

# Théorie de la charge cognitive, une approche expérimentale et cognitive de l'ingénierie pédagogique

André Tricot

ESPE Toulouse

Cognition, Langues, Langages, Ergonomie (CLLE)

UMR 5263 CNRS, EPHE & Université Toulouse



# Plan

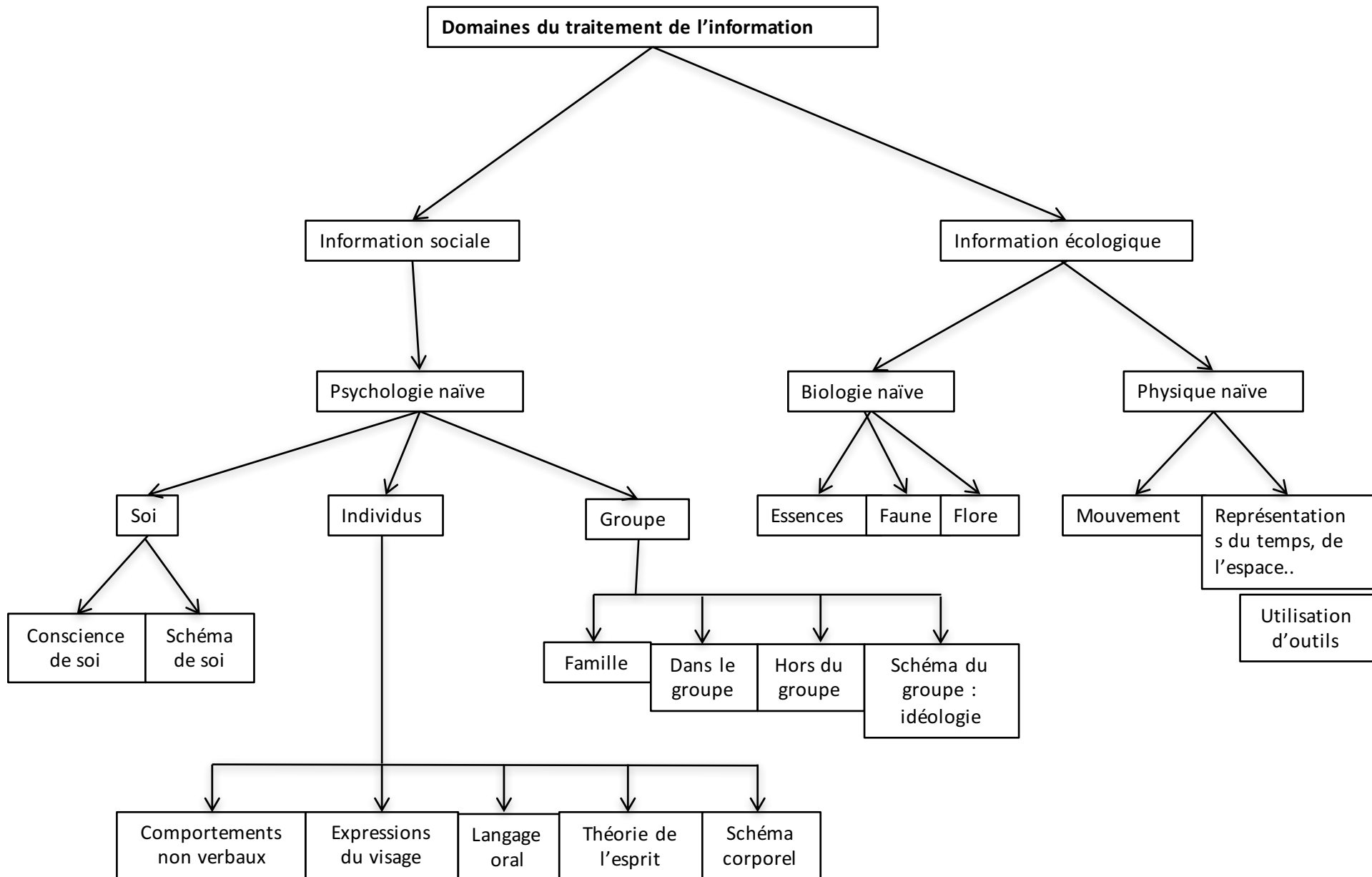
1. La théorie de la charge cognitive
2. Les effets mis en évidence
3. Discussion

# Connaissances primaires et secondaires

- **Les connaissances primaires**
  - Sont acquises sans enseignement
  - Apprentissage fonctionne par maturation (imprégnation - adaptation)
- **Les connaissances secondaires**
  - Nécessitent un enseignement, des efforts et de la motivation
  - Sont spécifiques
  - Apprentissage fonctionne soit :
    - Par génération aléatoire et sélection
    - Par guidage, enseignement direct et explicite

(Geary, 2012; Sweller, Ayres & Kalyuga, 2001; Tricot & Sweller, 2014)

# Ex. de connaissances primaires (Geary, 2008)



# Connaissances primaires et secondaires

---

	<b>Connaissances primaires</b>	<b>Connaissances secondaires</b>
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)

---

# Connaissances primaires et secondaires

---

	<b>Connaissances primaires</b>	<b>Connaissances secondaires</b>
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante

---

# Connaissances primaires et secondaires

---

	<b>Connaissances primaires</b>	<b>Connaissances secondaires</b>
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée

---

# Connaissances primaires et secondaires

---

	<b>Connaissances primaires</b>	<b>Connaissances secondaires</b>
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée
Motivation	Pas besoin de motivation	Motivation extrinsèque souvent nécessaire

---



# Connaissances primaires et secondaires

	<b>Connaissances primaires</b>	<b>Connaissances secondaires</b>
Utilité	Adaptation à l'environnement social, vivant, et physique	Préparation à la vie future (sociale, de travail)
Attention	Peu importante	Très importante
Apprentissage	Inconscient, sans effort, rapide Fondé sur l'immersion, les relations sociales, l'exploration, le jeu	Conscient, avec effort, lent. Fondé sur l'enseignement, la pratique délibérée, intense, dans la durée
Motivation	Pas besoin de motivation	Motivation extrinsèque souvent nécessaire
Généralisation	Oui	Très difficile

# Mise en évidence expérimentale

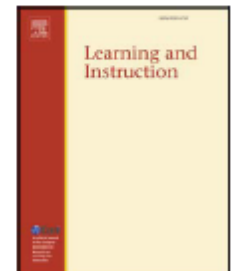
Learning and Instruction 56 (2018) 10–19



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Learning and Instruction

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



## Primary knowledge enhances performance and motivation in reasoning

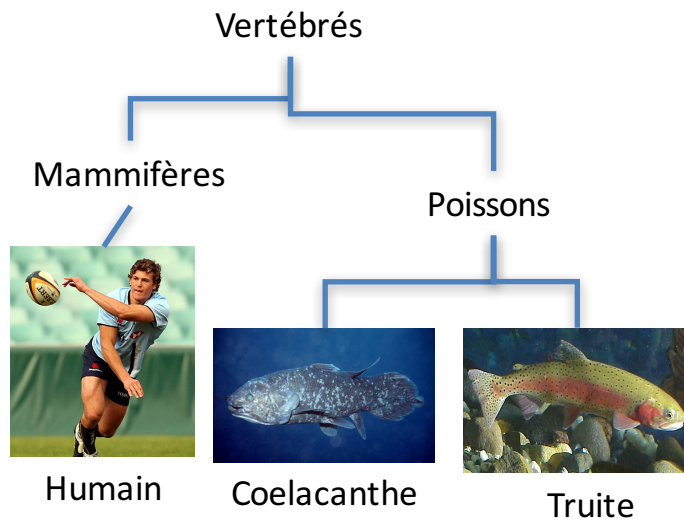
Florence Lespiau\*, André Tricot

*UMR-CNRS 5263, CLLE-LTC, University of Toulouse 2 Jean Jaurès, 5 allées Antonio Machado, 31058 Toulouse Cedex 9, France*

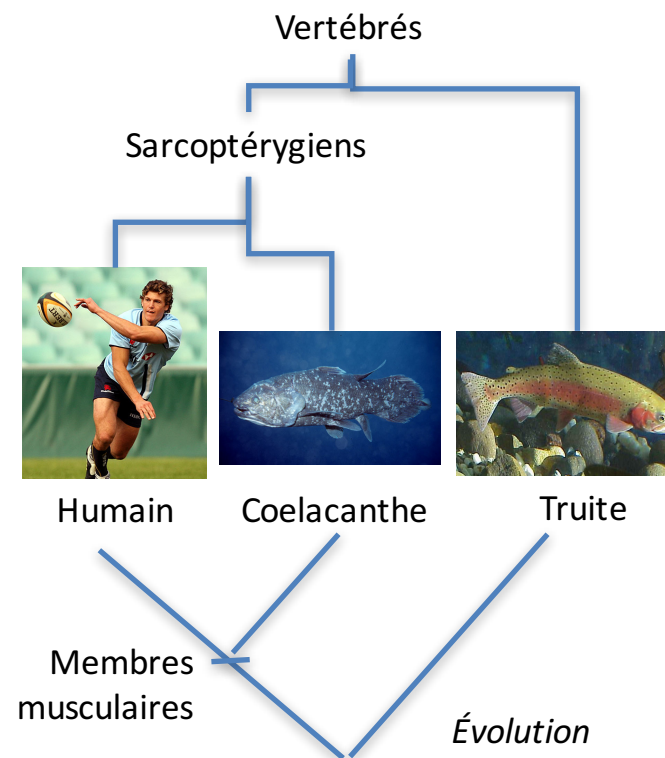


# Autre mise en évidence expérimentale (avec F. Tanguy et J.N. Foulin, 2011)

Connaissance compatible avec les connaissances primaires



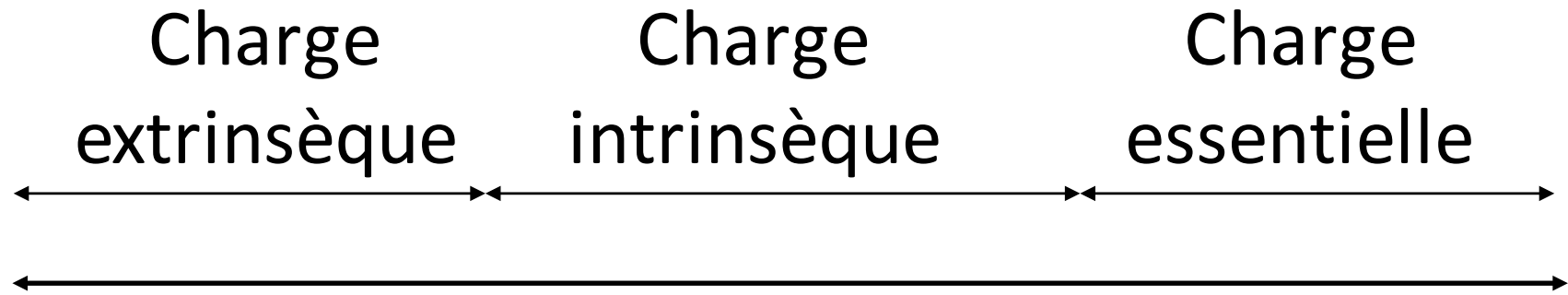
Connaissance incompatible avec les connaissances primaires



# Donc...

- L'école est confrontée à des processus d'apprentissage qui ne sont pas adaptatifs.
- Apprendre à l'école implique la mise en œuvre d'apprentissages coûteux,
  - qui nécessitent des efforts et du travail,
  - du temps,
  - fondés sur la distinction tâche / but d'apprentissage,
  - qui nécessitent de la motivation,
  - alors que ces apprentissages n'ont pas d'utilité immédiate.

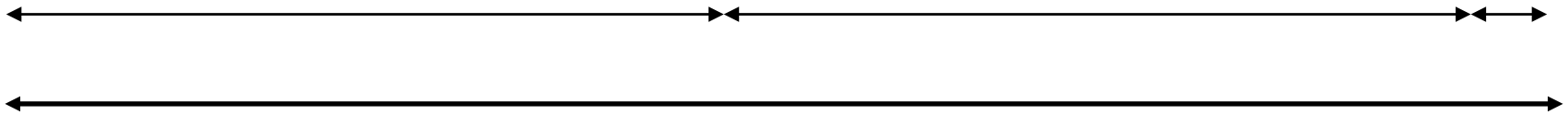
# Trois types de charge



# Trois types de charge

Charge  
extrinsèque

Charge intrinsèque



# Charge, enseignement et conception de supports pour l'enseignement

- Cette approche a donc permis de développer un ensemble de techniques pour
  - réduire la charge cognitive extrinsèque
  - voire intrinsèque
  - pour libérer le maximum de ressources cognitives possibles pour la charge essentielle
- *Expertise reversal effect / desirable difficulties*
- Synthèse chez Sweller, Ayres & Kalyuga (2011)
- +/- 7000 expérimentations conduites depuis 35 ans (réplications âges ≠, disciplines ≠, pays ≠)

# Plan

1. La théorie de la charge cognitive
2. Les effets mis en évidence
3. Discussion



# 1. L'effet de non spécification du but

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

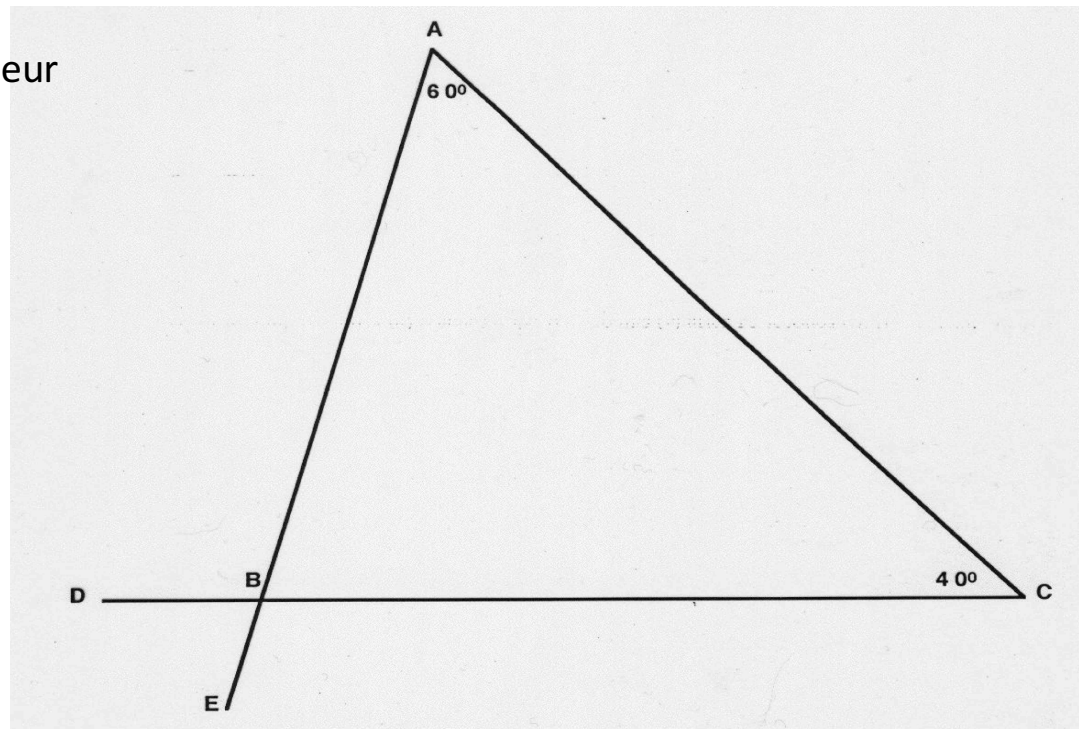
---

Ne pas trop spécifier le but du problème, indiquer plutôt à l'élève qu'il doit atteindre tous les buts qu'il peut atteindre, faire tout ce qu'il sait faire

Spécifier le but du (même) problème

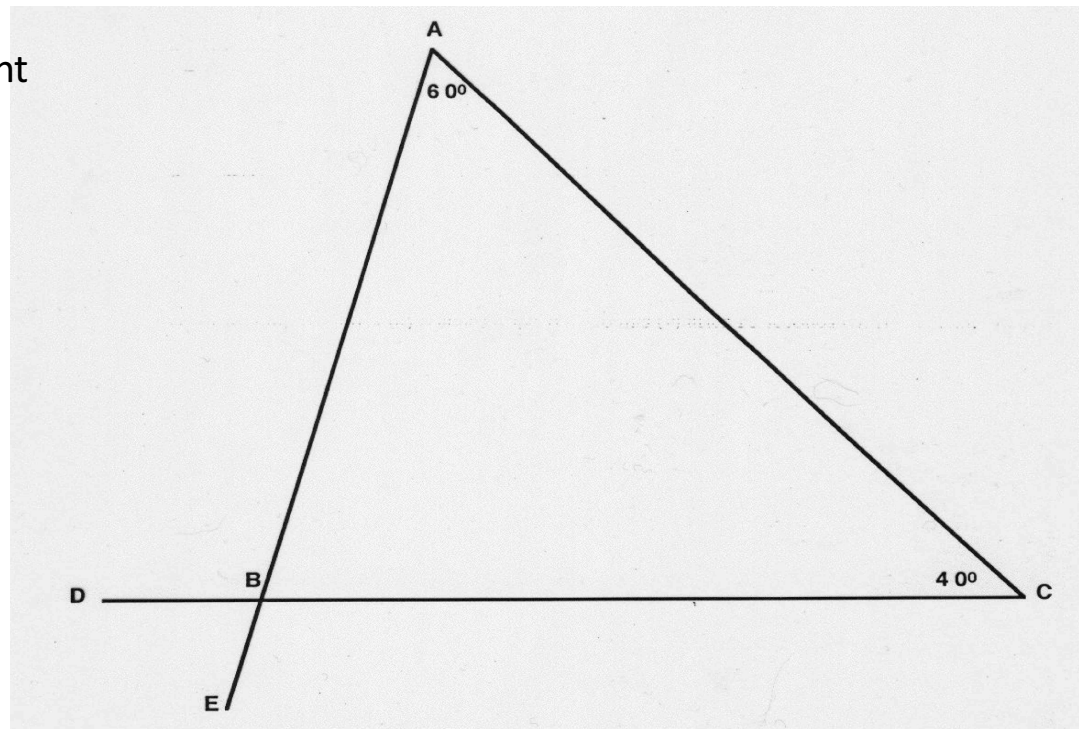
# Problème avec but spécifique

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.



# Problème avec but non spécifié

Dans la figure ci-contre, calculez autant d'angles que vous pouvez



## 2. L'effet du problème résolu, du problème à compléter

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

---

Donner à l'élève le problème résolu et lui demander d'étudier la solution

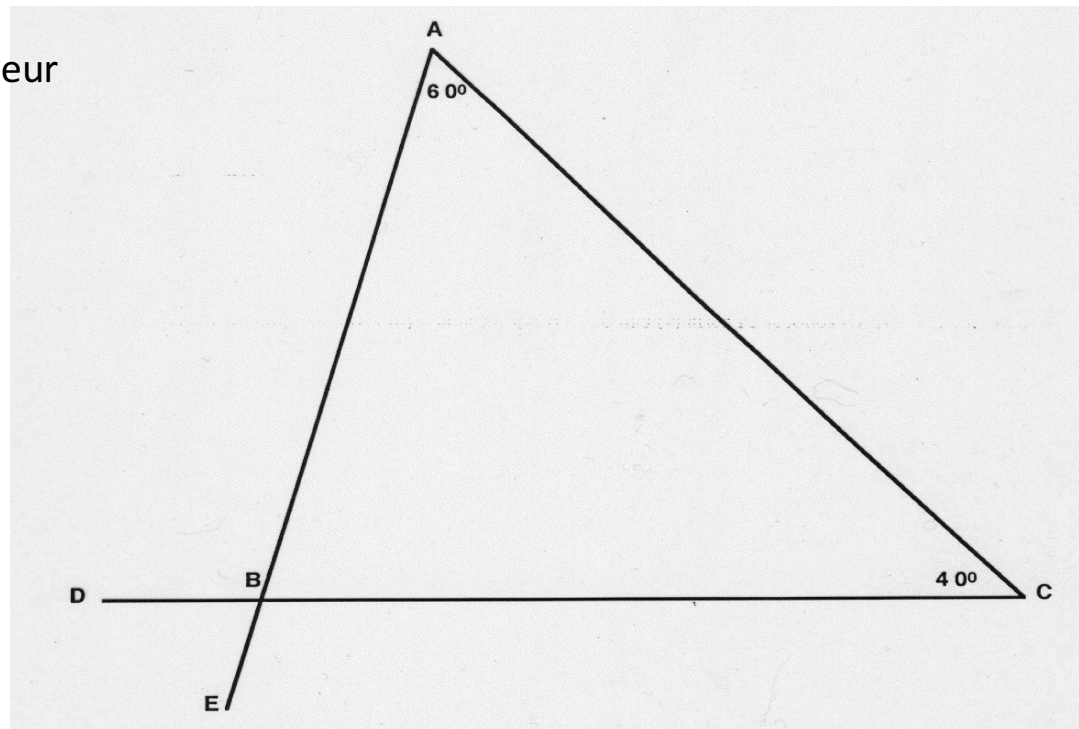
Alterner les problèmes résolus et les problèmes à résoudre

Donner le problème avec une solution partielle

Donner le (même) problème à résoudre

# Problème à résoudre

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.



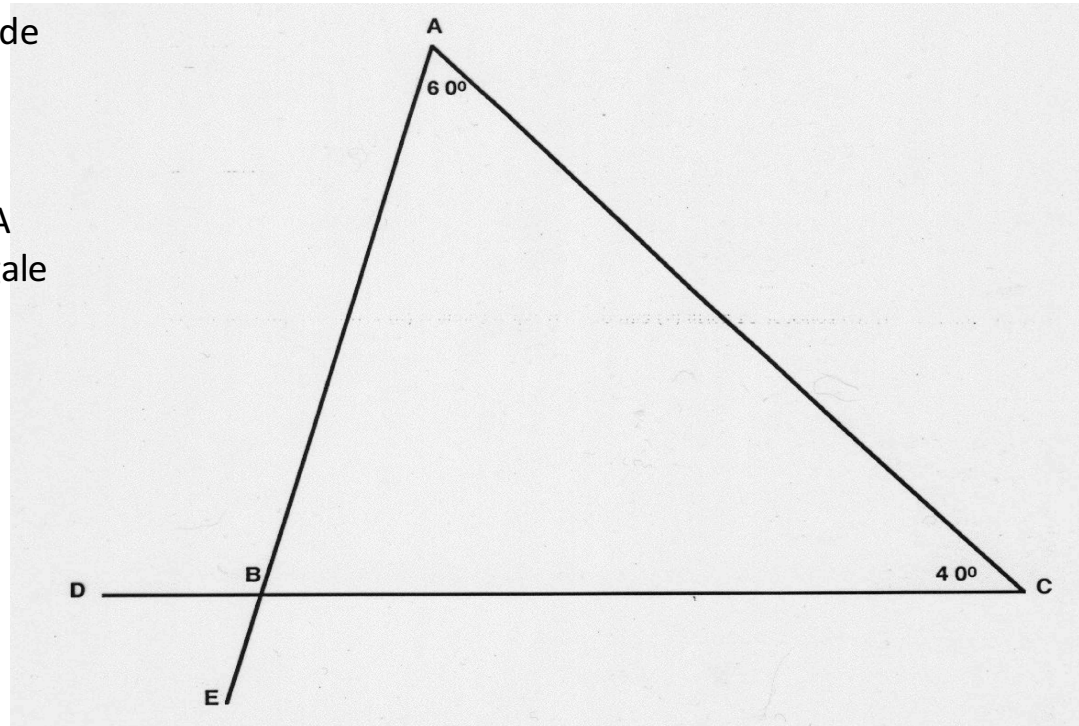
# Problème résolu

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.

Solution :

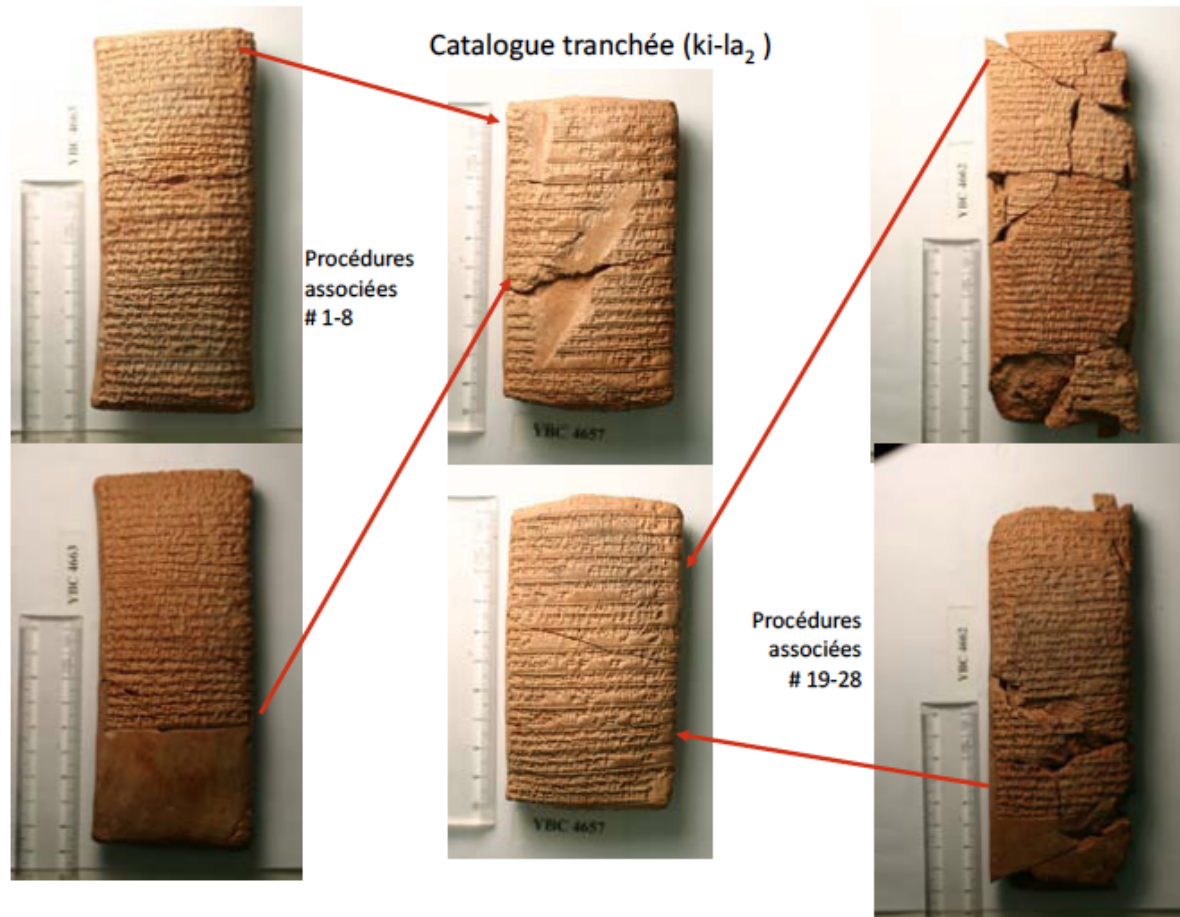
$$\begin{aligned}\text{Angle } ABC &= 180^\circ - \text{Angle } BAC - \text{Angle } BCA \\ &\text{(La somme des angles d'un triangle est égale à } 180^\circ\text{)} \\ &= 180^\circ - 60^\circ - 40^\circ \\ &= 80^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Angle } DBE &= \text{Angle } ABC \\ &\text{(deux angles opposés par le sommet sont égaux)} \\ &= 80^\circ\end{aligned}$$



# Tablettes cunéiformes

## Période paléo-babylonienne -2000



## 2. L'effet du problème résolu, du problème à compléter

- Exemple en Langues vivantes
- Exemple en production écrite



# Un exemple en Langues Vivantes



Learning and Instruction  
Volume 52, December 2017, Pages 69-79



l...

Learning subject content through a foreign language should not ignore human cognitive architecture: A cognitive load theory approach

Stéphanie Roussel <sup>a</sup>  , Danielle Joulia <sup>b</sup> , André Tricot <sup>c</sup> , John Sweller <sup>d</sup> 

 **Show more**

<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.04.007>

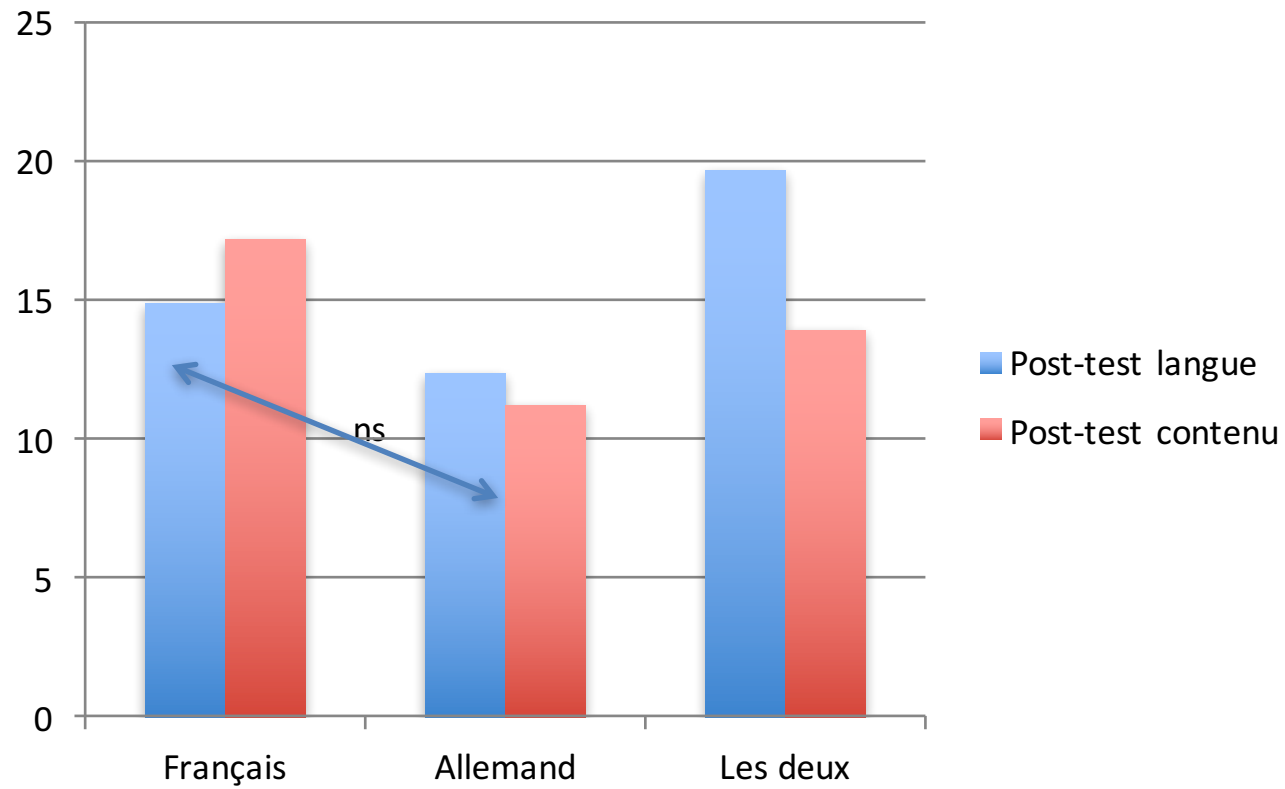
[Get rights and content](#)

---

# Méthode

- 102 participants étudiants en droit, LV Allemand
- Doivent apprendre un texte sur la cour européenne de justice
- Trois conditions expérimentales
  - Texte présenté en Français
  - Texte présenté en Allemand
  - Texte présenté en Allemand avec la traduction Française
- Pré-test sur le niveau en Langues
- Le niveau d'études en droit est contrôlé (L1 – M1)
- Post-test en langue : traduction de mots allemands contenus dans le texte
- Post-test contenu : questions sur les notions abordées, en Français
- Post-test transfert : utilisation des mots dans un autre contexte

# Résultats

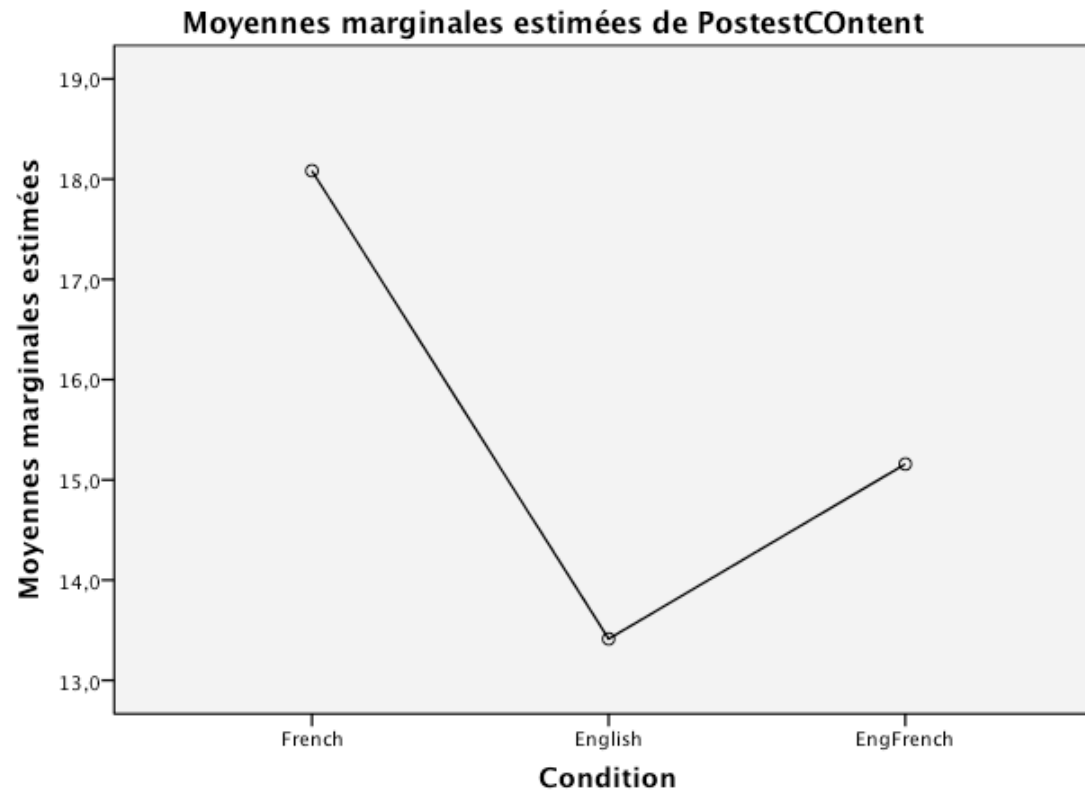


Aucun effet sur le post-test transfert

## Réplication en Anglais

- 111 participants étudiants en droit, LV Anglais, niveau L3
- Même matériel, mêmes conditions expérimentales, mêmes post-tests
- Pré-test sur le niveau en Anglais

# Réplication en Anglais

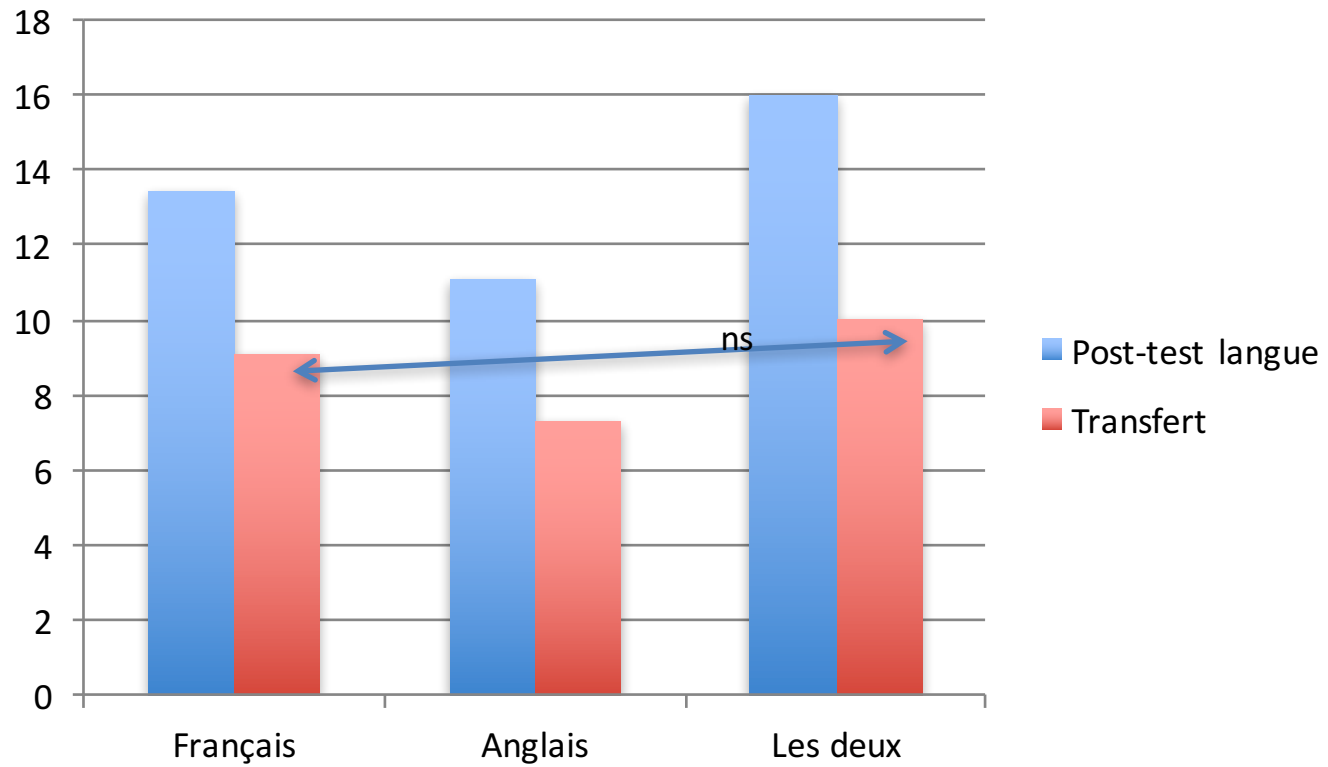


Les covariables apparaissant dans le modèle sont évaluées pour les valeurs suivantes : PreTest = 12,644

# Réplication

- 108 participants étudiants IUT informatique, LV anglais
- Doivent apprendre un texte sur le langage machine
- Trois conditions expérimentales
  - Texte présenté en Français
  - Texte présenté en Anglais
  - Texte présenté en Anglais avec la traduction Française
- Pré-test sur le niveau en Anglais
- Le niveau d'études est le même (pas contrôlé le niveau en info)
- Post-test en langue : traduction de mots anglais contenus dans le texte
- Post-test contenu : questions sur les notions abordées, en Français
- Post-test transfert : utilisation des mots dans un autre contexte

# Résultats



Aucun effet sur le post-test contenu

### 3. L'effet d'attention partagée, de modalité

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

---

Intégrer physiquement les informations que l'élève devra mettre en relation mentalement pour rendre cette information intelligible

Éliminer toutes les informations inutiles ou décoratives

Présenter les sources d'information que l'élève devra mettre en relation dans des modalités différentes (auditive et visuelle)

Éviter la redondance : ne pas répéter inutilement ce qui peut être présenté une seule fois d'une seule manière



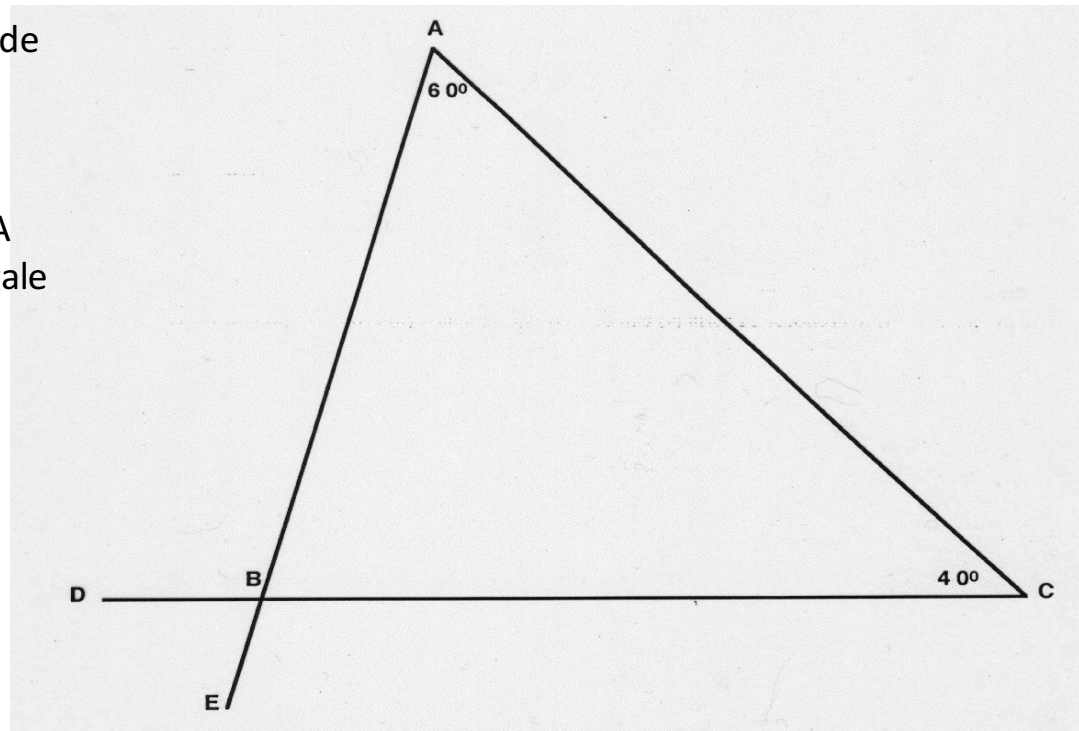
# Présentation séparée

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.

Solution :

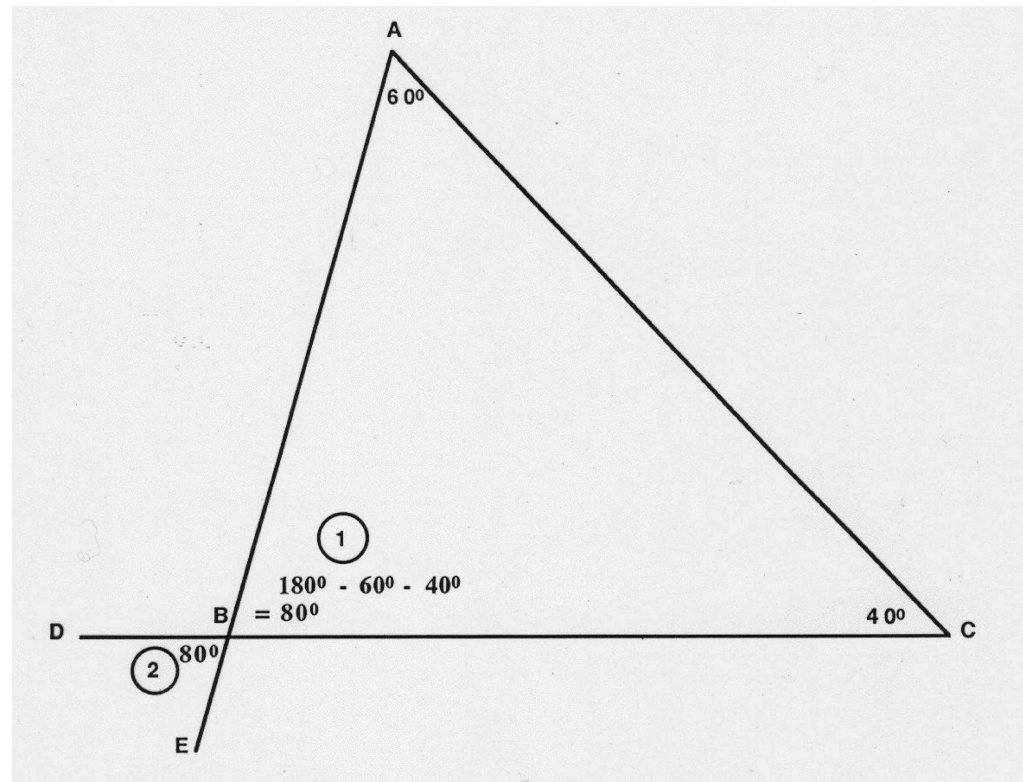
$$\begin{aligned}\text{Angle } ABC &= 180^\circ - \text{Angle } BAC - \text{Angle } BCA \\ &\text{(La somme des angles d'un triangle est égale à } 180^\circ\text{)} \\ &= 180^\circ - 60^\circ - 40^\circ \\ &= 80^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Angle } DBE &= \text{Angle } ABC \\ &\text{(deux angles opposés par le sommet sont égaux)} \\ &= 80^\circ\end{aligned}$$



# Présentation intégrée

Dans la figure ci-contre, trouvez la valeur de l'angle DBE.



## 4. L'effet de l'interactivité entre éléments, d'isolement des éléments

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie

Présenter le tout d'emblée plutôt que par parties, pour que l'élève puisse apprendre les relations entre les sections

## 5. L'effet de variété des exemples

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Variation des exemples, avec parcimonie en début d'apprentissage

Présenter l'information avec beaucoup de variabilité pour que l'élève puisse apprendre quelles variables sont pertinentes et quelles ne le sont pas

## 6. L'effet de disparition progressive du guidage

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Faire disparaître le guidage progressivement

D'emblée, ne pas guider, laisser l'élève explorer librement

# 7. L'effet d'auto-explication

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Demander à l'élève de mémoriser les relations les plus importantes

Demander à l'élève de s'auto-expliciter les relations les plus importantes

## 8. L'effet de l'information transitoire

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus en avancés pour le même apprentissage visé

---

Ne pas présenter d'information transitoire continue (oral, vidéo) ; présenter plutôt des informations statiques, faire des pauses aux moments pertinents et guider l'attention sur les parties pertinentes

Présenter de l'information transitoire continue (oral, vidéo)

Un exemple avec des élèves dyslexiques en CM2

## 9. L'effet du travail en groupe

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Proposer du travail en groupe (selon un scénario précis) quand l'apprentissage visé est éloigné des élèves ; sinon, le travail peut être réalisé seul

Si l'accès aux connaissances d'autrui est nécessaire, alors le travail en groupe est utile. Sinon, le travail individuel peut être mis en œuvre.



## Synthèse de Kirschner, Sweller, Kirschner & Zambrano (2018)

Principe	Description
Complexité de la tâche	Une collaboration efficace se produit lorsque la tâche est suffisamment complexe pour justifier le surcroît de travail
Guidage et soutien	Lorsque les étudiants font face à une nouvelle situation ou à un nouvel environnement de collaboration, il faut guider la réalisation de la tâche
Expertise du domaine	Plus l'expertise des membres du groupe dans le domaine de contenu est élevée, plus la collaboration est aisée
Compétences en matière de collaboration	Plus l'expertise des membres du groupe pour collaborer est élevée, plus la collaboration est aisée
Taille du groupe	Plus le groupe est grand plus la collaboration est difficile
Rôles au sein du groupe	Si chacun sait précisément ce qu'il a à faire alors la collaboration est aisée
Composition du groupe	Plus la répartition des connaissances entre les membres du groupe est hétérogène, plus la collaboration est difficile
Expérience antérieure de la tâche	Plus les membres de l'équipe ont de l'expérience, plus ils coordonnent leurs actions sur les tâches et plus la collaboration est aisée
Expérience antérieure du groupe	Plus les membres de l'équipe ont de l'expérience à travailler ensemble plus la collaboration est aisée

Avec les élèves les plus en difficultés pour l'apprentissage visé

Avec les élèves les plus avancés pour le même apprentissage visé

---

Mettre en exergue ce qui est important

Expliciter les liens entre les parties d'un tout

Ne pas tout expliquer :  
engager les élèves dans des activités de production d'inférences, d'hypothèses, de conjectures

# Plan

1. La théorie de la charge cognitive
2. Les effets mis en évidence
3. Discussion

# Discussion

- Des critiques importantes
  - Ignorance de la motivation
  - Pas toujours possible de distinguer la charge intrinsèque de la charge essentielle (LV2 par ex.)
  - Problème de réfutabilité
- Mais
  - Une approche scientifique classique en éducation
  - Articulation très forte avec recherche en didactiques des disciplines

Merci pour votre attention !

[andre.tricot@univ-tlse2.fr](mailto:andre.tricot@univ-tlse2.fr)