

PSYCHOLOGIE DES APPRENTISSAGES

Approches cognitive et
comportementale

José Favrel
Université de Bourgogne

L2 EFEC - 2018

Bibliographie et sitographie

- Brown, P., Roediger, H. & Mc Daniel M. (2016). *Mets-toi ça dans la tête ! : Les stratégies d'apprentissage à la lumière des sciences cognitives*. Markus Haller.
- Clément C. (2013). *Conditionnement, apprentissage et comportement humain*. Les Topos. Dunod.
- Cordier, F. & Gaonac'h, D. (2010). *Apprentissage et mémoire*. Armand Colin.
- Kahneman, D. (2011). *Système 1 - Système 2. Les deux vitesses de la pensée*. Flammarion.

Bibliographie et sitographie

- Lieury A. & Fenouillet, F. (2013). *Motivation et réussite scolaire*. 3^{ème} Edition. Dunod.
- Lieury A. (2012). *Mémoire et réussite scolaire*. 4^{ème} Edition. Dunod.
- Willingham, D. (2010). *Pourquoi les enfants n'aiment pas l'école ?* Librairie des écoles.
- *Le cerveau à tous les niveaux*. Site web interactif sur le cerveau et les comportements humains : <http://lecerveau.mcgill.ca/>
- Alvarez C. (2016) Les lois naturelles de l'enfant. <https://www.celinealvarez.org/notre-demarche>

Apprentissage

- **Apprentissage = modification des connaissances.**

“Apprendre consiste à acquérir des connaissances sur le monde et à les modifier” (Doré et Mercier, 1992).

- **Apprentissage = modification du comportement.**

“Il y a apprentissage quand un individu placé plusieurs fois dans la même situation modifie sa conduite de manière systématique et durable” (Reuchlin, 1977).

- **Apprentissage = modification des compétences.**

“L'apprentissage est, chez un individu, une modification de sa capacité de réaliser une tâche sous l'effet des interactions avec son environnement” (George, 1991).

➔ **Evaluation : Attention aux facteurs qui impactent l'actualisation des compétences**

Psychologie des apprentissages

- **Psychologie** : Etude des comportements et des processus mentaux associés.
- **Psychologie des apprentissages** : Comment l'être humain modifie-t-il ses compétences pour s'adapter à son environnement ?
 - Approche comportementale
 - Approche cognitive
 - Approche socio-constructiviste

PLAN DU COURS

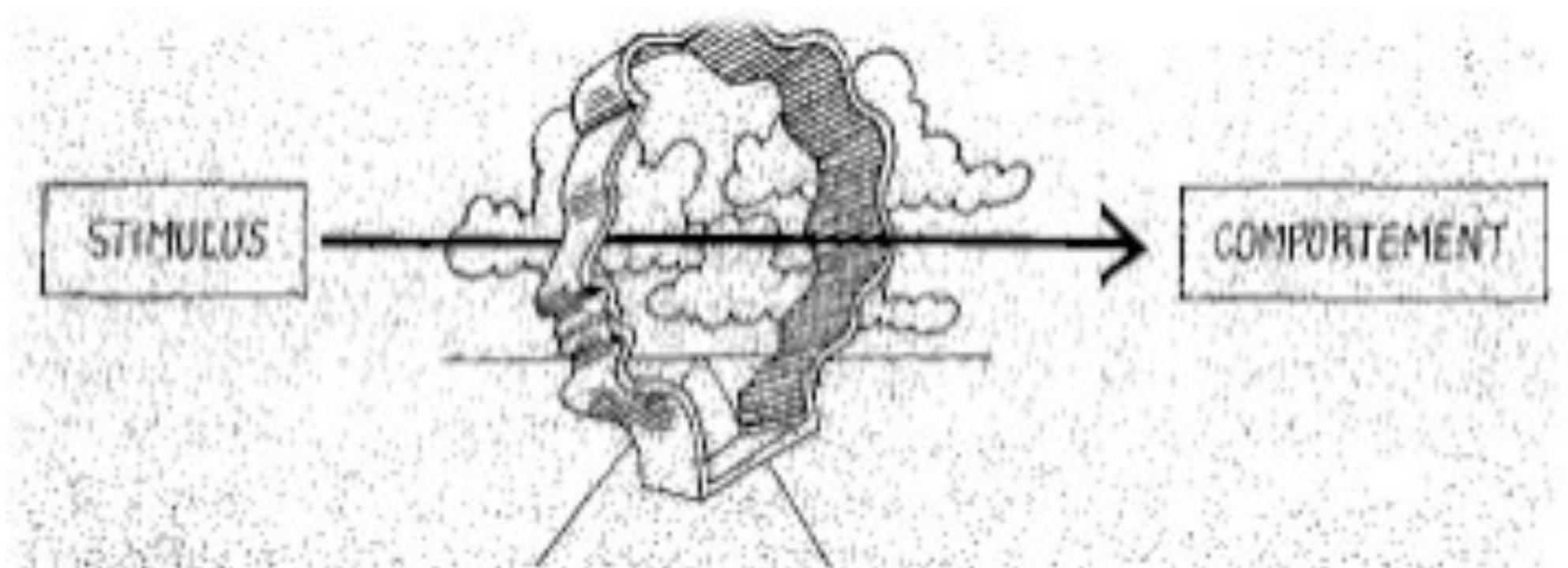
- **APPROCHE COMPORTEMENTALE** : Processus "universels" de modification des comportements
- **APPROCHE COGNITIVE** : Résolution de problème, raisonnement, planification, contrôle exécutif.
- **FONCTIONNEMENT DE LA MÉMOIRE À LONG TERME** :
Qu'est-ce qui fait qu'on mémorise certaines informations et pas d'autres ?
- **"PROFILS COGNITIFS" ET DIFFÉRENCES INTERINDIVIDUELLES**

APPROCHE COMPORTEMENTALE

Importance des processus
associatifs élémentaires

L'approche comportementale (Behaviorisme)

“Les psychologues ne devraient jamais utiliser les termes conscience, état mental, esprit, image mental, vérifiable par introspection etc.” (J.B. Watson, 1913)



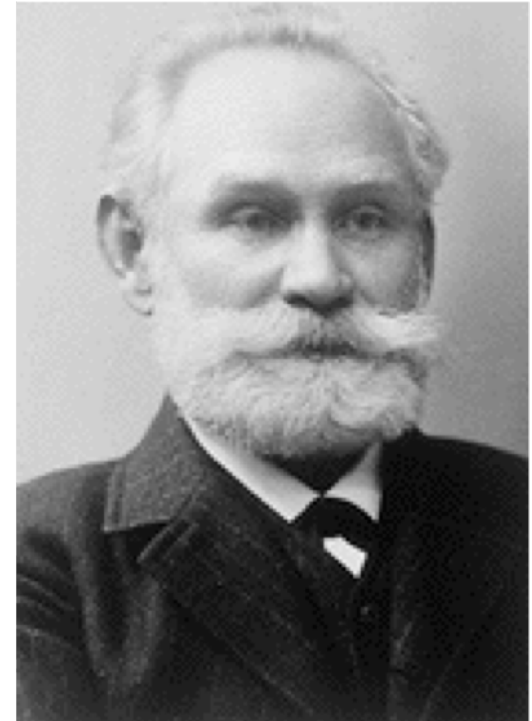
L'approche comportementale

- Apprentissage = association entre un stimulus et une réponse comportementale.
- Deux processus d'apprentissage:
 - Conditionnement classique
 - Conditionnement opérant

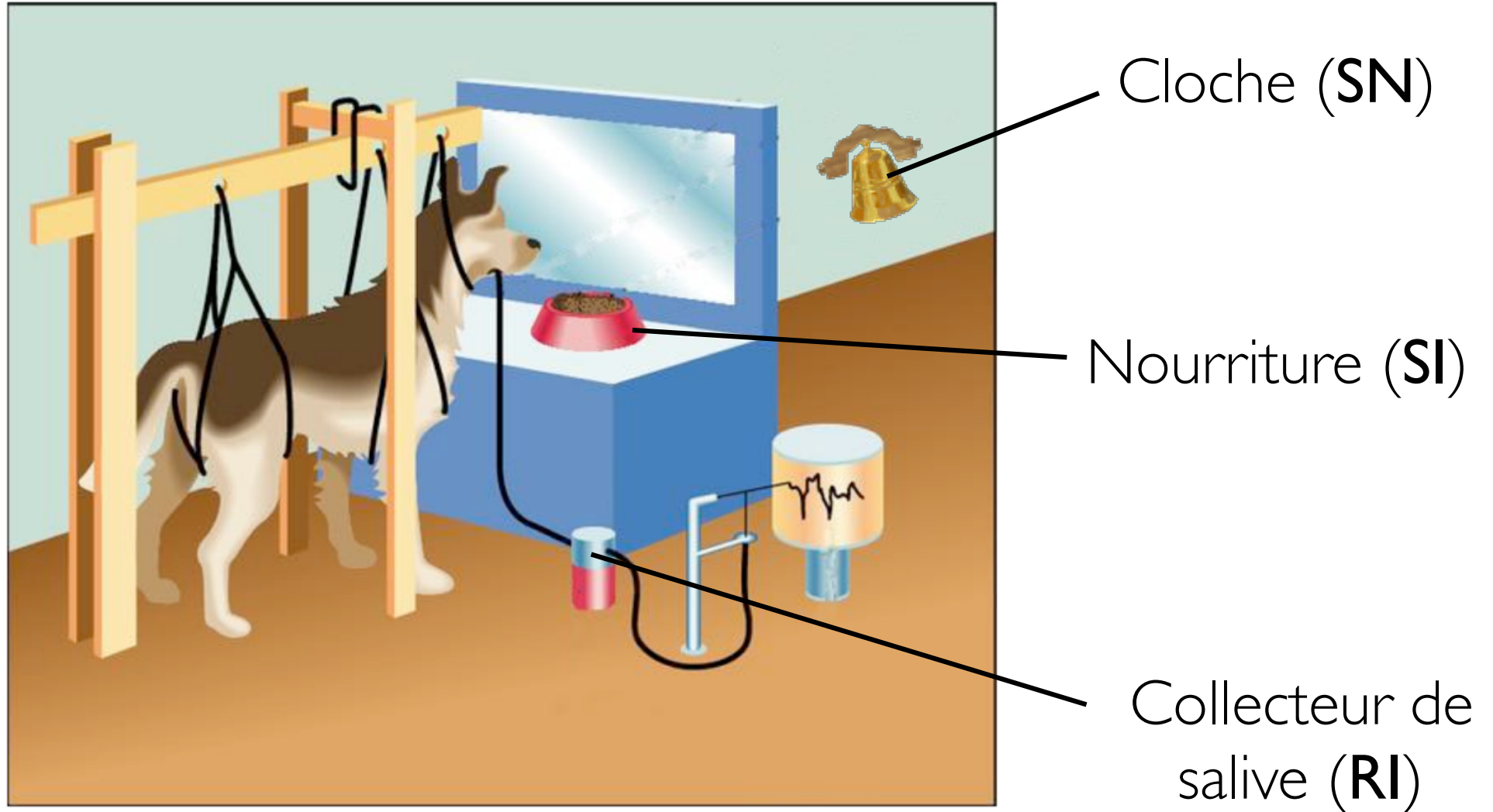
Le conditionnement classique

- **Ivan Pavlov (1849-1936)**

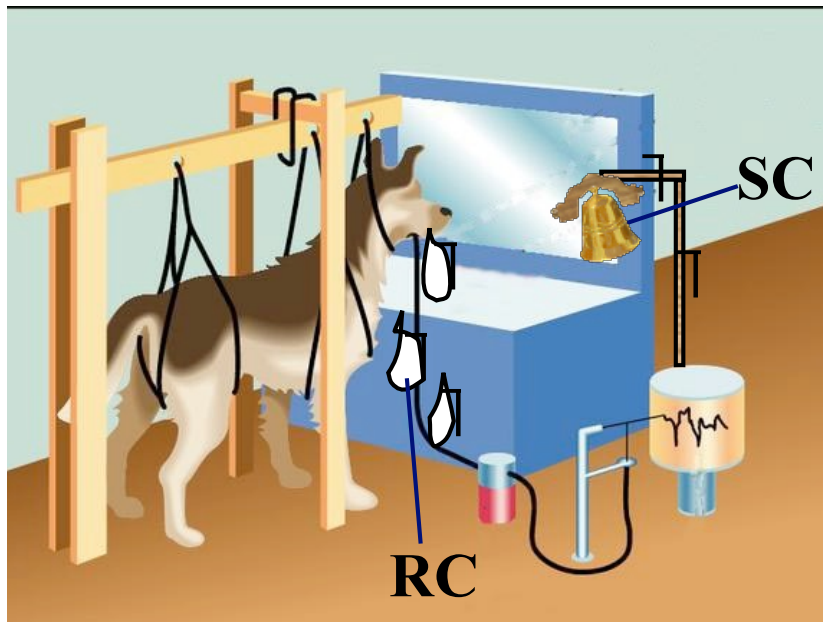
“Lorsqu’un stimuli neutre est associé à un stimuli biologiquement signifiant, le premier acquière la capacité à provoquer la réponse comportementale associée au second.”



Le conditionnement classique



Le conditionnement classique



$SN \Rightarrow \text{Abs. R}$

$SI \Rightarrow RI$

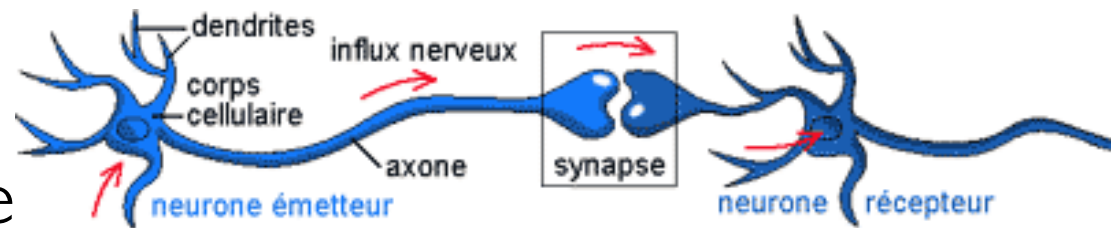
$SN + SI \Rightarrow RI$

$SC \Rightarrow RC$

Généralisation : Théories "associationnistes"

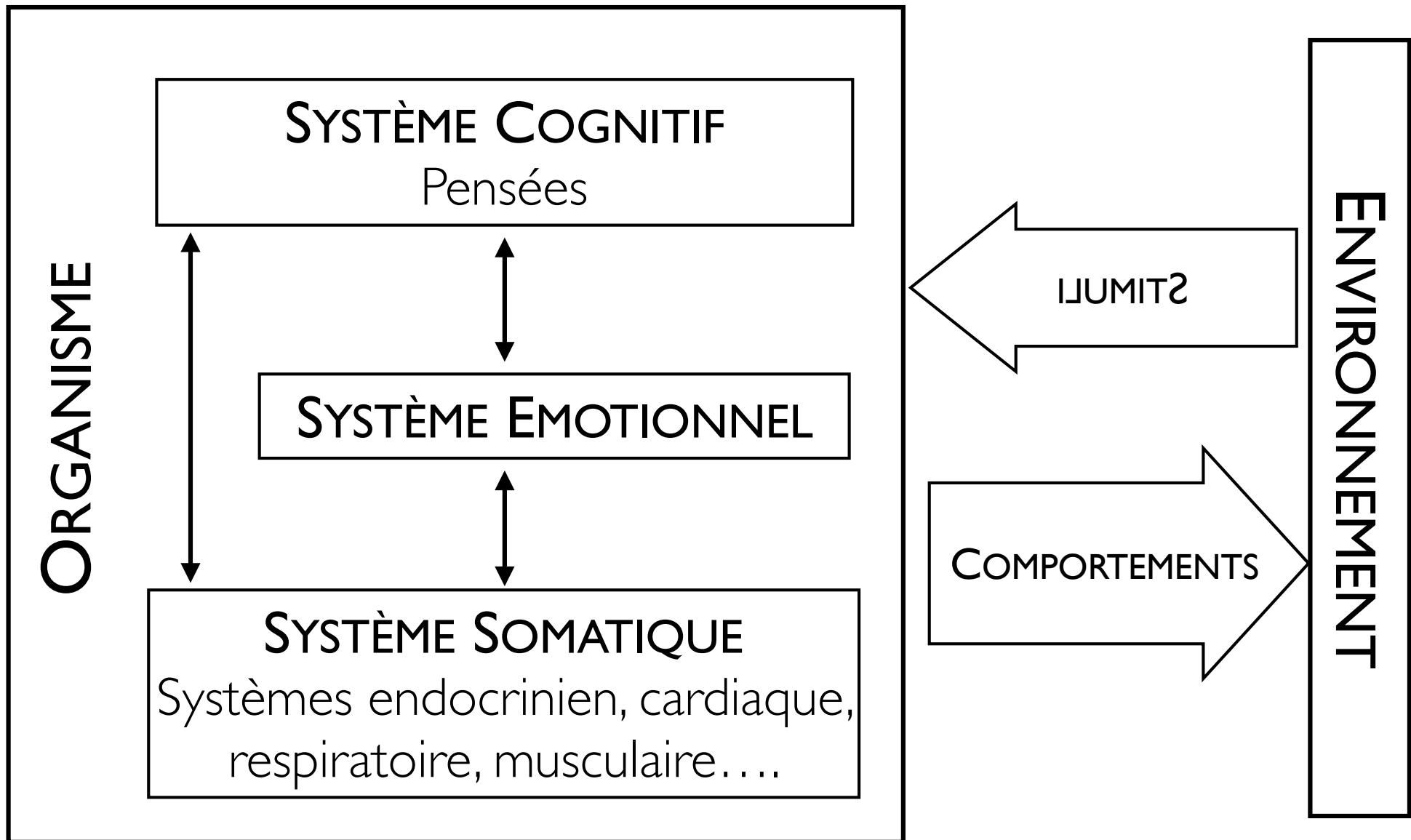
- **Loi de contiguïté et mémoire associative** : Le cerveau associe les informations perçues ou traitées simultanément.

- **Plasticité synaptique** :
Loi de Hebb,
Potentialisation à long terme



- ➔ Marketing / Publicité (Watson)
- ➔ Genèse des phobies

Phobies (scolaires), stress, somatisation... Approche intégrée



Le conditionnement opérant

- **Skinner (1904 - 1990)**

“Les hommes agissent sur le monde, le transforment et sont transformés en retour par les conséquences de leurs actions.”

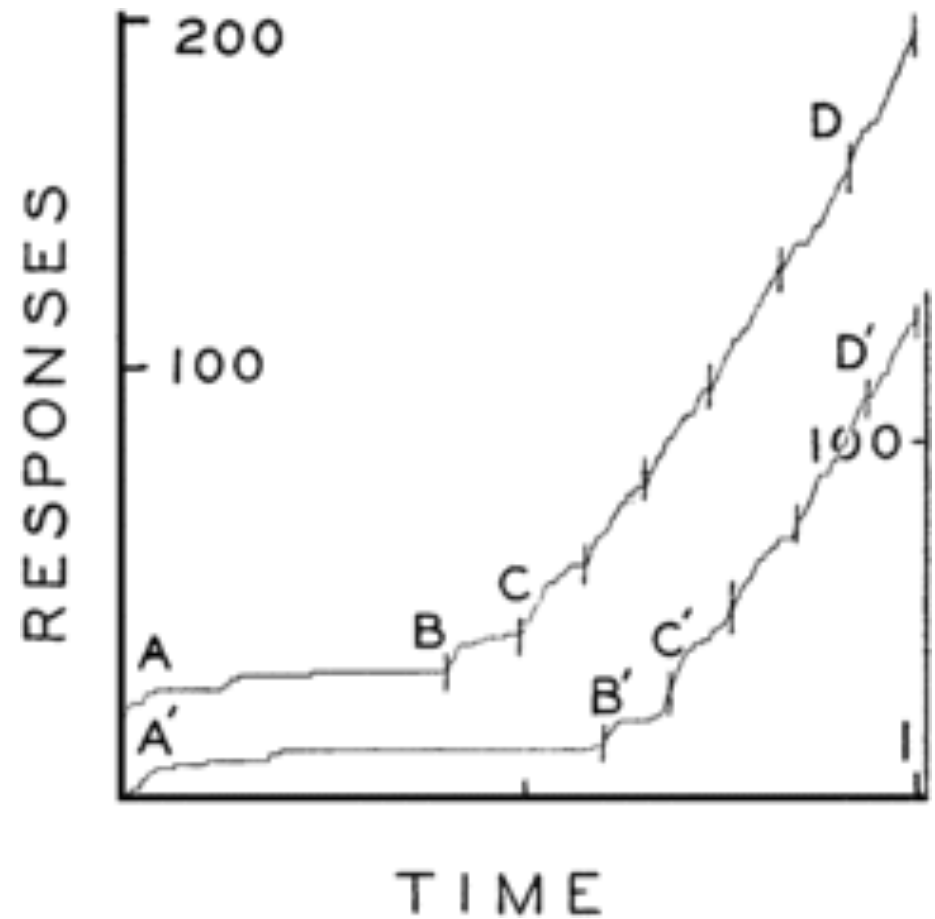
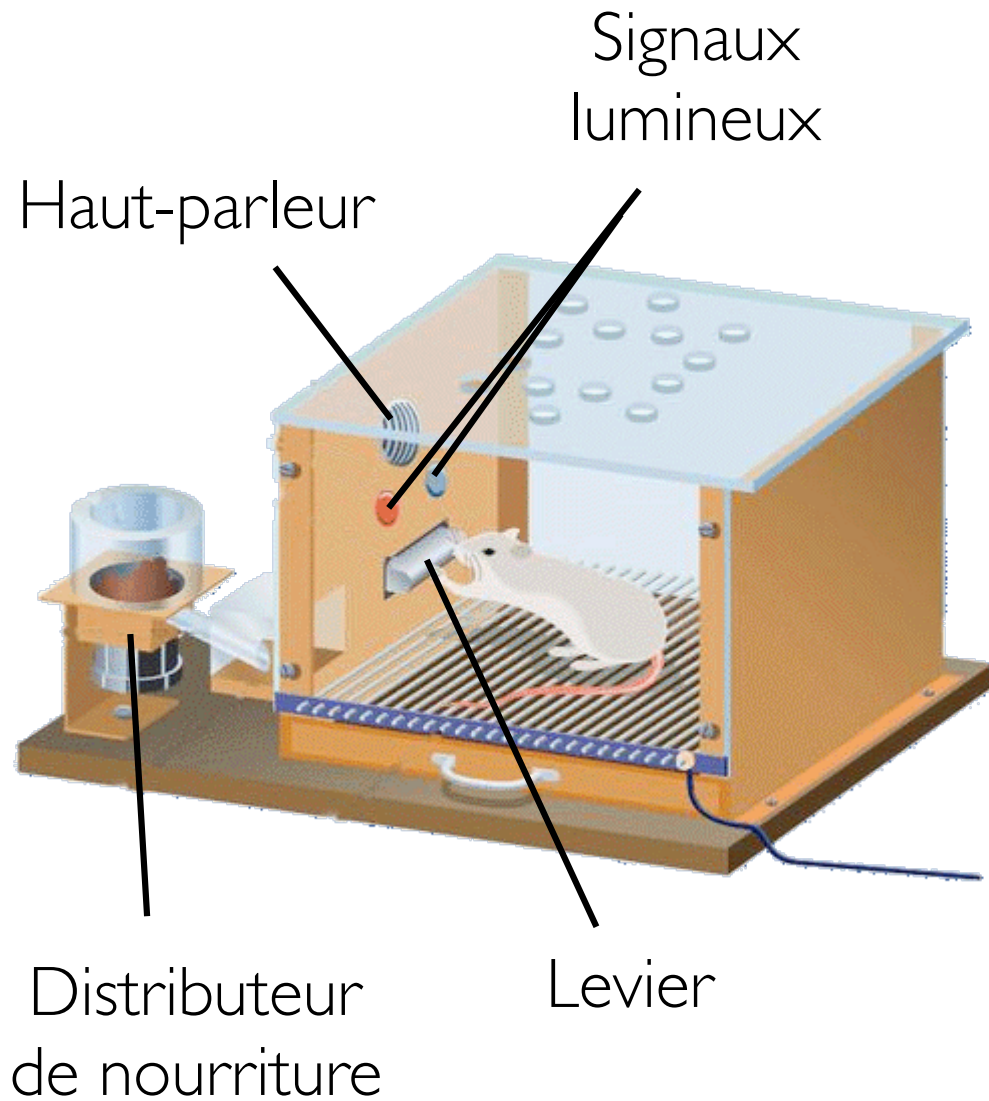


- **Loi de l'effet (Thorndike, 1911) :**

Action ⇨ conséquence bénéfique ⇨ répétition

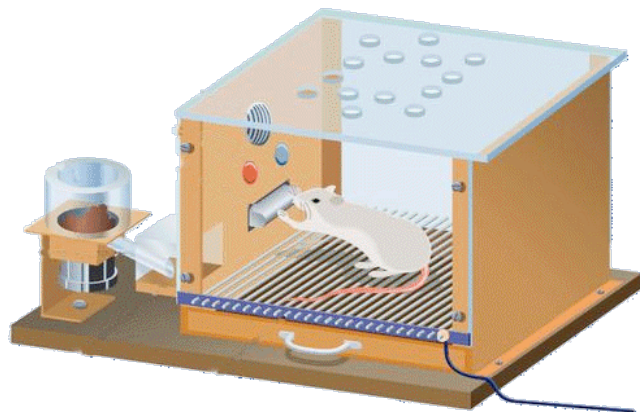
Action ⇨ conséquence négative ⇨ diminution

La “boîte de Skinner”



Renforcements et punitions

	Renforcement (↗ fréquence du comportement)	Punition (↘ fréquence du comportement)
Positif (un stimulus est ajouté)	Renforcement positif	Punition positive
Négatif (un stimulus est supprimé)	Renforcement négatif	Punition négative



Rf+ = apport de nourriture

Rf- = suppression bruit désagréable

P+ = apparition bruit désagréable

P- = suppression de nourriture

Comprendre et modifier les comportements humains

- Comprendre les comportements
 - ➔ **Analyse fonctionnelle** : Description, contexte d'apparition, fonction du comportement ? Par quel renforcement est-il maintenu ?

CONTEXTE ANTÉCÉDENTS

Frustration (incapacité à réussir une tâche donnant accès à des renforcements)

Sous-stimulation (manque d'attention, intérêt faible de la tâche, manque d'interaction)

Sur-stimulation (bruits, tâche trop complexe, rythme trop élevé, consignes trop nombreuses)

CONSÉQUENCES

Recevoir de l'attention

Eviter (ou échapper à) une situation aversive

Obtenir un renforçateur tangible

Obtenir une stimulation sensorielle

COMPORTEMENT

Comprendre et modifier les comportements humains

- **Modifier les comportements**

- ➔ **Diminuer les comportements problématiques**

- Punitives (négatives ou positives)
- **Renforcement différentiel** : suppression du renforçateur et renforcement de comportements alternatifs

- ➔ **Augmenter les comportements adaptés :**

- **Systematiser le comportement cible par introduction d'un renforçateur**
- **Maintenir le comportement cible en espaçant les renforcements et/ou en changeant leur nature**

- ▶ **ABA, PECS, TEACCH...**

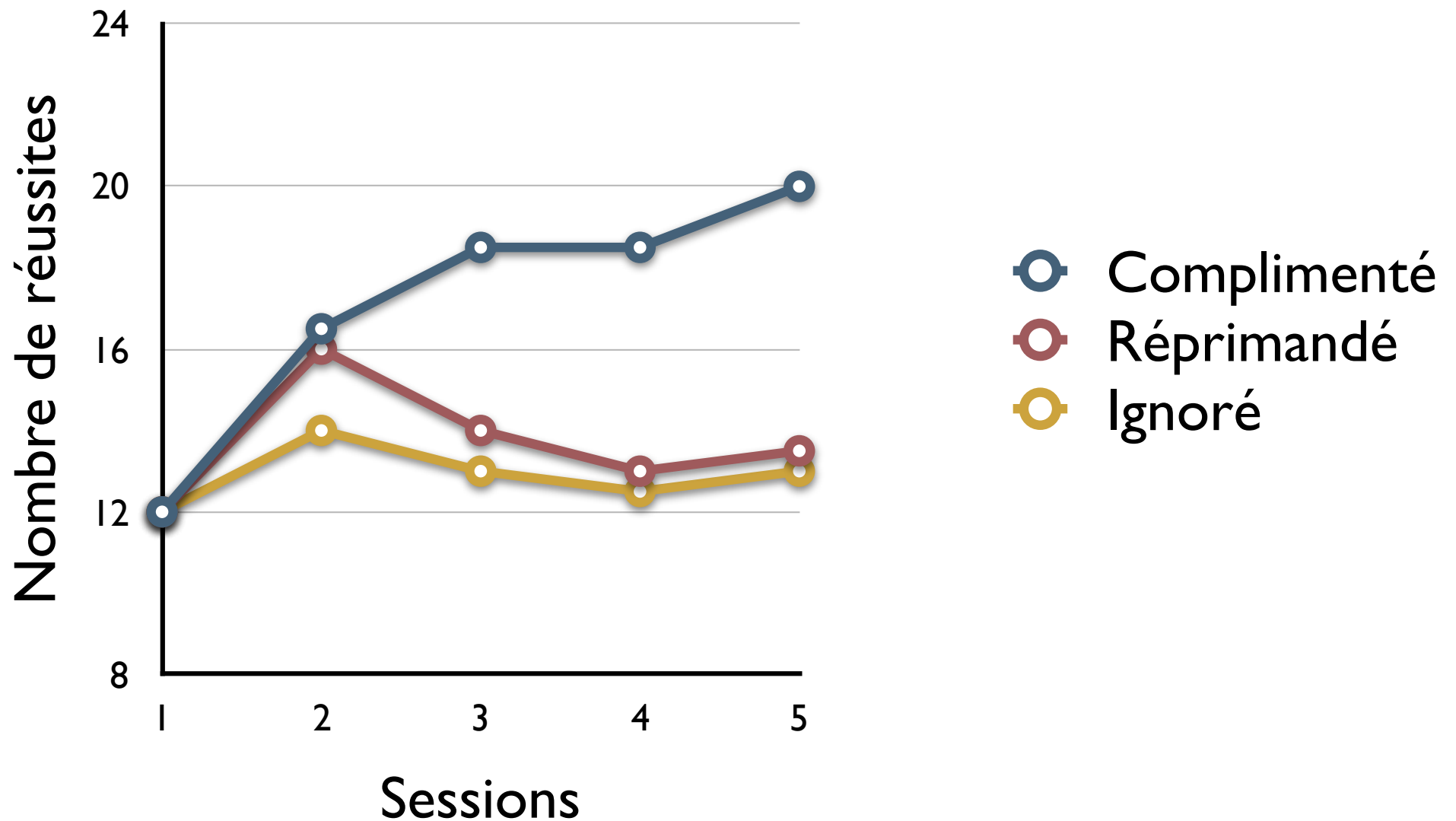
Renforcements ou punitions ?

Hurlock (1925)

- Elèves entre 9 et 11 ans
- Tâche: Résoudre le plus de problèmes arithmétiques possibles (parmi 30) en 15 mn
- Trois groupes:
 - Réprimandé
 - Complimenté
 - Ignoré

Renforcements ou punitions ?

Hurlock (1925)



Limites des punitions

- Ne donnent pas d'information sur le comportement adéquat,
- Diminuent considérablement la motivation intrinsèque,
- Diminuent le sentiment de compétence,
- Stress, peur, réactance...
- Résignation acquise.

Résignation apprise

Seligman & Maier, 1967

Lorsqu'on place un animal dans une situation où son comportement ne lui permet pas d'échapper à des stimuli nociceptifs ou aversifs, il devient par la suite insensible aux relations entre son comportement et ses effets sur l'environnement.

➔ **Diminution des capacités d'adaptation et d'apprentissage**

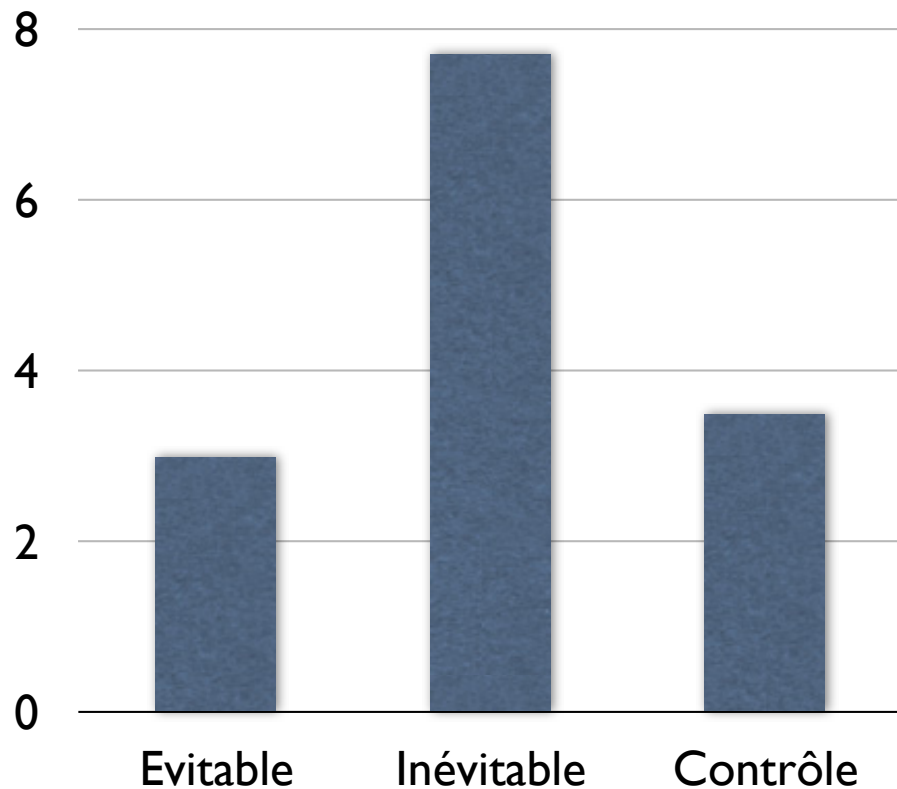
Résignation apprise chez l'homme

Hiroto & Seligman, 1975

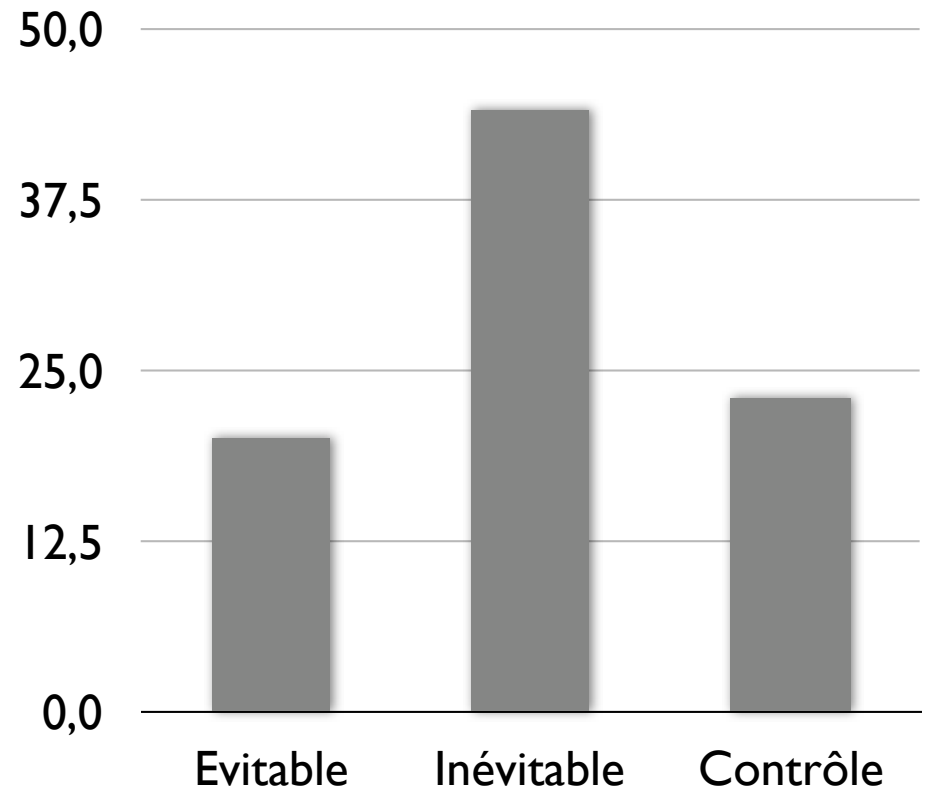
- Phase 1: 24 participants adultes sont confrontés à des sons désagréables (3000 Hz, 90 Db)
 - **Groupe contrôle** : *“Asseyez vous et écouter les sons”*
 - **Groupe évitable** : *“Essayez d'arrêter les sons en appuyant sur le bouton”* (Solution appuyez 4 fois sur le bouton).
 - **Groupe inévitable** : *“Essayez d'arrêter les sons en appuyant sur le bouton”* (pas de solution ⇒ résignation)
- Phase 2 : Résolution de 20 anagrammes

Résignation apprise chez l'homme

Hiroto & Seligman, 1975

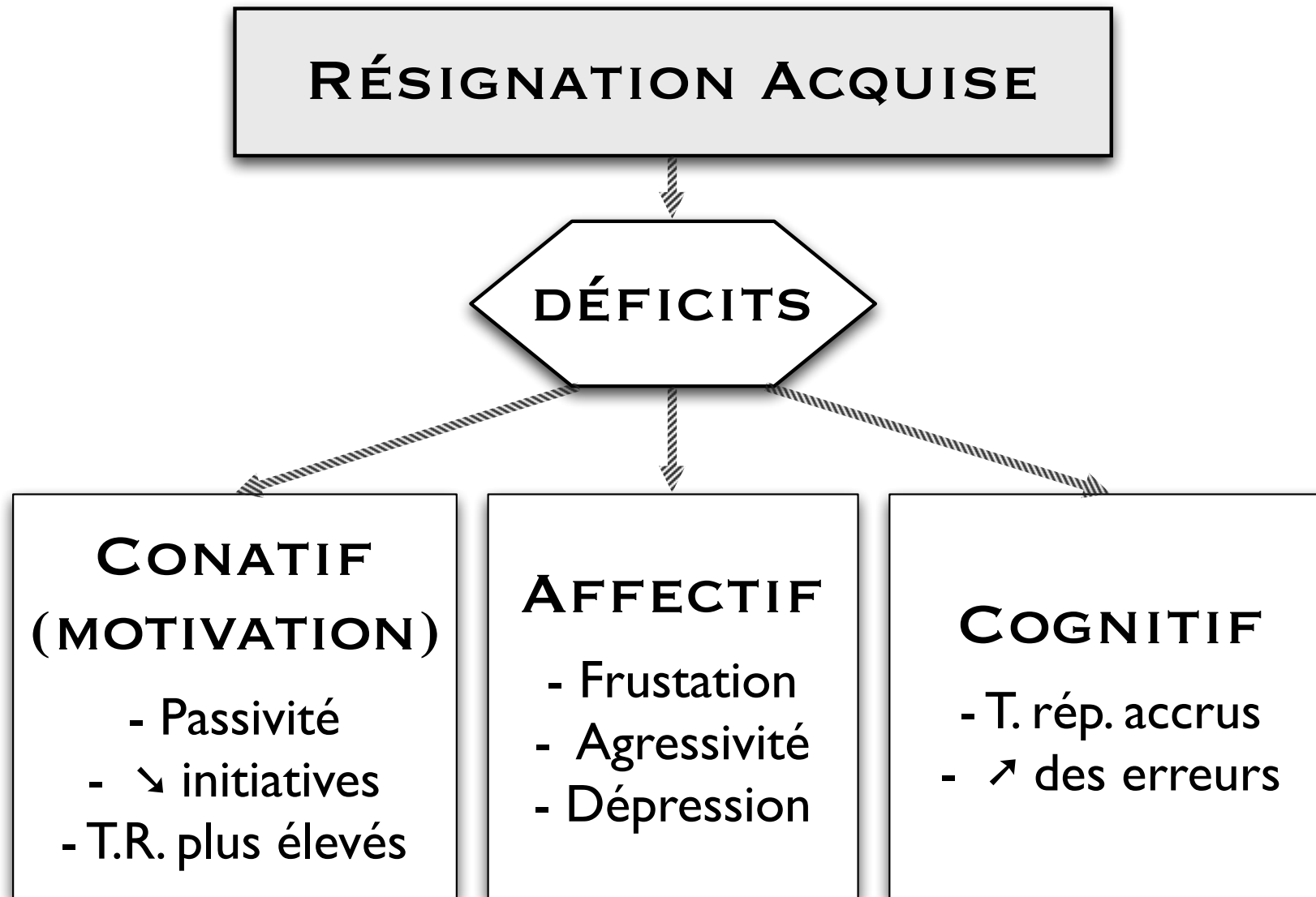


■ Nombres moyens d'erreurs
aux anagrammes

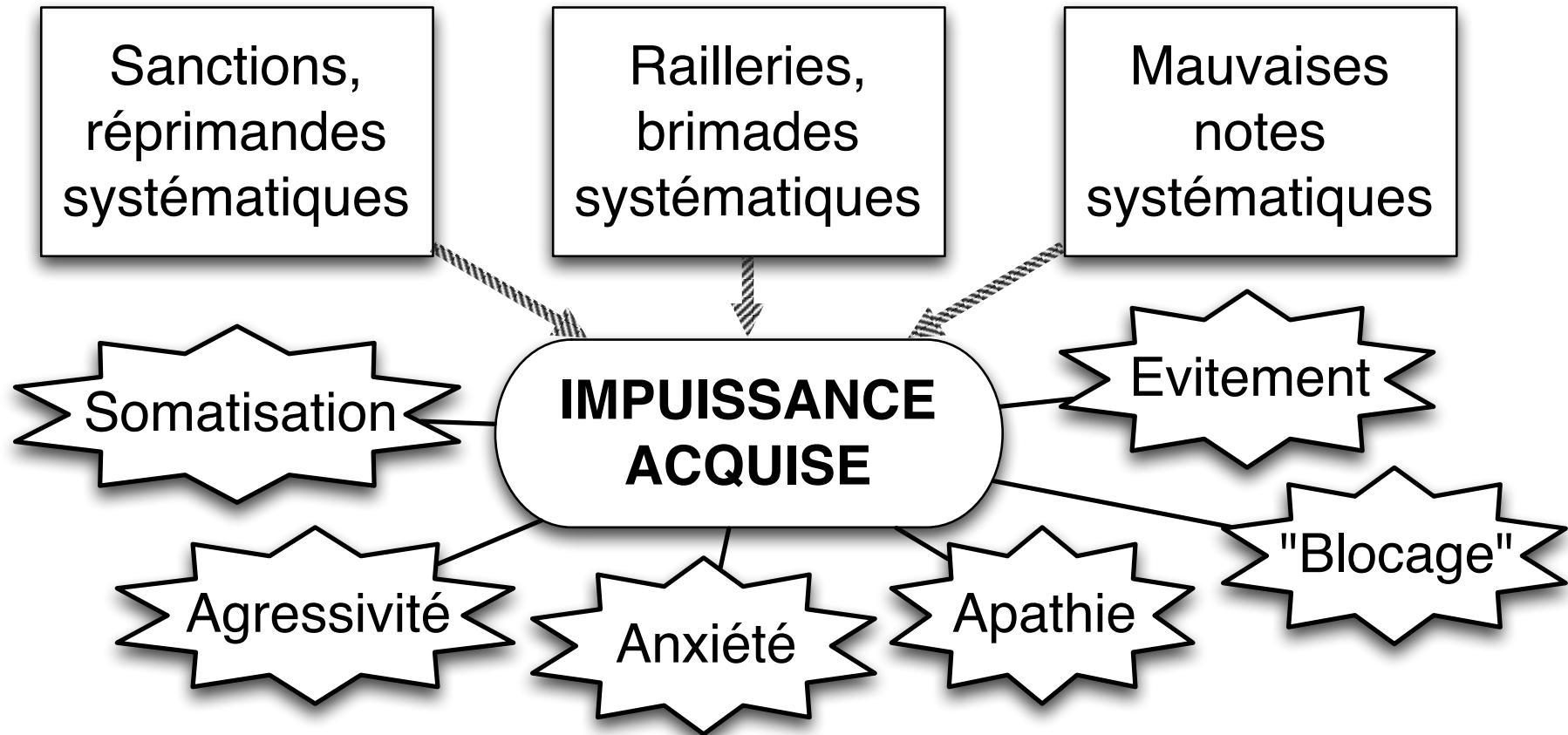


■ Temps moyens de réponse (sec.)
aux anagrammes

Résignation apprise chez l'homme



Résignation apprise à l'école



⇒ Proposer des évaluations “sensibles”, clairement ciblées et “individualisées” (évaluation formative)

⇒ Ne pas se contenter de pointer les échecs et les difficultés : proposer des aides, des stratégies pour y remédier

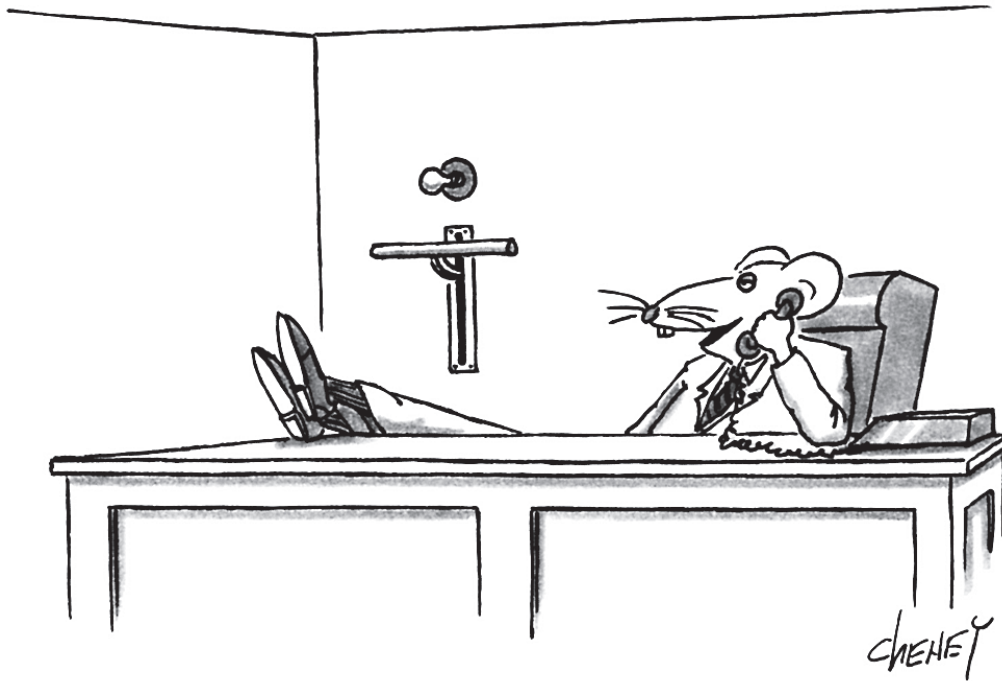
Quelques pistes pour la gestion des comportements en classe

- **Etablir une distance adéquate (autorité bienveillante)**
 - Présence physique et verbale
 - Personnaliser les régulations : interpeller l'enfant par son prénom, adapter la distance, le regarder dans les yeux...
 - Exemplarité
- **Expliciter les règles de fonctionnement, modéliser les comportements adéquats**
- **Etayer l'acquisition des "bons comportements" si nécessaire**
 - Faire rappeler les règles pertinentes avant une activité
 - Fournir des aides au respect des règles (rituels, stratégies)
 - Renforcer si besoin les comportements appropriés

Quelques pistes pour la gestion des comportements

- **Distinguer l'enfant de ses actes**
 - "Tu es infernal" → "Ton comportement est inacceptable"
- **Exprimer les interdits de façon positive**
 - "Ne cours pas" → "Marche"
- **Etablir un cadre structuré et rassurant : autonomisation et "capacitation" de l'enfant**
 - Clarté cognitive des activités proposées : objectifs clairs, consignes explicites (favorise les capacités d'autorégulation)
 - Disponibilité des aides et des supports
 - Difficulté adaptée

Apprentissage d'activités complexes



*"Oh, not bad. The light comes on, I press the bar, they write me a check.
How about you?"*



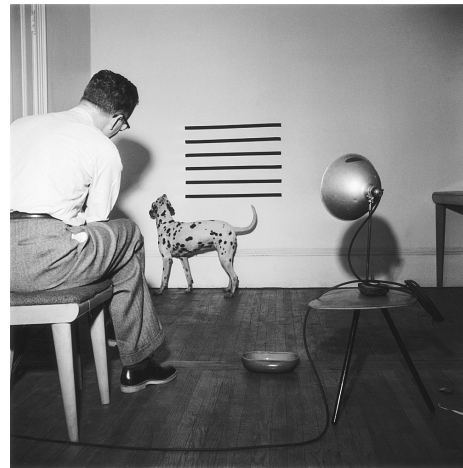
Apprentissage d'activités complexes

- Deux processus essentiels :

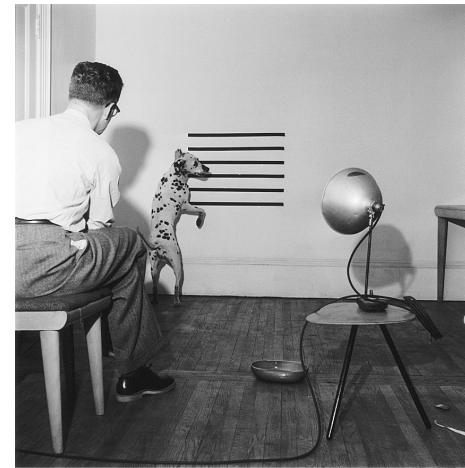
1. Modelage des comportements élémentaires



4 minutes



8 minutes



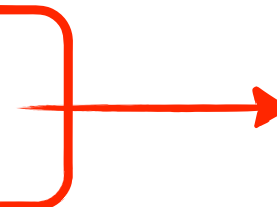
12 minutes



20 minutes

2. Enchaînement des réponses

- chaînage vers l'avant
- chaînage vers l'arrière



*situation la plus
renforçante*

Aides, guidage, étayage...

Bruner

- Enrôlement (engagement dans l'activité)
- Signalisation des caractéristiques déterminantes
- Démonstration ou présentation de modèles
- Maintien de l'orientation
- Contrôle de la frustration

Skinner et la révolution scientifique de l'enseignement

- Deux conditions d'apprentissage :
 1. L'élève produit les conduites souhaitées
 2. Ces conduites sont renforcées par l'effet qu'elles produisent.
- ➔ Maximiser la possibilité de produire les réponses souhaitées
- ➔ Réduire au maximum la production d'erreurs
- ➔ Renforcer systématiquement les bonnes réponses
- ➔ Organiser l'apprentissage du simple (connaissances élémentaires) vers le complexe (coordination de connaissances élémentaires)

Analyse de la tâche :

"Additionner les nombres en colonnes"

I. Apprendre les faits additifs élémentaires ($9 + 8 = ?$)

I.1. Apprendre la suite numérique verbale

- ▶ Récitez à l'endroit,
- ▶ Récitez à partir d'un nombre donné
- ▶ Récitez à l'envers

I.2. Apprendre à dénombrer

- ▶ Apprendre les configurations prototypiques

I.3. Apprendre à additionner deux nombres

- ▶ compter tout par "rassemblement"
- ▶ "compter tout" sur les doigts
- ▶ compter à partir du premier nombre
- ▶ compter à partir du plus grand nombre
- ▶ Apprendre les doubles, compléments à 10

Analyse de la tâche :

"Additionner les nombres en colonnes"

2. Apprendre le système de notation indo-arabe

2.1. Apprendre à reconnaître les nombres écrits

- ▶ de 0 à 9
- ▶ de 10 à 19
- ▶ de 20 à 69
- ▶ de 69 à 99

2.2. Apprendre à écrire les nombres

2.3. Comprendre le système décimal de notation

- ▶ Conversion "sémantique" - "indo-arabe"
- ▶ Conversion "indo-arabe" - "sémantique"
- ▶ Décomposition de nombre ($453 = 400 + 50 + 3$)

Analyse de la tâche :

"Additionner les nombres en colonnes"

3. Apprendre à poser les additions en colonne
4. Apprendre à additionner les chiffres colonne par colonne en commençant par les unités
5. Apprendre à gérer les 0
6. Apprendre à utiliser les retenues

Enseignement programmé

Préconisations méthodologiques	Objectifs
Analyse de la tâche : Présenter un contenu très découpé	L'attention est focalisée sur un objet d'apprentissage ciblé et adapté
Susciter des réponses pour chaque segment de contenu	Production de comportements pour chaque élément à apprendre
Proposer de l'aide et estomper cette aide dès que possible	Limiter au maximum les erreurs
Faire suivre chaque réponse d'un feedback	Connaissance immédiate de la validité de la réponse - récompense
Pratique répétée sur une période de temps précise	Enseigner chaque étape jusqu'à sa maîtrise parfaite

Exemple : Favoriser la coopération des enfants autistes

Leaf & McEachin (2006)

OBJECTIFS : Enseigner à l'enfant à suivre des consignes simples

ETAPE I :

- Recenser les consignes employées régulièrement et observer le degré de coopération qu'elles génèrent.
- Hiérarchiser les consignes de la plus facilement suivie (manger un gâteau, jouer à un jeu apprécié...) à la moins facilement suivie (rendre un jouet à un camarade)

Exemple : Favoriser la coopération des enfants autistes

Leaf & McEachin (2006)

ETAPE 2 :

Donner à l'enfant les consignes qui ont le plus de chances d'être suivies. Renforcer la coopération. Lorsque l'enfant se montre coopérant durant 3 séances consécutives, passer à l'étape 3

ETAPE 3 :

Donner les consignes établies dans l'étape 2 avec quelques consignes plus difficiles à suivre. Le renforcement suit la coopération. Lorsque l'enfant exécute les consignes plus difficiles durant 3 séances consécutives, passer à l'étape 4.

ETAPE 4 :

Introduire progressivement des consignes qui comportent des tâches que l'enfant n'aime pas trop effectuer...

A.B.A et prise en charge éducative d'enfants souffrant de T.S.A.



Critique du behaviorisme

Bandura (1986) Chomsky (1971) Dulany (1968)

- **Conception mécaniste de l'apprentissage**
- **Quid de l'agentivité humaine ?**
 - ➔ Rôle de la conscience, de la volonté, du libre arbitre.
- **Quid des capacités de représentation ?**
 - ➔ Capacité à se représenter une situation
 - ➔ Capacité à raisonner pour atteindre un objectif
 - ➔ Capacité à se référer au passé et à anticiper le futur
 - ➔ Capacité à observer autrui et à en tirer des conclusions.

Que faut-il conserver de Skinner ?

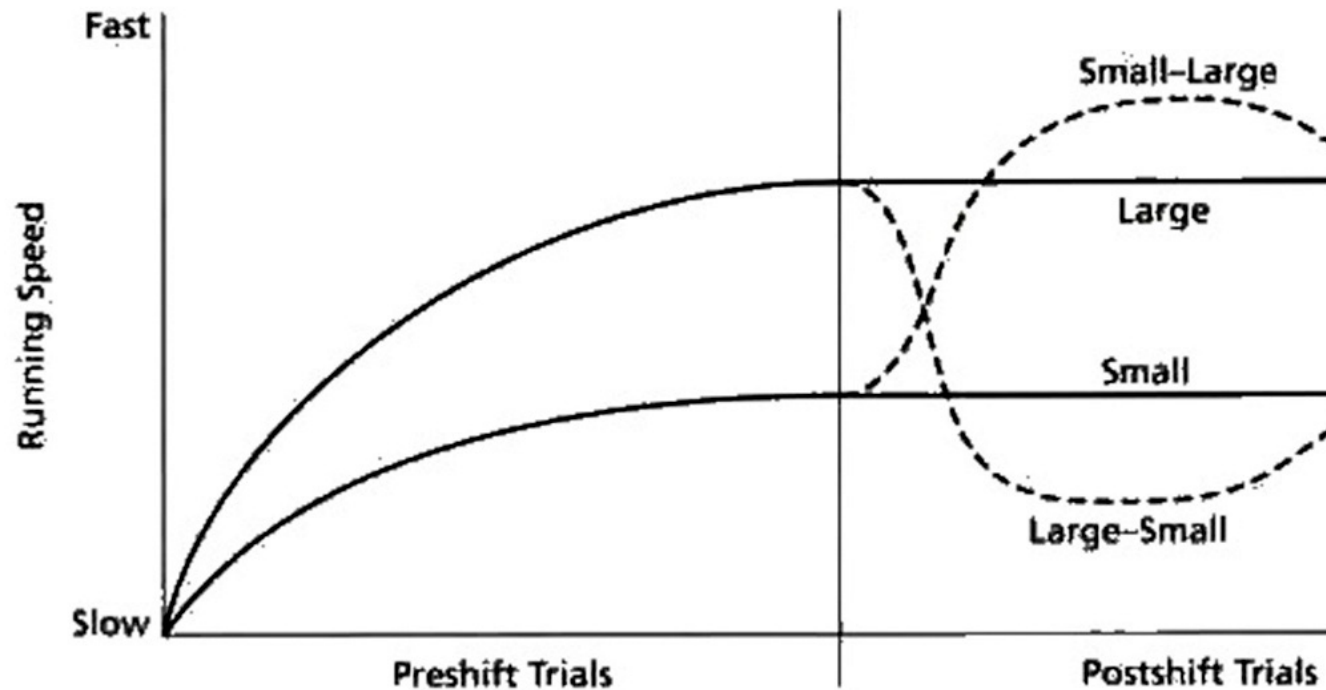
- Analyse fonctionnelle des situations
 - ➔ Impact du contexte sur les comportements.
- Analyse des compétences à apprendre : prérequis, compétences élémentaires.
 - ➔ Coordination d'objectifs d'apprentissage ciblés en progressions finalisées.
- Certaines problématiques:
 - Dans quelle mesure faut-il fractionner l'objet d'enseignement ?
 - Rôle de l'erreur ?
 - Impact des récompenses et des encouragements ?

Récompenser les élèves ?

Deci, Koestner et Ryan, 1999 ; Willingham, 2007

- Les récompenses sont souvent efficaces pour renforcer des comportements cibles
- Trois conditions d'efficacité :
 - Attractivité
 - Immédiateté
 - Accessibilité

Limites : Effet Crespi et habituation



- ➔ Problème de l'arrêt des récompenses
- ➔ Surenchère dans les récompenses

Baisse de la motivation intrinsèque

Deci et col. (1971)

Phase 1 Résolution de problèmes de logique en temps limité
(intérêt et niveau des participants)

Phase 2 Groupe 1 : Entraînement
avec récompenses
(1 \$ par problème résolu)

Groupe 2 : Entraînement
sans récompense

Phase 3 Observation des participants durant une période de libre
choix

Récompenser les élèves ?

- N'utiliser des récompenses que lorsqu'elles s'avèrent nécessaires :
 - Activités "pénibles" (table de multiplications)
 - Elèves démotivés, en manque de confiance
- Utiliser des récompenses variées pour éviter l'habituation et la satiété.
- Prévoir la diminution et l'arrêt des récompenses
 - Espacement progressif des récompenses
 - Bonne maîtrise = activité "facile"
- **Réussite autonome, atteinte d'un objectif, résolution d'un problème... = récompense**

Encourager et féliciter

- Privilégier les "renforceurs sociaux" = renforcements particulièrement efficaces.



Les élèves interprètent la parole de l'enseignant (Pintrich, 1996)

- ➔ Encouragements trop systématiques ou "hypocrites"
- ⇒ Diminution du sentiment de compétences

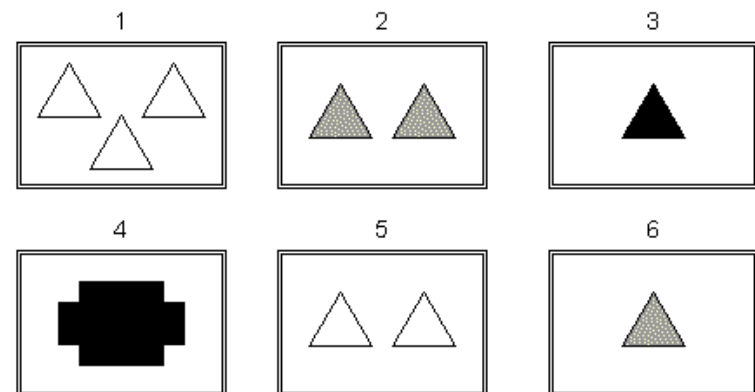
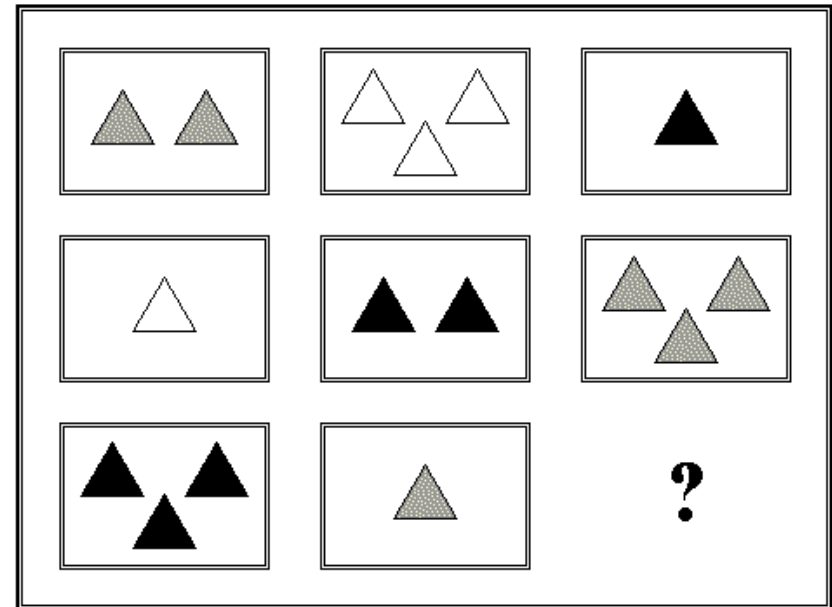
Féliciter ou valoriser le comportement, l'effort, pas les capacités

Mueller & Dweck, 1998

- 128 élèves de CM2 doivent résoudre une série de problèmes de logique (matrices de Raven)

- Série facile : tous les enfants sont félicités

Which answer fits in the missing space to complete the pattern?



Féliciter ou valoriser l'effort, pas les capacités

Mueller & Dweck, 1998

- Deux groupes d'élèves:
 - **complimentés pour leur capacité** : *«Tu dois être bon en logique, tu dois avoir une intelligence rationnelle»*
 - **complimentés pour leurs efforts** : *«Tu as dû travailler dur sur ces problèmes, tu t'es bien appliqué»*
- Questionnaire sur la nature de l'intelligence
- Séries plus difficiles de problèmes de logiques
- Questionnaire «motivation»
- Série facile de matrices de Raven

Féliciter ou valoriser l'effort, pas les capacités

Mueller & Dweck, 1998

- Conceptions de l'intelligence
 - ➔ **Elèves félicités pour leur capacité = conception fixe de l'intelligence** (don, capacité innée, immuable...)
 - ➔ **Elèves félicités pour leur effort = conception malléable de l'intelligence** (importance de l'entraînement, de l'effort, de l'implication...)

Complimenter l'effort, pas les capacités

Mueller & Dweck, 1998

	Félicités pour leur intelligence	Félicités pour leurs efforts
Attributions causales réussites et échecs	Non contrôlables (intelligence, don)	Contrôlables (travail, efforts...)
Type d'implication	Par l'ego	Pour l'activité
But de l'activité	Performances	Apprentissage
Effort	Dévalorisé	Valorisé
Réaction face aux difficultés	Peu de persévérance et baisse du plaisir	Persévérance et plaisir préservé
Perf. post-échec	Diminuées	Peu affectées

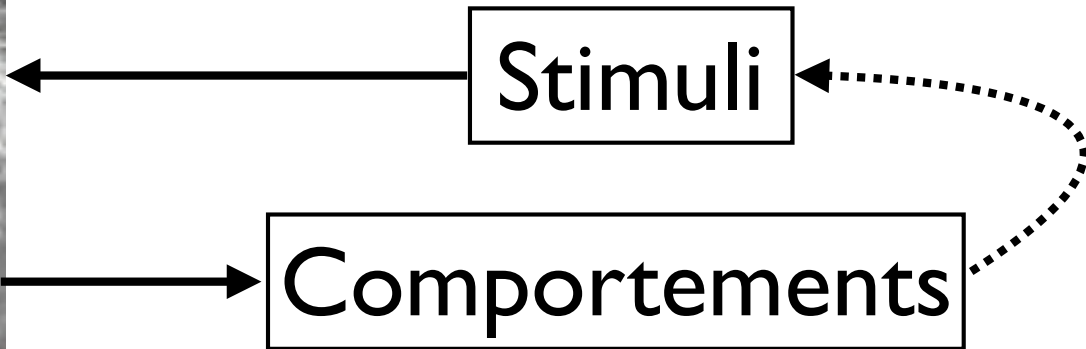
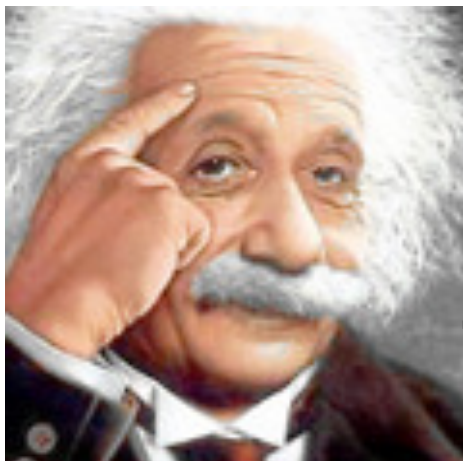
APPROCHE COGNITIVE

Conscience - Intention -
Mémoire - Réflexion - Décision

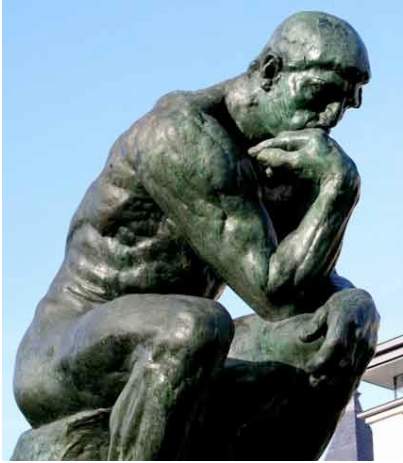
L'approche cognitive

- Etudie la «boîte noire» des behavioristes.

Sélection, organisation et interprétation de l'information
Raisonnement, prise de décision
Planification d'actions, contrôle exécutif



Caractéristiques de l'esprit humain ?



- **Capacité à raisonner, à penser, à réfléchir...**
 - ➔ "L'homme est un animal rationnel", Aristote
 - ➔ "L'homme est un roseau pensant", Pascal



965915 www.fotosearch.com

- **... mais rarement utilisée :**
Divertissements "faciles" (TV réalité...), comportements et croyances irrationnels, idées reçues, habitudes, crédulité...
 - ➔ "Thinking is the hardest work there is, which is the probable reason why so few people engage in it." H. Ford.

Caractéristiques de l'esprit humain ?

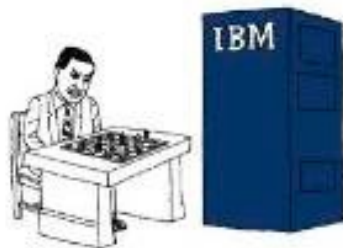
Calcul
Raisonnement logique

Voir, bouger, communiquer, créer
(assurer sa survie dans un environnement complexe)

Opérations arithmétiques
Jeu d'échec, jeu de go
Calcul probabiliste (Météo)

Intentions, Volitions, Modifier ses objectifs, Discuter, Ressentir des émotions, Créer une oeuvre d'art...

Avantage Ordinateurs

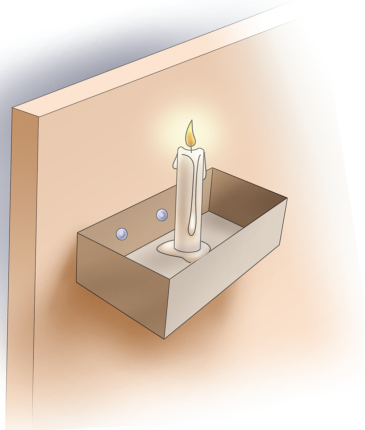


Avantage Humains



Le cerveau humain n'est pas d'abord fait pour penser (réfléchir) !

Dans une pièce vide se trouve une bougie, quelques allumettes et une boîte de punaises. L'objectif est de placer la bougie allumée à environ 1 m60 du sol pour éclairer l'ensemble de la pièce. Vous avez essayé de faire fondre le pied de la bougie pour la coller au mur mais ça n'a pas fonctionné. Comment pouvez-vous placer la bougie à 1 m60 du sol sans avoir à la tenir ?

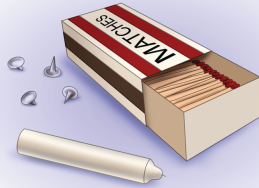


➔ Comparée aux autres fonctions cognitives, la pensée est lente, «coûteuse» et incertaine.

Le cerveau humain n'est pas d'abord fait pour penser (réfléchir) !

- Comment réalisons-nous toutes les tâches complexes qui remplissent notre quotidien ?

➔ Nous utilisons notre mémoire



Comment pouvez-vous utiliser ces objets pour fixer la bougie sur un mur et ainsi éclairer la pièce ?

Pensée Réflexion

**Lente
Couteuse
Incertaine**

Mémoire

**Rapide
Economique
Fiable**

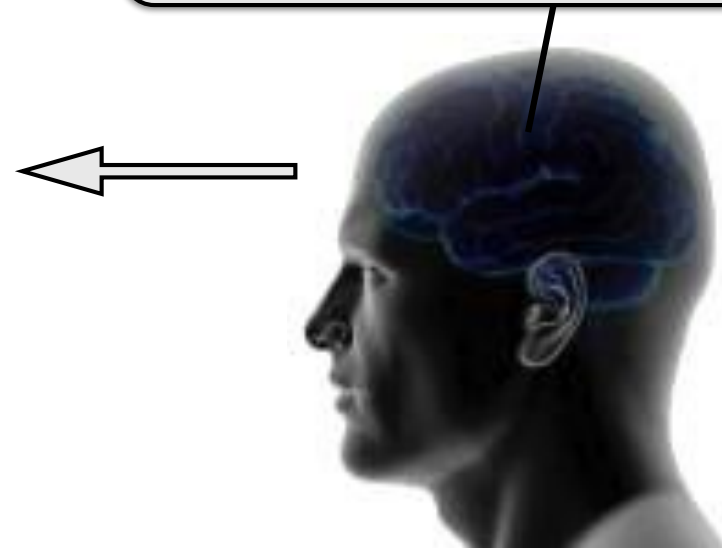
Le cerveau humain n'est pas d'abord fait pour penser (réfléchir) !

Tâches complexes réalisées sans réflexion

Reconnaître un objet - Converser -
Se rendre à son travail - Prendre un RV
de coiffeur - Utiliser un traitement de
texte - Préparer des spaghetti à la
bolonaise - Faire ses courses...

Mémoire

Événements vécus
Connaissances factuelles
Procédures & Stratégies



" La plupart du temps nous faisons ce que nous faisons la plupart du temps " (Townsend & Bever, 2001)

L'esprit est conçu pour éviter d'avoir à réfléchir

- Certaines fonctions - parmi les plus importantes - ne requièrent pas de réflexion (perception, motricité...)
- Nous utilisons préférentiellement notre mémoire pour guider nos actions (sans trop réfléchir)
- Notre cerveau se modifie pour automatiser les activités coûteuses en attention (conduite automobile)

➔ Deux types de pensée

Deux "types" ou "processus" de pensée (et d'apprentissage)

Perruchet, 1985 ; Kahneman, 2011 ; Evans & Stanovich, 2012

Systeme 1

Rapide / parallèle

Intuitif

Implicite

Emotionnel

Associatif

Automatique

Bottom-up
(guidé par les stimuli)

Systeme 2

Lent / séquentiel

Réfléchi

Explicite

Coût élevé en MdT

Propositionnel

Logique

Contrôlé

Top-down
(guidé par les intentions)

Systeme I: Processus associatifs

- Conditionnements
- Phénomène d'amorçage
- Apprentissage et mémoire implicites
- Automatisation

Mémoire & Apprentissage implicites

- **Apprentissage implicite** : Apprendre sans intention d'apprendre
- **Mémoire implicite** : Compétences acquises non basées sur l'exploitation intentionnelle de connaissances

→ **Cas B.S. (Claparède, 1907)**

→ **"Un savant aveugle"**

La liaison ne se fait jamais après la consonne finale d'un nom au singulier (Grevisse, 2001)

→ **Lié à la fréquence d'exposition (répétition)**

→ **Acquisition du langage, des catégories conceptuelles, des structures musicales, des habiletés sociales...**

Automatismes

Logan, 1988

- Automatisation : passage d'un traitement explicite séquentiel à une récupération directe de la réponse en mémoire
 - Conduite automobile
 - Piano
 - Opérations arithmétiques
 - Identification des mots écrits
 - [...]

Systeme 2 : Résolution de problème

- Intentions
- Réflexion, raisonnement explicite,
- décisions
- Planification, contrôle

Qu'est-ce qu'un problème ?

*Jean a 3 bonbons. Sa maman lui en achète 2 autres.
Combien Jean a t-il de bonbons à présent ?*

Sachant que $D = 5$, vérifier l'addition suivante :

$$\begin{array}{r} \text{DONALD} \\ + \text{GERALD} \\ \hline = \text{ROBERT} \end{array}$$

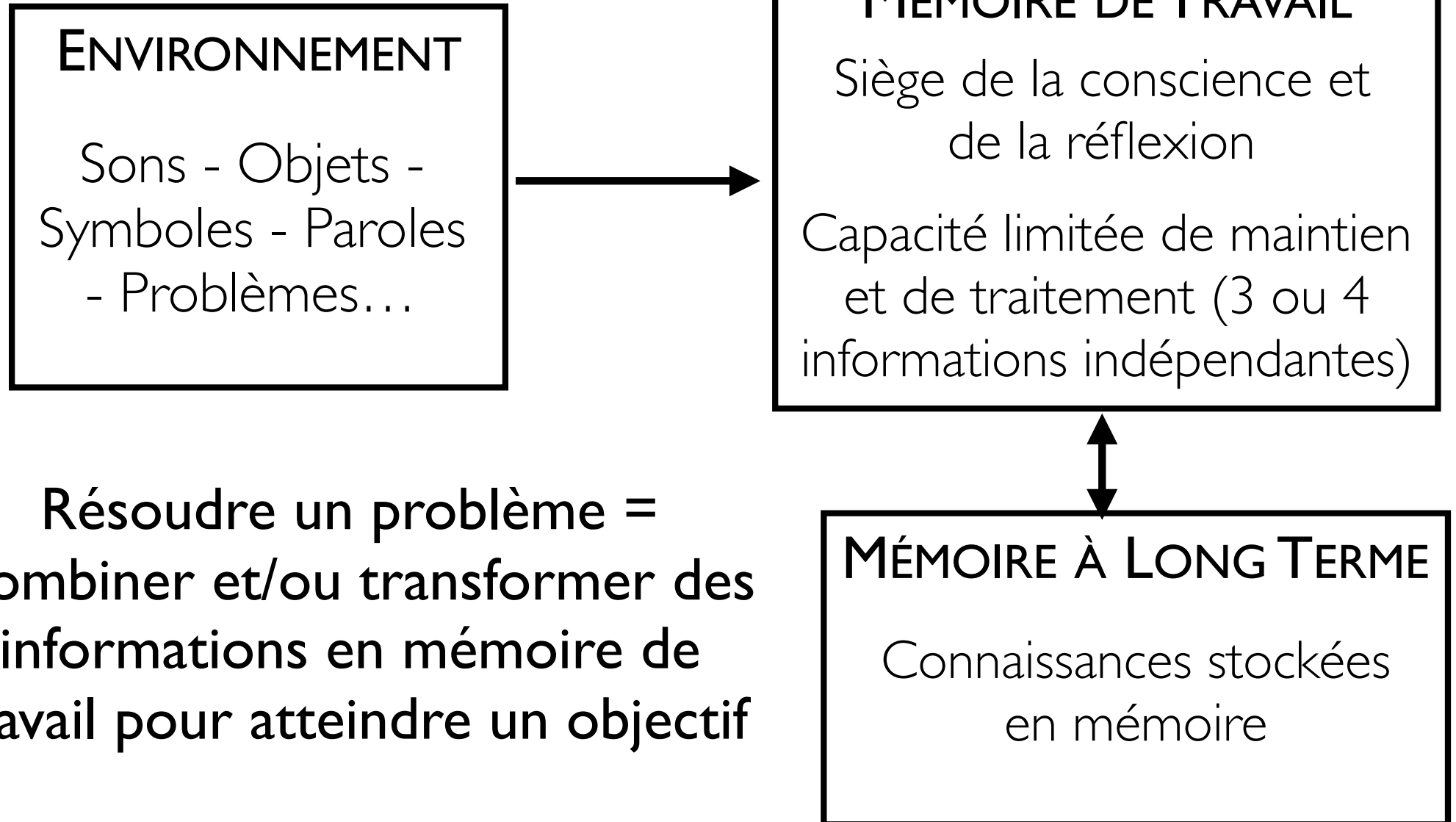
Qu'est-ce qu'un problème ?

Duncker, 1945

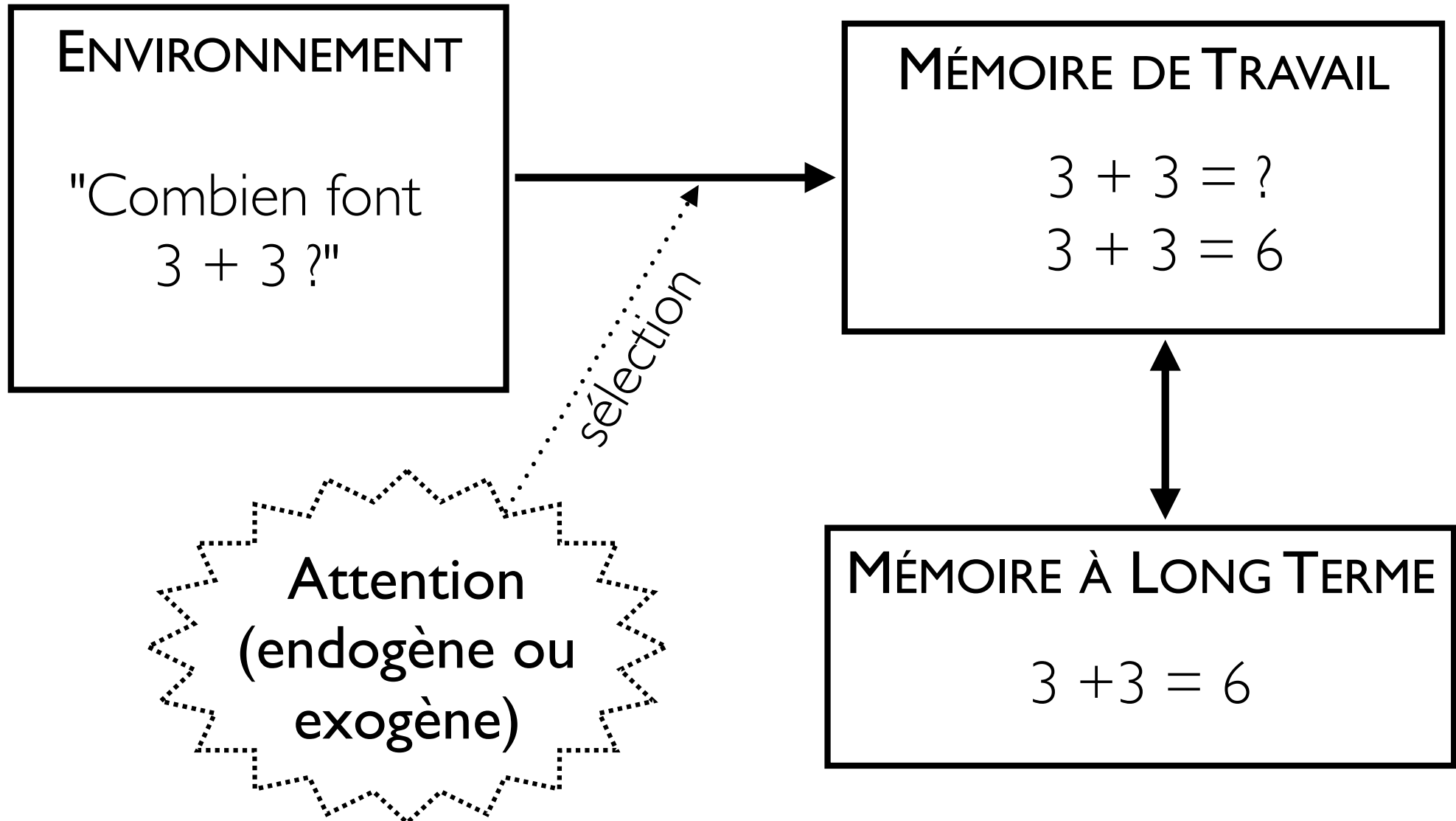
"Un problème survient quand un organisme vivant a un objectif et qu'il ne sait pas (à priori) comment cet objectif peut-être atteint."

- ➔ Importance de la **compréhension du problème**
- ➔ Importance de **l'appropriation du problème**

Systeme 1 / Systeme 2 & fonctionnement cognitif



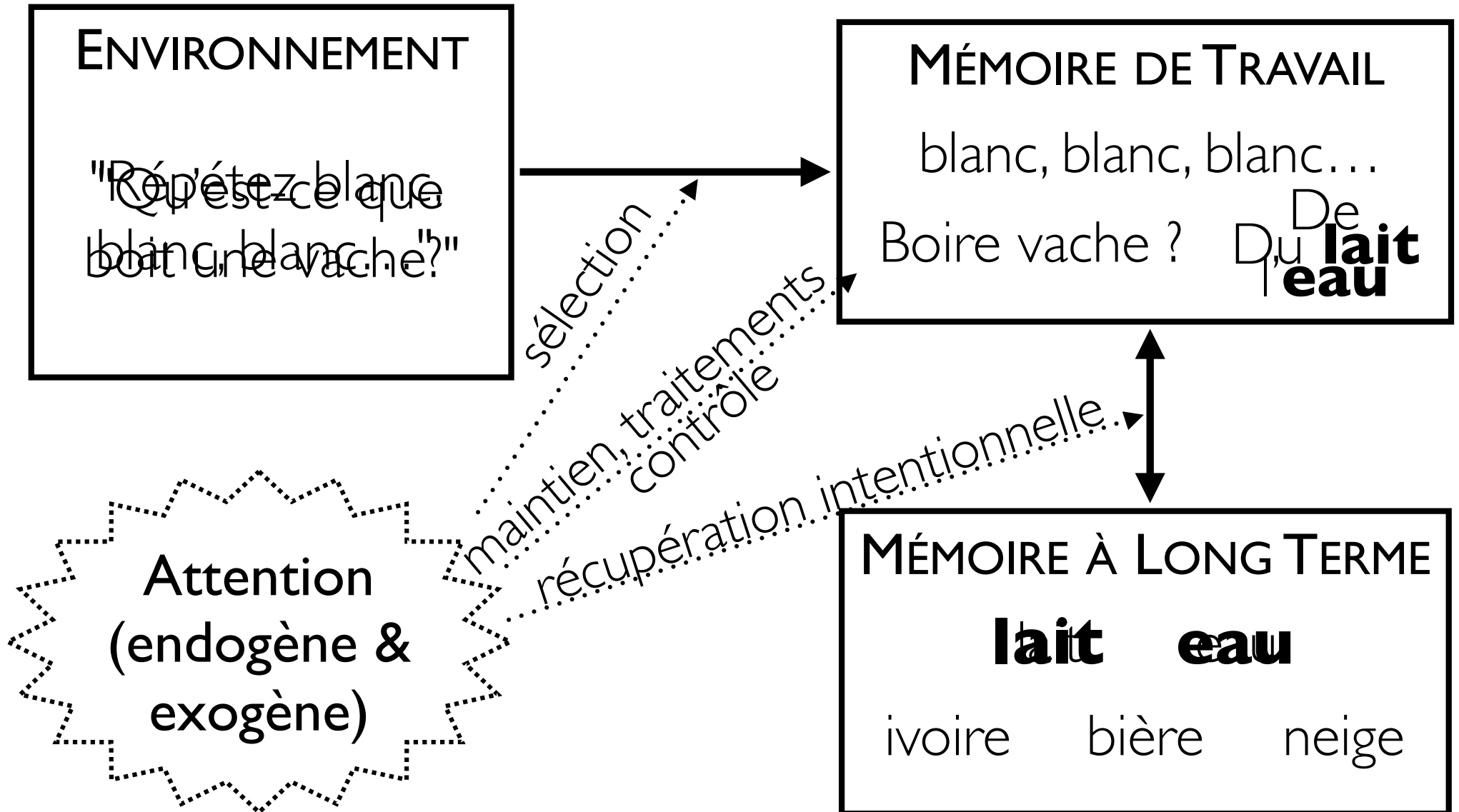
Systeme 1 / Systeme 2 & fonctionnement cognitif

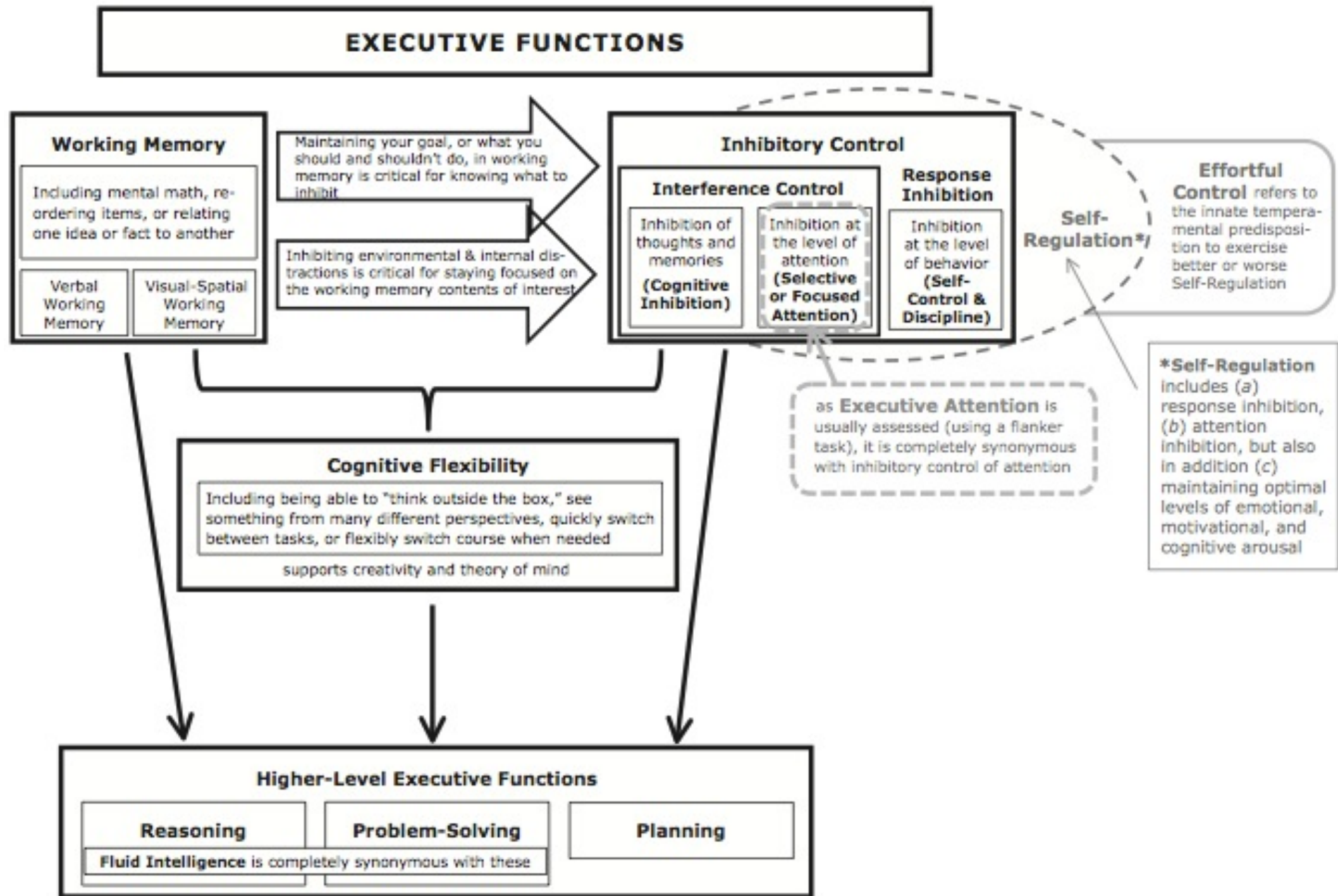


Attention & sélection des informations



Systeme 1 / Systeme 2 & fonctionnement cognitif





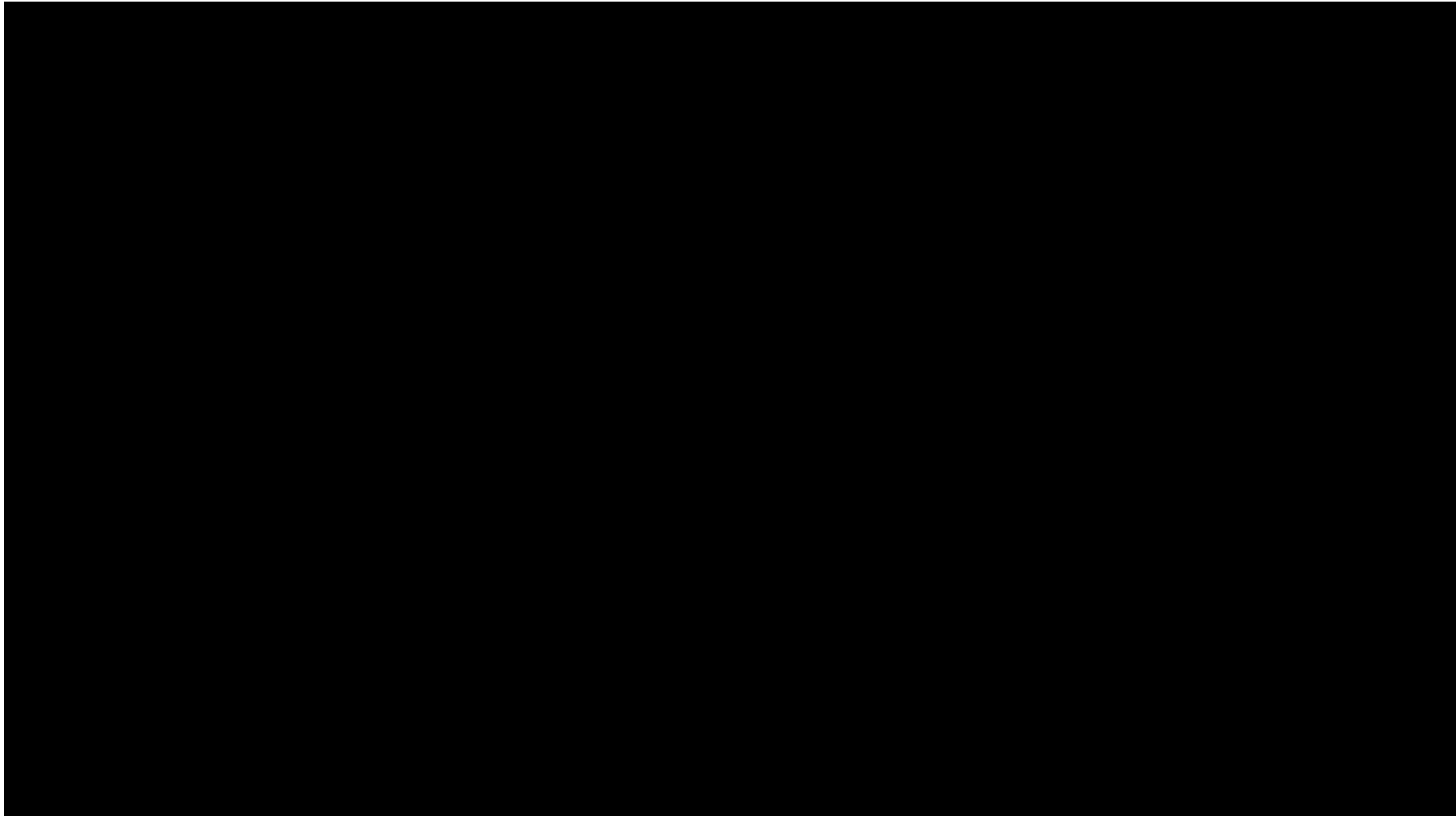
D'après A. Diamond (2013)

Fonctions exécutives

- Permettent un comportement intentionnellement organisé et contrôlé pour atteindre un objectif.
 - **Mémoire de travail** : capacité à maintenir en MCT et à manipuler mentalement les informations nécessaires à la réalisation d'une tâche.
 - **Contrôle inhibiteur** : capacité à contrôler son comportement ou sa pensée, à se concentrer et à inhiber les distracteurs.
 - **Flexibilité cognitive** : capacité à corriger ses erreurs, à changer de stratégie, d'objectif ou de point de vue et à être créatif.

The Marshmallow test

W. Mischel et col. (1972)



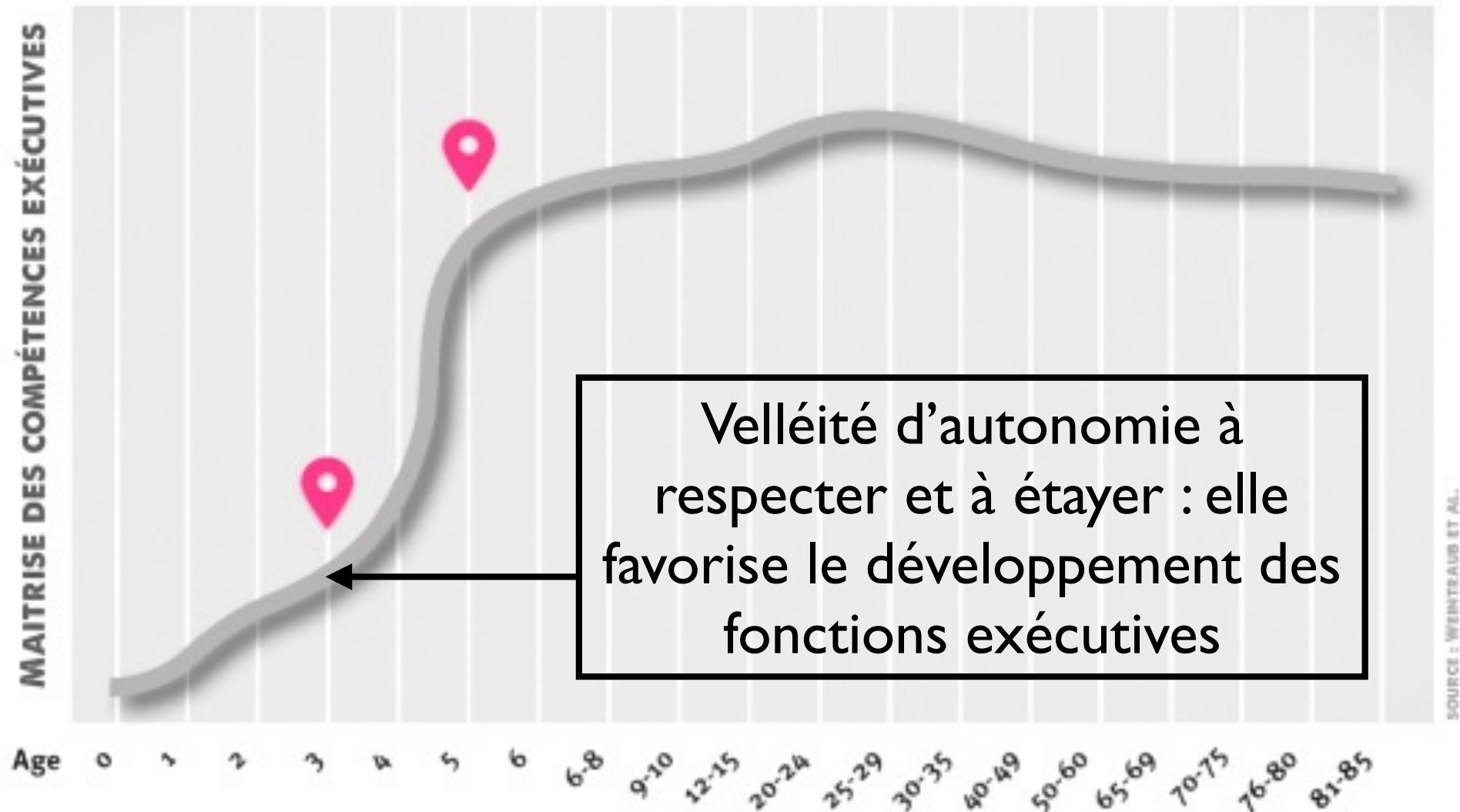
Importance des fonctions exécutives

D'après A. Diamond (2013)

Table 1 Executive functions (EFs) are important to just about every aspect of life

Aspects of life	The ways in which EFs are relevant to that aspect of life	References
Mental health	EFs are impaired in many mental disorders, including:	
	- Addictions	Baler & Volkow 2006
	- Attention deficit hyperactivity (ADHD)	Diamond 2005, Lui & Tannock 2007
	- Conduct disorder	Fairchild et al. 2009
	- Depression	Taylor-Tavares et al. 2007
	- Obsessive compulsive disorder (OCD)	Penadés et al. 2007
	- Schizophrenia	Barch 2005
Physical health	Poorer EFs are associated with obesity, overeating, substance abuse, and poor treatment adherence	Crescioni et al. 2011, Miller et al. 2011, Riggs et al. 2010
Quality of life	People with better EFs enjoy a better quality of life	Brown & Landgraf 2010, Davis et al. 2010
School readiness	EFs are more important for school readiness than are IQ or entry-level reading or math	Blair & Razza 2007, Morrison et al. 2010
School success	EFs predict both math and reading competence throughout the school years	Borella et al. 2010, Duncan et al. 2007, Gathercole et al. 2004
Job success	Poor EFs lead to poor productivity and difficulty finding and keeping a job	Bailey 2007
Marital harmony	A partner with poor EFs can be more difficult to get along with, less dependable, and/or more likely to act on impulse	Eakin et al. 2004
Public safety	Poor EFs lead to social problems (including crime, reckless behavior, violence, and emotional outbursts)	Broidy et al. 2003, Denson et al. 2011

Favoriser le développement des fonctions exécutives



C.Alvarez (2016), *The Center on The Developing Child* (Harvard).

Favoriser le développement des fonctions exécutives

D. Willingham (2011)

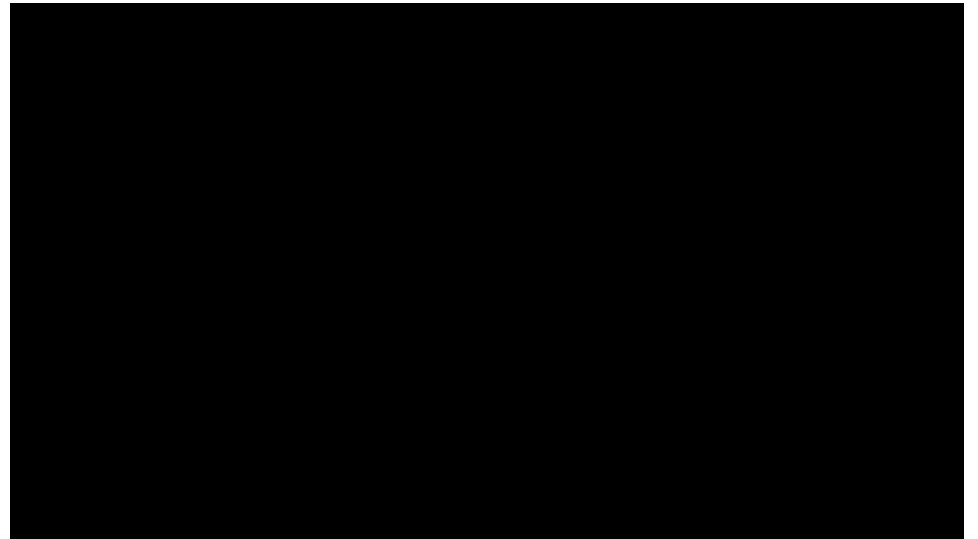
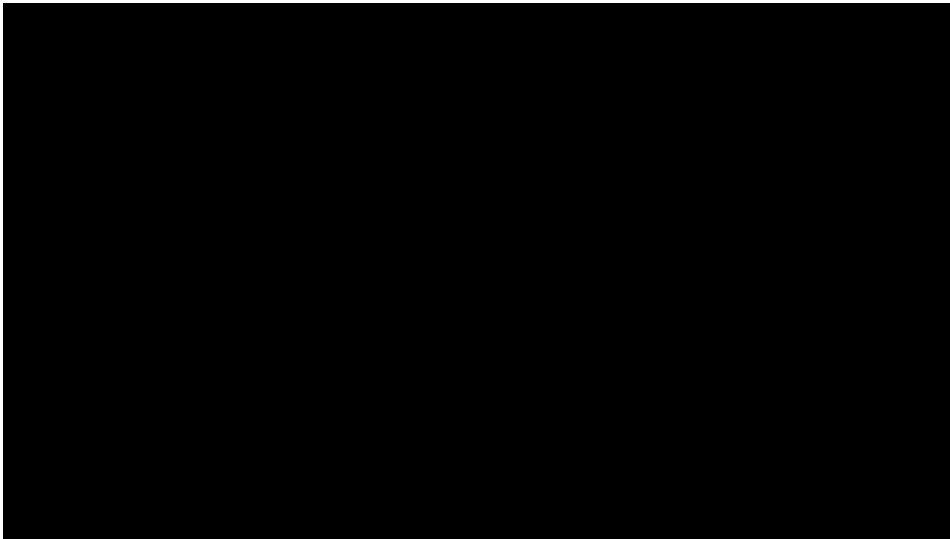
A. Diamond (2013)

- Les fonctions exécutives se développent d'autant mieux qu'elles sont mobilisées précocement et fréquemment
- ➔ **Environnement bienveillant et sagement structuré :**
 - Organisé, prédictif : favorise le contrôle
 - Non dirigiste : favorise l'initiative, l'autonomisation
 - Bienveillant, chaleureux, sécurisant, aidant : favorise l'initiative, la persévérance, la résilience, la tolérance à l'"échec"

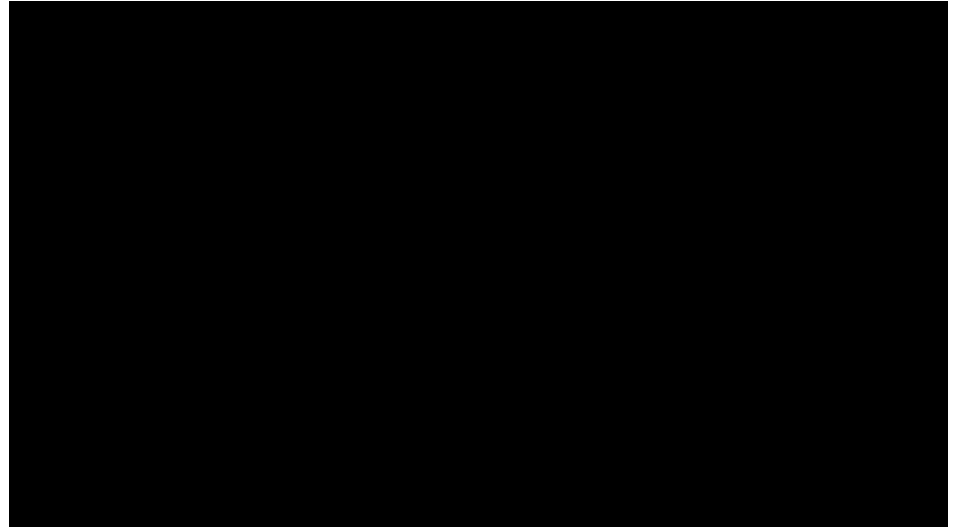
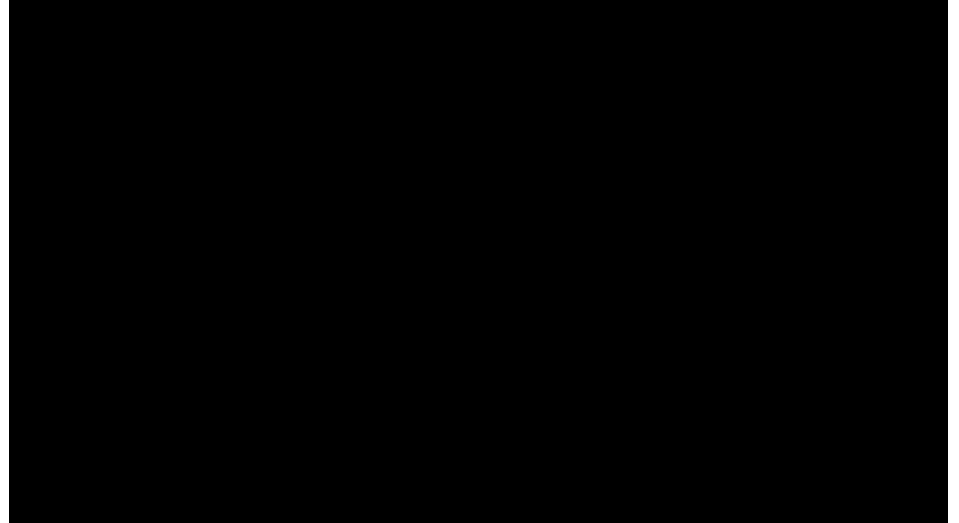
Favoriser le développement des fonctions exécutives

A Diamond (2011) Center on The Developing Child (Harvard), M. Montessori

- Proposer des activités significantes qui correspondent aux besoins de compréhension et de maîtrise de l'enfant



<https://www.celinealvarez.org>



<https://www.celinealvarez.org>

Favoriser le développement des fonctions exécutives

A Diamond (2011) Center on The Developing Child (Harvard), M. Montessori

- A partir de 5 ans : tresser, tricoter, s'occuper d'un potager, construire des cabanes ou de petits meubles en bois, préparer un repas – une salade de fruits ou de légumes par exemple...
- A partir de 6-7 ans : Réaliser une exposition thématique, réaliser un film, préparer et jouer une pièce de théâtre, un spectacle de marionnettes, construire un terrain de jeu...

Favoriser le développement des fonctions exécutives

A Diamond (2011) Center on The Developing Child (Harvard), M. Montessori

- Proposer des activités adaptées qui mobilisent les fonctions exécutives
 - **Activités physiques et sportives** : grimper, escalader, danser, marcher sur une ligne, sports collectifs...
 - **Activités qui nécessitent un contrôle inhibiteur** : jeu du "ni oui ni non", "1, 2, 3, soleil", "jeu des mouches"...
 - **Activités qui mobilisent attention, mémoire de travail et réflexion** : jeux d'imitation, puzzles, charades, jeu d'échec, jeu de go, sudoku...

Favoriser le développement des fonctions exécutives

- **Soutenir le développement des compétences verbales et sociales**
 - Mobilisent et exercent les fonctions exécutives (verbalisation, tours de parole, négociation, argumentation...)
 - Soutiennent les fonctions exécutives (rôle du langage dans la planification et le contrôle de l'action)
 - Contribuent fortement à l'autonomie (entraide, tutorat, coopération, gestion des conflits...)
- **Travailler sur la gestion des émotions**
 - Rassurer, consoler (en maternelle)
 - Apprendre à identifier et à verbaliser ses émotions
 - Relaxation, yoga, méditation

Systeme 1 / Systeme 2 & fonctionnement cognitif

Problèmes

1. Vous prenez une balle de ping-pong (4 cm de diamètre).

A l'aide d'une ficelle, vous en faites exactement le tour puis vous ajoutez un mètre à votre bout de ficelle (la longueur de la ficelle fait donc la circonférence de la balle plus un mètre).

Vous écartez ensuite la ficelle pour former un nouveau cercle parfait centré sur votre balle.

De quelle distance la ficelle s'écarte-t-elle de la balle ?

2. Imaginons maintenant que vous puissiez faire le tour de la Terre à l'équateur avec une ficelle (40000km). Vous ajoutez un mètre à votre ficelle puis vous écartez le tout pour que ça fasse un cercle parfait centré sur la Terre.

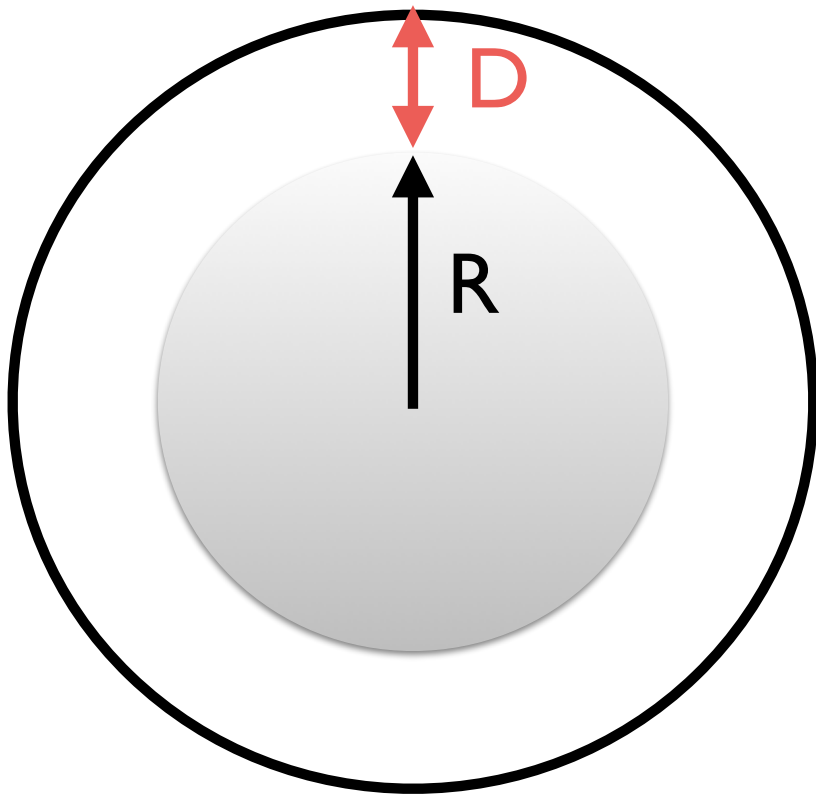
De quelle distance la ficelle s'écarte-t-elle de la Terre ?

Systeme 1 / Systeme 2 & fonctionnement cognitif

- Systeme 1 :
 - ➔ Pas de solution chiffrée exacte (sauf si problème connu)
 - ➔ Intuition (?) : la distance entre la ficelle et l'objet sera plus importante dans le cas de la balle de ping-pong que dans le cas de la Terre

Systeme 1 / **Systeme 2** & fonctionnement cognitif

- Systeme 2 : Réflexion, résolution de problème...



Rappel : $C = 2\pi R$

$$2\pi R + 1 \text{ m} = 2\pi (R+D)$$

$$\Rightarrow 2\pi R + 1 \text{ m} = 2\pi R + 2\pi D$$

$$\Rightarrow 1 \text{ m} = 2\pi D$$

$$\Rightarrow D = 1 \text{ m} / 2\pi = 1 \text{ m} / 6,28$$

$$\Rightarrow D = 15,9 \text{ cm}$$

Systeme I / Systeme 2 & fonctionnement cognitif

- **Systeme I** : Bottom-up, data driven, implicite, automatique...
 - ➔ Active les connaissances en MLT reliées à la situation et aux objectifs en MdT.
 - ➔ Ces connaissances activées peuvent :
 - soit correspondre à la solution
 - soit fournir des informations pertinentes pour résoudre le problème
 - soit être non pertinentes (et induire en erreur)

Systeme 1 / Systeme 2 & fonctionnement cognitif

- **Systeme 2** : Top-down, theory driven, explicite, contrôlé...
 - ➔ Evaluate ou contrôle les propositions du système 1
 - ➔ Coordonne, transforme et/ou complète si besoin ces propositions pour résoudre le problème
 - ➔ Fait évoluer en retour les connaissances en MLT activées par le système 1 (enrichissement et structuration)
- Systeme 2 = réflexion = résolution de problème = fondamental pour l'acquisition des connaissances et des compétences

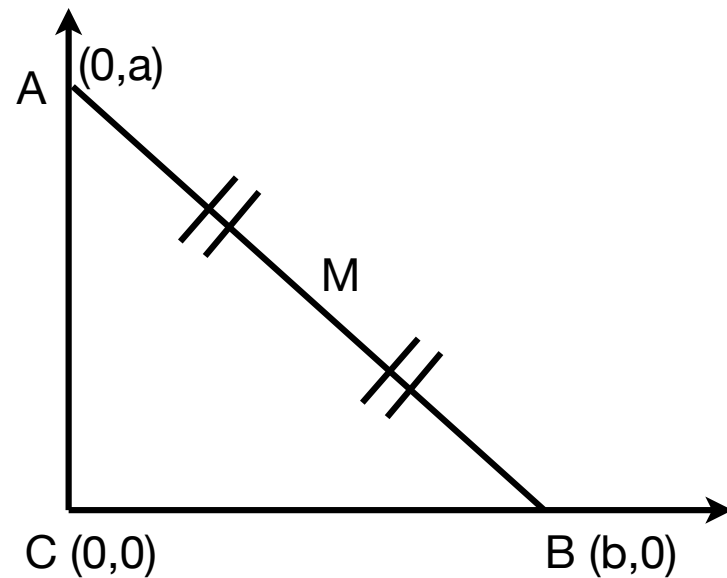
**Comment favoriser la
réflexion et la résolution
de problème ?**

Favoriser la réflexion (des élèves) ?

- La pensée est lente, couteuse, difficile et incertaine. Le cerveau est conçu pour éviter d'avoir à réfléchir.
 - L'être humain est curieux
 - Il aime comprendre, connaître, maîtriser son environnement (lectures, documentaires...)
 - Il déteste les paradoxes, les questions sans réponses
 - Ils apprécie certaines activités de résolution de problèmes (jeux, professions "intellectuelles")
- ➔ **Curiosité et réflexion maintenues sous certaines conditions**

Qu'est-ce qui rend un problème intéressant ?

Ecrire un haïku formé de trois vers de 5, 7 et 5 syllabes



Prouver que le milieu de l'hypoténuse d'un triangle-rectangle est équidistant des sommets du triangle

Impact du contenu thématique sur la réflexion ?

Contenu / Thématique

A priori dans
nos centres
d'intérêt

A priori en
dehors de nos
centres d'intérêt

Documentaires
Livres

Ennuyeux



Emissions TV
Conférences

Intéressants



➔ Contenu/thématique conditionne la curiosité initiale
mais pas (ou peu) la réflexion soutenue

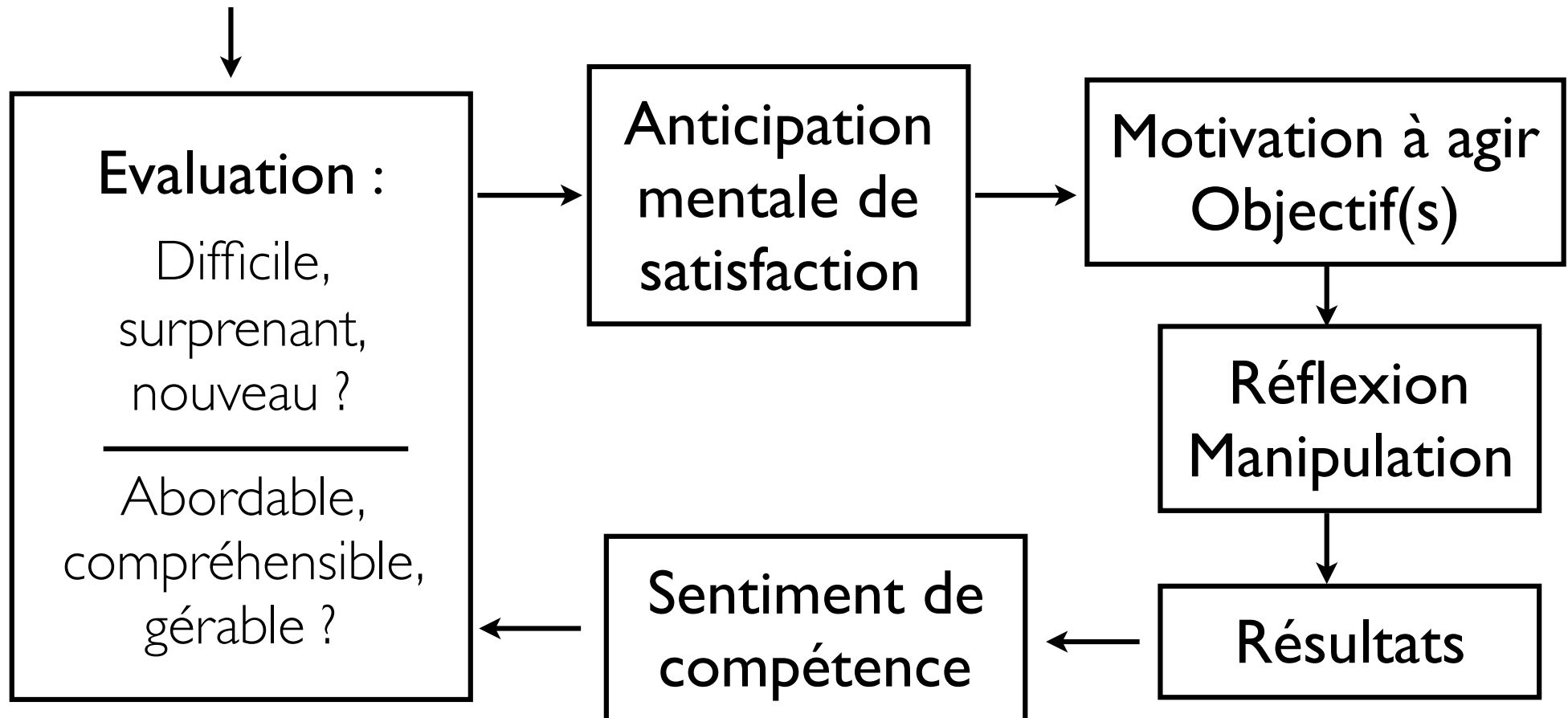
Quand aimons-nous réfléchir ?

- Niveau de difficulté du problème (ski, mathématiques, activités scolaires ou professionnelles, informatique...)
 - Trop facile \Rightarrow ennui
 - Trop difficile \Rightarrow incompréhension, frustration
 - difficile et solutionné \Rightarrow gratification
- Nous n'aimons pas réfléchir/penser en soi.
- Nous aimons trouver des solutions
- \Rightarrow Nous engageons et maintenons notre réflexion pour les problèmes de difficulté modérée

Quand aimons-nous penser/réfléchir ?

D'après Bandura (2006), Silvia (2008)

Situation-problème



➔ **Maintenir le sentiment de compétence pour entretenir la motivation**

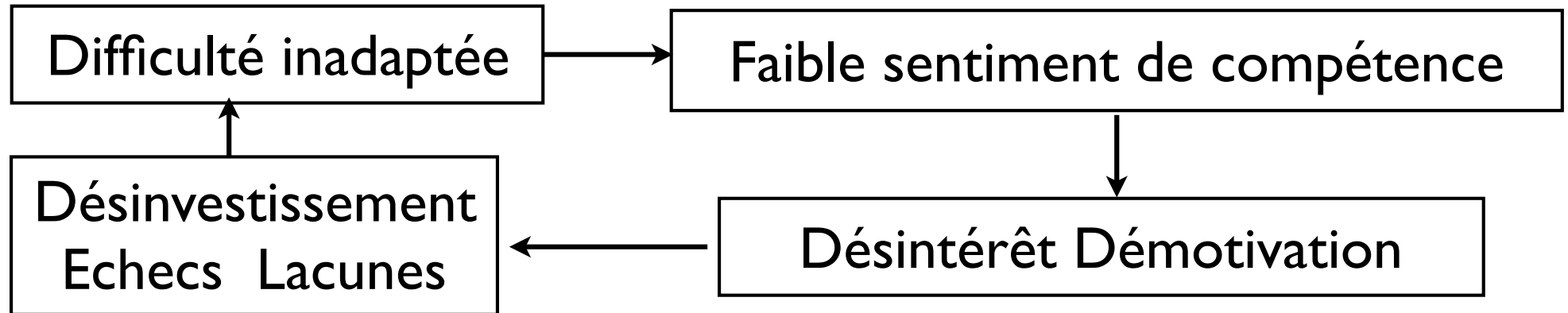
Pourquoi certains élèves n'aiment pas l'école ?

- Point de vue cognitif :

Beaucoup d'élèves n'ont pas suffisamment l'occasion d'expérimenter le plaisir ou la satisfaction associé à la résolution effective de problèmes.

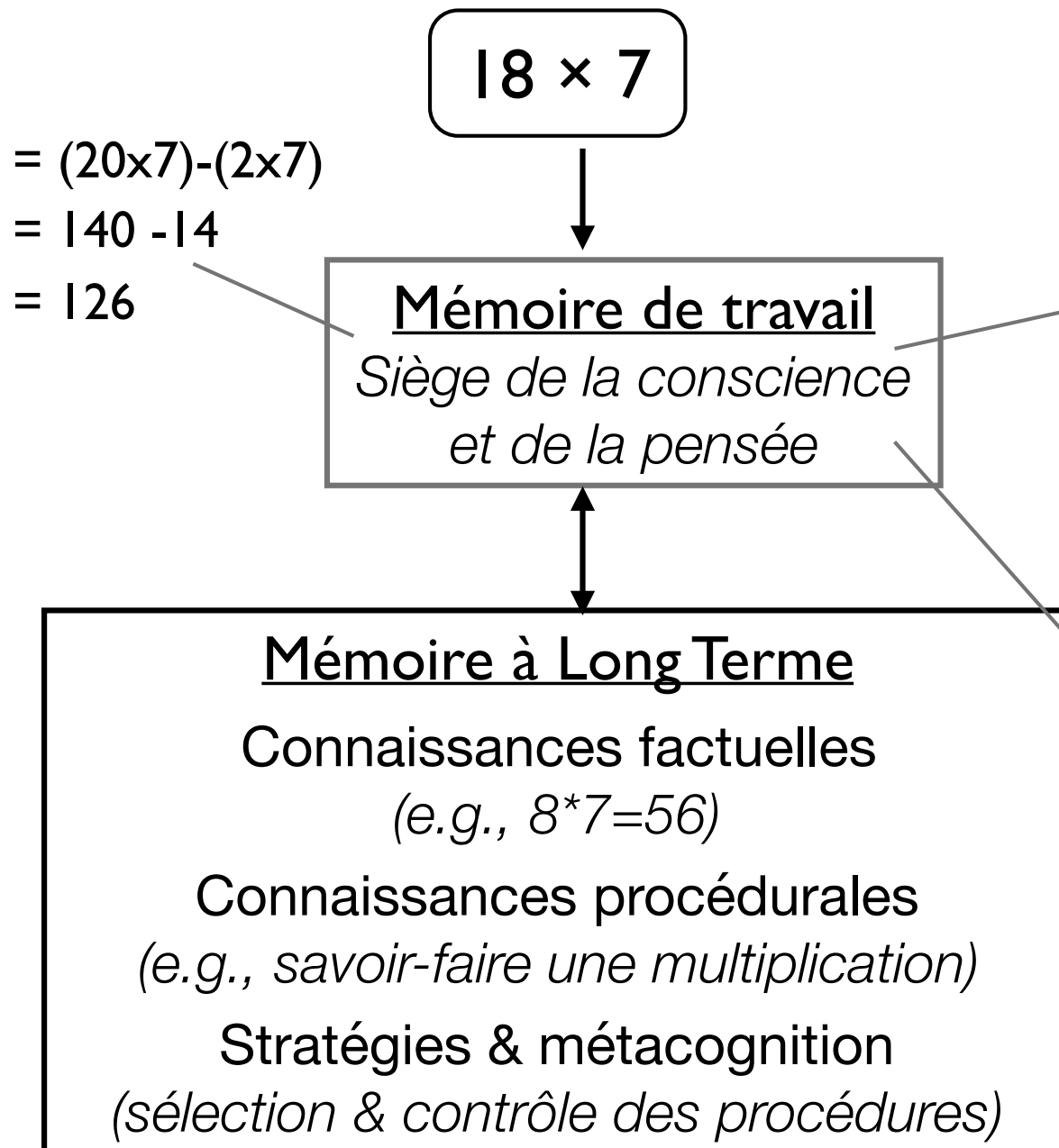
- ➔ Cours magistraux, leçons frontales...
- ➔ Difficulté des activités inadaptée au niveau des élèves

La spirale de l'échec



- ➔ Adapter finement la difficulté des problèmes au niveau des apprenants
- ➔ Qu'est-ce qui conditionne la capacité à résoudre un problème ?

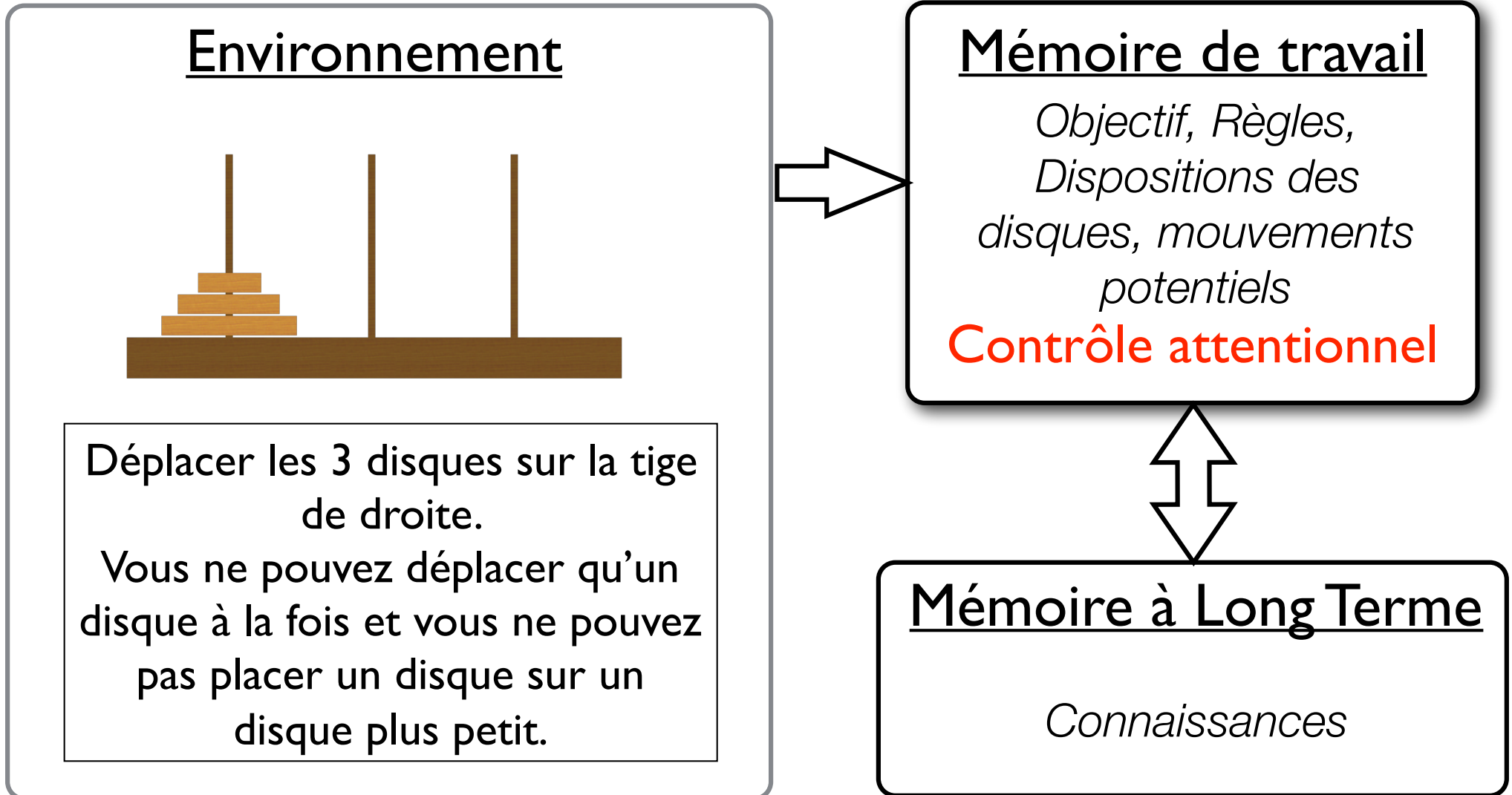
Le rôle des connaissances



- ✓ Multiplier 8 et 7
- ✓ Récupérer $8 \times 7 = 56$ en MLT
- ✓ Retenir 6 unités et reporter 5 dizaines
- ✓ Multiplier 7 et 1
- ✓ Récupérer $7 \times 1 = 7$ en MLT
- ✓ Ajouter le report 5 au 7
- ✓ Récupérer $5 + 7 = 12$ en MLT
- ✓ Poser 12 et ajouter le 6
- ✓ Réponse 126

$$\begin{aligned} &= \\ &7+7+7+7+7+7+7+7 \\ &+7+7+7+7+7+7+7+ \\ &7+7+7 \\ &= \dots \end{aligned}$$

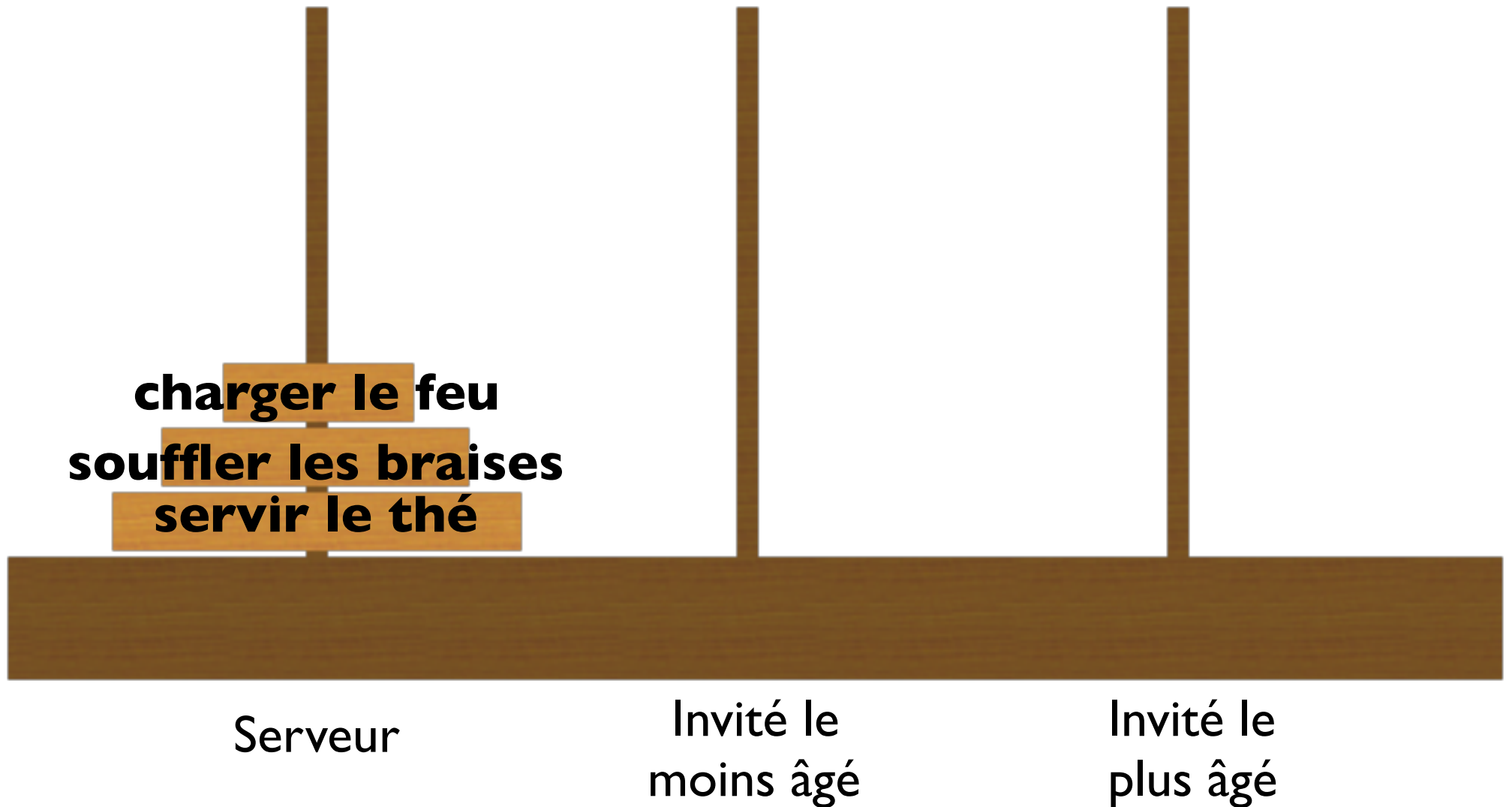
Nombre d'informations à maintenir et à traiter en mémoire de travail



Qualité et quantité de l'information disponible

Dans les auberges de certains villages Himalayens, on pratique une cérémonie du thé raffinée. Cette cérémonie implique toujours un serveur et deux invités. Quand les invités sont arrivés et installés, le serveur exécute trois services à leur endroit. Ces services sont listés suivant l'ordre croissant de noblesse que leur attribuent les Himalayens: charger le feu, souffler les braises et servir le thé. Durant la cérémonie, chacun des convives peut demander à un autre : « Cher ami, puis-je exécuter cette pénible tâche pour vous ? » Cependant, une personne ne peut demander d'effectuer que la moins noble des tâches que l'autre convive réalise. En outre, une personne qui effectue une ou plusieurs tâches ne peut pas demander une tâche plus noble que la moins noble des tâches qu'elle est en train d'exécuter. La coutume veut qu'à la fin de la cérémonie, toutes les tâches aient été transmises du serveur au plus âgé des deux invités. Comment cela est-il possible ?

Qualité et quantité de l'information disponible



Favoriser la résolution effective de problème

- Trois facteurs conditionnent la résolution de problème :
 - Capacités attentionnelles & "espace disponible" en mémoire de travail
 - Connaissances requises en mémoire à long terme (factuelles, conceptuelles, procédurales, stratégiques)
 - Informations présentes dans l'environnement (quantité & qualité)
- ➔ Trois dimensions à interroger en cas d'échec ou de difficulté

**Comment adapter pour
favoriser l'apprentissage
des élèves en difficultés ?**

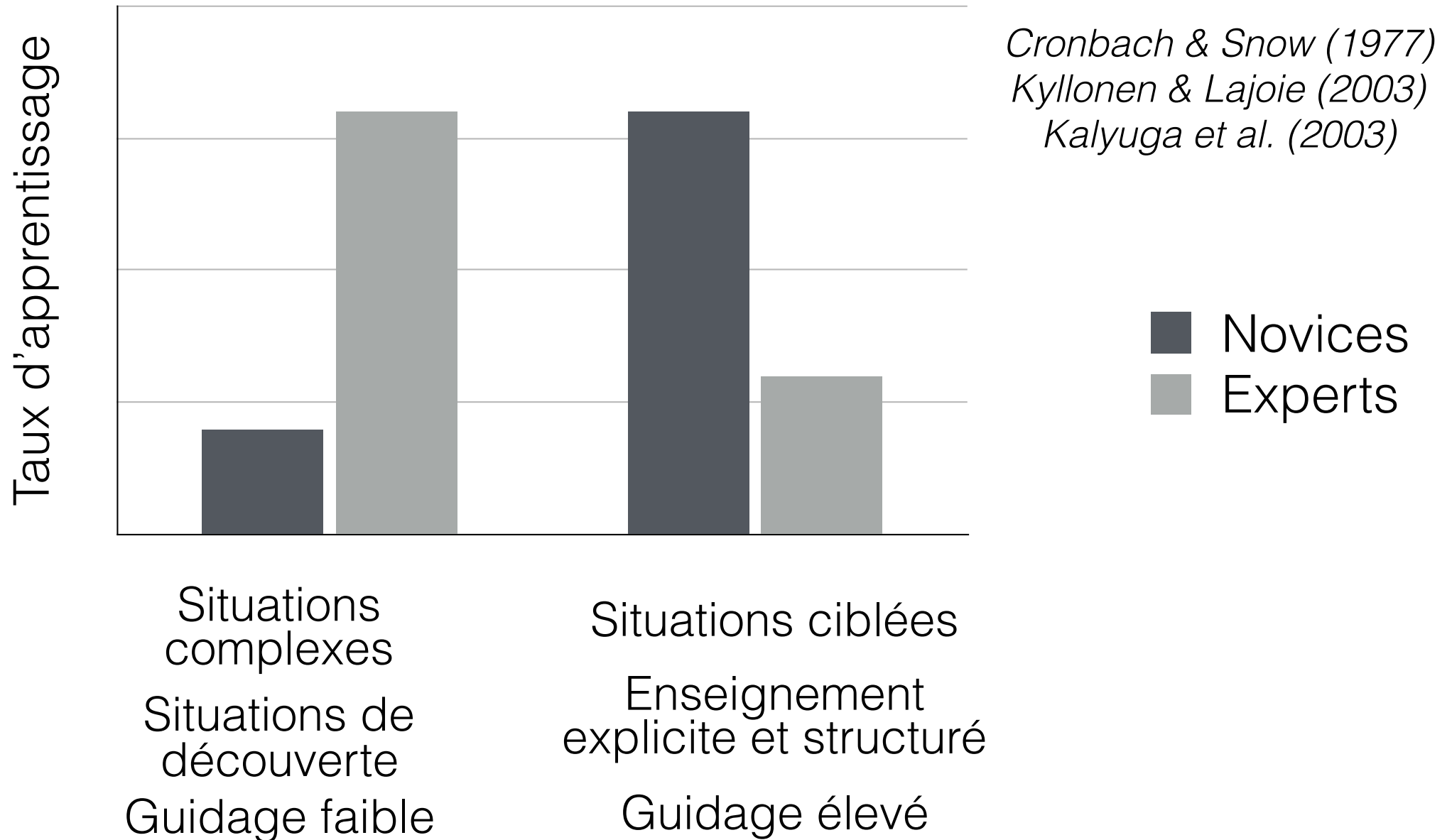
Deux hypothèses pédagogiques

Kirschner et al. (2006)

Enseignement peu guidé, par la découverte	Enseignement direct guidé
<p data-bbox="120 587 1099 1166">On apprend mieux dans un environnement peu ou pas guidé, dans lequel les apprenants doivent découvrir ou construire par eux-même l'information essentielle dans des contextes riches, "écologiques" et "fonctionnels" de résolution de problème</p> <p data-bbox="120 1233 1099 1541">Discovery learning (e.g., Bruner, 1961) Problem-based learning (Schmidt, 1983) Inquiry learning (Papert, 1980) Experiential learning Constructivist learning</p>	<p data-bbox="1137 699 2123 1058">On apprend mieux dans un environnement guidé et structuré dans lequel l'information essentielle est présentée, explicitée et travaillée pas à pas</p> <p data-bbox="1137 1262 2123 1506">Direct instructional guidance (e.g., Cronbach & Snow, 1977 ; Klahr & Nigam, 2004 ; Sweller, 2003, 2006) Explicit learning</p>

Aptitude-treatment interaction

Expertise reversal effect



Expertise reversal effect

McNamara et al. (1996)

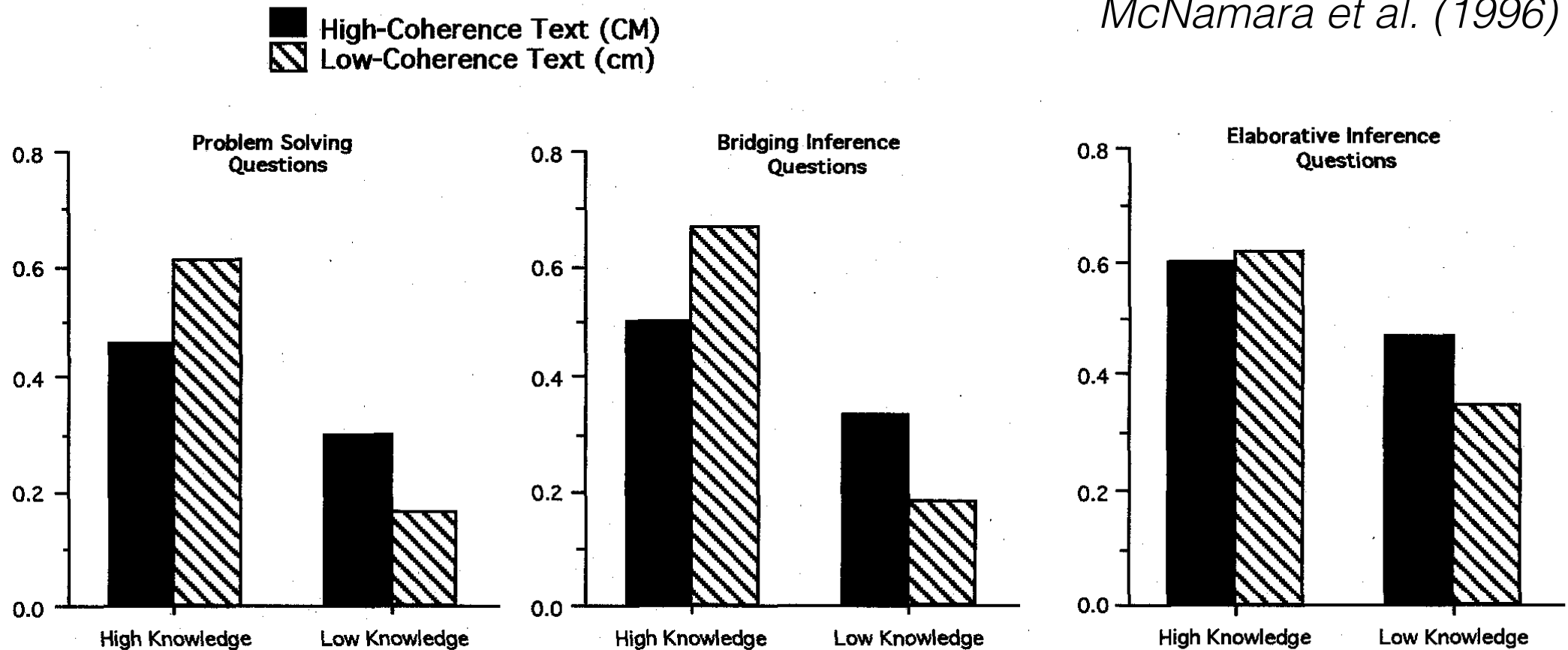
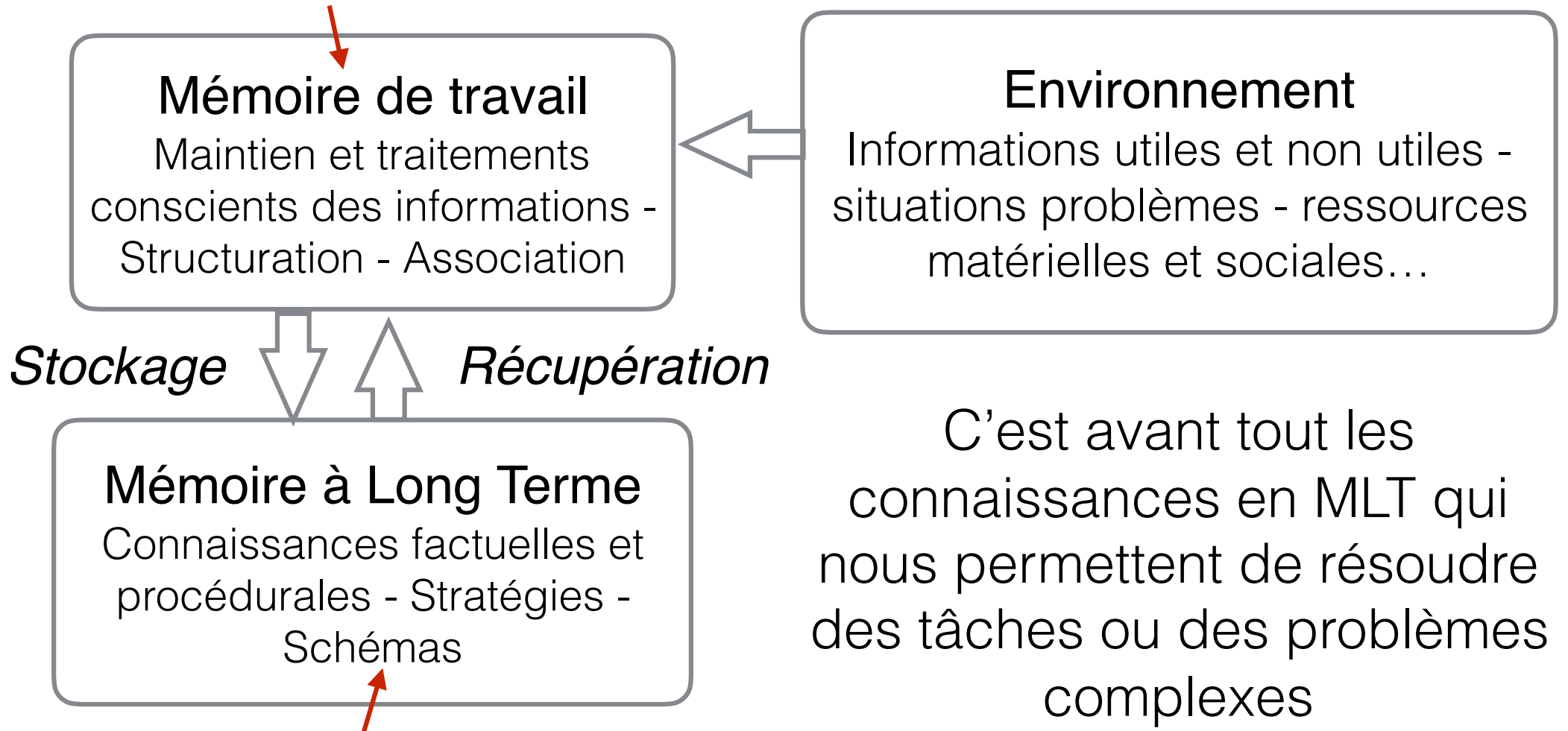


FIGURE 4 Proportion of correct answers to the four types of questions on the postreading test for the maximally (CM) and minimally (cm) coherent texts as a function of readers' background knowledge in Experiment 2.

Structure du système cognitif

Kirschner et al. (2006)

Capacités limitées : 3 ou 4 informations indépendantes



"Chunkage" de l'information, guidage stratégique et production d'inférences

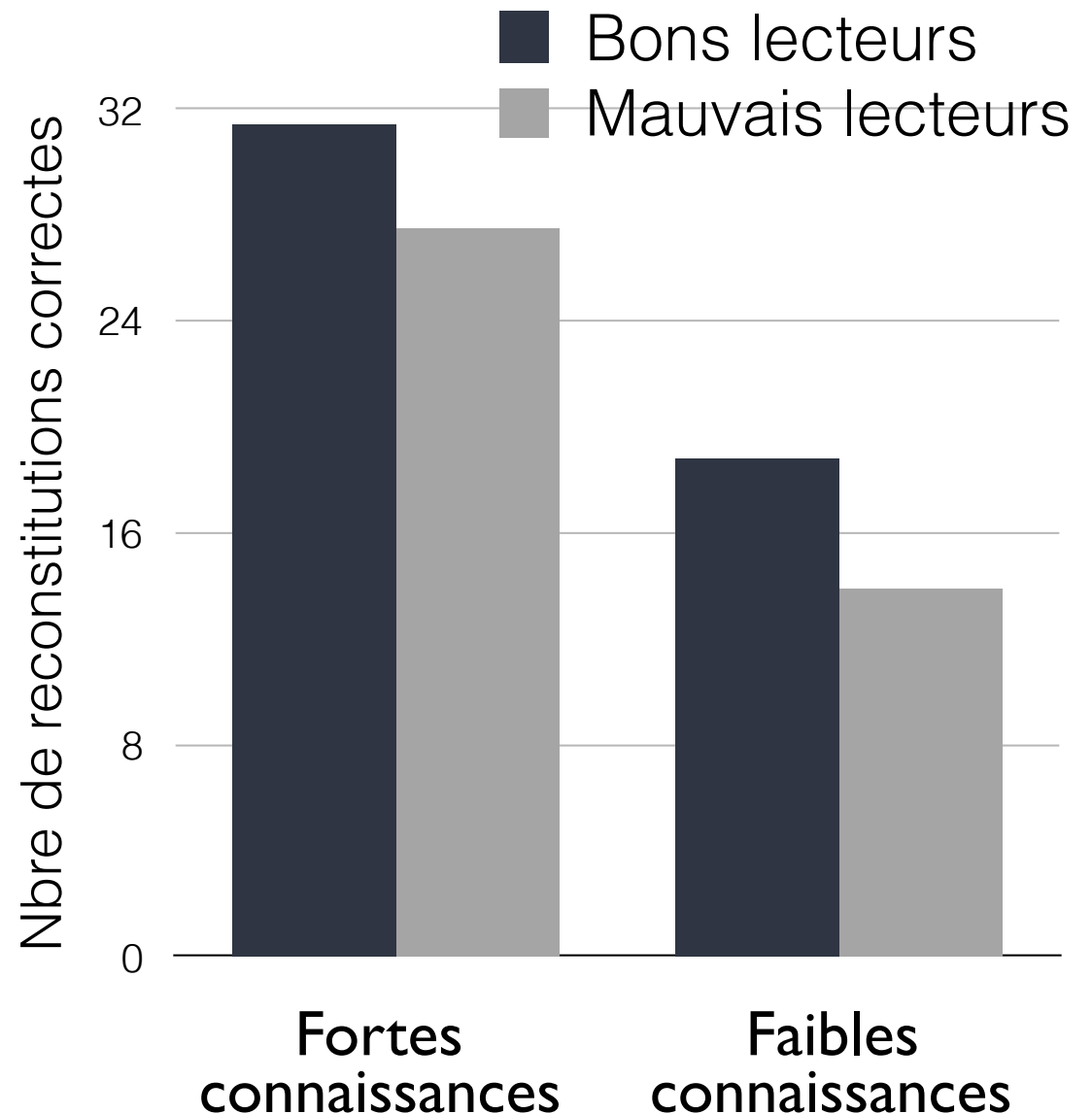
Connaissances en MLT et charge en mémoire de travail : **Chunkage**

XCI
AUS
BRT
TCG
TSN
CFX

X
CIA
USB
RTT
CGT
SNCF
X

Connaissances en MLT et compétences cognitives : **compréhension**

- Enfants de 12 et 13 ans
- Bons et mauvais lecteurs
- Experts ou novices en baseball
- Texte sur le baseball
- Mimer à différentes reprises les actions décrites



D'après Recht & Leslie (1988)

Connaissances en MLT et compétences cognitives : **compréhension**

Laver son linge en machine

"La procédure est tout à fait simple. En premier, vous classez les choses en groupes selon leur composition. Une seule pile peut suffire, tout dépend de la quantité. Si vous devez alors faire autre chose, faites-le, sinon vous êtes prêt. Il est important de ne pas surcharger. Mieux vaut traiter trop peu de chose en une fois que trop. A court terme cela peut sembler sans importance mais toute surcharge risque d'entraîner des complications. Une erreur peut également coûter cher..."

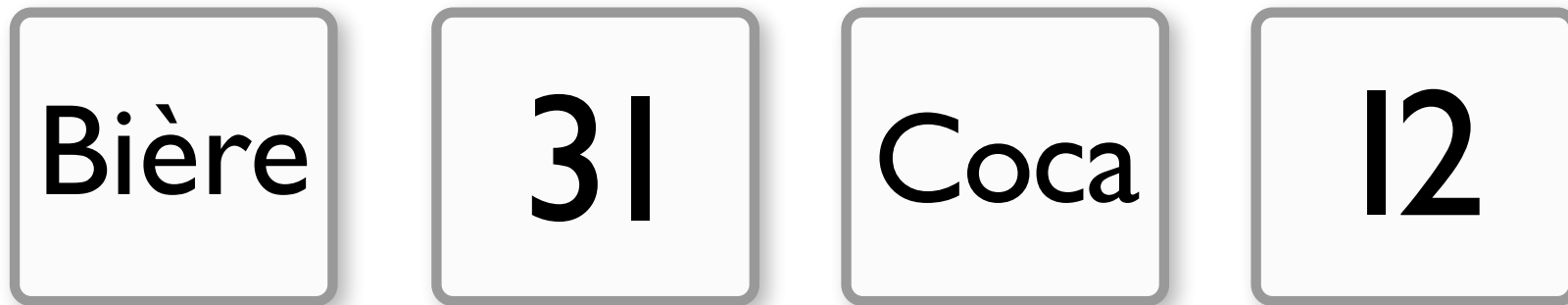
Connaissances en MLT et compétences cognitives : **compréhension**

- Les connaissances permettent
 - de regrouper les informations (chunks)
 - de relier les idées en comblant l'implicite
 - de guider l'interprétation des phrases ambiguës.

Connaissances en MLT et compétences cognitives : **raisonnement**



➔ S'il y a une voyelle sur une face, alors il doit y avoir un nombre pair sur l'autre face *D'après Wason (1968)*



➔ Si une personne boit de l'alcool, elle doit avoir au moins 18 ans *D'après Griggs & Cox (1982)*

Connaissances en MLT et compétences cognitives : **résolution de problème**

Qu'est-ce que je vais pouvoir faire à manger cette semaine ?

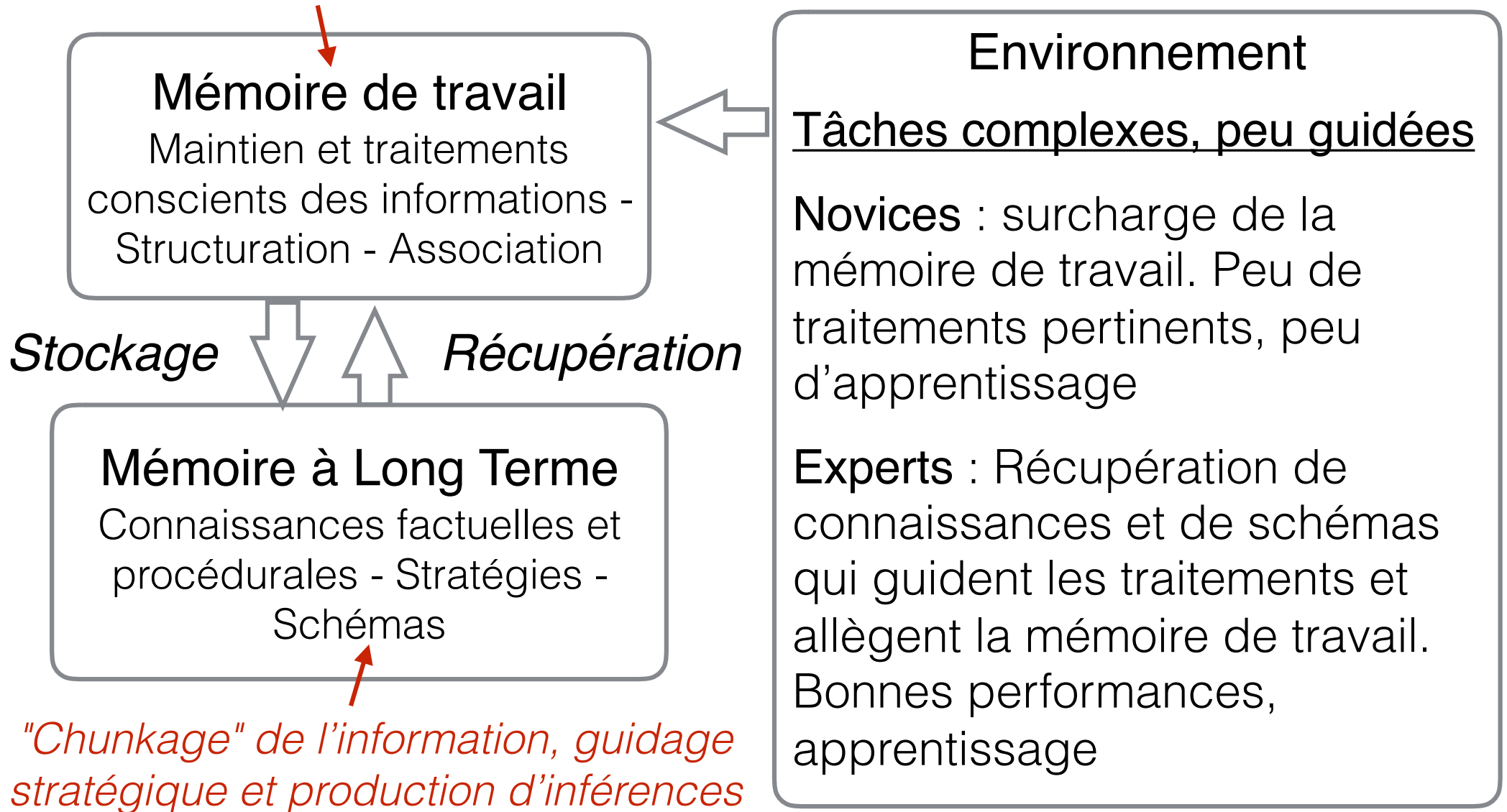
Que faut-il que j'achète pour compléter mes menus ?



Cognitive load hypothesis

Sweller et al. (1998) Kirschner et al. (2006)

Capacités limitées : 3 ou 4 informations indépendantes

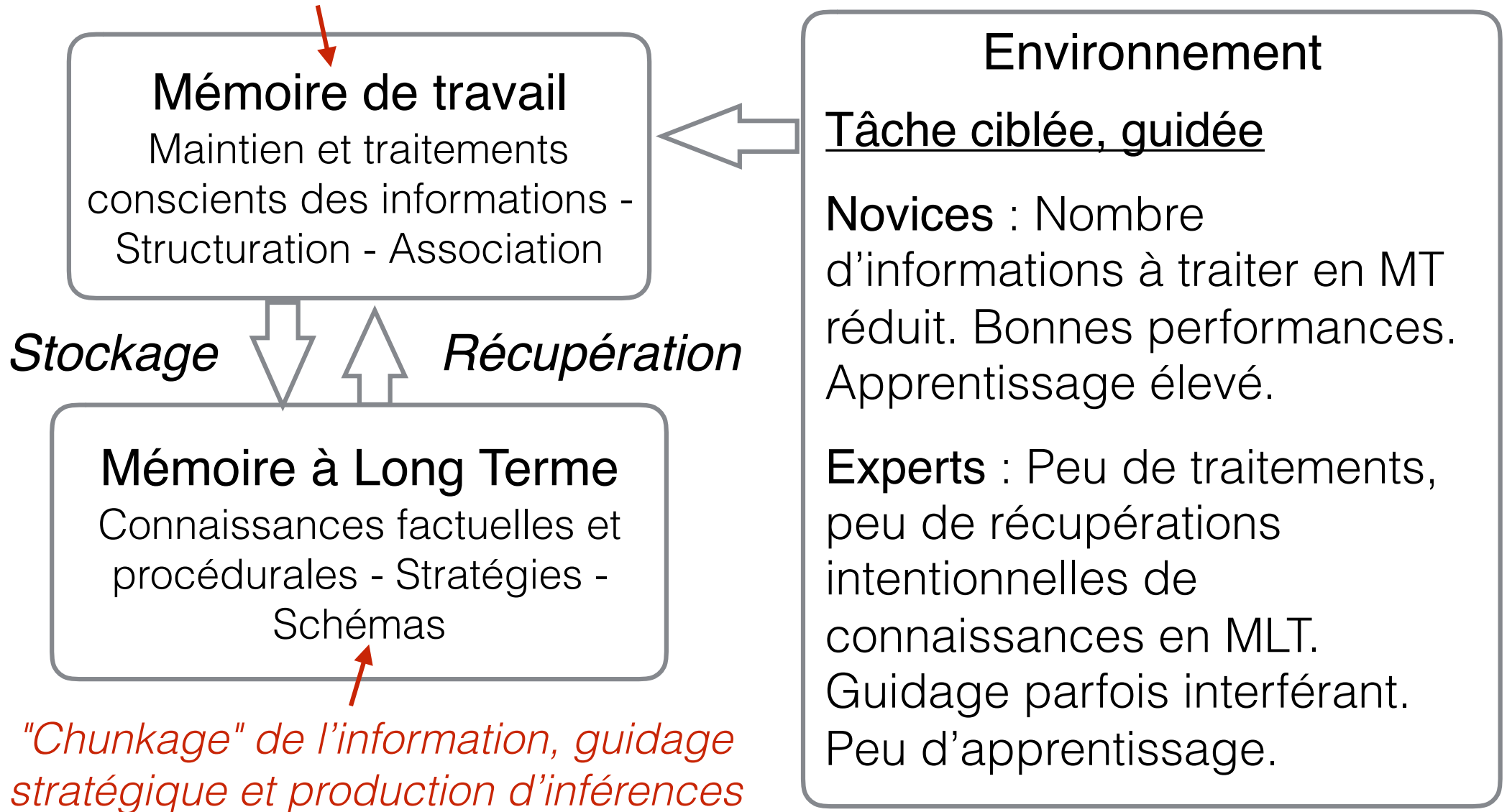


"Chunkage" de l'information, guidage stratégique et production d'inférences

Cognitive load hypothesis

Sweller et al. (1998) Kirschner et al. (2006)

Capacités limitées : 3 ou 4 informations indépendantes

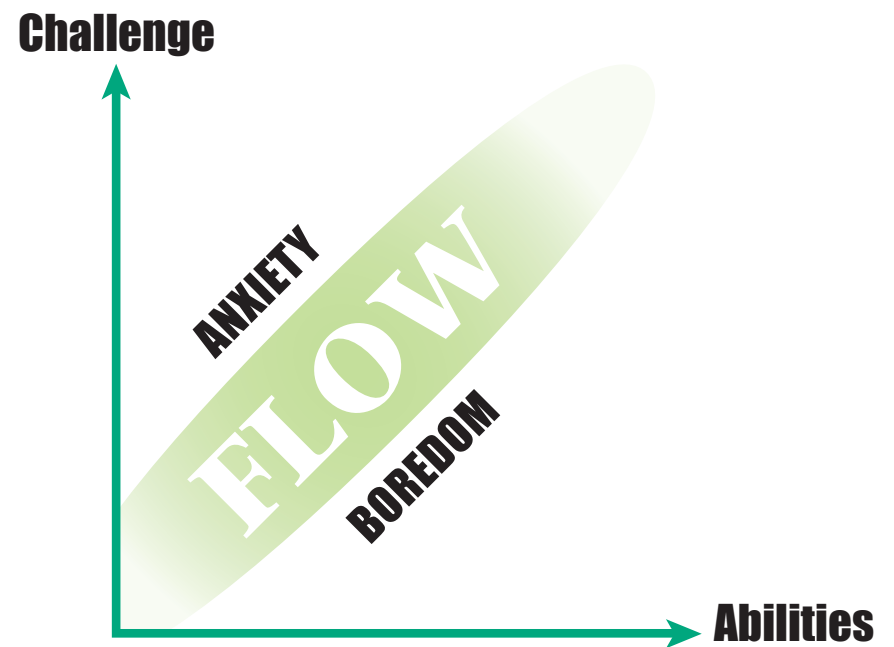


"Chunkage" de l'information, guidage stratégique et production d'inférences

**Éléments pour soutenir
l'implication et la
réflexion des élèves**

Proposer une pédagogie active

- Attention aux longues explications (leçons magistrales)
 - Distribuer des problèmes à résoudre tout au long de la séance
- ➔ «Flow experience»: absorption dans l'activité



Adapté de Csikszentmihalyi (1990)

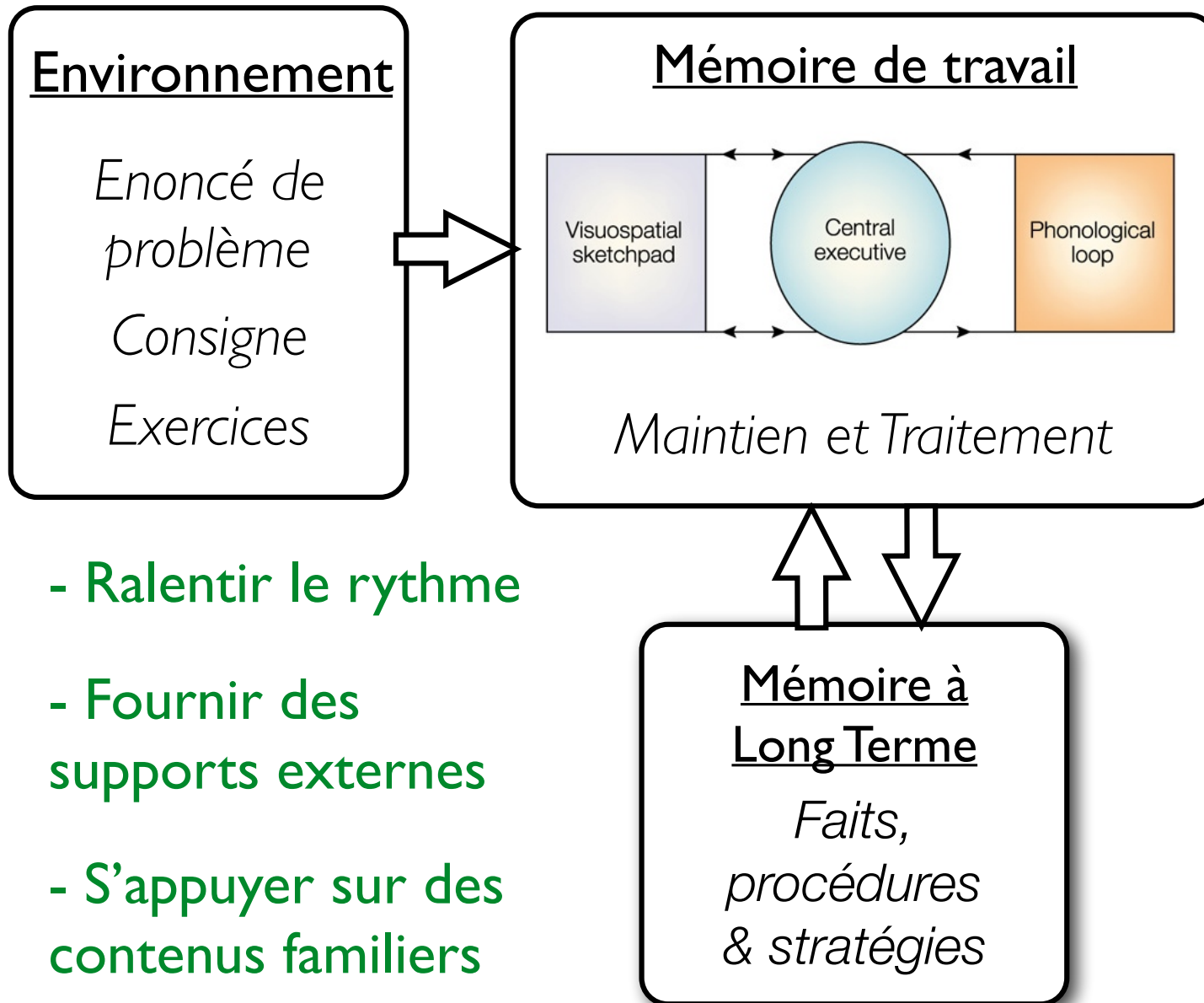
- Préparation d'une séance:
 1. Objectifs d'apprentissage ➔ contenu
 2. Questions et exercices de difficulté modérée

Varier pour maintenir l'attention



- ➔ Varier les activités (forme & contenu)
- ➔ Moduler le ton et le rythme des régulations
- ➔ Laisser respirer les élèves aux moments opportuns

Respecter les limites de la mémoire de travail



- Instructions multiples, faits non connectés

- Raisonnement logique de plus de 2 ou 3 pas

- Application d'un concept fraîchement appris à un nouveau matériel ou contenu

- Ralentir le rythme
- Fournir des supports externes
- S'appuyer sur des contenus familiers

Respecter les limites cognitives des élèves

- Les nouveaux concepts ne sont pas acquis "ex nihilo"
 - Ils se construisent sur la base de ce que l'élève connaît déjà
- ➔ **Partir de contenus familiers**
- Illustrer à l'aide d'un exemple bien connu
 - S'appuyer sur une analogie familière pour les notions plus abstraites

Illustrer avec un exemple familier

- **Définition formelle (abstraite) : difficile à comprendre**

L'écart-type est une mesure de la dispersion d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne

- **Exemple familier : compréhension plus aisée**

Deux classes d'élèves peuvent avoir la même moyenne générale même si dans la première classe certains élèves ont une note très faible et d'autres une note très élevée (forte dispersion, écart-type élevé) alors que dans la seconde, tous les élèves ont une note moyenne (dispersion faible, faible écart-type).

Partir d'un exemple familier pour aller vers l'abstraction

- **Concept de fraction**

1. Diviser un gâteau en deux pour le partager avec un ami,
2. Diviser un gâteau en quatre,
3. Diviser une pomme en 2, en 4,
4. Répartir des billes entre copains,
5. Faire trois bouquets avec 9 fleurs,
6. Colorier $1/2$ segment, $1/3$ de segment, $1/100$ de segment
7. Colorier $2/3$, $25/100$ de segment
8. Colorier $1/2$ de $5/10$ de segment

➔ **Distinction des caractéristiques centrales et secondaires**

➔ **Compréhension de la formalisation et des procédures :**

- $1/2 + 1/2 = 2/2 = 1$
- $1/4 = 25/100 = 0,25$

Utiliser une analogie familière : le cas des équations du 1^{er} degré

$$ax \textcircled{=} b$$

Compréhension conceptuelle :
"Equivalence mathématique"

**Abstrait donc
difficile à comprendre**

Propriétés et règles de résolution :

- On peut ajouter ou soustraire un même nombre des 2 côtés de l'équation
- On peut multiplier ou diviser par un même nombre non nul chacun des 2 membres d'une égalité

**Absence de
compréhension
conceptuelle donc
difficile à mémoriser**

Utiliser une analogie familière : le cas des équations du 1^{er} degré

$$6x + 3 = 6$$


$$\Rightarrow 6x + \cancel{3} = 6$$

$$\Rightarrow 6x = 6 - 3$$

$$\Rightarrow 6x = 3$$

$$\Rightarrow \cancel{6}x = 3$$

$$\Rightarrow x = 3/6$$

$$x = 1/2$$

Qualités d'une bonne analogie

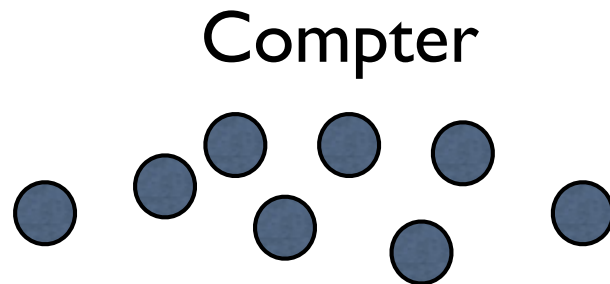
- Une analogie efficiente possède plusieurs caractéristiques :
 1. **Familiarité** (e.g., bien connaître le fonctionnement d'une balance)
 2. **Prégnance / disponibilité** (e.g., avoir la balance sous les yeux)
 3. **Mise en correspondance explicite des dimensions pertinentes** (e.g., écrire les deux termes de l'équation de chaque côté du dessin de la balance)
 4. **Renforcement constant de la relation analogique** (e.g., en se référant au comportement de la balance à chaque étape de la résolution)

La modélisation graphique : une analogie efficace pour l'acquisition des notions arithmétiques

- S'appuient sur notre "inclinaison naturelle" à se représenter la numérosité sous forme spatiale
 - effet de distance,
 - effet de taille...
- Valables pour de nombreux domaines mathématiques
 - Représentation analogique prégnante et familière
 - Favorise la mise en relation

Construire une analogie pertinente pour plusieurs domaines

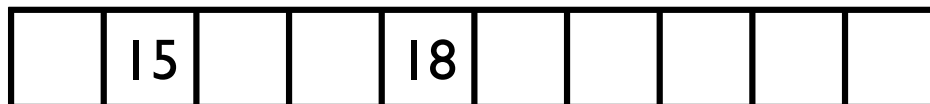
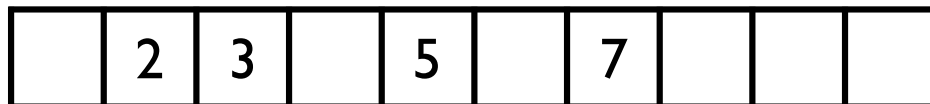
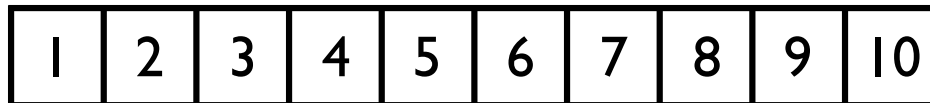
- Objets réels : familiers et manipulables



Ajouter - Soustraire



- Bandes numériques

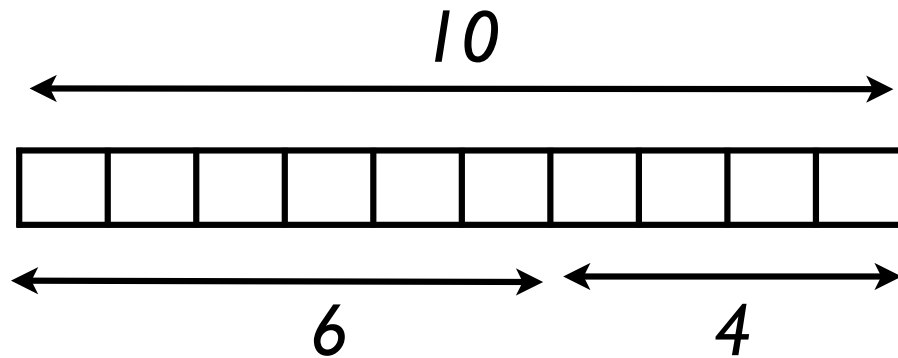


Chaine numérique

Addition - Soustraction

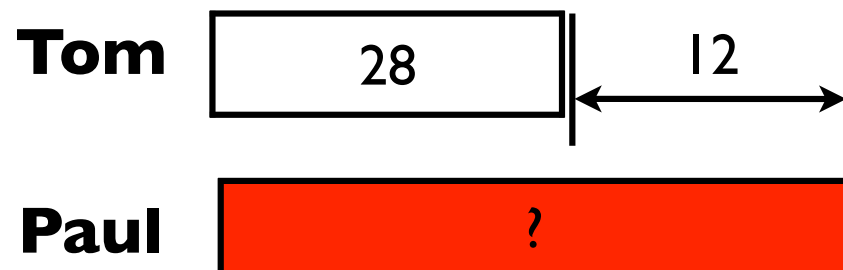
Construire une analogie pertinente pour plusieurs domaines

- Modèle partie-tout



Notion d'Inclusion :
Coordination Addition &
Soustraction

- Modèle de comparaison

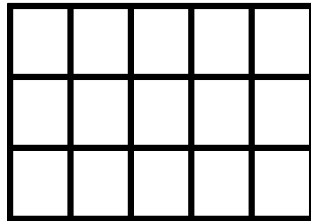


*Tom a économisé 28 euros. Il
a économisé 12 euros de
moins que Paul. Combien Paul
a-t-il économisé ?*

Construire une analogie pertinente pour plusieurs domaines

- Multiplication

$$3 \times 5$$



Compréhension conceptuelle :

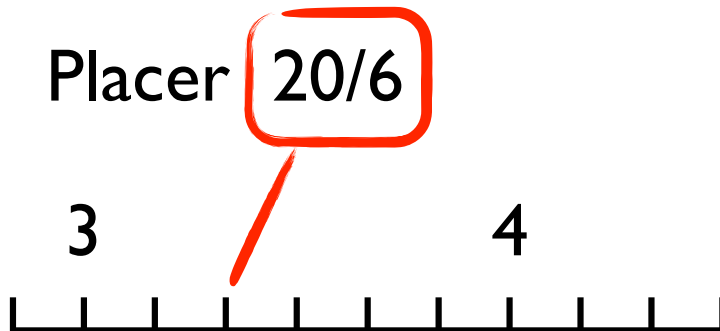
$$3 \times 5 = 5 + 5 + 5 = 5 \times 3$$

Calcul d'aire rectangle ($L \times l$)

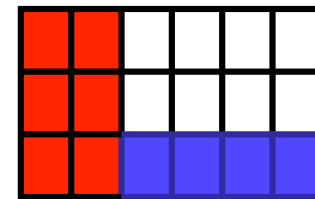
Calcul de volume cube ($L \times l \times h$)

- Fraction

Placer $\frac{20}{6}$



$$\frac{2}{3}$$



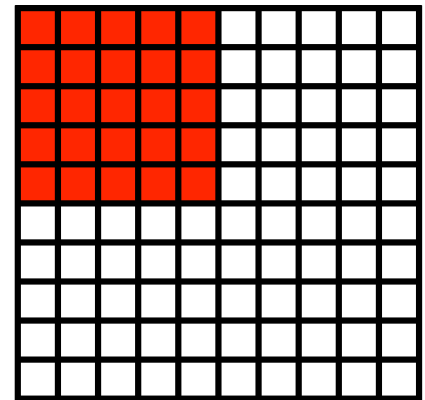
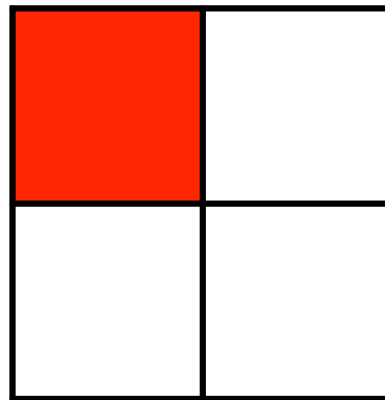
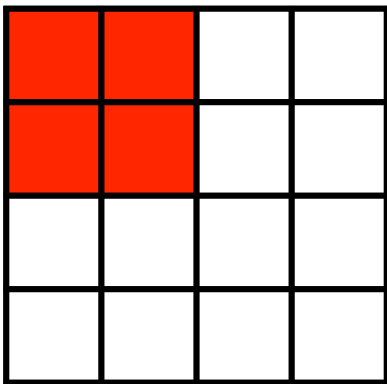
$$\frac{1}{2} \times \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{3} \times \frac{2}{3}$$

Construire une analogie pertinente pour plusieurs domaines

- Ratio

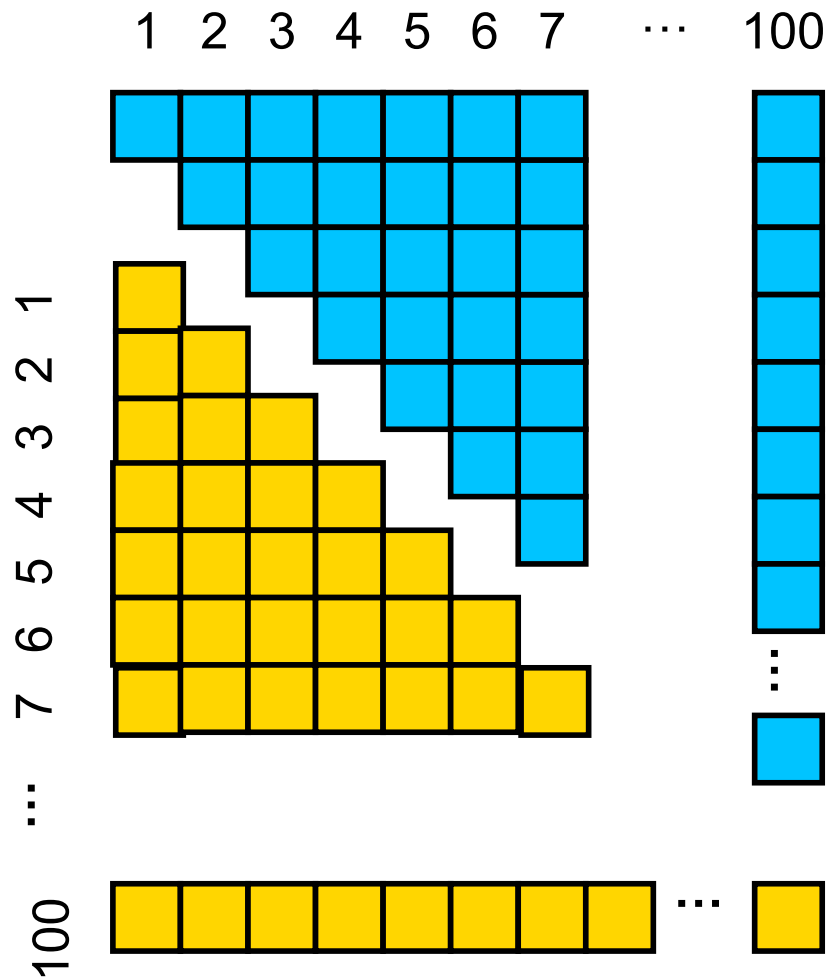
$$4/16 = 1/4 = 25/100$$



- Algèbre

Calculer la somme : $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + 100$

Construire une analogie pertinente pour plusieurs domaines



$$1 + 2 + 3 + \dots + 100 = \\ (100 \times 101) / 2 = 5050$$

Plus généralement :

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \\ (n \times (n+1)) / 2$$

Faire prendre conscience des progrès

« Les buts distaux supra-ordonnés fournissent un objectif pour un domaine d'activité et assurent une fonction directrice générale, mais les sous-buts sont mieux adaptés pour servir de facteurs proximaux du choix spécifiques d'activités et de la quantité d'effort qui leur est consacrée. L'automotivation est mieux maintenue par une série de sous-buts proximaux hiérarchiquement organisés pour assurer des progrès successifs vers les buts supra-ordonnés. » A. Bandura, 2003

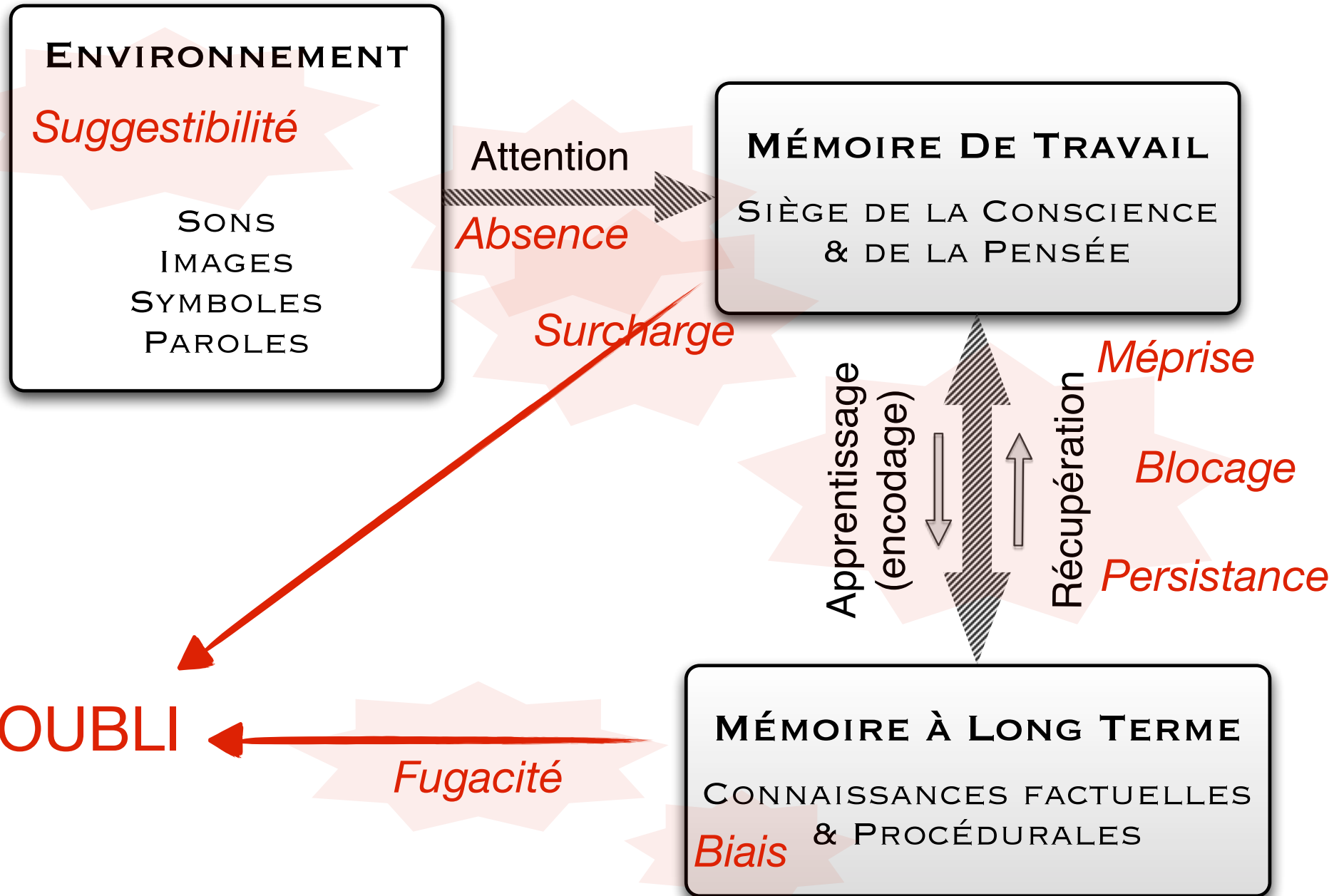
LE FONCTIONNEMENT DE LA MÉMOIRE À LONG TERME

Pourquoi les enfants se souviennent de tout ce qu'ils voient à la télévision et oublient tout ce qu'on leur enseigne à l'école ?

Qu'est-ce qui fait qu'on retient certaines informations et pas d'autres ?

Les 7 péchés de la mémoire

Schacter, 2002



Le caractère adaptatif de la mémoire

Anderson, 1990

- La mémoire doit enregistrer un maximum d'informations

- On ne peut pas tout mémoriser
- L'information en mémoire doit être rapidement disponible

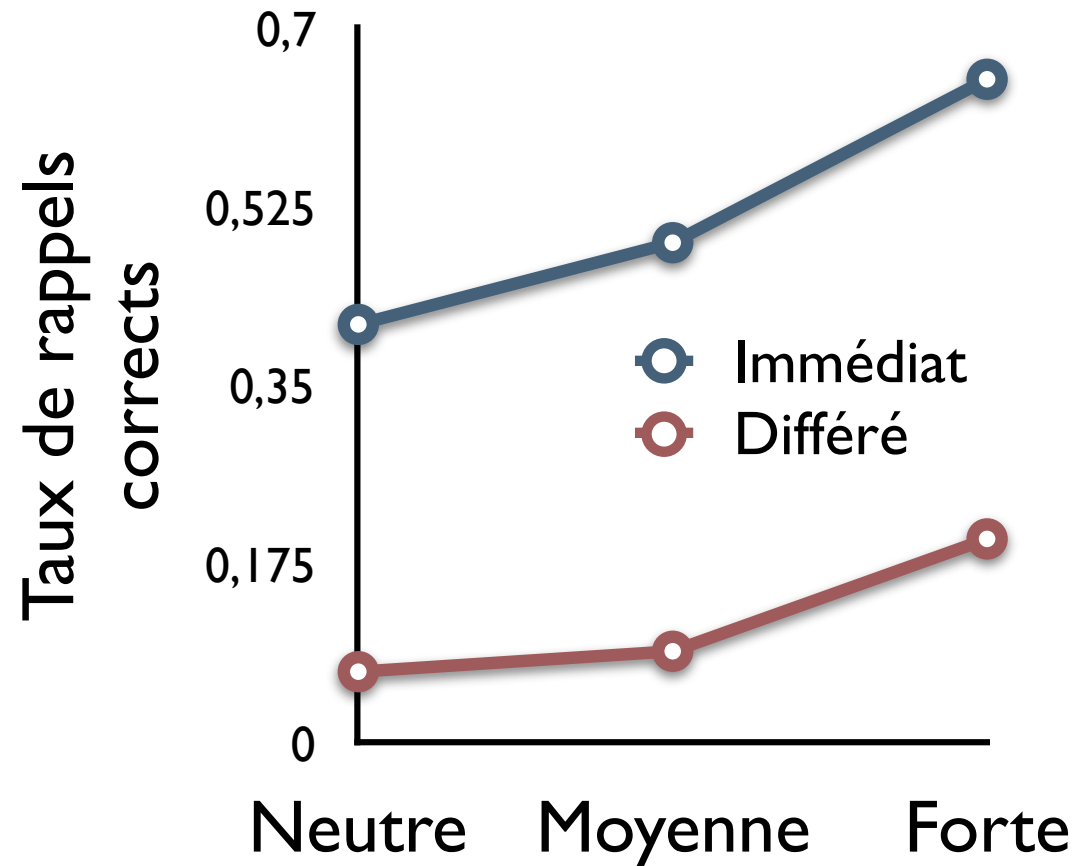
Contraintes paradoxales

➔ La mémoire sélectionne et renforce ce qui a le plus de chance d'être utile

Emotion et mémoire

Bradley, Petry & Lang (1992)

- 89 adultes devaient juger la force émotionnelle de 60 images.
- Test immédiat de rappel libre incident
- Test différé d'un an de rappel libre incident.

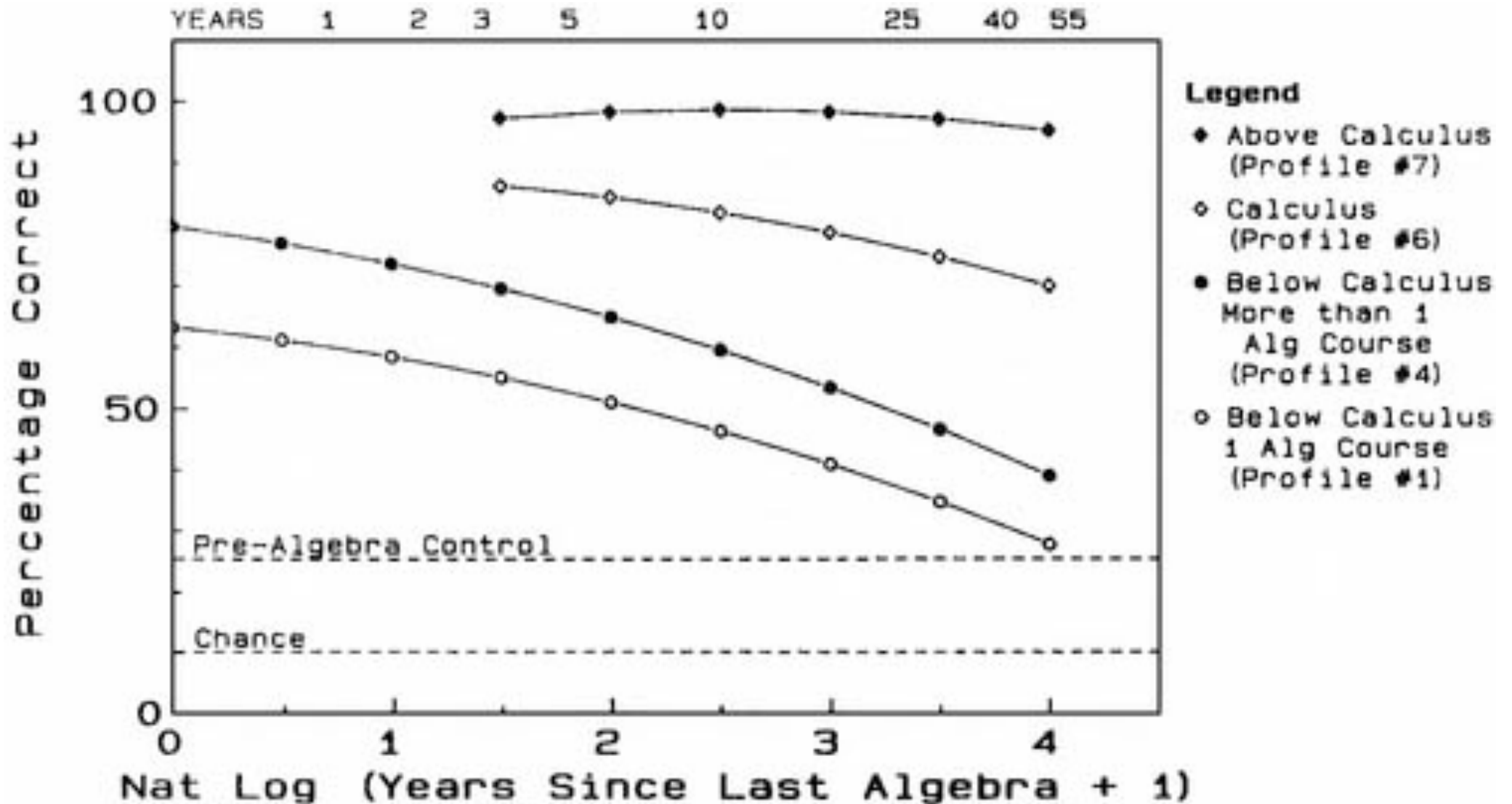


➔ Les informations qui créent une forte réaction émotionnelle sont mieux rappelées...

Emotion et mémoire

- Quelques moyens pour accroître la stimulation émotionnelle en éducation :
 - Résolution de problème, prise de conscience des progrès : gratification
 - Multimédia / nouvelles technologies
 - Jeux
 - Projets (correspondances, réalisations)
 - Sorties éducatives et voyages
- Une charge émotionnelle élevée n'est pas absolument nécessaire pour apprendre et mémoriser.

Répétition

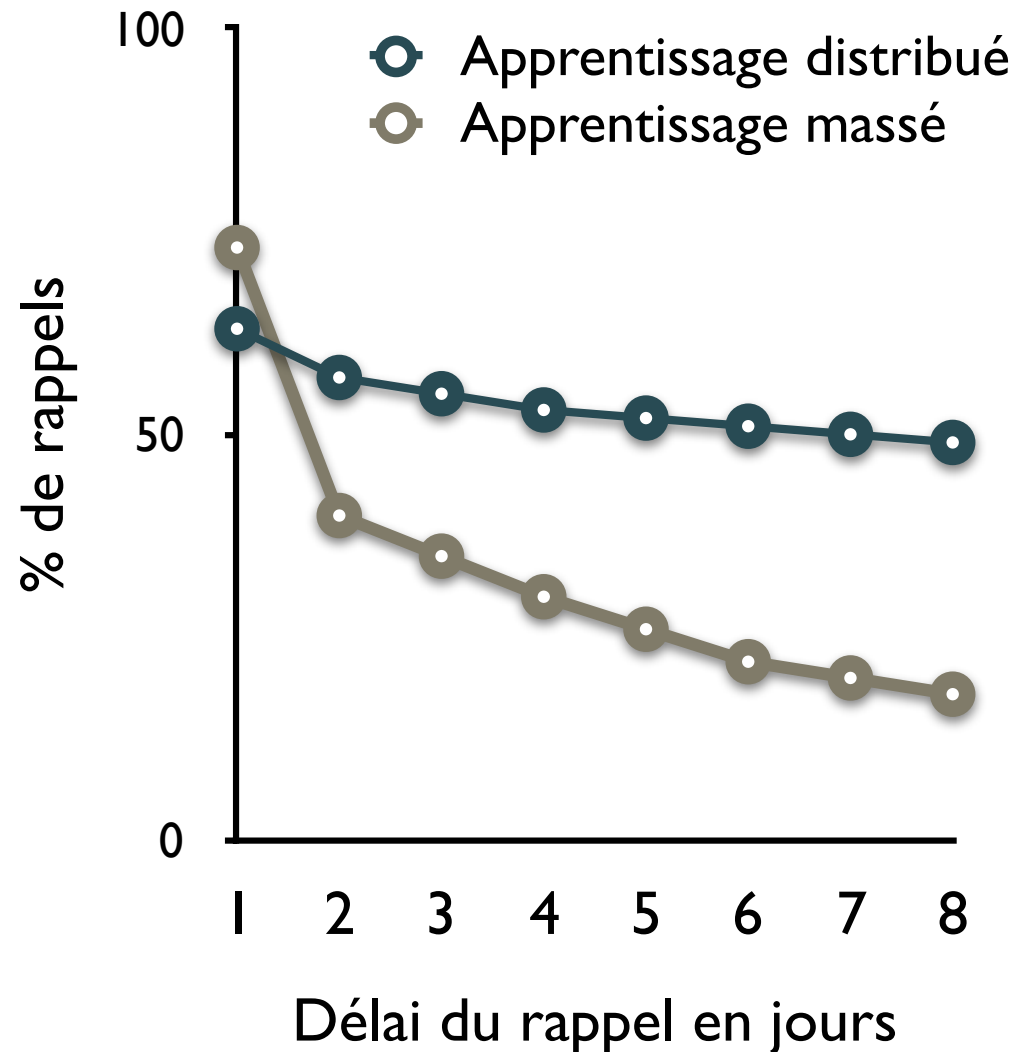


D'après Bahrck & Hall (1991)

Distribution

D'après Keppel (1963)

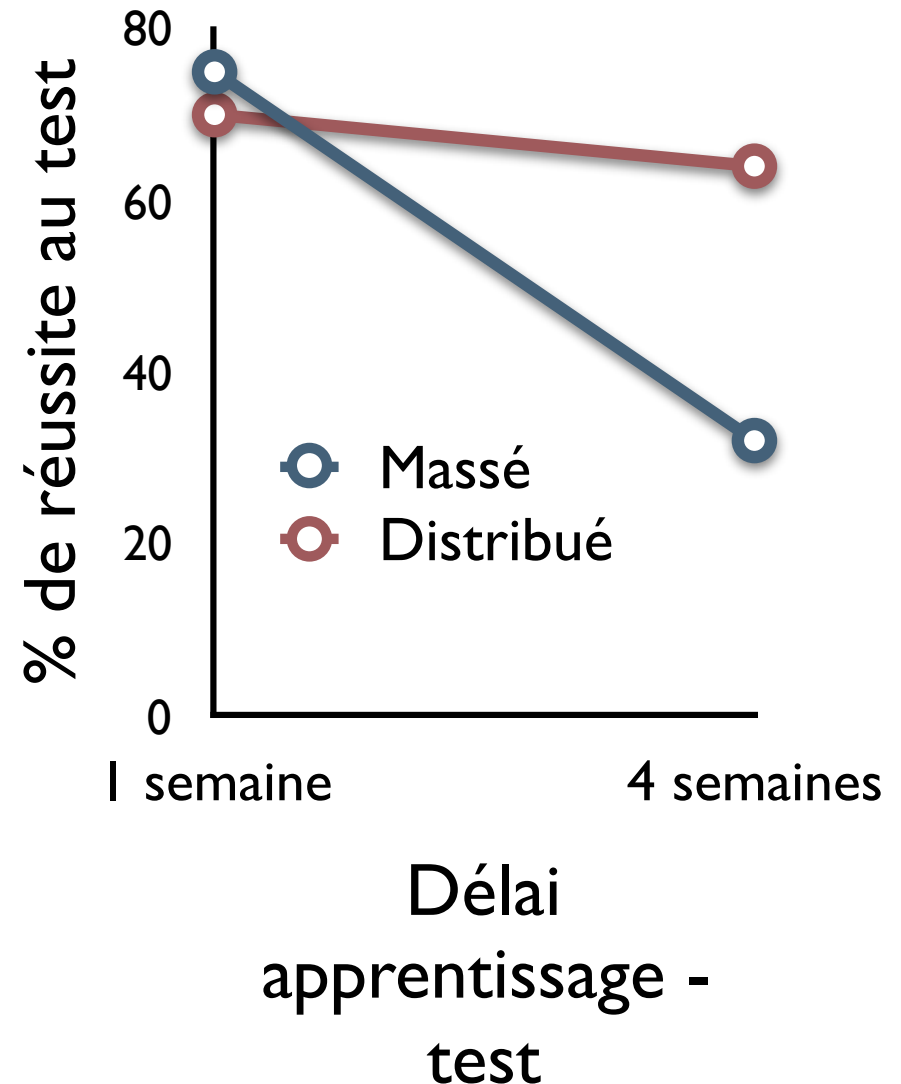
- Participants adultes
- Apprentissage d'une liste de mots:
 - Condition « massé » : 8 séances d'apprentissage en une journée
 - Condition distribuée : 2 séances d'apprentissage par jour sur quatre jours



Distribution

D'après Rohrer & Taylor, 2006

- Lycéens : Apprentissage d'un principe combinatoire nouveau.
- Leçon suivie de 10 exercices avec feed-back correctif
 - Condition «massé»: une session d'apprentissage
 - Condition distribuée : Deux sessions séparées d'une semaine.
- Test

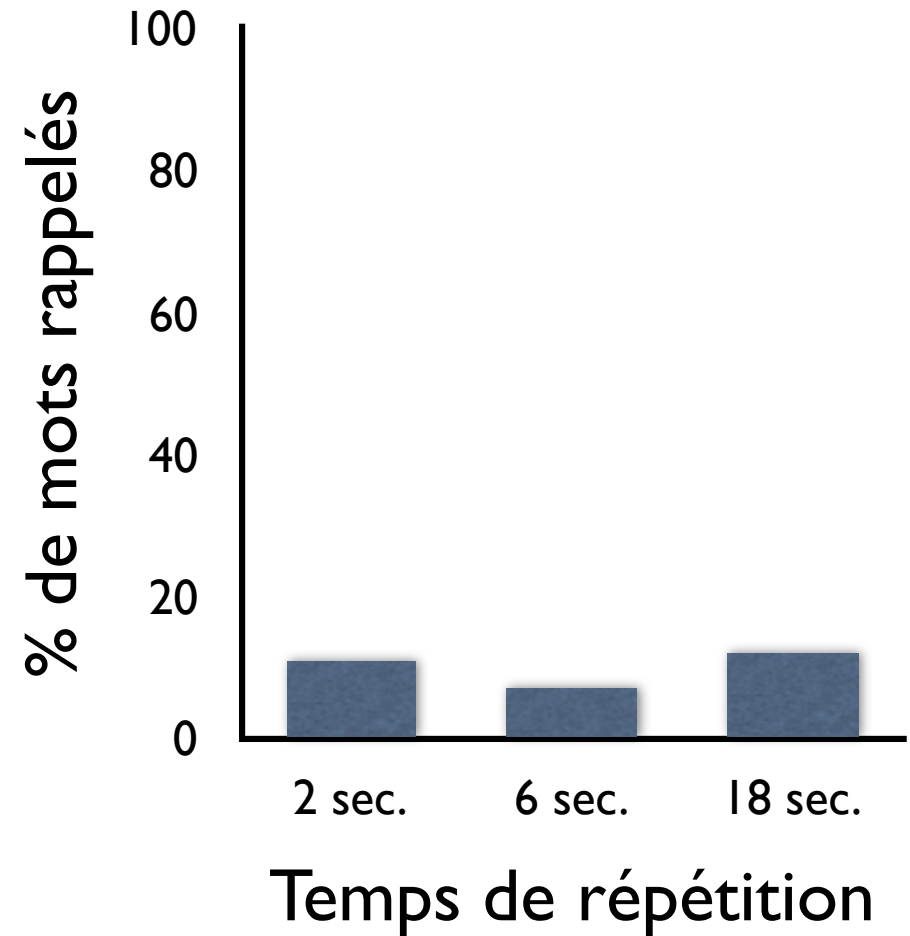
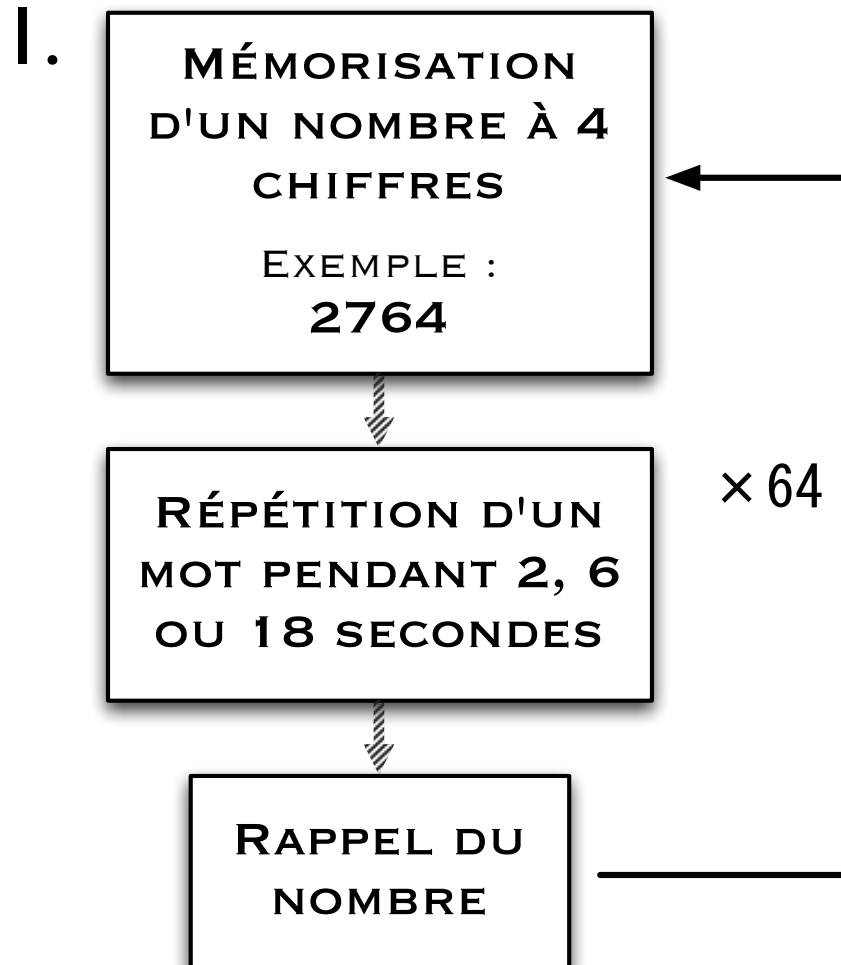


Attention

- La simple répétition ne suffit pas:
 - Description d'une pièce de 1 € ?
 - Description d'un billet de 10 € ?

Attention

D'après Glenberg, Smith & Green (1977)



2. Rappel des mots répétés

"Retrieval effect"

Brown et al. (2015)

Alvarez (2015)

- C'est la **récupération attentionnelle** d'une information en mémoire qui renforce sa mémorisation.
- Leçon en 3 points (Séguin)
 - Nommer : on nomme en pointant et l'enfant répète
 - Montrer : On nomme et l'enfant pointe
 - Identifier : L'enfant pointe et nomme

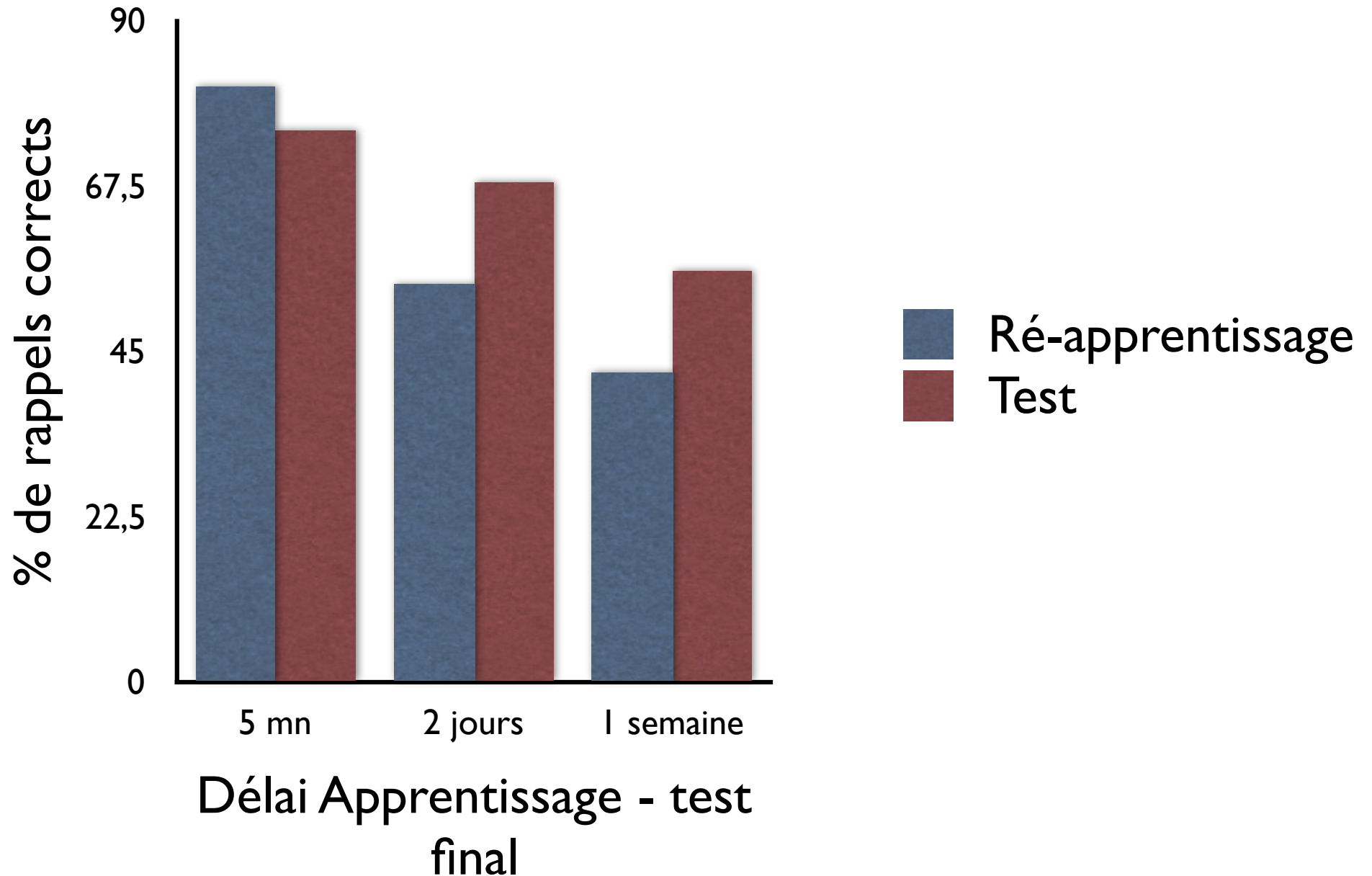
« Testing effect »

Roediger & Karpicke (2006)

- Lycéens
- Phase 1: Lecture / apprentissage d'un texte scientifique
- Phase 2 : Deux conditions :
 - Lecture / révision du texte (7mn)
 - Test : rappeler les informations du texte (7mn). Pas de feed-back.
- Test final (5mn, 2 jours et 1 semaine après) : rappel libre des informations du texte

«Testing effect»

D'après Roediger & Karpicke (2006)



Desirable difficulties

Bjork (1994), Bjork et al. (2013)

- Difficultés qui forcent un traitement attentionnel :
 - Espacement des entraînements
 - Variations (nature des exercices, contexte d'entraînement)
 - Interfoliage entre thèmes ou disciplines
 - Nécessité de produire des inférences
- ➔ Augmentent la mémorisation à long terme... à condition d'être abordables

Desirable difficulties

McNamara et al. (1996)

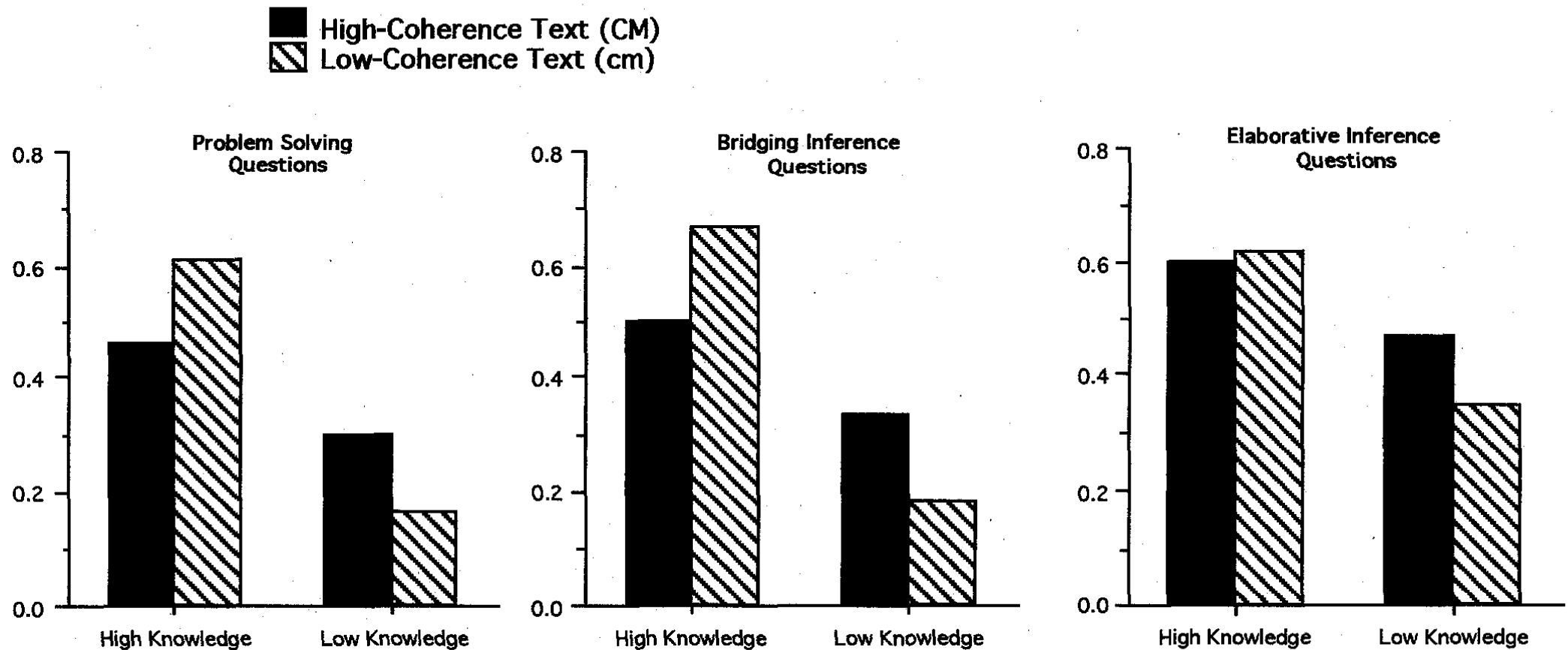


FIGURE 4 Proportion of correct answers to the four types of questions on the postreading test for the maximally (CM) and minimally (cm) coherent texts as a function of readers' background knowledge in Experiment 2.

Attention et intention

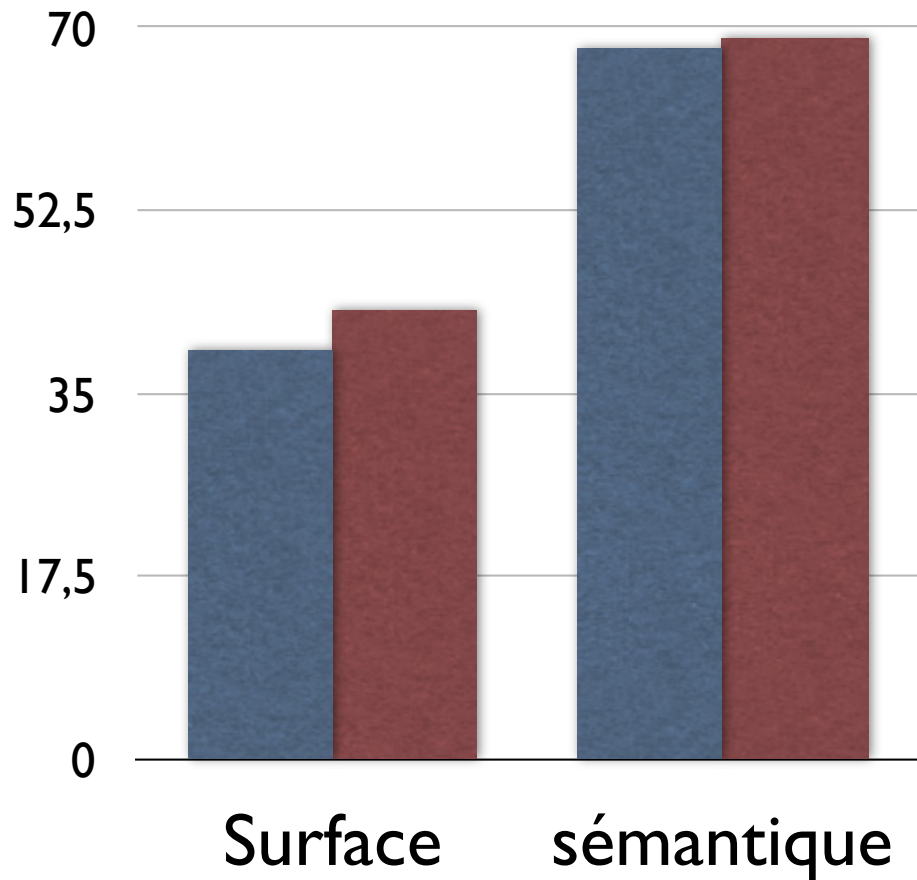
Hyde & Jenkins (1973)

- Participants adultes
- Classer 24 mots (12 paires associés) présentés en ordre aléatoire
- 4 conditions expérimentales
 - intentionnel - surface («e» vs «g»)
 - intentionnel - sémantique (plaisant vs déplaisant)
 - incident - surface («e» vs «g»)
 - incident - sémantique (plaisant vs déplaisant)
- Rappel libre

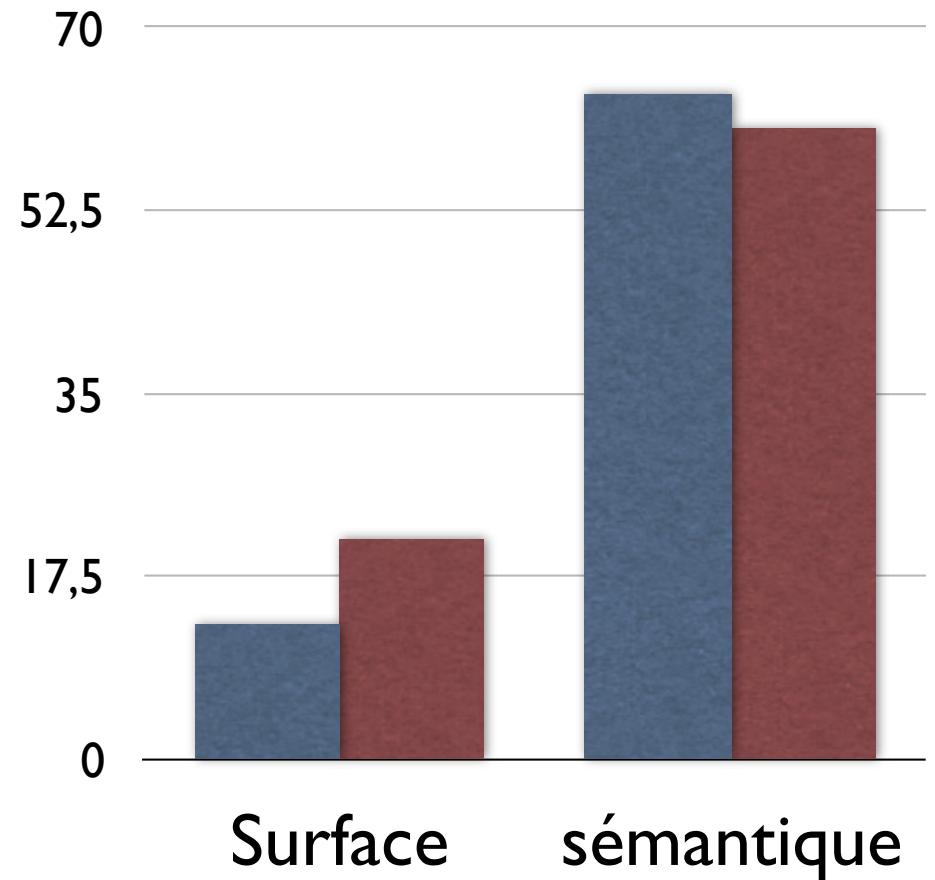
Attention et intention

D'après Hyde & Jenkins (1973)

% de mots rappelés



% de regroupements sémantiques



■ Incident ■ Intentionnel

■ Incident ■ Intentionnel

Type de traitement, compréhension et mémoire

- Comprendre, penser au sens : la clé d'une bonne mémorisation ?
 - ➔ Expérience « pièce de 1€ »

La mémoire est le résidu de la pensée

La mémoire est le résidu de la pensée

- Définir ce qui doit faire l'objet d'un traitement conscient et attentionnel:
 - **maths** : *connaissances factuelles, procédures, compréhension conceptuelle, symboles et syntaxe...*
 - **français** : *syntaxe, vocabulaire, genre textuel, intention de l'auteur, procédés littéraires, styles...*

➔ **Elaboration d'une séance :**

1) **Objectif(s) d'apprentissage**

2) **Activité(s) : à quoi les apprenants vont-ils penser ?**

Transfer-appropriate processing

- Plus les processus cognitifs impliqués dans un test recouvrent ceux utilisés pendant la phase d'apprentissage, meilleures sont les performances au test.
- Le transfert d'un apprentissage à une situation nouvelle est d'autant plus facile que les deux situations partagent un grand nombre de caractéristiques
 - ➔ Différences entre conditions d'apprentissage et conditions de test = source majeure de difficultés
 - ➔ Entraîner le transfert et la généralisation des apprentissages

La mémoire est le résidu de la pensée

- Plus de 90% des contenus scolaires concerne le sens
 - ➔ Favoriser la compréhension :
 - Chercher les idées principales d'un texte puis les sous-arguments ⇒ diagramme
 - Dresser le plan d'une leçon ou d'un texte puis imaginer un autre plan possible
 - Réaliser un tableau, un schéma à partir d'un texte
 - Ecrire un texte à partir d'un tableau ou d'un schéma
 - Répondre à des questions à partir d'un document

La mémoire est le résidu de la pensée

- Elaboration
- Génération
- Double codage

La mémoire est le résidu de la pensée

- Attention aux capteurs d'attention ou aux contenus attrayants
- Surprendre au bon moment

Exemple : Leçon : température - dilatation des gaz



Expérience au début:

Effet «magique» - Intérêt momentané
Pas de lien avec les notions de la leçon

Expérience comme démonstration de notions :

Compréhension - Mise en lien - réflexion

Pour résumer : Stratégies pour renforcer la mémorisation

Brown et col. 2014

<http://www.learningscientists.org>

- Concrete exemple
- Retrieval
- Spaced practice
- Interleaving
- Dual coding
- Elaboration

"PROFILS COGNITIFS" ET DIFFÉRENCES INTERINDIVIDUELLES

Adapter les modalités
d'apprentissage aux
spécificités des apprenants ?

Difficultés scolaires et «profils cognitifs» des élèves

Paul a des difficultés générales de compréhension (vocabulaire, notions nouvelles). Il travaille mais n'obtient pas de bons résultats scolaires. Lors d'un entretien, ses parents vous expliquent que Paul a une intelligence visuelle et que vous passez trop de temps en présentations ou explications verbales. D'après eux, il faudrait systématiquement présenter les informations sous forme d'images, de dessins ou de graphiques. Devez-vous changer votre mode de présentation ?

Tom a des difficultés importantes en maths. Il est meilleur en français et montre notamment une vraie sensibilité poétique. Est-ce que ça vaut le coup d'essayer de s'appuyer sur ses habiletés poétiques pour l'aider à comprendre les maths (et si oui comment ?) ?

Styles et habiletés



- Styles cognitifs : Propension, inclination, tendance ou préférence à penser d'une certaine façon.
- Habiletés cognitives : capacité, compétence dans un domaine cognitif donné.

Styles cognitifs

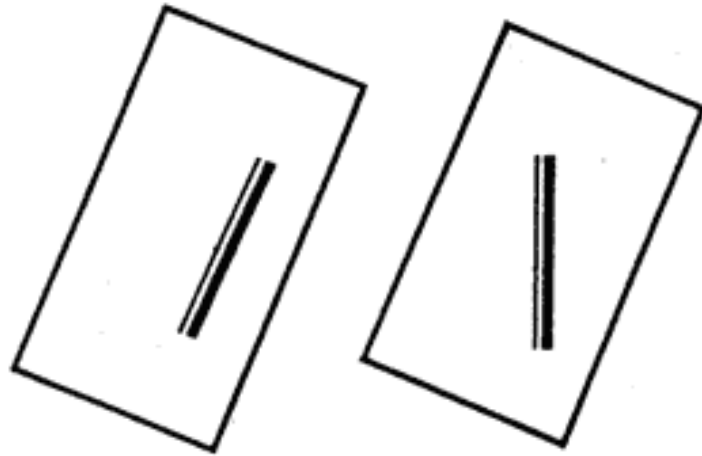
Coffield et col., 2004 ; Pashler et col. (2008)

Styles cognitifs	Description
Analytique / Synthétique	Tendance à différencier les objets selon de multiples attributs versus à rassembler les objets selon leurs similarités
Raisonné / Intuitif	Préférence pour penser / apprendre par raisonnement versus préférence pour penser / apprendre par insight
Champ dépendant / Champ indépendant	Interpréter une information en relation avec le contexte versus indépendamment du contexte environnant.
Impulsif / Réfléchi	Tendance à répondre rapidement versus tendance à répondre de manière délibérée, réfléchie
Sériel / Global	Préférence pour réfléchir de manière linéaire, séquentielle versus préférence pour penser les choses globalement
Visuel / Verbal	Préférence pour les images mentales versus pour le langage «intérieur» lors de la résolution de problème
Convergent / Divergent	Pensée logique, déductive versus pensée associative, inductive, créative

Styles cognitifs

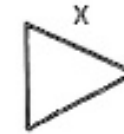
- Pour être valide, une théorie des styles cognitifs doit remplir 3 conditions :
 - Les styles cognitifs doivent être conséquents,
 - Un style cognitif doit être stable,
 - Les styles cognitifs doivent être indépendants du niveau d'habileté.

Dépendance - Indépendance à l'égard du champ

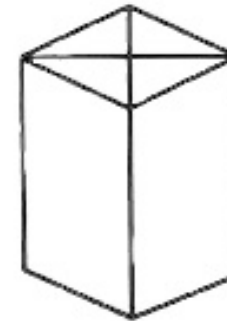


Rod and Frame test—Align a rod within these frames so that the rod is vertical.

Here is a simple form which we have labeled "X":



This simple form, named "X", is hidden within the more complex figure below:



- Les «field-independent» sont meilleurs que les «field-dependent» dans la plupart des tests cognitifs
- ➔ Mesure d'habileté plus que de style !


















Visuel - Auditif - Kinesthésique...




- Hypothèse : La plupart des gens possèdent une voie privilégiée pour recevoir et traiter une nouvelle information


Primaire Cycle 2
Niveau 1

Additions 1 à 5

Compte et complète les égalités comme sur le modèle

	+		=		=	4
	+		=		=	
	+		=		=	
	+		=		=	
	+		=		=	
	+		=		=	

Tu es    de ton travail



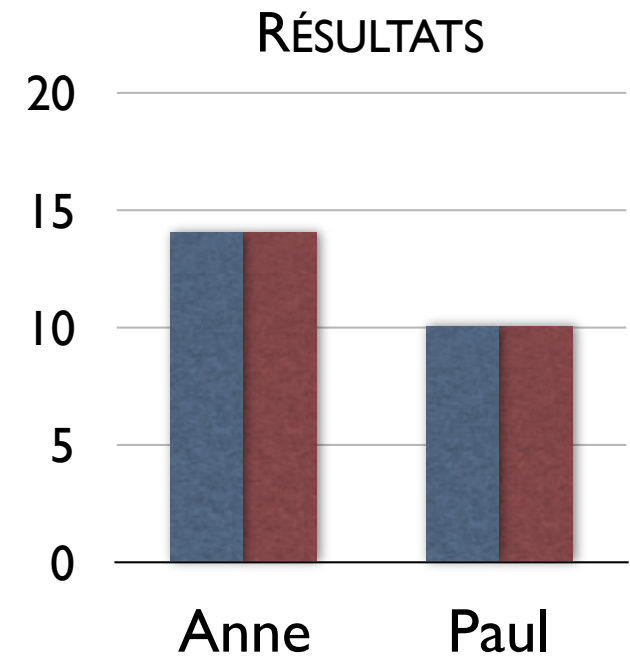
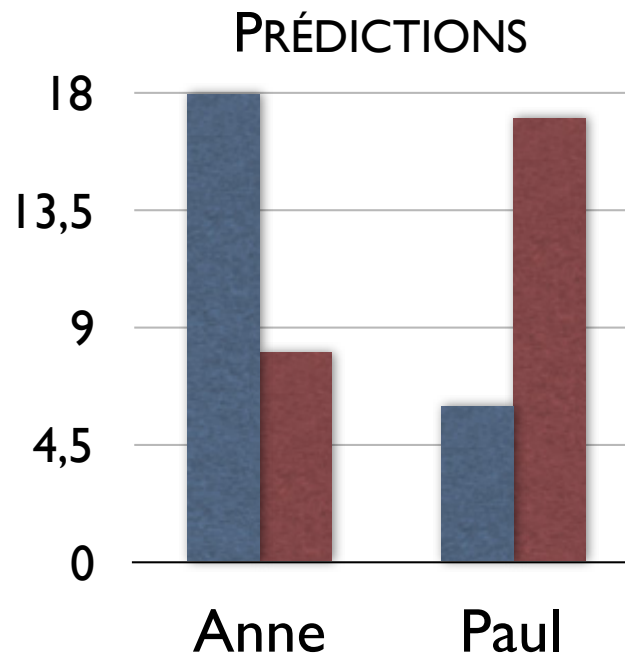


Visuel - Auditif - Kinesthésique...

APPRENTISSAGE DE 2 LISTES DE MOTS NOUVEAUX	Anne Auditive	Paul Visuel
Présentation auditive (magnétophone)	24 mots + définitions	24 mots + définitions
Présentation visuel (diaporama)	24 mots + Images	24 mots + Images

TESTS (RAPPEL DES MOTS ET DÉFINITIONS)

■ Présentation Auditive
■ Présentation visuelle



D'après Willingham (2009)

Habiletés (ou intelligences) multiples

- Habiletés cognitives : compétences, facilités, capacités dans un domaine cognitif donné (musique, maths, littérature...).
- Différences intra et inter-individuelles importantes

INTELLIGENCES	DESCRIPTION
Linguistique	Facilité avec les mots et le langage
Logico-mathématique	Facilité pour le raisonnement logique et les nombres
Corporelle-kynesthésique	Facilité pour les mouvements corporels, les apprentissages moteurs
Interpersonnelle	Facilité pour comprendre les sentiments d'autrui
Intrapersonnelle	Facilité pour comprendre ses propres motivations, émotions et sentiments
Musical	Facilité pour la perception et la création musicale
Naturaliste	Facilité pour la classification de la faune et de la flore
Spatiale	Facilité pour l'utilisation et la manipulation spatiale

Habiletés (ou intelligences) multiples

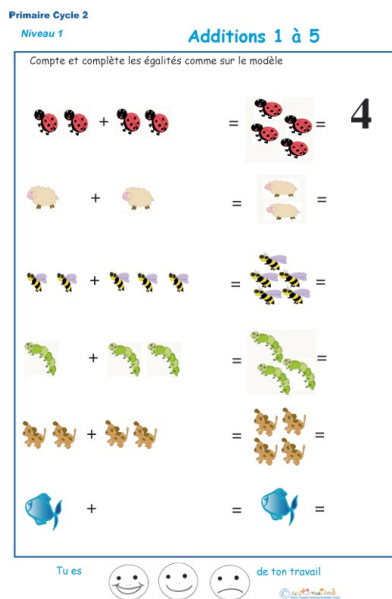
- Quelques problèmes...
 - Habiletés ou intelligences ?
 - Nombre d'intelligences (olfactive, mécanique...)
 - Corrélations entre ces différentes habiletés
- ... et une limite pédagogique importante : Peu de transfert possible d'une compétence à une autre.
 - ➔ Les capacités musicales ne peuvent pas être d'un grand secours pour comprendre des notions mathématiques
 - ➔ Être très fort aux échecs aide peu à apprendre les maths !

Styles et habiletés : quelques implications

- «Modalités de traitement» : généralement plus pertinents appliqués aux contenus qu'aux élèves
 - modalité visuelle (images, schéma...) : mots concrets, cartes de géographie, chronologies, description d'un phénomène scientifique (volcan, cellule, appareil respiratoire...)...
 - modalité verbale : mots abstraits, récits, argumentation, explicitation...
 - modalité kinesthésique : savoir-faire (tracer une lettre, se servir d'un appareil ou d'un logiciel...), sports...

Styles et habiletés : quelques implications

- Complémentarité des modes de présentation



Visuel :
Compréhension de
la cardinalité
Mémoire externe

Verbale :
Mémorisation
Automatisation

Kinesthésique :
Opérations
(actions mentales)

Styles et habiletés : quelques implications

- L'apprentissage multimodale améliore la mémorisation
 - ➔ Apprentissage visuo-haptique des lettres / méthode Borel-Maissonny
 - ➔ Sport et imagerie mentale
- Le changement favorise l'attention
 - ➔ Alternier la nature des activités : verbales vs. visuelles, logique vs. associative ou créative, rapide vs. réfléchie...
- Difficultés ou troubles :
 1. Evaluer précisément la nature du trouble
 2. Surentraîner ou compenser (contournement)

Intelligence et apprentissage

- Intelligence \approx capacité d'adaptation
 - Intelligence \approx capacité d'apprentissage
 - Variabilité inter-individuelle
-
- ➔ Que peut-on faire pour maximiser le potentiel d'apprentissage de tous les élèves ?
 - ➔ L'intelligence est-elle malléable ? Peut-on rendre tous les enfants plus intelligents ?

Intelligence : Qu'èsaco ?

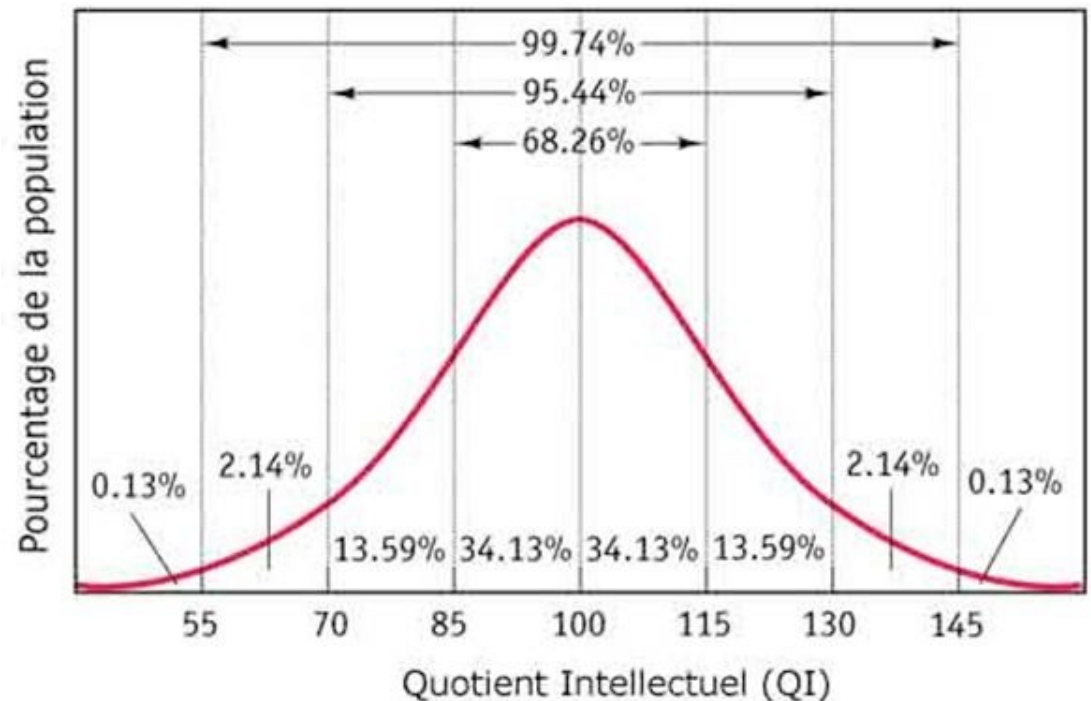
- Capacité à comprendre des idées complexes et des notions abstraites. Capacités à résoudre des problèmes, à utiliser différentes formes de raisonnement et à apprendre à partir de l'expérience.
- ➔ Peut-on mesurer l'intelligence ? Comment ?
- ➔ Une intelligence ou des intelligences ?
- ➔ L'intelligence est-elle donnée à la naissance ou se construit-elle ?

Evaluer l'intelligence

I. Epreuves logico-mathématiques, verbales, académiques

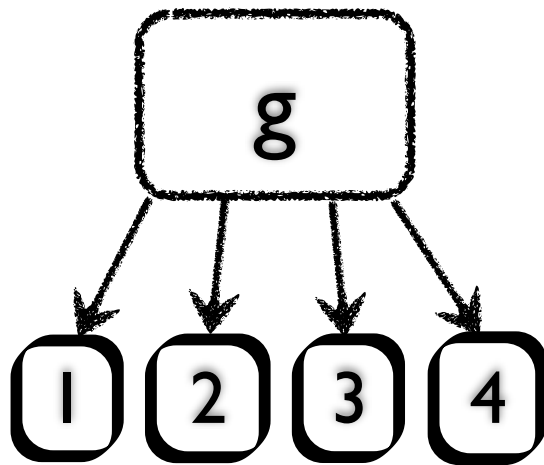
- Vocabulaire
- Mémoire des chiffres
- Connaissances générales
- Raisonnement spatial (cube)
- Compréhension
- Matrices
- Similarité...

2. Comparaison des performances (scores) par rapport à la population du même âge



Une intelligence ou des intelligences ?

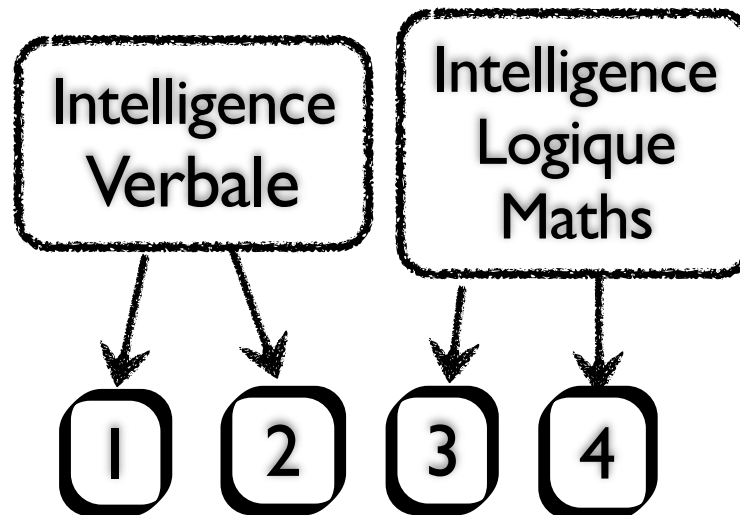
CONCEPTION
UNIDIMENSIONNELLE



"L'esprit est un, malgré
la multiplicité de ses
facultés" Binet (1911)

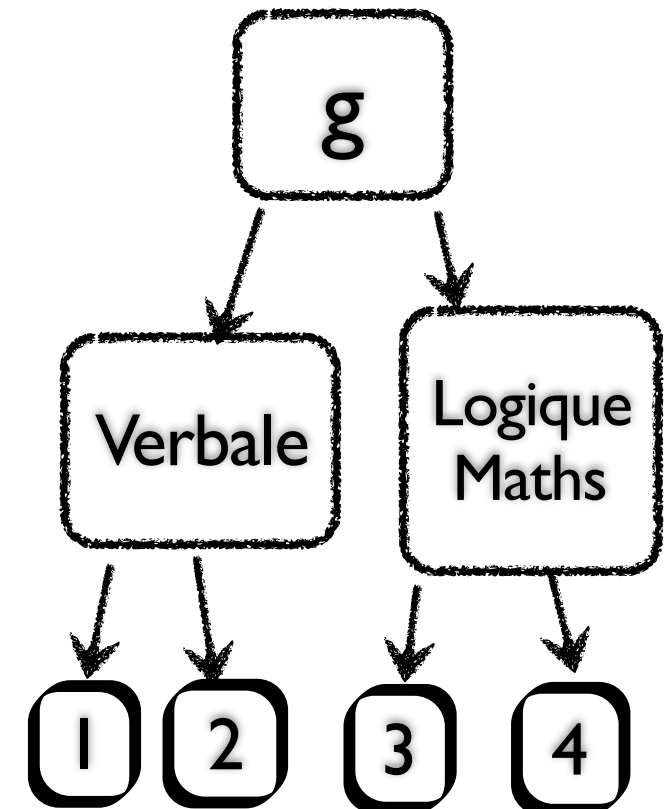
Spearman

CONCEPTION
MULTI-FACTORIELLE



*Thurstone
Gardner (1983)*

CONCEPTION
HIÉRARCHIQUE



*Conception actuelle
dominante*

Qu'est-ce qui rend les gens plus ou moins intelligents ?

Segal (1999)

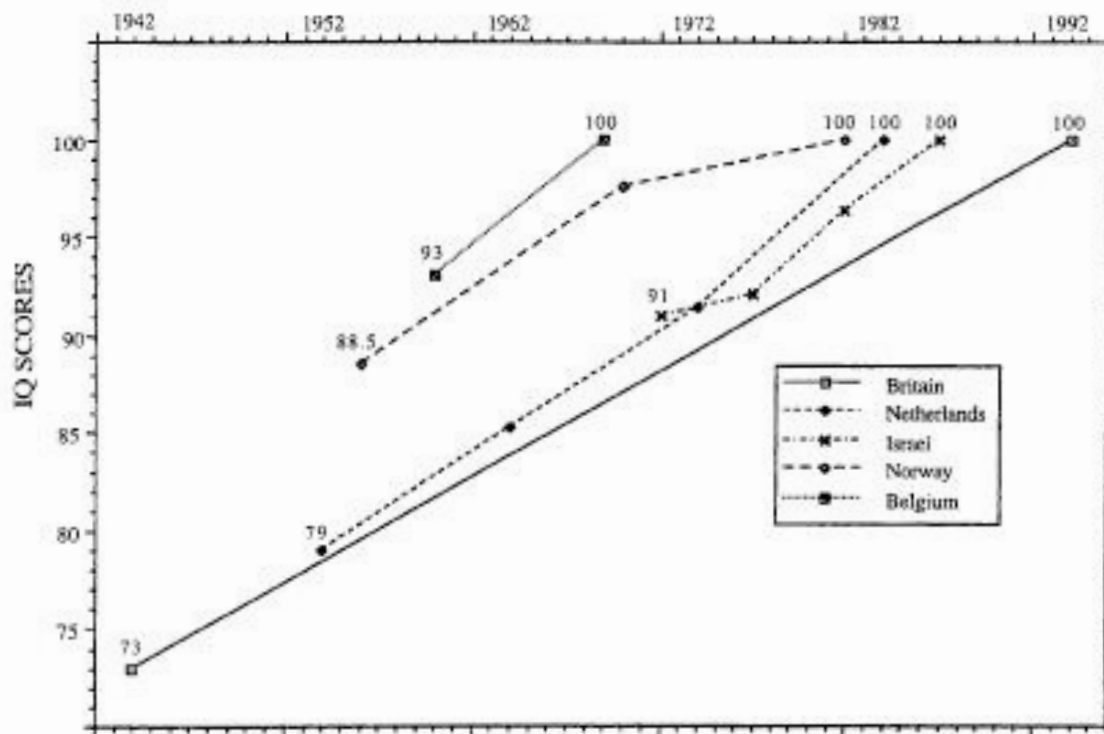
Relations	% de gènes partagés	Environnement
Monozygotes - Elevés ensemble	100	Similaire
Dizygotes - Elevés ensemble	50	Similaire
Monozygotes - Elevés séparément	100	Différent
Dizygotes - Elevés séparément	50	Différent
Enfants adoptés	0	Similaire
Aucun lien de parenté - élevé séparément	0	Différent

- En moyenne, les gènes "expliquent" plus de 50% de l'Intelligence
 - 20% vers 3 ans, 40% vers 10 ans et 60% à l'âge adulte !
- ➔ Effet modéré de l'environnement

L'effet Flynn et l'impact de l'environnement

Nisbett et col. (2012)

The Flynn Effect

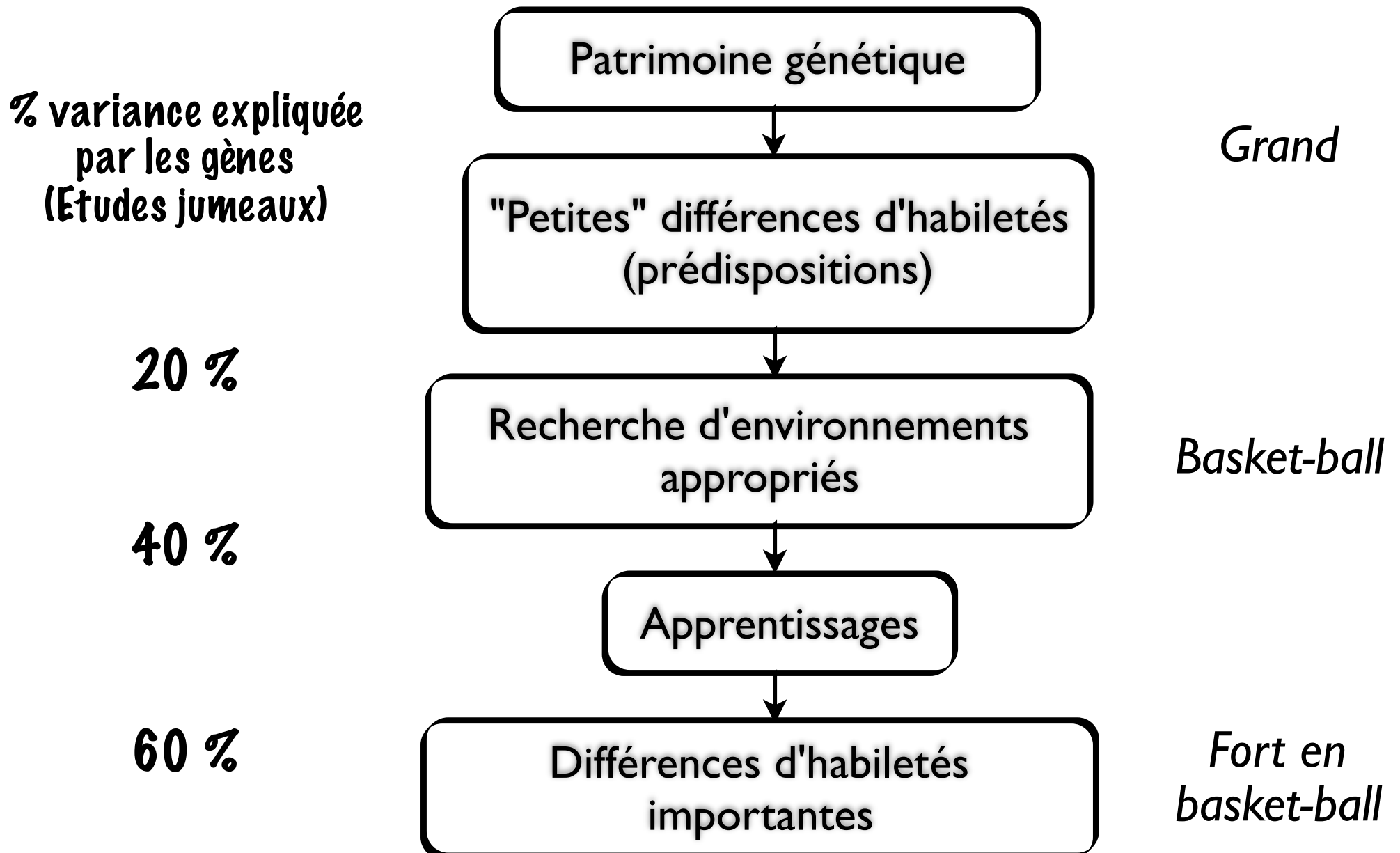


- Changement de milieu familial et scolaire
 - ➔ Augmentation de 12 à 18 points de QI
- Interventions scolaires expérimentales intensives
 - ➔ Augmentation modérée du QI, amélioration de la réussite scolaire et socio-professionnel

➔ Forte influence de l'environnement

Vers une résolution de ce paradoxe ?

Dickens, W. & Flynn, J.R. (2001)



Intelligence et apprentissage

- Les enfants diffèrent quant à leur intelligence...
- ... mais l'intelligence de tous peut être "améliorée" grâce à un travail soutenu et approprié
 - ➔ Adaptation du rythme et des objectifs
 - ➔ Prise en compte des facteurs socio-affectifs et conatifs
 - ➔ Guidage plus important
 - ➔ Enseignement de stratégies
 - ➔ Explicitations
 - ➔ Surentraînement ou compensation des difficultés