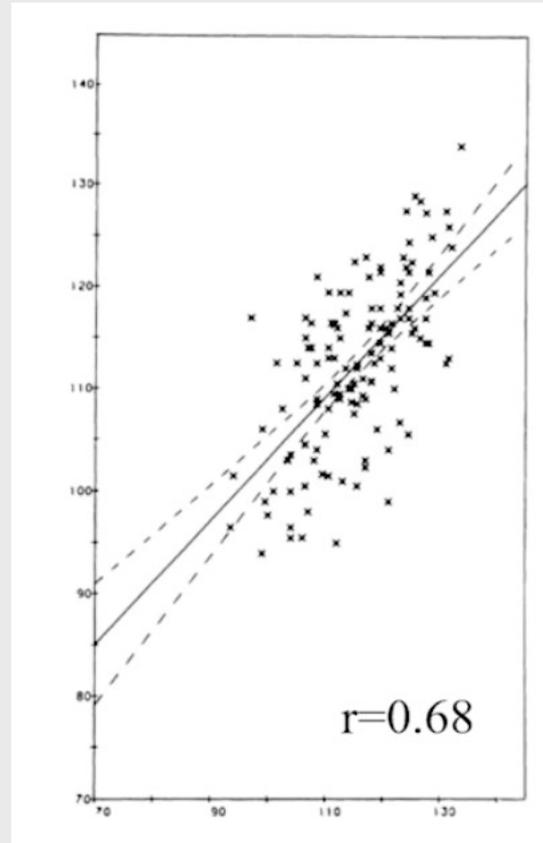
# L'analyse factorielle

Spearman, C. (1904). General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*

	Classics.	French.	English.	Mathem.	Discrim.	Music.
Classics,	0.87	0.83	0.78	0.70	0.66	0.63
French,	0.83	0.84	0.67	0.67	0.65	0.57
English,	0.78	0.67	0.89	0.64	0.54	0.51
Mathem.,	0.70	0.67	0.64	0.88	0.45	0.51
Discrim.,	0.66	0.65	0.54	0.45		0.40
Music,	0.63	0.57	0.51	0.51	0.40	

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# L'analyse factorielle



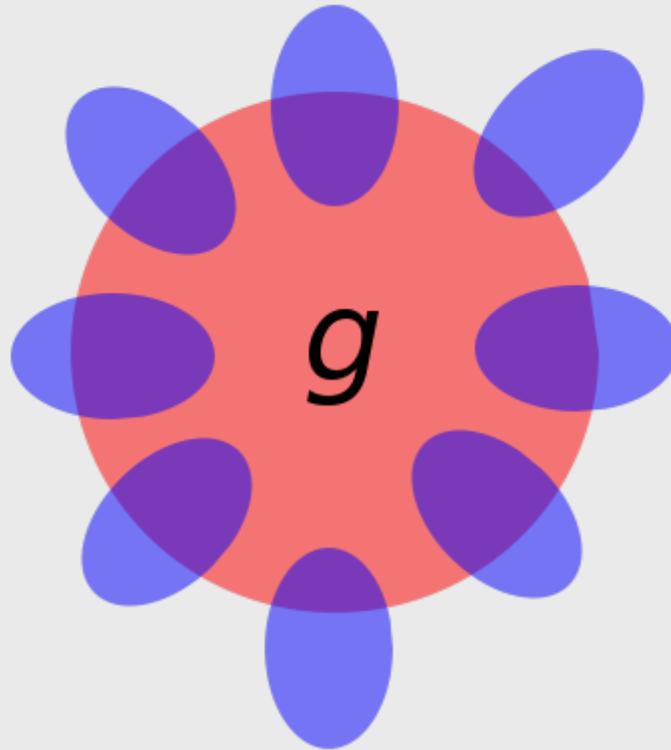
1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# Matrice des intercorrélations à la WAIS

	Info.	Vocab.	Compr.	Arith.	Sim.	Mém. chif.	Compl. ima.	Arr. ima.	Cubes	Assem. obj.	Code
Information	-										
Vocabulaire	0,81	-									
Compréhension	0,68	0,74	-								
Arithmétique	0,61	0,63	0,57	-							
Similitudes	0,66	0,72	0,68	0,56	-						
Mémoire des chiffres	0,46	0,52	0,45	0,56	0,45	-					
Complètement d'images	0,52	0,55	0,52	0,48	0,54	0,37	-				
Arrangement d'images	0,50	0,51	0,48	0,46	0,50	0,37	0,51	-			
Cubes	0,50	0,52	0,48	0,56	0,51	0,43	0,54	0,47	-		
Assemblage d'objets	0,39	0,41	0,40	0,42	0,43	0,33	0,52	0,40	0,63	-	
Code	0,44	0,47	0,44	0,45	0,46	0,42	0,42	0,39	0,47	0,38	-
Score à l'échelle verbale	0,79	0,85	0,76	0,70	0,74	0,57	0,61	0,57	0,61	0,49	0,54
Score à l'échelle de performance	0,62	0,65	0,61	0,62	0,64	0,50	0,65	0,56	0,70	0,62	0,52

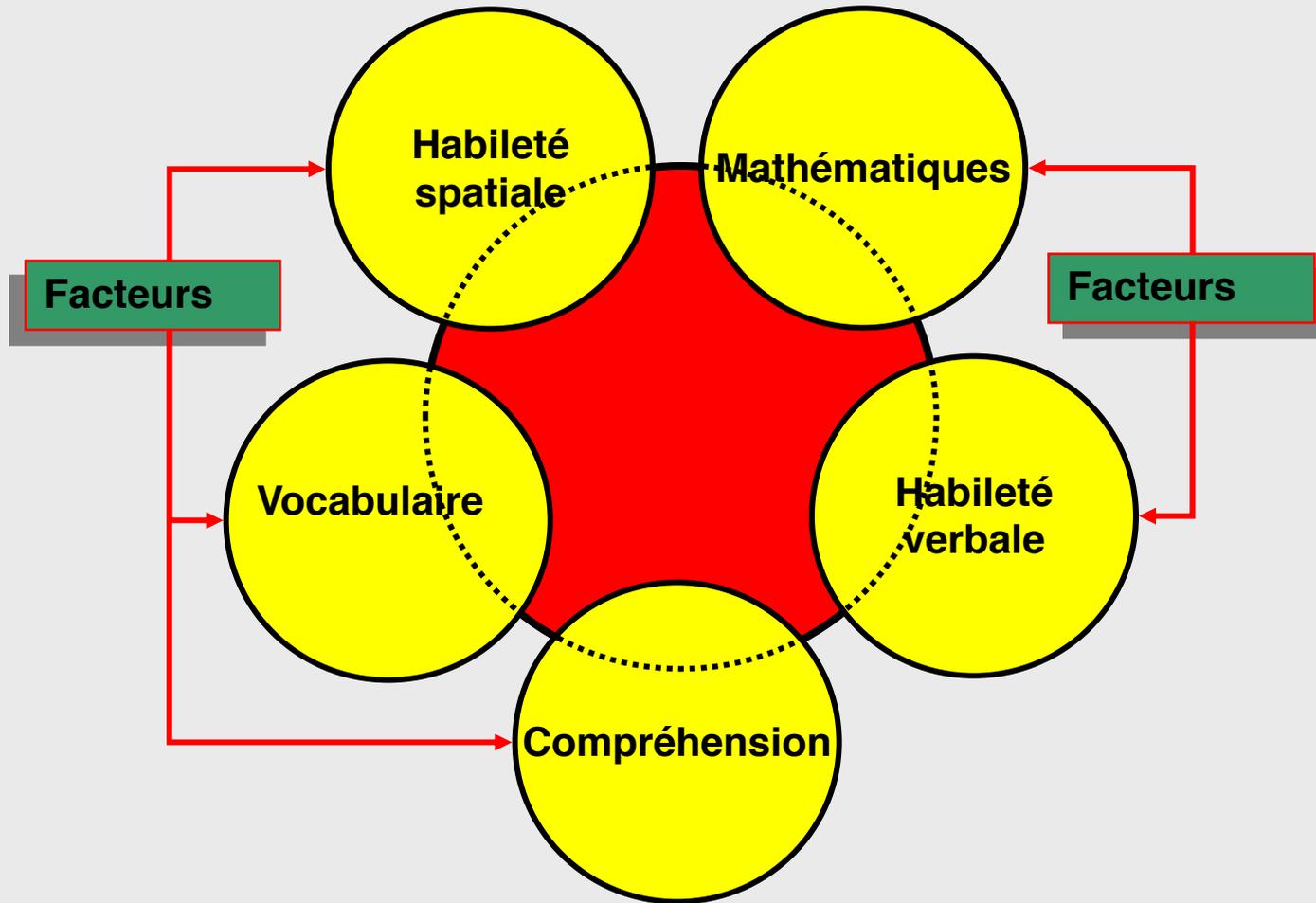
1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# Modèle bifactoriel de Spearman



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# Modèle bifactoriel de Spearman



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# Exemple: approche factorielle de la WISC

*Modèle factoriel issu de l'analyse des performances aux sous-tests de la WISC-III (Grégoire, 2000)*

	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3
INFORMATION	0,73	0,26	0,10
SIMILITUDES	0,73	0,29	0,07
ARITHMÉTIQUE  ⇒	0,50	0,34	0,20
VOCABULAIRE  ⇒	0,85	0,19	0,12
COMPRÉHENSION	0,69	0,19	0,09
MÉMOIRE DE CHIFFRES  ⇒	0,33	0,19	0,19
COMPL. D'IMAGES	0,28	0,51	0,07
ARRANG. D'IMAGES	0,34	0,45	0,17
CUBES  ⇒	0,25	0,70	0,23
ASSEMBL. D'OBJETS	0,16	0,70	0,13
LABYRINTHES  ⇒	0,16	0,35	0,19
CODE  ⇒	0,08	0,14	0,75
SYMBOLES	0,16	0,24	0,61

# Exemple: approche factorielle de la WISC

## *Trois indices factoriels*

<i>COMPRÉHENSION VERBALE</i>	<i>ORGANISATION PERCEPTIVE</i>	<i>VITESSE DE TRAITEMENT</i>
INFORMATION	COMPLÈTEMENT D'IMAGES	CODE
SIMILITUDES	ARRANGEMENT D'IMAGES	SYMBOLE
VOCABULAIRE	CUBES	
COMPRÉHENSION	ASSEMBLAGE D'OBJETS	

INDICES AYANT CHACUN UNE MOYENNE À 100 ET UN ÉCART TYPE À 15 COMME LES QI

# Modèle hiérarchique de Gustafsson (1984)

## Intelligence fluide

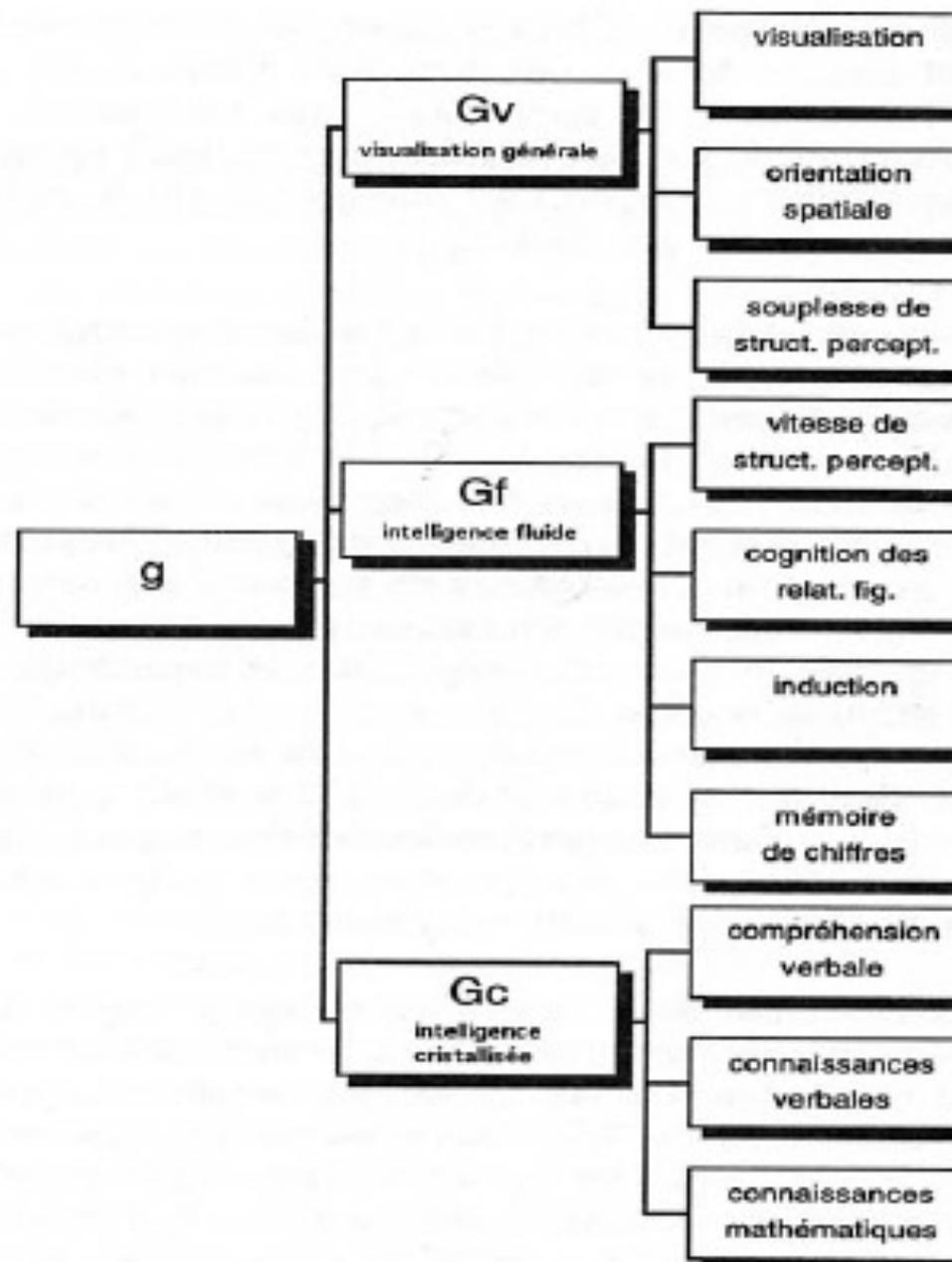
Capacité générale d'adaptation à des situations nouvelles

## Intelligence cristallisée

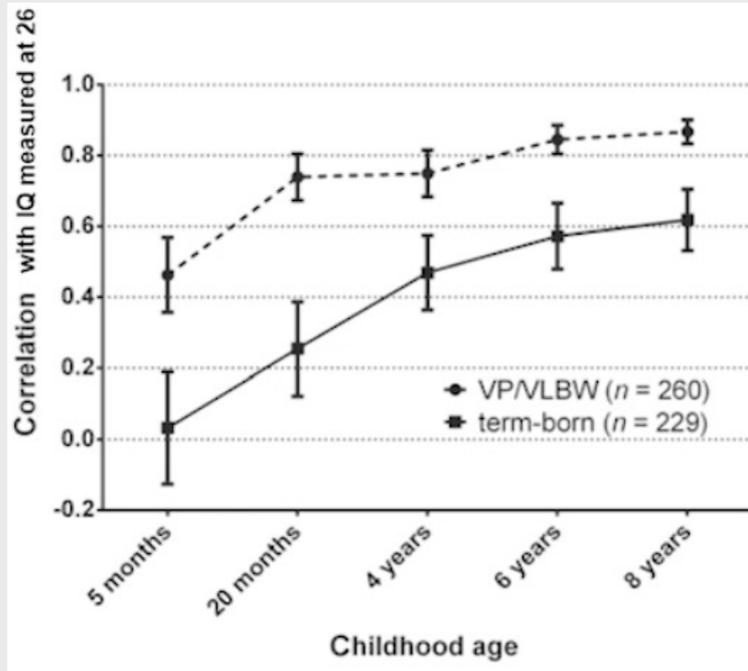
Forme d'intelligence qui se fonde sur des connaissances, des capacités acquises

## Visualisation générale

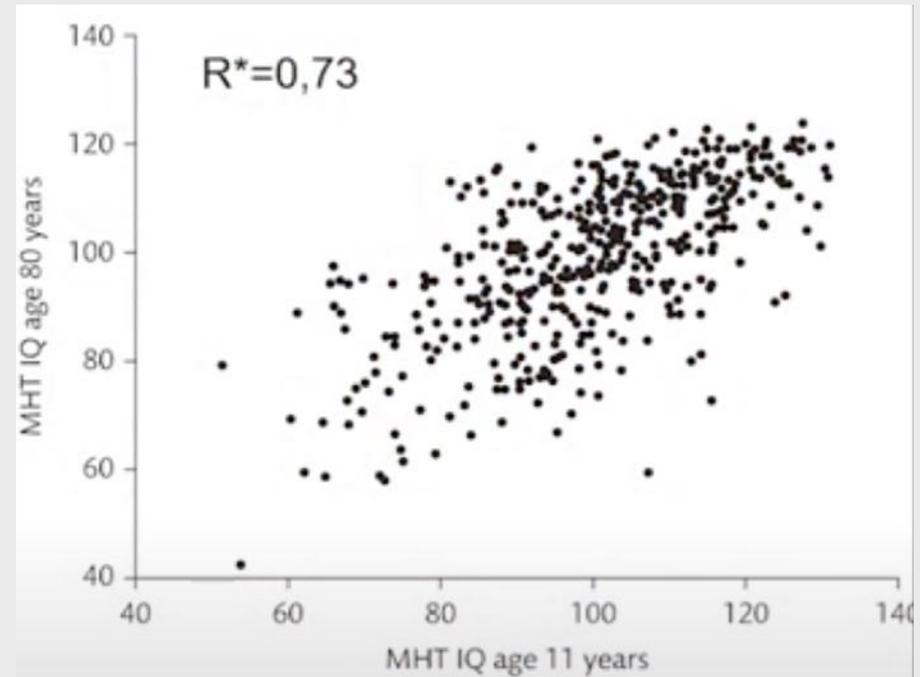
Capacité à identifier et manipuler mentalement des objets, à les imaginer d'un autre point de vue



# Le QI est-il fiable ?



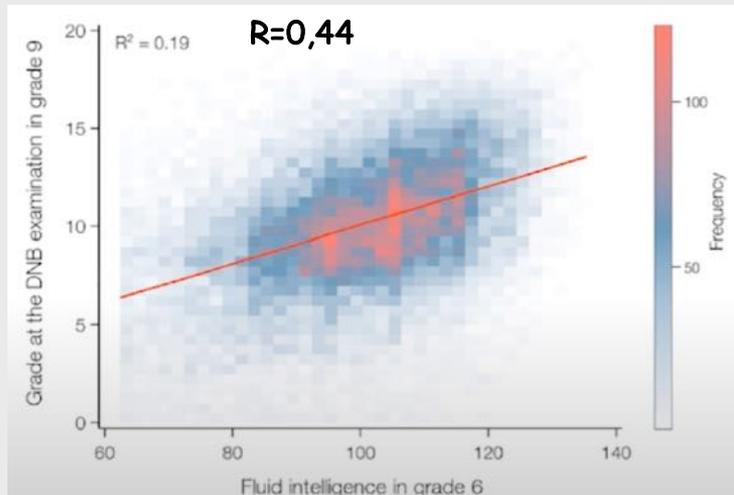
Breeman et al. (2015). *Pediatrics*



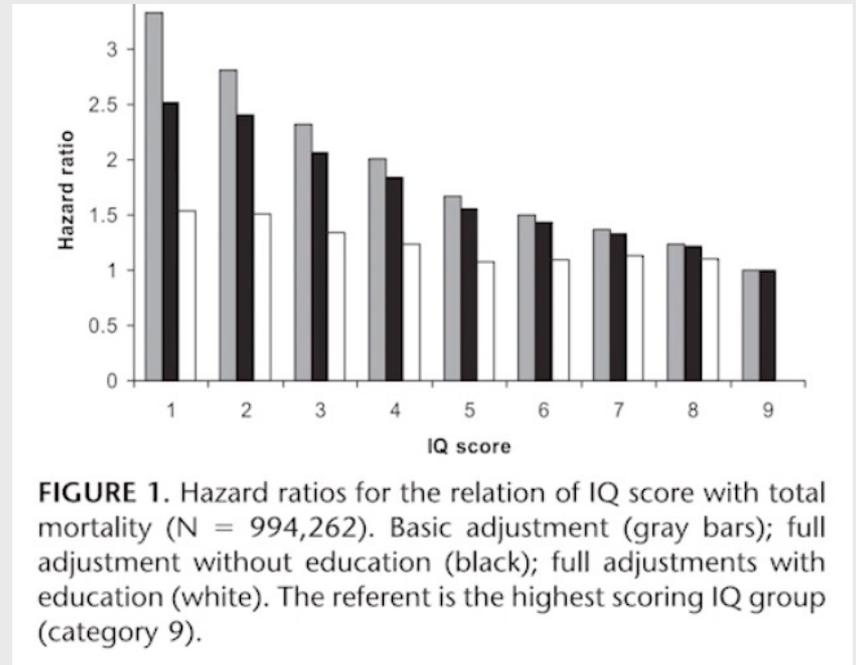
Deary et al. (2004). *Journal of personality and social psychology*

# Le QI a t-il une validité externe ?

*Que permet-t-il de prédire ?*



Guez et al. (2018)

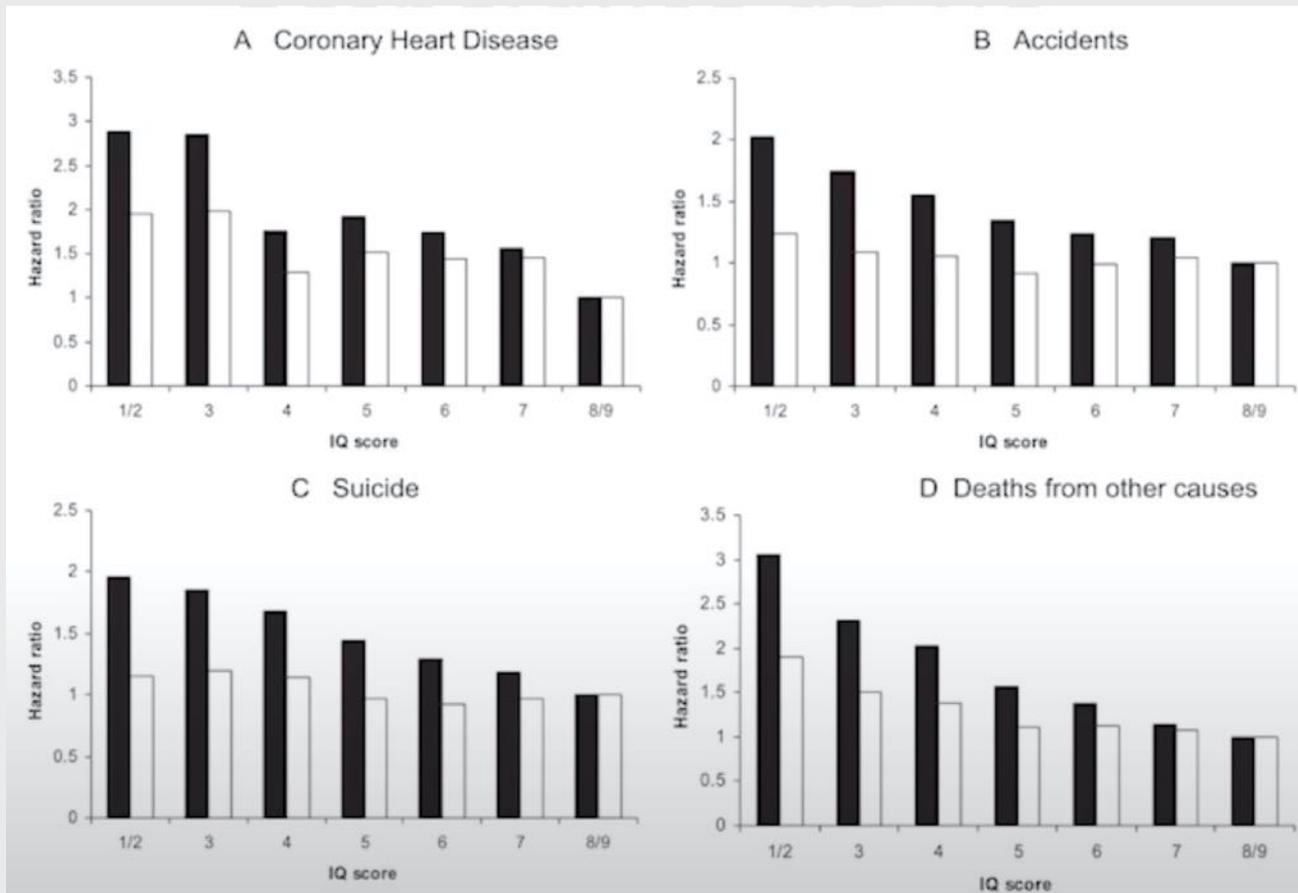


- 1 million de suédois testés à 18 ans et
- revus 20 ans plus tard
- 15 000 morts

Batty et al. (2009)

# Le QI a t-il une validité externe ?

*Que permet-t-il de prédire ?*



1 millions de suédois testés à 18 ans et revus 20 ans plus tard  
15000 morts

Batty et al. (2009)

# Le QI a-t-il une validité externe ?

## *Que permet-t-il de prédire ?*

Educational Research Review 25 (2018) 120–148



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Educational Research Review

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/edurev](http://www.elsevier.com/locate/edurev)



Methodological Reviews

The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis



Katharina Kriegbaum<sup>a,\*</sup>, Nicolas Becker<sup>b</sup>, Birgit Spinath<sup>a</sup>

### A B S T R A C T

This meta-analysis summarizes 74 studies ( $N = 80,145$ ) that simultaneously examined the predictive power of intelligence and motivation for school achievement. First, we found average correlations between intelligence ( $r = 0.44$ ) and motivation ( $r = 0.27$ ) with school achievement and between intelligence and motivation ( $r = 0.17$ ). Moderator analyses showed that the correlation between motivation and school achievement was higher for expectancies than for values. No moderator effects were found for grade level, school form or gender. Second, in a path model, 24% of variance in school achievement was explained overall. From this overall explained variance in school achievement, 66.6% was uniquely explained by intelligence and 16.6% uniquely by motivation, whereas the two predictors commonly explained 16.6%. Thus, the results show that both intelligence and motivation contribute substantial, unique shares to the prediction of school achievement as well as an additional share of commonly explained variance.

# Le QI a-t-il une validité externe ?

## Que permet-t-il de prédire ?

Educational Research Review 25 (2018) 120–148



Contents lists available at ScienceDirect

Educational Research Review

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/edurev](http://www.elsevier.com/locate/edurev)



Methodological Reviews

The relative importance of intelligence and motivation as predictors of school achievement: A meta-analysis

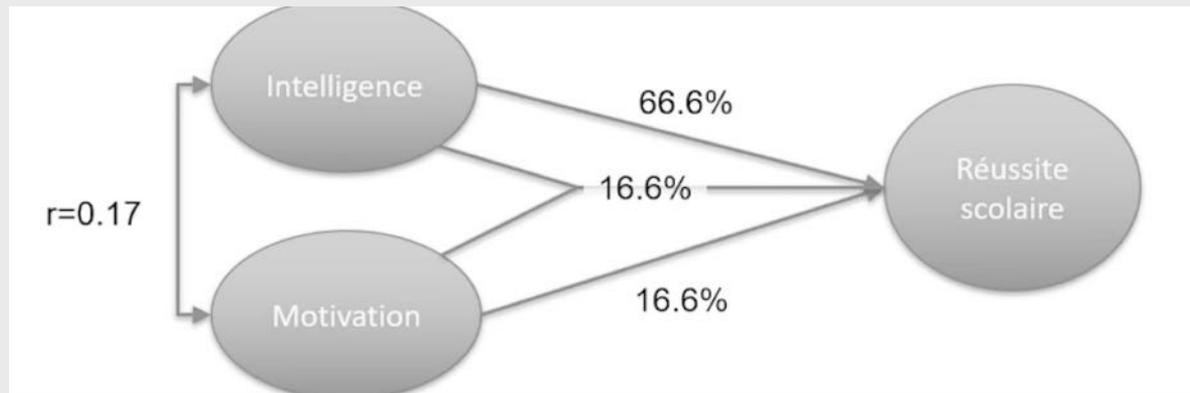
Katharina Kriegbaum<sup>a,\*</sup>, Nicolas Becker<sup>b</sup>, Birgit Spinath<sup>a</sup>



A B S T R A C T

This meta-analysis summarizes 74 studies ( $N = 80,145$ ) that simultaneously examined the predictive power of intelligence and motivation for school achievement. First, we found average correlations between intelligence ( $r = 0.44$ ) and motivation ( $r = 0.27$ ) with school achievement and between intelligence and motivation ( $r = 0.17$ ). Moderator analyses showed that the correlation between motivation and school achievement was higher for expectancies than for values. No moderator effects were found for grade level, school form or gender. Second, in a path model, 24% of variance in school achievement was explained overall. From this overall explained variance in school achievement, 66.6% was uniquely explained by intelligence and 16.6% uniquely by motivation, whereas the two predictors commonly explained 16.6%. Thus, the results show that both intelligence and motivation contribute substantial, unique shares to the prediction of school achievement as well as an additional share of commonly explained variance.

- Corrélation entre Intelligence et Réussite scolaire :  $r=0.44$
- Corrélation entre Motivation et Réussite scolaire :  $r=0.27$



# Les alternatives à l'approche factorielle de l'intelligence

- La théorie triarchique de Robert Sternberg (1985, 2003)
- La théorie des intelligences multiples d'Howard Gardner (1983, 1996)

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# La théorie triarchique de Robert Sternberg (1985, 2003)



1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# La théorie triarchique de Robert Sternberg (1985, 2003)

- L'intelligence analytique, capacité scolaire à résoudre un problème, évaluée par les tests d'intelligence classiques (problèmes précis avec une seule réponse exacte)
- L'intelligence pratique, fréquemment nécessaire dans la vie de tous les jours (problèmes mal définis avec solutions multiples)
- L'intelligence créative, mise en évidence par les attitudes face à des situations nouvelles

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# La théorie triarchique de Sternberg

- L'intelligence implique bien plus qu'un QI ou des compétences scolaires

- Il insiste sur la capacité de l'individu à utiliser au mieux ses potentialités, tout en compensant ses faiblesses

- autant que l'intelligence, ce qui est important, c'est la façon dont on l'utilise

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# La théorie des intelligences multiples d' Howard Gardner (1983, 1996)



# La théorie des intelligences multiples d'Howard Gardner (1983, 1996)

- IL distingue (au moins) 7 formes d'intelligences, les intelligences :
  - logico-mathématique, langagière, spatiale, musicale, kinesthésique, interpersonnelle, et intrapersonnelle, naturaliste
- Il écarte l'hypothèse d'un facteur général d'intelligence et considère ces différentes formes d'intelligence comme indépendantes

L'intelligence intrapersonnelle désigne la capacité qu'on a à avoir un regard critique sur soi-même, juger de ses limites, comprendre ses réactions...

L'intelligence interpersonnelle permet d'anticiper les réactions de son entourage, de communiquer...

L'intelligence kinesthésique est responsable de tout ce qui a trait aux activités gestuelles...

- développée chez les sportifs, mimes, mais aussi ceux qui pratiquent un travail de minutie (chirurgiens, informaticiens...)

L'intelligence naturaliste - capacité à comprendre la nature

# La théorie des intelligences multiples d' Howard Gardner

Pour Gardner, l'apprentissage scolaire classique ainsi que les outils d'évaluation du QI font surtout appel aux intelligences verbale et logico-mathématique, au détriment des autres formes d'intelligence ;

- masquerait l'existence d'enfants à haut potentiel dans les autres domaines
- tentatives d'application de la théorie de Gardner dans les domaines éducatifs.
  - programme « Discover », développé par June Maker aux EU,
  - programme « Alberta Learning », province de l'Alberta au Canada.

# La théorie des intelligences multiples d' Howard Gardner

Il s'appuie sur trois critères :

- localisations cérébrales spécifiques aux différentes intelligences
- existence de créateurs géniaux, d'enfants prodiges (Mozart, Picasso,...)
- existence de cas « d'autistes géniaux »

1. Introduction & Généralités
2. Certains animaux sont-ils intelligents ?
3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences

# La théorie des intelligences multiples d' Howard Gardner

- Arguments issus de la neuropsychologie
  - Une lésion cérébrale peut diminuer un type d' aptitude, pas les autres
  - Différentes tâches intellectuelles mettent en jeu différentes structures cérébrales

# La théorie des intelligences multiples d' Howard Gardner

## Critiques :

- Gardner parle-t-il vraiment d'intelligences ?
- Ne parle-t-il pas plutôt de capacités cognitives ?
- Gardner n'a pas soumis sa théorie à l'épreuve des faits. Il s'appuie sur une lecture personnelle de la littérature en neuropsychologie / neurosciences

# La théorie des intelligences multiples d'Howard Gardner

Table 3

*g* loadings of tests and correlations of tests with Wonderlic Personnel Test (WPT)

Ability Domain	Test	<i>g</i> -loading	<i>r</i> <sub>(WPT)</sub>
Linguistic	Opposites	0.50 (0.61)	0.41** (0.56)
	Vocabulary	0.54 (0.66)	0.47** (0.64)
Spatial	Map Planning	0.55 (0.61)	0.48** (0.60)
	Paper Folding	0.50 (0.57)	0.48** (0.62)
Logical/ Mathematical	Subtraction and Multiplication	0.24 (0.25)	0.36** (0.42)
	Necessary Arithmetic Operations	0.70 (0.78)	0.67** (0.83)
Interpersonal	Cartoon Predictions	0.37 (0.55)	0.23** (0.38)
	Social Translations	0.53 (0.56)	0.38** (0.45)
Intrapersonal	Accuracy	0.16 (N/A)	0.11 (N/A)
	Consistency	0.27 (0.37)	0.27** (0.41)
Naturalistic	Diagramming	0.75 (0.83)	0.59** (0.73)
	Relationships		
	Making Groups	0.57 (0.64)	0.38** (0.48)
Bodily- Kinesthetic	Stork Stand	0.03 (0.03)	-0.04 (-0.05)
	Mark Making	0.06 (0.06)	0.03 (0.03)
Musical	Rhythm	0.18 (0.34)	0.08 (0.17)
	Tonal	0.10 (0.24)	0.07 (0.19)

Beyond *g*: Putting multiple intelligences theory to the test

Beth A. Visser<sup>a,\*</sup>, Michael C. Ashton<sup>a</sup>, Philip A. Vernon<sup>b</sup>

Intelligence 34 (2006) 487 – 502

# 5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

(telle qu'elle est mesurée par les tests classiques de  
QI)

- Corrélation très faible ( $r=0,19$ ) mais significative entre taille de la tête et QI

- Vernon, P. A. et al. (2000). The neuropsychology and psychophysiology of human intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence* (pp. 245-264). New York: Cambridge University Press.

- Corrélation faible ( $r=0,33$ ) mais significative entre volume estimé du cerveau et QI (37 études, 1530 pers)

- McDaniel, M. (2005). Big-brained people are smarter: A meta-analysis of the relationship between in vivo brain volume and intelligence. *Intelligence*. 33:337-346

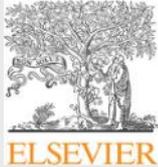
3. La mesure de l' intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l' intelligence

# Correlation between brain volume and IQ in healthy adults is $r \approx .40$ .

Intelligence 64 (2017) 18–29



Contents lists available at [ScienceDirect](http://ScienceDirect)

Intelligence

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/intell](http://www.elsevier.com/locate/intell)



## Brain volume and intelligence: The moderating role of intelligence measurement quality



Gilles E. Gignac<sup>a,\*</sup>, Timothy C. Bates<sup>b</sup>

<sup>a</sup> University of Western Australia, Australia

<sup>b</sup> The University of Edinburgh, Scotland

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Meta-analysis  
Meta-regression  
Brain volume  
Intelligence  
P-curve

### ABSTRACT

A substantial amount of empirical research has estimated the association between brain volume and intelligence. The most recent meta-analysis (Pietschnig, Penke, Wicherts, Zeiler, & Voracek, 2015) reported a correlation of .24 between brain volume and intelligence – notably lower than previous meta-analytic estimates. This headline meta-analytic result was based on a mixture of samples (healthy and clinical) and sample correlations not corrected for range restriction. Additionally, the role of IQ assessment quality was not considered. Finally, evidential value of the literature was not formally evaluated. Based on the results of our meta-analysis of the Pietschnig et al.'s sample data, the corrected correlation between brain volume and intelligence in healthy adult samples was  $r = .31$  ( $k = 32$ ;  $N = 1758$ ). Furthermore, the quality of intelligence measurement was found to moderate the effect between brain volume and intelligence ( $b = .08$ ,  $p = .028$ ). Investigations that used 'fair', 'good', and 'excellent' measures of intelligence yielded corrected brain volume and intelligence correlations of .23 ( $k = 9$ ;  $N = 547$ ), .32 ( $k = 10$ ;  $N = 646$ ), and .39 ( $k = 13$ ;  $N = 565$ ), respectively. The Henmi/Copas adjusted confidence intervals, the  $p$ -uniform results, and the  $p$ -curve results failed to suggest evidence of publication bias and/or  $p$ -hacking. The results were interpreted to suggest that the association between in vivo brain volume and intelligence is arguably best characterised as  $r \approx .40$ . Researchers are encouraged to consider intelligence measurement quality in future meta-analyses, based on the guidelines provided in this investigation.

Rapid Communication

## Structural brain variation and general intelligence

Richard J. Haier,<sup>a,\*</sup> Rex E. Jung,<sup>b</sup> Ronald A. Yeo,<sup>c</sup> Kevin Head,<sup>a</sup> and Michael T. Alkire<sup>d</sup>

<sup>a</sup>*Department of Pediatrics, University of California, Irvine, CA 92697-5000, USA*

<sup>b</sup>*Department of Neurology, and the MIND Institute, University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, USA*

<sup>c</sup>*Department of Psychology, University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, USA*

<sup>d</sup>*Department of Anesthesiology, University of California Irvine Medical Center, Orange, CA 92868-1350, USA*

Received 10 March 2004; revised 14 April 2004; accepted 22 April 2004

Available online 15 July 2004

Total brain volume accounts for about 16% of the variance in general intelligence scores (IQ), but how volumes of specific regions-of-interest (ROIs) relate to IQ is not known. We used voxel-based morphometry (VBM) in two independent samples to identify substantial gray matter (GM) correlates of IQ. Based on statistical conjunction of both samples ( $N = 47$ ;  $P < 0.05$  corrected for multiple comparisons), more gray matter is associated with higher IQ in discrete Brodmann areas (BA) including frontal (BA 10, 46, 9), temporal (BA 21, 37, 22, 42), parietal (BA 43 and 3), and occipital (BA 19) lobes and near BA 39 for white matter (WM). These results underscore the distributed neural basis of intelligence and suggest a developmental course for volume–IQ relationships in adulthood.

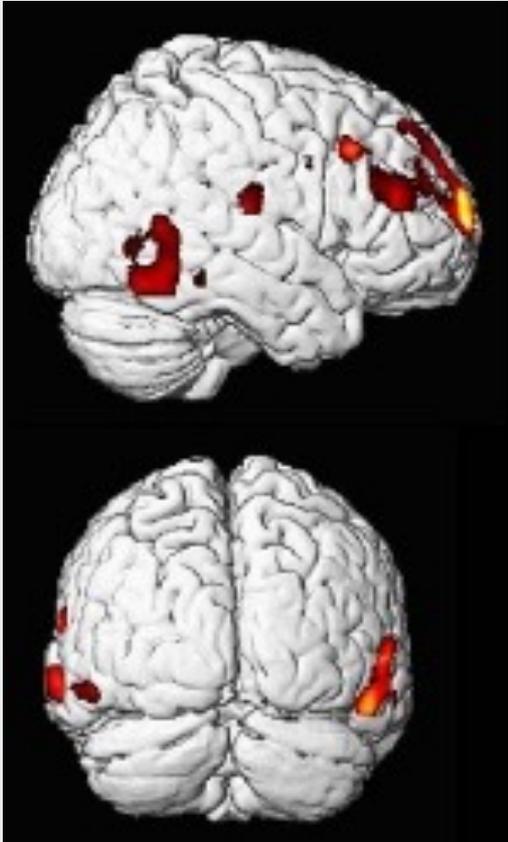
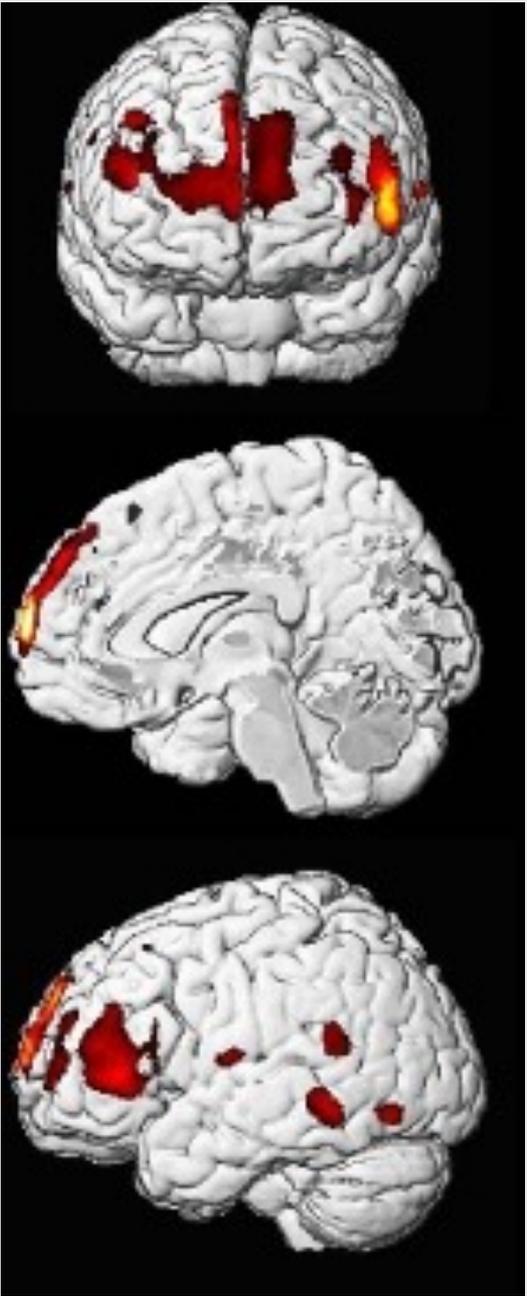
© 2004 Elsevier Inc. All rights reserved.

**Keywords:** IQ; Brain volume; Morphometry

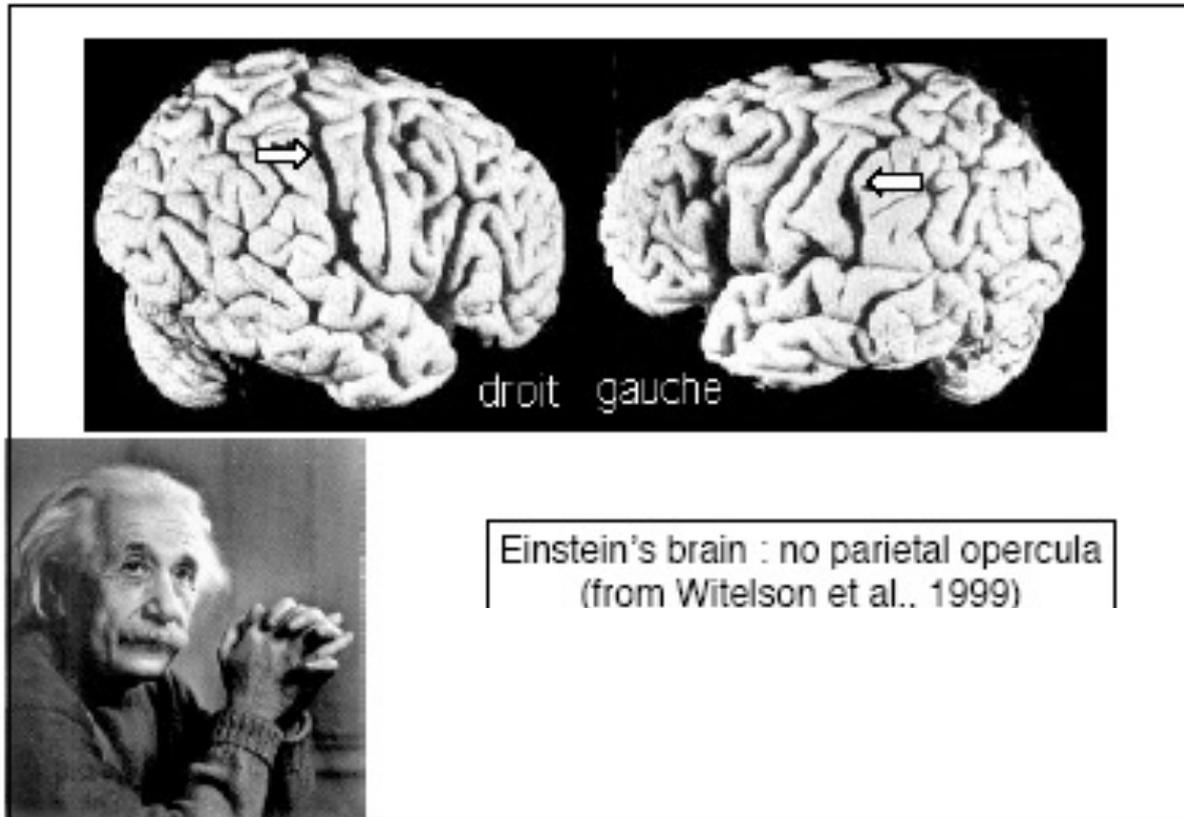
processing areas than subjects with lower scores (Boivin et al., 1992; Haier et al., 2003b).

Functional brain imaging studies always must be interpreted to take account of the specific task demands of the mental task used during the imaging protocol. This makes inconsistencies among study results difficult to reconcile given the wide variety of tasks used. To the extent that individual differences in general intelligence have a structural component, examining structural correlates of intelligence would eliminate any task-related influences from consideration. For this reason, structural imaging of regional gray and white matter volumes would provide unique information about the distribution of brain areas related to general intelligence.

For example, total brain volume assessed by MRI in many studies has been shown to correlate about  $r = 0.40$ , with intelli-



# Le cerveau d' Albert Einstein



Witelson SF, Kigar DL, Harvey T. The exceptional brain of Albert Einstein. *Lancet*. 1999; 353:2149-53.

3. La mesure de l' intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l' intelligence

# Le cerveau d' Albert Einstein

## Discussion

The gross anatomy of Einstein's brain was within normal limits with the exception of his parietal lobes. In each hemisphere, morphology of the Sylvian fissure was unique compared with 182 hemispheres from the 35 control male and 56 female brains: the posterior end of the Sylvian fissure had a relatively anterior position, associated with no parietal operculum. In this same region, Einstein's brain was 15% wider than controls. These two features suggest that, in Einstein's brain, extensive development of the posterior parietal lobes occurred early, in both longitudinal and breadth dimensions, thereby constraining the posterior expansion of the Sylvian fissure and the development of the parietal operculum, but resulting in a larger expanse of the inferior parietal lobule. A further consequence of this morphology is that the full supramarginal gyrus lies behind the Sylvian fissure, undivided by a major sulcus as is usually the case. Van Essen hypothesised that a gyrus develops within a region of functionally related cortex to allow for efficient axonal connectivity between opposite cortical walls of the gyrus; by contrast, sulci separate cortical regions having less functional relatedness. In this context, the compactness of Einstein's supramarginal gyrus within the inferior parietal lobule may reflect an extraordinarily large expanse of highly integrated cortex within a functional network. And in fact there is evidence that cortical representation of different functions is often separated by sulci. This notion could be consistent with Cajal's speculation that variation in axonal connectivity may be a neuronal correlate of intelligence. A larger expanse of a functional cortical network may reflect more modules which could provide a functional advantage.

Witelson SF, Kigar DL, Harvey T. The exceptional brain of Albert Einstein. *Lancet*. 1999; 353: 2149-53.

3. La mesure de l' intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l' intelligence

S. S. KANTHA

# Le cerveau d' Albert Einstein

Albert Einstein's Dyslexia and the Significance of Brodmann Area 39 of His Left Cerebral Cortex

*Medical Hypotheses* (1992) 37, 119–122

Abstract — By his own admission, Albert Einstein, '*started to talk comparatively late...certainly not younger than three*', and also had '*poor memory of words*', during his childhood years. If lesions in Brodmann Area 39 of the cerebral hemisphere results in dyslexia, the 1985 report on the study of Einstein's brain that the neuron:glial ratio of Area 39 in the left cerebral hemisphere of the physicist was significantly smaller than that of the control values, provides a neuroanatomical clue to Einstein's childhood dyslexia. Though not discrediting this finding, some questions are raised in this paper regarding the controls employed in this 1985 report (1).

## Neuromythology of Einstein's brain

Terence Hines

### A B S T R A C T

The idea that the brain of the great physicist Albert Einstein is different from "average" brains in both cellular structure and external shape is widespread. This belief is based on several studies examining Einstein's brain both histologically and morphologically. This paper reviews these studies and finds them wanting. Their results do not, in fact, provide support for the claim that the structure of Einstein's brain reflects his intellectual abilities.

© 2014 Elsevier Inc. All rights reserved.

*T. Hines / Brain and Cognition 88 (2014) 21–25*

3. La mesure de l' intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l' intelligence

## Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex

Kun Ho Lee,<sup>a,\*</sup> Yu Yong Choi,<sup>a,c</sup> Jeremy R. Gray,<sup>b</sup> Sun Hee Cho,<sup>c</sup> Jeong-Ho Chae,<sup>d</sup>  
Seungheun Lee,<sup>c</sup> and Kyungjin Kim<sup>a</sup>

**General intelligence (*g*) is a common factor in diverse cognitive abilities and a major influence on life outcomes. Neuroimaging studies in adults suggest that the lateral prefrontal and parietal cortices play a crucial role in related cognitive activities including fluid reasoning, the control of attention, and working memory. Here, we investigated the neural bases for intellectual giftedness (superior-*g*) in adolescents, using fMRI. The participants consisted of a superior-*g* group ( $n = 18$ , mean RAPM =  $33.9 \pm 0.8$ , >99%) from the national academy for gifted adolescents and the control group ( $n = 18$ , mean RAPM =  $22.8 \pm 1.6$ , 60%) from local high schools in Korea (mean age =  $16.5 \pm 0.8$ ). fMRI data were acquired while they performed two reasoning tasks with high and low *g*-loadings. In both groups, the high *g*-loaded tasks specifically increased regional activity in the bilateral fronto-parietal network including the lateral prefrontal, anterior cingulate, and posterior parietal cortices. However, the regional activations of the superior-*g* group were significantly stronger than those of the control group, especially in the posterior parietal cortex. Moreover, regression analysis revealed that activity of the superior and intraparietal cortices (BA 7/40) strongly covaried with individual differences in *g* ( $r = 0.71$  to  $0.81$ ). A correlated vectors analysis implicated bilateral posterior parietal areas in *g*. These results suggest that superior-*g* may not be due to the recruitment of additional brain regions but to the functional facilitation of the fronto-parietal network particularly driven by the posterior parietal activation.**

3. La mesure de l' intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l' intelligence

Table 1  
Subject information and behavioral data

	Average-g ( $n = 18$ )	Superior-g ( $n = 18$ )
Age	$16.6 \pm 0.9$	$16.5 \pm 0.6$
<i>Psychometric tests</i>		
RAPM score (rank)	$22.8 \pm 6.6$ (60%)	$33.9 \pm 0.8$ (99%)
WAIS-R full scale IQ (rank)	$105 \pm 17$ (63%)	$137 \pm 12$ (99%)
<i>Accuracy on fMRI tasks</i>		
Complex g-task	$49.1\% \pm 21.0$	$65.7\% \pm 18.5$
Simple g-task	$88.3\% \pm 19.6$	$97.8\% \pm 1.8$

Rank represents the percentile rank of mean RAPM score or WAIS-R IQ.  
All data present in  $M \pm SD$ .

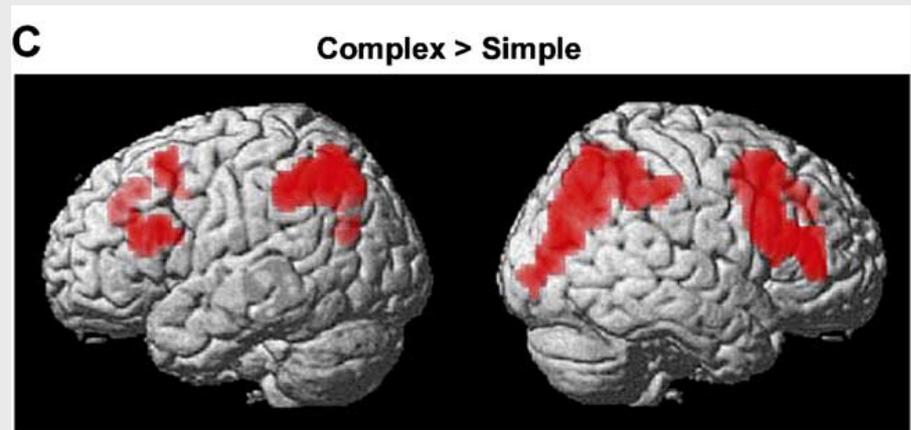
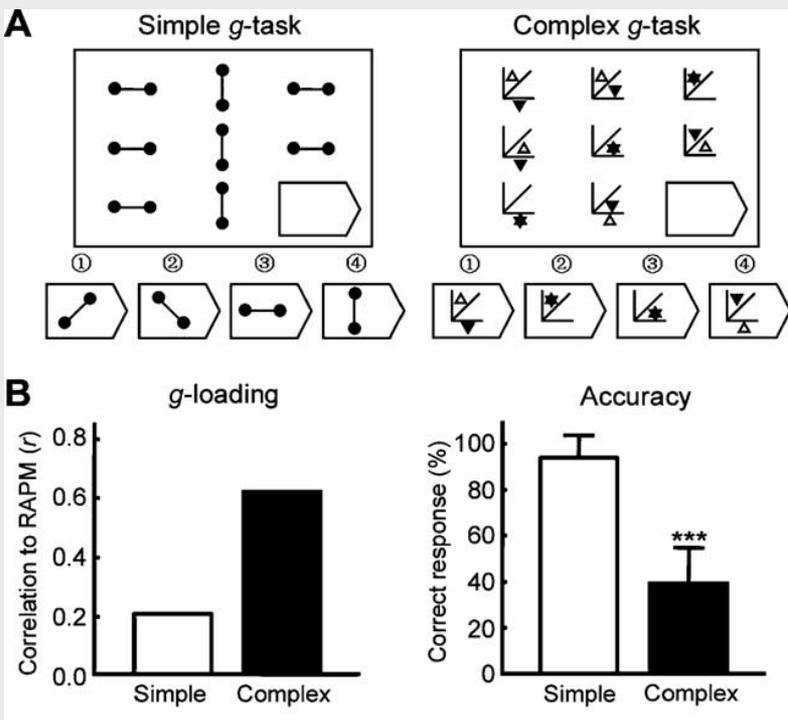


Fig. 1. Behavioral tasks and  $g$ -related neural network. (A) Example task items represent simple and complex  $g$ -tasks for the fMRI experiment. (B)  $g$ -loading and difficulty of each task type were validated by a behavioral study performed before the fMRI experiment (see Methods). Difference of  $g$ -loading (left panel) and difficulty (right panel) between simple (white bar) and complex  $g$ -tasks (black bar) were indicated by each task's correlations to RAPM scores and correct response rate, respectively. Error bars denote SD. \*\*\* $P < 0.001$ , two-tailed  $t$  test. (C)  $g$ -related neural substrates were revealed by the contrasting of complex  $g$ -task versus simple  $g$ -task in a random effects analysis of the whole group ( $n = 36$ ; one-sample  $t$  test,  $P < 0.0001$  corrected). See Table 2 for the standard stereotaxic coordinates.

3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

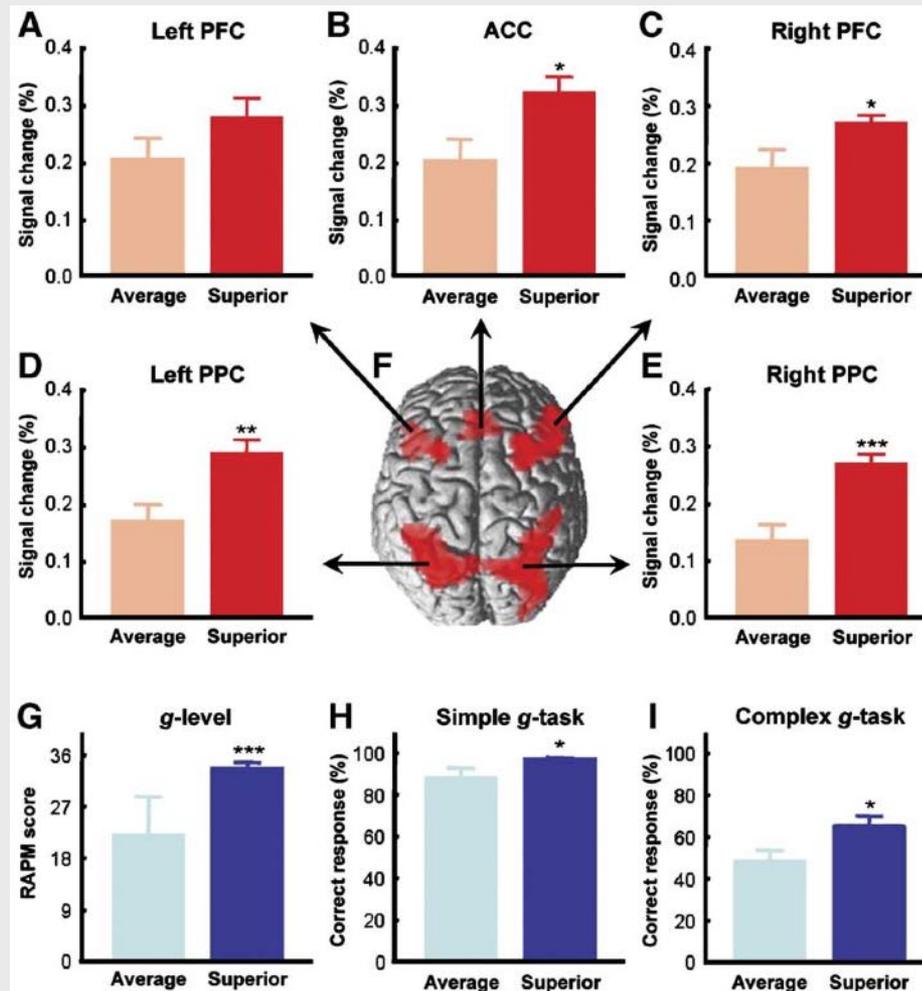


Fig. 2. Differences in regional activation and behavioral performance between the superior- and average-*g* groups. (A–E) Activation levels of the regions of interest (ROIs) are indicated by changes in BOLD signals in both groups (average-*g* group, pink bar; superior-*g* group, red bar); PFC, prefrontal cortex; ACC, anterior cingulate cortex; PPC, posterior parietal cortex. (F) Each ROI stands for the *g*-related activation region in the whole group analysis (see Table 2). (G–I) Behavioral differences between the average-*g* and superior-*g* groups are presented by RAPM scores and correct response rates on simple and complex *g*-tasks. Error bars denote SD. \* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ ; \*\*\* $P < 0.001$ , two-tailed *t* test.

3. La mesure de l'intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

**Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex**

Kun Ho Lee,<sup>a,\*</sup> Yu Yong Choi,<sup>a,e</sup> Jeremy R. Gray,<sup>b</sup> Sun Hee Cho,<sup>c</sup> Jeong-Ho Chae,<sup>d</sup> Seungheun Lee,<sup>e</sup> and Kyungjin Kim<sup>a</sup>

Table 2  
Brain regions related with *g*

Anatomical area		Brodmann area	<i>g</i> -correlation		Cluster size	Peak activation			
			<i>r<sub>t</sub></i>	<i>r<sub>v</sub></i>		<i>t</i> score	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
<i>Group-based activations (complex g-task &gt; simple g-task)</i>									
	ACC, medial frontal gyrus	6, 9, 8, 32	0.54***	0.43**	102	10.07	−6	36	30
Left	PFC (SFG, MFG)	8, 6	0.66***	0.51**	57	9.76	−27	15	51
Left	PFC (IFG, MFG)	46, 9, 45	0.45	0.13	115	9.80	−39	24	18
Right	PFC (MFG, SFG, IFG)	46, 8, 6, 9, 45	0.53***	0.46**	532	12.01	36	15	30
Left	PPC (IPL, IPS, SPL, PCu, SMG)	7, 40, 39, 19	0.74***	0.70***	551	13.71	−36	−51	45
Right	PPC (IPL, IPS, SPL, PCu, AnG, SMG)	7, 40, 39, 19	0.73***	0.76***	749	13.62	39	−75	21
<i>Individual difference-based activations (correlated with individual g-level)</i>									
Left	SPL	7	0.71***	0.76***	120	4.86	−15	−66	57
Right	SPL, IPS	7, 40, 19	0.78***	0.81***	244	4.93	15	−66	54

These data resulted from random effects group analyses of all subjects ( $n = 36$ ; Upper: one-sample *t* test, threshold,  $P < 0.0001$  corrected, size  $> 20$ ; Lower: simple regression analysis, threshold,  $P < 0.001$  uncorrected, size  $> 100$ ).  $r_t$ , correlation coefficient of *g* and peak *t* score;  $r_v$ , correlation coefficient of *g* and activated voxel rate. Cluster size: number of voxels ( $3 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$ ). ACC, anterior cingulate cortex; PFC, prefrontal cortex; MFG, middle frontal gyrus; SFG, superior frontal gyrus; PPC, posterior parietal cortex; IPL, inferior parietal lobule; IPS, intraparietal sulcus; SPL, superior parietal lobule; PCu, precuneus; AnG, angular gyrus; SMG, supramarginal gyrus.

\*\*  $P < 0.01$ .

\*\*\*  $P < 0.001$ .

3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

**Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex**

Kun Ho Lee,<sup>a,\*</sup> Yu Yong Choi,<sup>a,e</sup> Jeremy R. Gray,<sup>b</sup> Sun Hee Cho,<sup>c</sup> Jeong-Ho Chae,<sup>d</sup> Seungheun Lee,<sup>e</sup> and Kyungjin Kim<sup>a</sup>

- Tous les sujets (n=36)  
- En rose les 18 participants avec QI+++

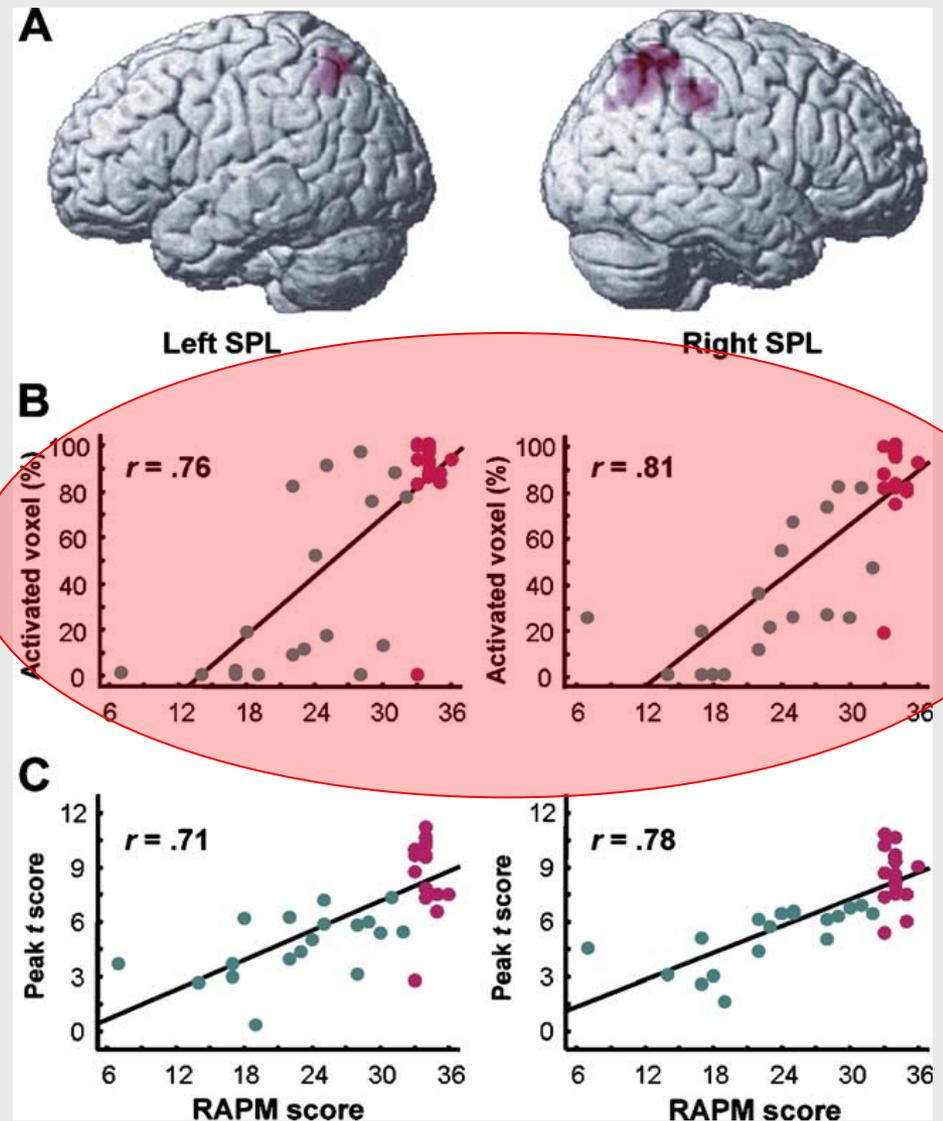


Fig. 3. *g*-level-related neural substrates and correlation of their activations with individual differences in *g*. (A) Activation clusters related to *g*-level in the left and right SPLs were defined by a simple regression analysis with RAPM score as a covariate,  $n = 36$ ,  $P < 0.001$  uncorrected; SPL, superior parietal lobule. (B and C) Regression plots showing correlations ( $r$ ) of RAPM scores with the activated voxel rate and the peak  $t$  score in both the activation clusters (left panel, left SPL; right panel, right SPL/IPS; blue circle, average- $g$  individual; red circle, superior- $g$  individual).

3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

# Fluid intelligence loss linked to restricted regions of damage within frontal and parietal cortex

Alexandra Woolgar<sup>a,1</sup>, Alice Parr<sup>a</sup>, Rhodri Cusack<sup>a</sup>, Russell Thompson<sup>a</sup>, Ian Nimmo-Smith<sup>a</sup>, Teresa Torralva<sup>b</sup>, Maria Roca<sup>b</sup>, Nagui Antoun<sup>c</sup>, Facundo Manes<sup>b</sup>, and John Duncan<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit, Cambridge CB2 7EF, United Kingdom; <sup>b</sup>Institute of Cognitive Neurology, Buenos Aires CP 1425, Argentina; and <sup>c</sup>Department of Radiology, Addenbrooke's Hospital, Cambridge CB2 0QQ, United Kingdom

Edited\* by Michael Posner, University of Oregon, Eugene, OR, and approved July 12, 2010 (received for review June 5, 2010)

**Tests of fluid intelligence predict success in a wide range of cognitive activities. Much uncertainty has surrounded brain lesions producing deficits in these tests, with standard group comparisons delivering no clear result. Based on findings from functional imaging, we propose that the uncertainty of lesion data may arise from the specificity and complexity of the relevant neural circuit. Fluid intelligence tests give a characteristic pattern of activity in posterolateral frontal, dorsomedial frontal, and midparietal cortex. To test the causal role of these regions, we examined fluid intelligence in 80 patients with focal cortical lesions. Damage to each of the proposed regions predicted fluid intelligence loss, whereas damage outside these regions was not predictive. The results suggest that coarse group comparisons (e.g., frontal vs. posterior) cannot show the neural underpinnings of fluid intelligence tests. Instead, deficits reflect the extent of damage to a restricted but complex brain circuit comprising specific regions within both frontal and posterior cortex.**

neuropsychology | frontoparietal cortex | focal brain lesions | cognitive control | IQ

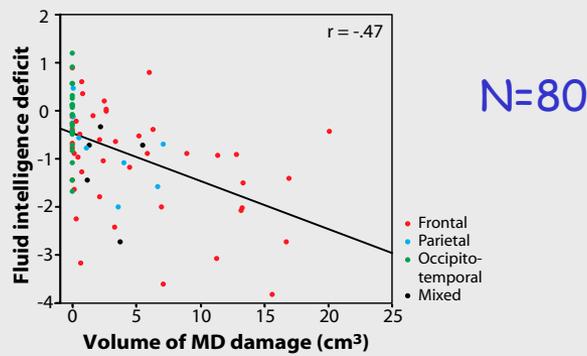
Important though these functional imaging results may be, they cannot establish whether MD regions have a causal role in supporting fluid intelligence. For this purpose lesion data are critical (16), but classically they have painted a confusing picture of brain systems linked to intelligence. Some authors have highlighted a special role of the frontal cortex (3), whereas others have claimed, conversely, that intelligence is preserved after frontal lobe damage (17). Others have reported similar deficits across frontal and parietal cortex (18). An important recent study showed correlations with *g* for lesions in several regions of left frontal and parietal cortex as well as for damage to major white matter tracts (19). In this study we examined the specific causal role of MD regions as defined by functional imaging.

Previous lesion work suffers from a number of potential limitations. One limitation concerns comparisons between coarse lesion groups (e.g., frontal vs. posterior). The MD hypothesis predicts deficits associated with specific, quite restricted regions of frontal and parietal damage. Here, we separated damage within and outside MD regions separately for patients with frontal,

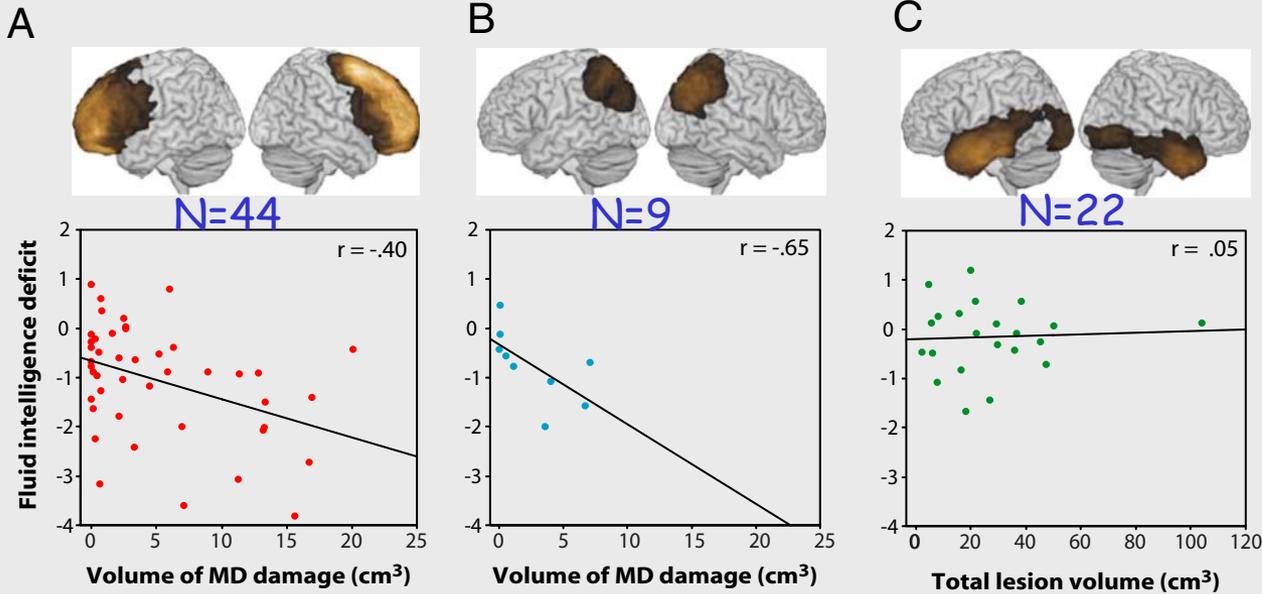
PNAS | September 1, 2015 | vol. 112 | no. 35 | E4969

In human functional brain imaging, a strikingly similar pattern of activation is produced by many different cognitive demands, including increased perceptual difficulty, novelty, response conflict, working memory, episodic memory, and semantic memory (10–12). This multiple demand (MD) activity incorporates the lateral prefrontal cortex (LPFC) in and around the inferior frontal sulcus (IFS) and the anterior insula/frontal operculum (AI/FO), the dorsal anterior cingulate/presupplementary motor area (ACC/pre-SMA), a small region of the anterior frontal cortex (AFC), and the intraparietal sulcus (IPS). In putative monkey homologs of MD regions,

3. La mesure de l' intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l' intelligence



**Fig. 2.** Correlation between volume of damage to MD regions and fluid intelligence deficit in the whole patient group ( $n = 80$ ). Fluid intelligence deficit indicates the average discrepancy between measured postmorbid and estimated premorbid score on two tests of novel problem solving (postmorbid minus premorbid).



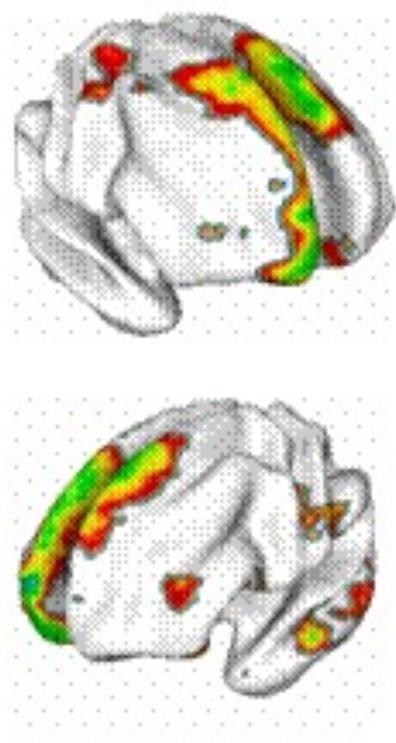
**Fig. 3.** Lesion characteristics predicting fluid intelligence deficit in patient subgroups. Individual regression lines show correlation between fluid intelligence deficit and (A) volume of MD damage in patients with frontal damage ( $n = 44$ ), (B) volume of MD damage in patients with parietal damage ( $n = 9$ ), and (C) whole-brain lesion volume in patients with occipitotemporal damage ( $n = 22$ ). Icons above the graphs show lesion density overlap maps for each patient subgroup.

3. La mesure de l'intelligence

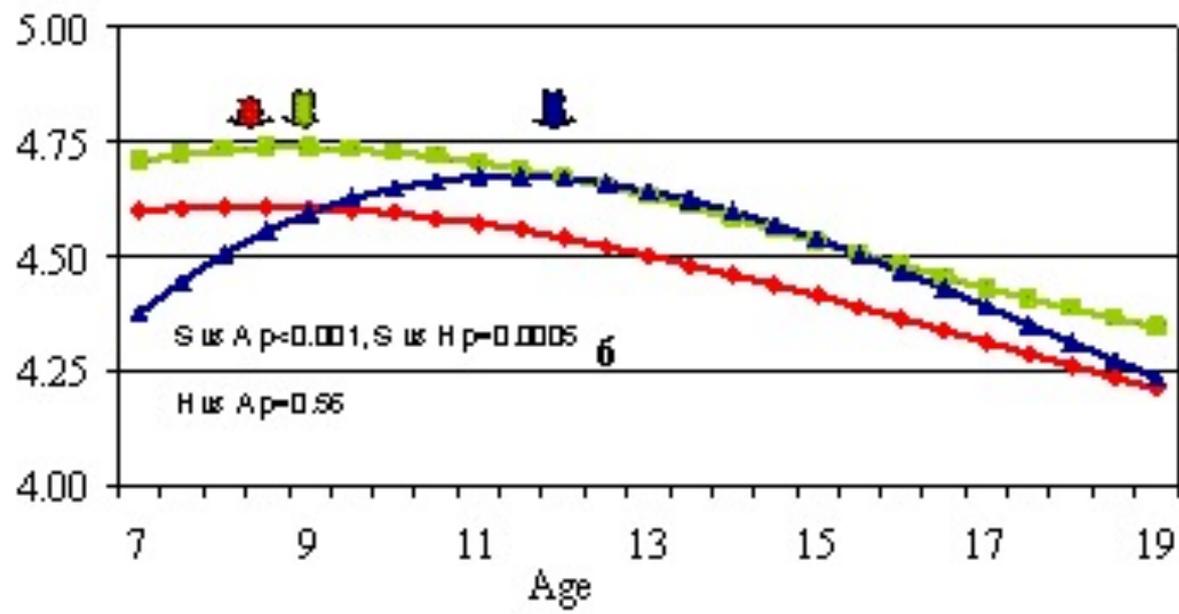
4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

2.6  
T  
s  
t  
a  
t  
i  
s  
t  
i  
c  
5



■ Superior intelligence  
■ High intelligence (H)  
■ Average intelligence (A)



Shaw et al. *Nature*. 2006

- 3. La mesure de l'intelligence
- 4. Une ou des intelligences
- 5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

- Les enfants dont les scores de QI sont les plus élevés débutent avec un cortex cérébral moins épais.
  - Leur cortex s'épaissit vers l'âge de 12 ans avant de connaître la même régression que leurs compagnons d'intelligence moyenne

Shaw et al. *Nature*. 2006

3. La mesure de l'intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

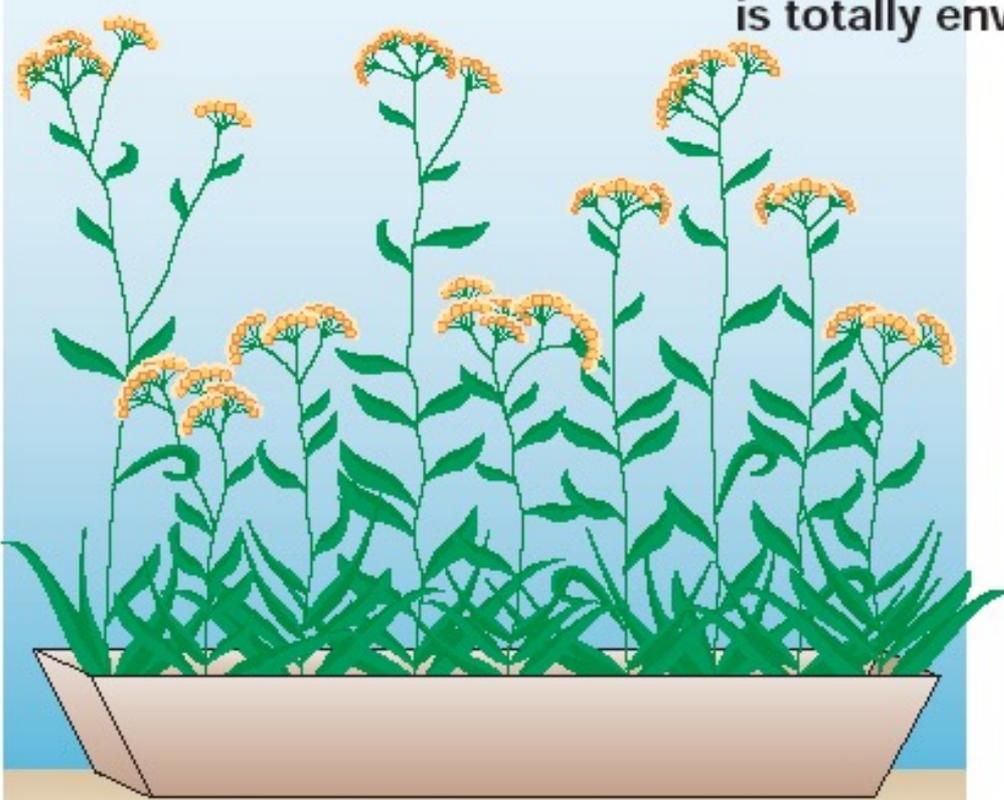
## 6. Origine des différences individuelles de scores de QI

# Box 2 | Gene-environment interactions

Heritability = 100%

Uniform lighting

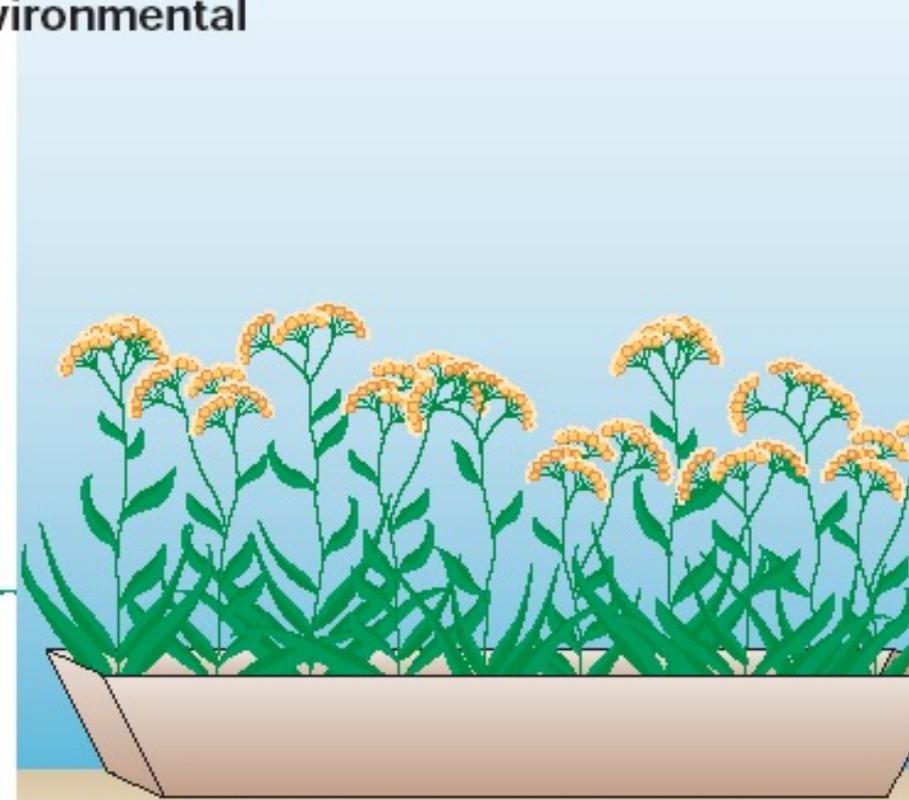
**Difference between groups is totally environmental**



Uniform nutrient solution: normal

Heritability = 100%

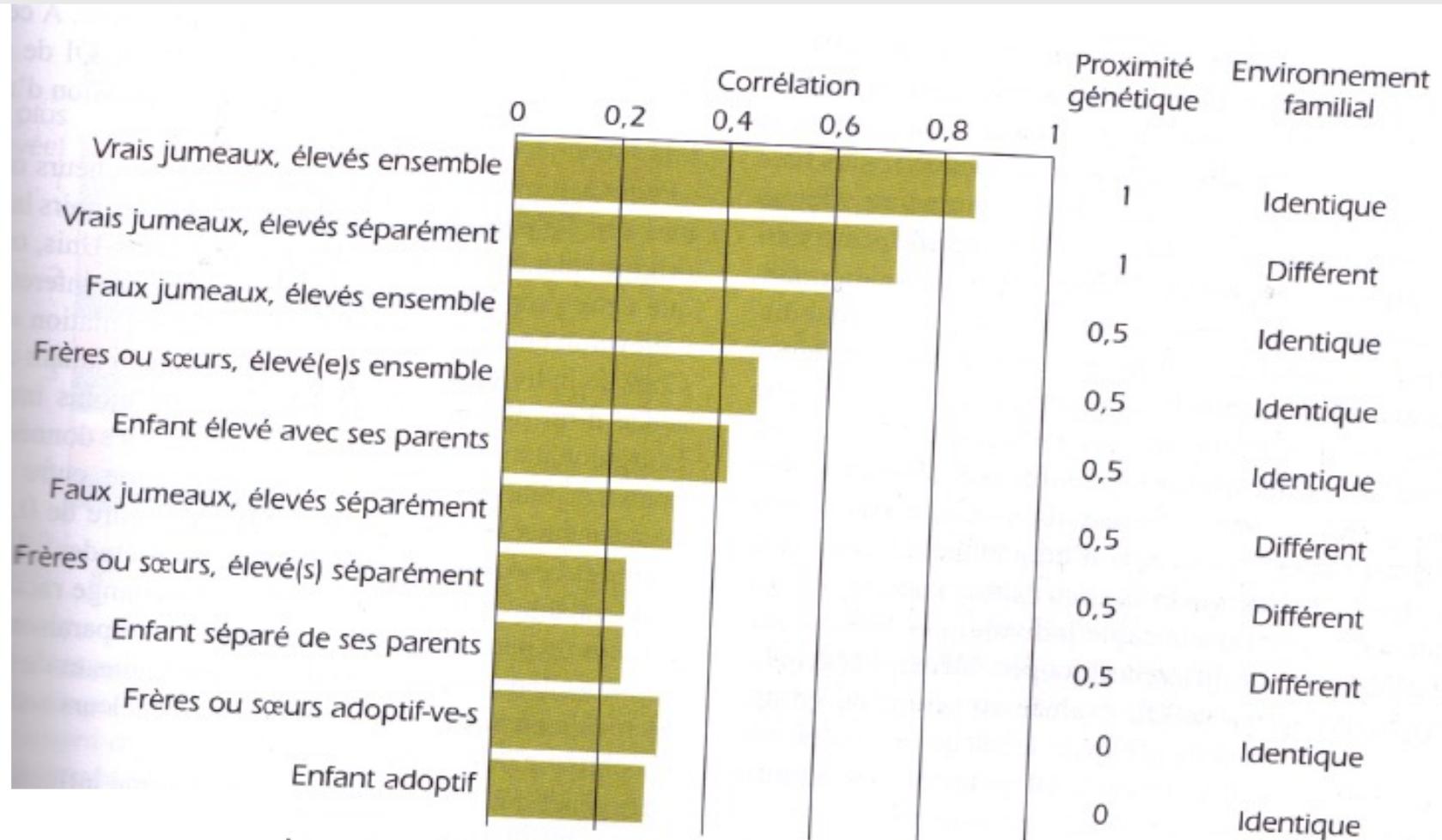
Uniform lighting



Uniform nutrient solution: deficient

Différences entre groupes

# Hérédité et Q.I.



Bouchard, T. J., Lykken, D. T., McGue, M., Segal, N. L., & Tellegen, A. (1990). Sources of human psychological differences: The Minnesota Study of Twins Reared Apart. *Science*, 250, 223-228.

# Hérédité et QI

## Genetic influences on brain structure

Paul Thompson<sup>1</sup>, Tyrone D. Cannon<sup>2</sup>, Katherine L. Narr<sup>1</sup>, Theo van Erp<sup>2</sup>, Veli-Pekka Poutanen<sup>3</sup>, Matti Huttunen<sup>4</sup>, Jouko Lönngqvist<sup>4</sup>, Carl-Gustaf Standertskjöld-Nordenstam<sup>3</sup>, Jaakko Kaprio<sup>3</sup>, Mohammad Khaledy<sup>1</sup>, Rajneesh Dail<sup>1</sup>, Chris I. Zoumalan<sup>1</sup> and Arthur W. Toga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratory of Neuro Imaging and Brain Mapping Division (Rm. 4238, Reed Neurological Research Center), Department of Neurology, UCLA School of Medicine, 710 Westwood Plaza, Los Angeles, California 90095-1769, USA*

<sup>2</sup> *Departments of Psychology, Psychiatry, and Human Genetics, UCLA School of Medicine [Author: Please provide full mailing address.]*

<sup>3</sup> *Department of Radiology, University of Helsinki [Author: Please provide full mailing address.]*

<sup>4</sup> *Department of Mental Health and Alcohol Research, National Public Health Institute of Finland [Author: Please provide full mailing address.]*

<sup>5</sup> *Department of Public Health, Universities of Helsinki and Oulu [Author: Please provide full mailing address.]*

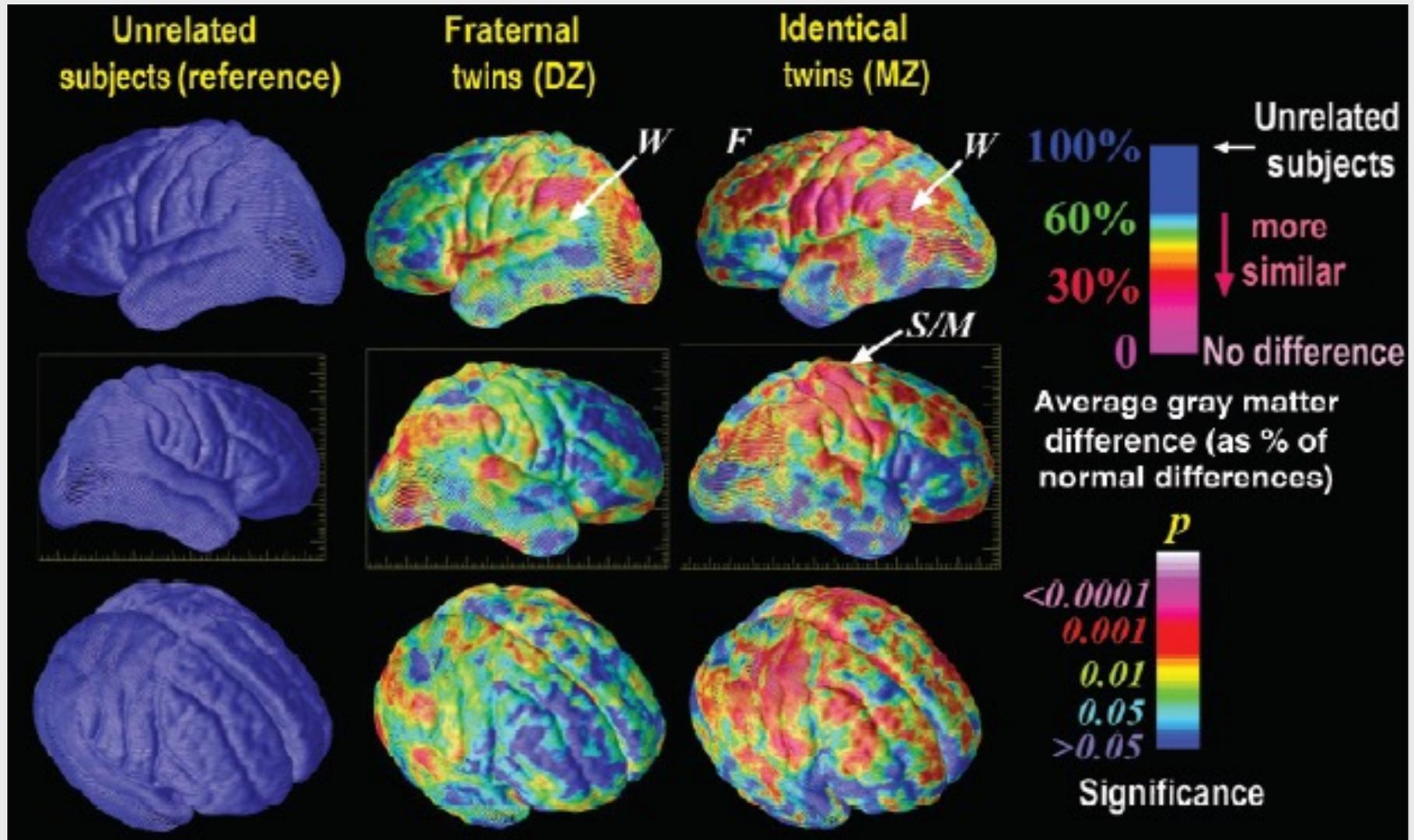
*Correspondence should be addressed to P.T. (thompson@loni.ucla.edu)*

Published online: xxxx, DOI: 10.1038/ xxxx

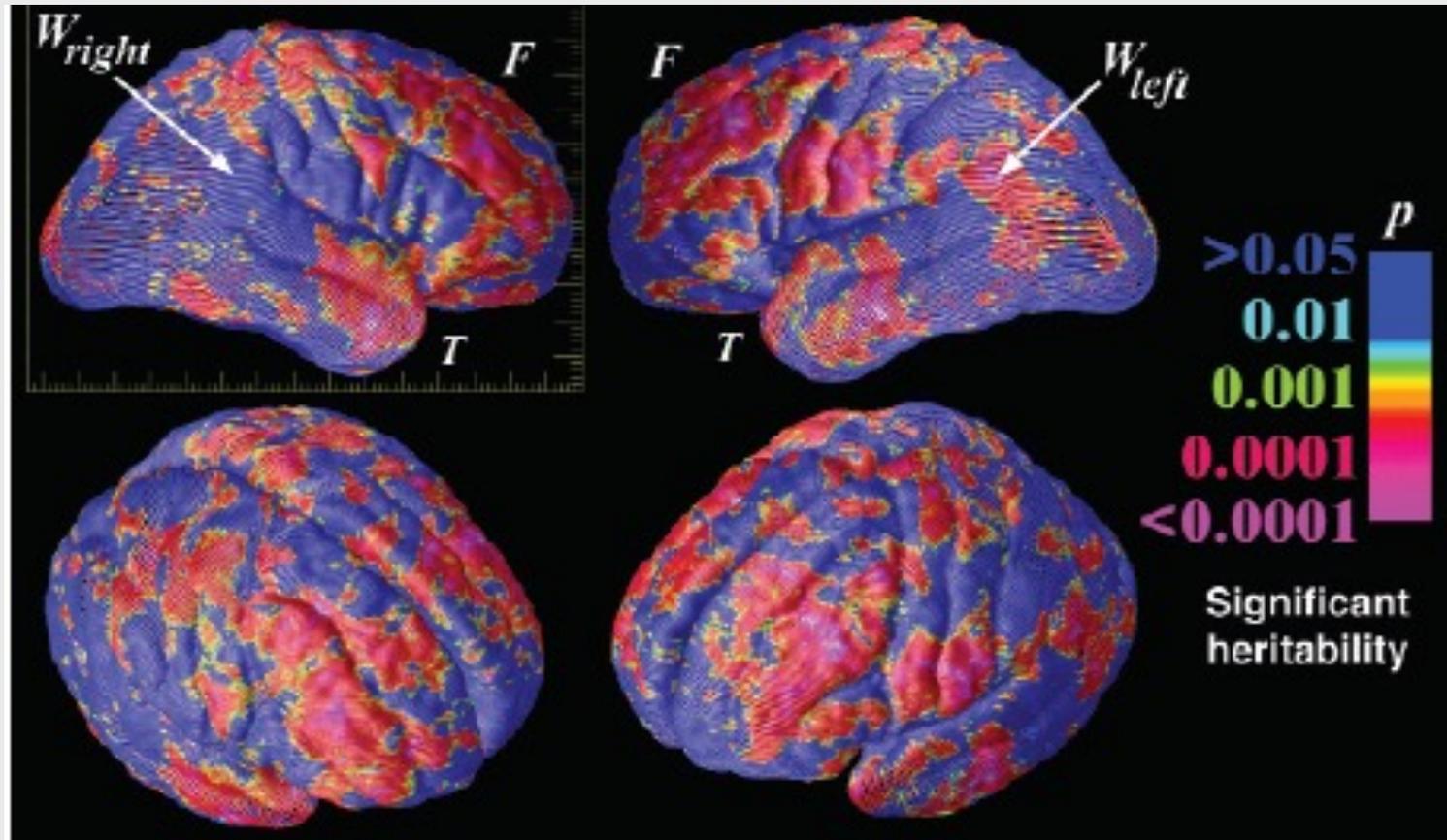
Here we report on detailed three-dimensional maps revealing how brain structure is influenced by individual genetic differences. A genetic continuum was detected, in which brain structure was increasingly similar in subjects with increasing genetic affinity. Genetic factors significantly influenced cortical structure in Broca's and Wernicke's language areas, as well as frontal brain regions ( $r^2_{MZ} > 0.8$ ,  $p < 0.05$ ). Preliminary correlations were performed suggesting that frontal gray matter differences may be linked to Spearman's  $g$ , which measures successful test performance across multiple cognitive domains ( $p < 0.05$ ). These genetic brain maps reveal how genes determine individual differences, and may shed light on the heritability of cognitive and linguistic skills, as well as genetic liability for diseases that affect the human cortex.

Nature Neuroscience, 2001

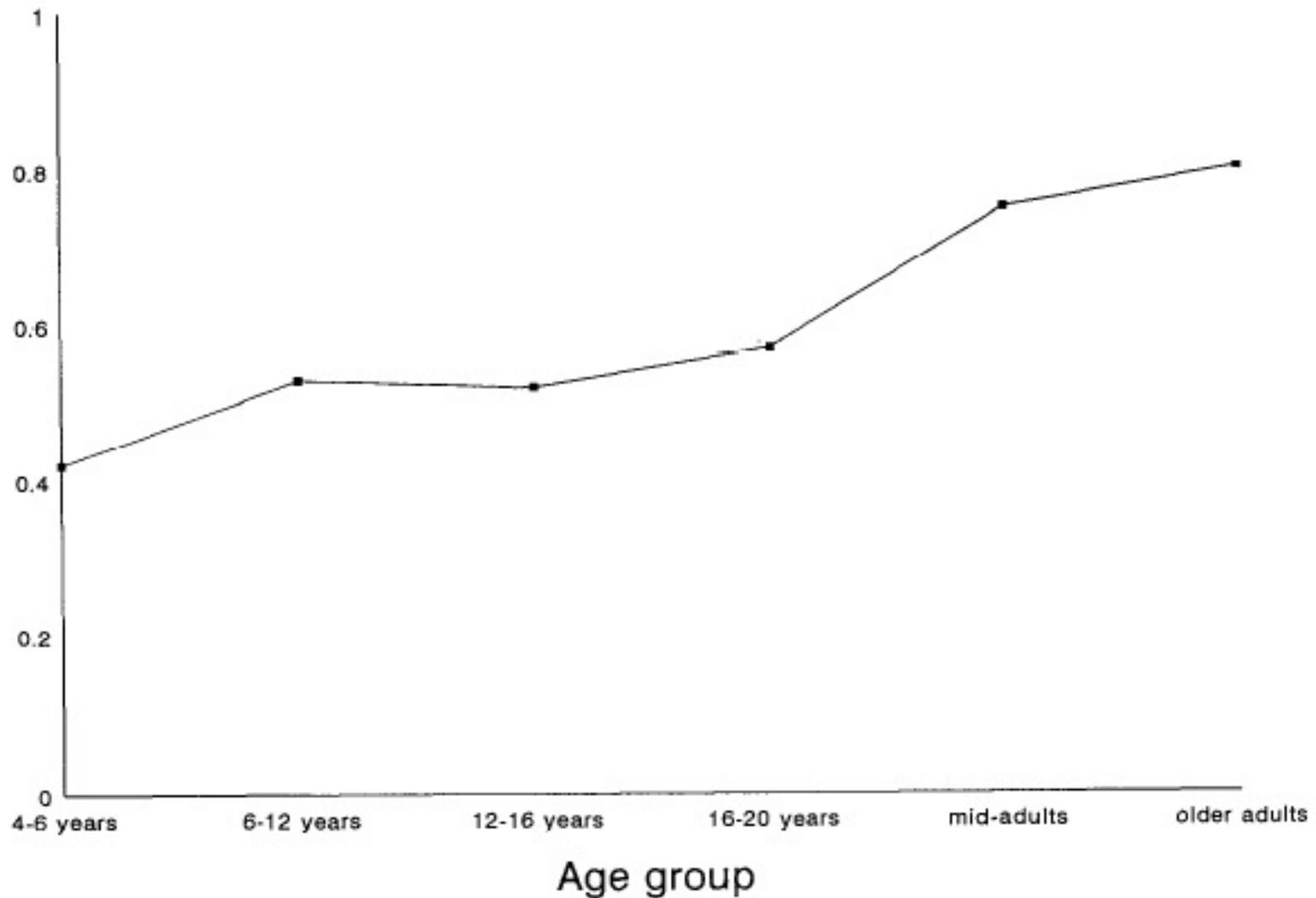
# Hérédité et Q.I.



# Hérédité et Q.I.



# Hérédité et Q.I.



Genetic influences on IQ increase throughout the life span.

- Chez les vrais jumeaux on ne peut pas exclure l'importance des facteurs d'environnement maternel pré et post-natals
  - L'influence des gènes est peut-être surestimée

3. La mesure de l'intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

6. Origine des différences individuelles

- Mais une étude récente suggère aussi que l'influence des gènes est peut-être sous-estimée...



# Differences between germline genomes of monozygotic twins

Hakon Jonsson <sup>1</sup>✉, Erna Magnúsdóttir <sup>2</sup>, Hannes P. Eggertsson <sup>1</sup>, Olafur A. Stefansson<sup>1</sup>,

**Despite the important role that monozygotic twins have played in genetics research, little is known about their genomic differences. Here we show that monozygotic twins differ on average by 5.2 early developmental mutations and that approximately 15% of monozygotic twins have a substantial number of these early developmental mutations specific to one of them. Using the parents and offspring of twins, we identified pre-twinning mutations. We observed instances where a twin was formed from a single cell lineage in the pre-twinning cell mass and instances where a twin was formed from several cell lineages. CpG>TpG mutations increased in frequency with embryonic development, coinciding with an increase in DNA methylation. Our results indicate that allocations of cells during development shapes genomic differences between monozygotic twins.**

NATURE GENETICS | VOL 53 | JANUARY 2021 | 27-34 | [www.nature.com/naturegenetics](http://www.nature.com/naturegenetics)

3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence
6. Origine des différences individuelles

# Rôle du milieu

Environnement d'un individu : facteurs de nature physiologique et psychologique

- Facteurs physiologiques (nutrition, hygiène,...) : déterminants pour le développement de l'enfant
- Facteurs psychologiques : stimulations sensori-motrices, linguistiques, affectives, sociales, attitude parentale, niveau socio-économique, origine sociale des parents

3. La mesure de l'intelligence

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

6. Origine des différences individuelles

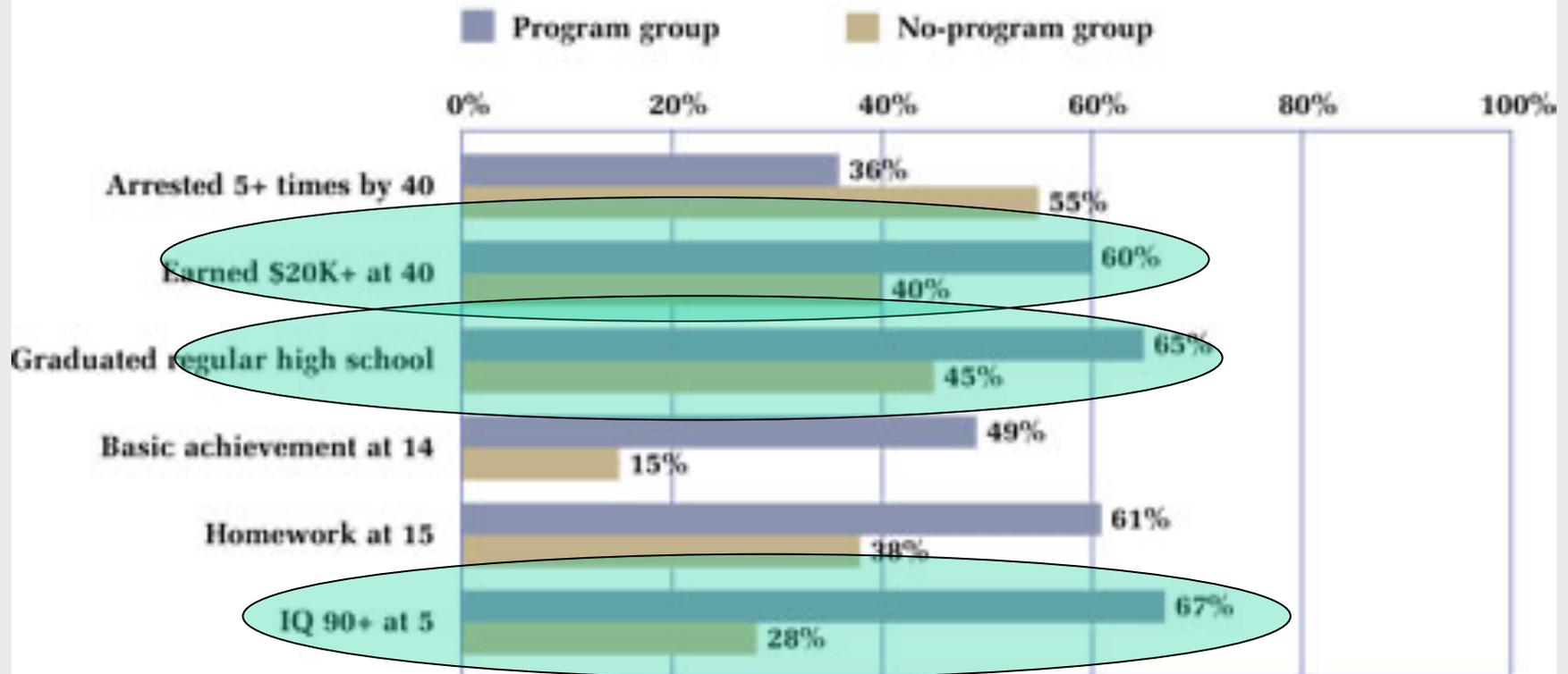
# Rôle du milieu

« Donnez-moi une douzaine d'enfants en bonne santé et de bonne constitution et un monde bien à moi pour les élever, et je vous garantis que si j'en prends un au hasard et que je le forme, j'en ferai un expert en n'importe quel domaine de mon choix — médecin, avocat, marchand, patron et même mendiant ou voleur, indépendamment de ses talents, de ses penchants, tendances, aptitudes, vocation ou origines raciales » John Watson, (1924). *Behaviorism*, New York : Norton.

3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence
6. Origine des différences individuelles

# Tout est-il joué dans les premières années de la vie ?

## Major Findings: High/Scope Perry Preschool Study at 40



4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

6. Origine des différences individuelles

Tout est-il joué dans les premières années de la vie ?

## Les adoptions tardives

3. La mesure de l'intelligence
4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence
6. Origine des différences individuelles

**M. Duyme, A.-C. Dumaret et S. Tomkiewicz (1999). How can we boost IQs of « dull children »? A late adoption study. *Proceeding of the National Academy of Sciences, USA, 96, 8790-8794.***

**65 enfants abandonnés, adoptés par des familles dont le NSE varie.**

**3 groupes de parents adoptifs**

- NSE élevé (cadres supérieurs)**
- NSE moyen (cadres moyens, commerçants, etc)**
- NSE bas (ouvriers sans qualification).**

**-Les enfants ont été adoptés après l'âge de 4 ans.**

**-Sont testés environ 10 ans après l'adoption**

# Tout est-il joué dans les premières années de la vie ? (suite)

NSE parents adoptifs	Avant adoption	Après adoption	Différence et <i>r</i>
Bas (24)	<b>77,8 (6,8)</b>	<b>85,5 (17,0)</b>	<b>7,7</b> <b>0,71</b>
Moyen (22)	<b>76,4 (6,5)</b>	<b>92,2 (11,3)</b>	<b>15,8</b> <b>0,72</b>
Elevé (19)	<b>78,5 (5,7)</b>	<b>98,0 (14,6)</b>	<b>19,5</b> <b>0,61</b>
Total (65)	<b>77,6 (6,3)</b>	<b>91,5 (15,2)</b>	<b>13,9</b> <b>0,67</b>

# Tout est-il joué dans les premières années de la vie ? (suite)

## Improving fluid intelligence with training on working memory

PNAS | May 13, 2008 | vol. 105 | no. 19 | 6829–6833

Susanne M. Jaeggi<sup>\*†‡</sup>, Martin Buschkuhl<sup>\*†‡</sup>, John Jonides<sup>\*</sup>, and Walter J. Perrig<sup>†</sup>

<sup>\*</sup>Department of Psychology, University of Michigan, East Hall, 530 Church Street, Ann Arbor, MI 48109-1043; and <sup>†</sup>Department of Psychology, University of Bern, Muesmattstrasse 45, 3012 Bern, Switzerland

Edited by Edward E. Smith, Columbia University, New York, NY, and approved March 18, 2008 (received for review February 7, 2008)

Fluid intelligence (*Gf*) refers to the ability to reason and to solve new problems independently of previously acquired knowledge. *Gf* is critical for a wide variety of cognitive tasks, and it is considered one of the most important factors in learning. Moreover, *Gf* is closely related to professional and educational success, especially in complex and demanding environments. Although performance on tests of *Gf* can be improved through direct practice on the tests themselves, there is no evidence that training on any other regimen yields increased *Gf* in adults. Furthermore, there is a long history of research into cognitive training showing that, although performance on trained tasks can increase dramatically, transfer of this learning to other tasks remains poor. Here, we present evidence for transfer from training on a demanding working memory task to measures of *Gf*. This transfer results even though the trained task is entirely different from the intelligence test itself. Furthermore, we demonstrate that the extent of gain in intelligence critically depends on the amount of training: the more training, the more improvement in *Gf*. That is, the training effect is dosage-dependent. Thus, in contrast to many previous studies, we conclude that it is possible to improve *Gf* without practicing the testing tasks themselves, opening a wide range of applications.

dramatically, transfer of this learning to other tasks or domains remains shockingly rare (18–21).

Despite the many failures to find transfer in any domain, the sheer importance of identifying tasks that can lead to improvement in other tasks recommends continued investigation of transfer effects. With respect to *Gf*, the issue is whether one can identify a task that shares many of the features and processes of *Gf* tasks, but that is still different enough from the *Gf* tasks themselves to avoid mere practice effects. A recently proposed hypothesis by Halford *et al.* (22) might serve as a useful framework for the design of a transfer study in which one would like to improve *Gf* by means of a working memory task. Their claim is that working memory and intelligence share a common capacity constraint. This capacity constraint can be expressed either by the number of items that can be held in working memory or by the number of interrelationships among elements in a reasoning task. The reason for a common capacity limitation is assumed to lie in the common demand for attention when temporary binding processes are taking place to form representations in reasoning tasks (22). Other authors came to a related conclusion, stating that *Gf* and working memory are primarily related through attentional control processes (23, 24). Further-



Contents lists available at [SciVerse ScienceDirect](#)

Intelligence

journal homepage:



## Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults

Weng-Tink Chooi<sup>a,b,\*</sup>, Lee A. Thompson<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Case Western Reserve University, 10900 Euclid Avenue, Cleveland, OH 44106, USA

<sup>b</sup> Advanced Medical and Dental Institute, Universiti Sains Malaysia, 1-8 (Lot 8), Persiaran Seksyen 4/1, Bandar Putra Bertam, 13200 Kepala Batas, Pulau Pinang, Malaysia

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 10 August 2011

Received in revised form 27 July 2012

Accepted 27 July 2012

Available online xxx

#### Keywords:

Cognitive training

Dual n-back

Active control group

Fluid intelligence

Young adults

### ABSTRACT

Jaeggi and her colleagues claimed that they were able to improve fluid intelligence by training working memory. Subjects who trained their working memory on a dual n-back task for a period of time showed significant improvements in working memory span tasks and fluid intelligence tests such as the Raven's Progressive Matrices and the Bochumer Matrices Test after training compared to those without training. The current study aimed to replicate and extend the original study in a well-controlled experiment that could explain the cause or causes of such transfer if indeed the case. There were a total of 93 participants who completed the study, and they were assigned to one of three groups—passive control group, active control group and experimental group. Half of the participants were assigned to the 8-day condition and the other half to the 20-day condition. All participants completed a battery of tests at pre- and post-tests that consisted of short timed tests, a complex working memory span and a matrix reasoning task. Although participants' performance on the training task improved, results from the current study did not suggest any significant improvement in the mental abilities tested, especially fluid intelligence and working memory capacity, after training for 8 days or 20 days. This does not support the notion that increasing one's working memory capacity by training and practice could transfer to improvement on fluid intelligence as asserted by Jaeggi and her colleagues.

## Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis

Jacky Au · Ellen Sheehan · Nancy Tsai · Greg J. Duncan ·  
Martin Buschkuehl · Susanne M. Jaeggi

**Abstract** Working memory (WM), the ability to store and manipulate information for short periods of time, is an important predictor of scholastic aptitude and a critical bottleneck underlying higher-order cognitive processes, including controlled attention and reasoning. Recent interventions targeting WM have suggested plasticity of the WM system by demonstrating improvements in both trained and untrained WM tasks. However, evidence on transfer of improved WM into more general cognitive domains such as fluid intelligence (*Gf*) has been more equivocal. Therefore, we conducted a meta-analysis focusing on one specific training program, *n*-back. We searched PubMed and Google Scholar for all *n*-back training studies with *Gf* outcome measures, a control group, and healthy participants between 18 and 50 years of age. In total, we included 20 studies in our analyses that met our criteria and found a small but significant positive effect of *n*-back training on improving *Gf*. Several factors that moderate this transfer are identified and discussed. We conclude that short-term cognitive training on the order of weeks can result in beneficial effects in important cognitive functions as measured by laboratory tests.

# Examining the effects of birth order on personality

Julia M. Rohrer<sup>a</sup>, Boris Egloff<sup>b</sup>, and Stefan C. Schmukle<sup>a,1</sup>

<sup>a</sup>Department of Psychology, University of Leipzig, 04109 Leipzig, Germany; and <sup>b</sup>Department of Psychology, Johannes Gutenberg University of Mainz, 55099 Mainz, Germany

PNAS | November 17, 2015 | vol. 112 | no. 46 |

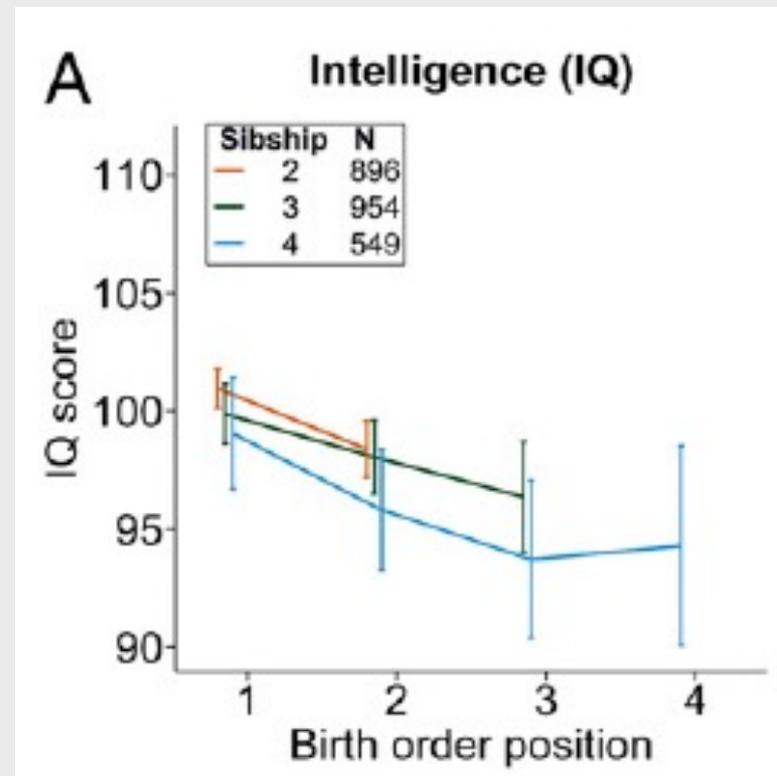
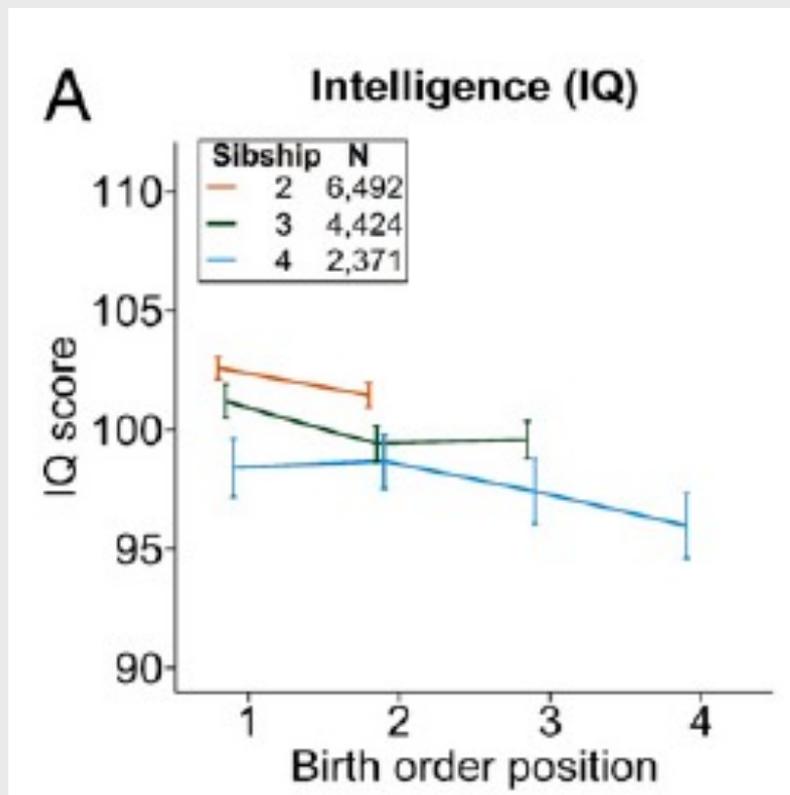
This study examined the long-standing question of whether a person's position among siblings has a lasting impact on that person's life course. Empirical research on the relation between birth order and intelligence has convincingly documented that performances on psychometric intelligence tests decline slightly from firstborns to later-borns. By contrast, the search for birth-order effects on personality has not yet resulted in conclusive findings. We used data from three large national panels from the United States ( $n = 5,240$ ), Great Britain ( $n = 4,489$ ), and Germany ( $n = 10,457$ ) to resolve this open research question. This database allowed us to identify even very small effects of birth order on personality with sufficiently high statistical power and to investigate whether effects emerge across different samples. We furthermore used two different analytical strategies by comparing siblings with different birth-order positions (*i*) within the same family (within-family design) and (*ii*) between different families (between-family design). In our analyses, we confirmed the expected birth-order effect on intelligence. We also observed a significant decline of a 10th of a SD in self-reported intellect with increasing birth-order position, and this effect persisted after controlling for objectively measured intelligence. Most important, however, we consistently found no birth-order effects on extraversion, emotional stability, agreeableness, conscientiousness, or imagination. On the basis of the high statistical power and the consistent results across samples and analytical designs, we must conclude that birth order does not have a lasting effect on broad personality traits outside of the intellectual domain.

# Examining the effects of birth order on personality

Julia M. Rohrer<sup>a</sup>, Boris Egloff<sup>b</sup>, and Stefan C. Schmukle<sup>a,1</sup>

<sup>a</sup>Department of Psychology, University of Leipzig, 04109 Leipzig, Germany; and <sup>b</sup>Department of Psychology, Johannes Gutenberg University of Mainz, 55099 Mainz, Germany

PNAS | November 17, 2015 | vol. 112 | no. 46 |



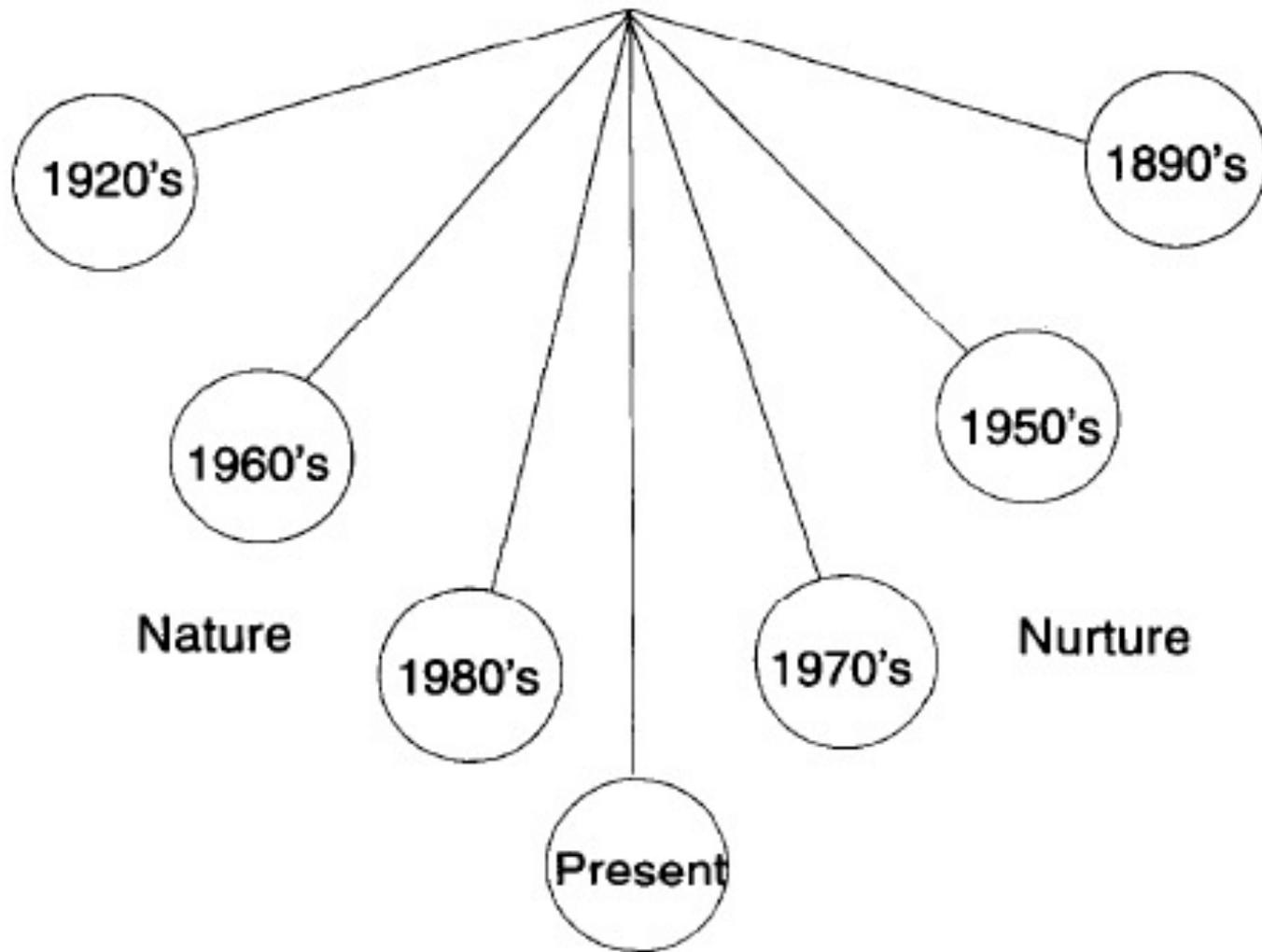
- Hérité et milieu interviennent conjointement dans le développement des aptitudes intellectuelles. Ces facteurs agissent en interaction

L'approche interactionniste fait l'unanimité

4. Une ou des intelligences
5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence
6. Origine des différences individuelles

# Hérédité et QI

- L' héritabilité d' un trait quelconque, tel que l' intelligence, correspond à la proportion des scores d' évaluation de ce trait, inhérente aux facteurs génétiques.
  - Différentes études suggèrent qu' environ 50% de la variance des scores serait d' origine génétique



**Figure 1.** Swings of the nature–nurture pendulum.

4. Une ou des intelligences

5. Les corrélats neurologiques de l'intelligence

6. Origine des différences individuelles