



Ces intuitions qui nous trompent dans l'apprentissage des sciences

Smart Start ULiège - 11 septembre 2025

Pierre-Xavier Marique et Vincent Natalis

Les auteurs ont contribué de façon équivalente à la publication



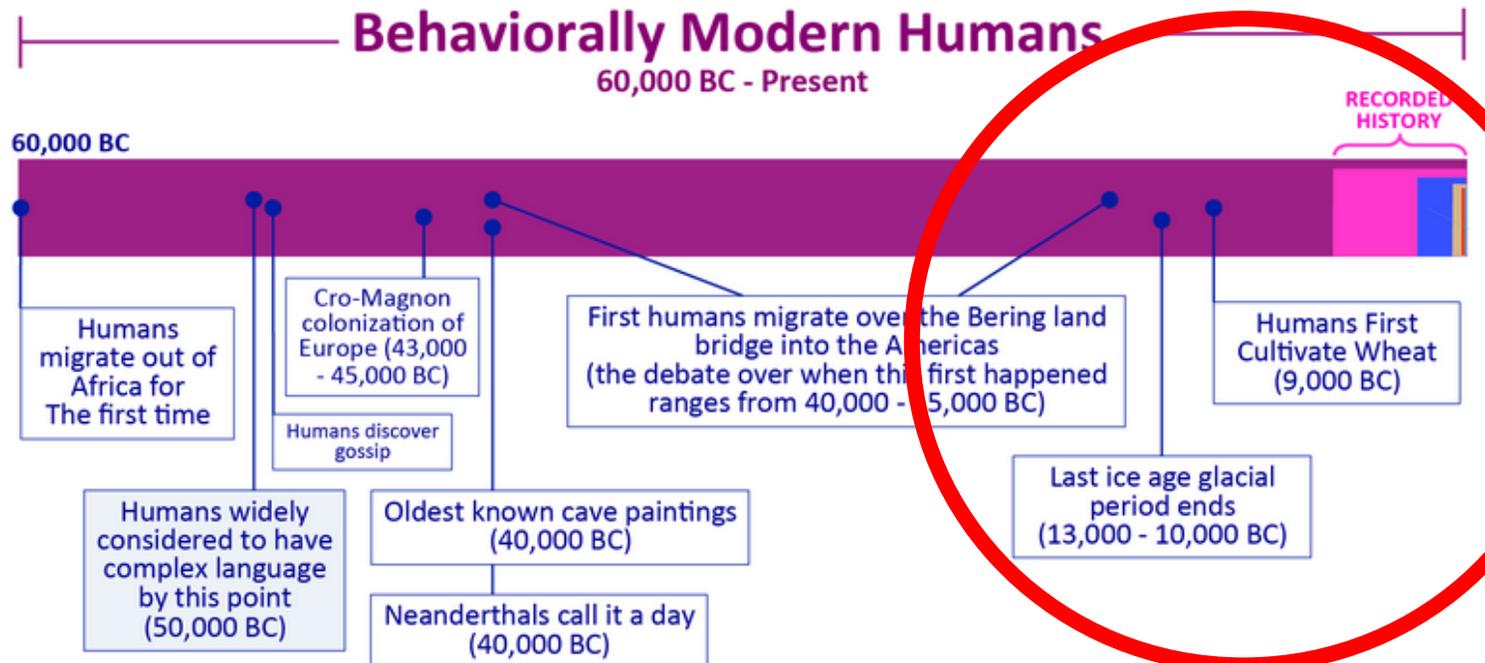
Confrontons nos intuitions !



OU <https://app.wooclap.com/DYMRPU>

Pourquoi certaines idées sont-elles intuitives ?

- Les idées du monde moderne sont advenues il y a 10 000 ans
= il y a très peu de temps



Pourquoi certaines idées sont-elles intuitives ?

- Les idées du monde moderne sont advenues il y a 10 000 ans
= il y a très peu de temps
- Avant ça, les humains avaient développé des idées primordiales en astronomie (voûte céleste), chimie (disparition de la matière), physique (chute des corps), etc.



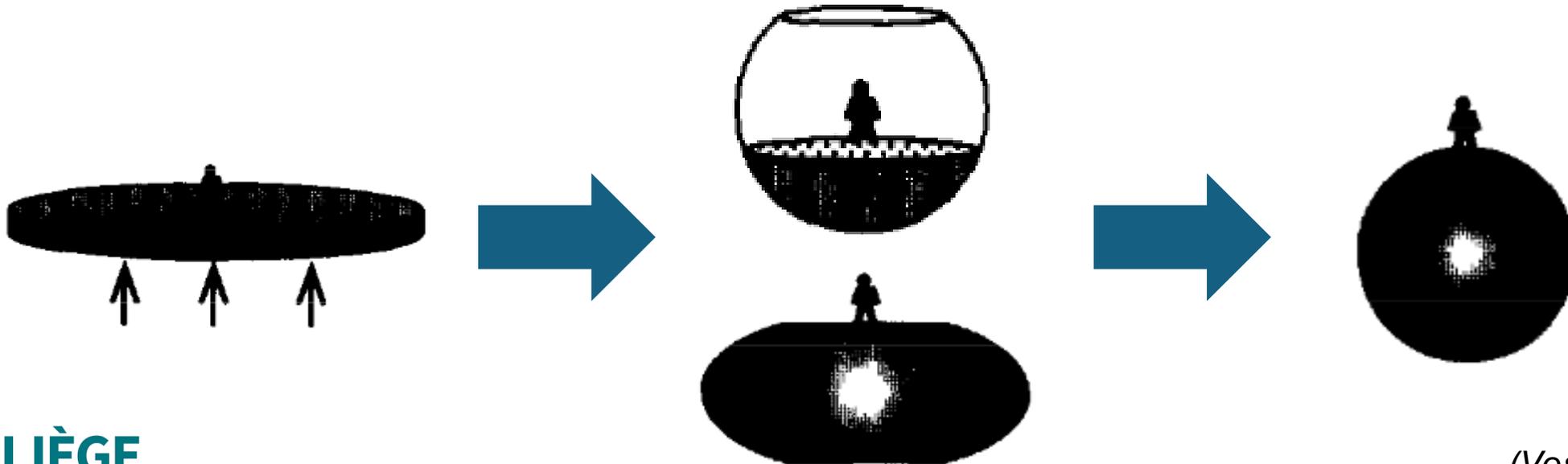
Pourquoi certaines idées sont-elles intuitives ?

- Les idées du monde moderne sont advenues il y a 10 000 ans
= il y a très peu de temps
- Avant ça, les humains avaient développé des idées primordiales en astronomie (voûte céleste), chimie (disparition de la matière), physique (chute des corps), etc.

Les idées scientifiques modernes ne sont pas ou peu compatibles avec les idées primordiales

L'enseignement tente de changer ces idées intuitives

- Comment les élèves abandonnent-ils leurs idées intuitives ?
- Premier résultat (années 80) : changement graduel et lent



L'enseignement tente de changer ces idées intuitives... Mais est-ce même possible ?

- Même les experts utilisent encore des idées intuitives mais fausses

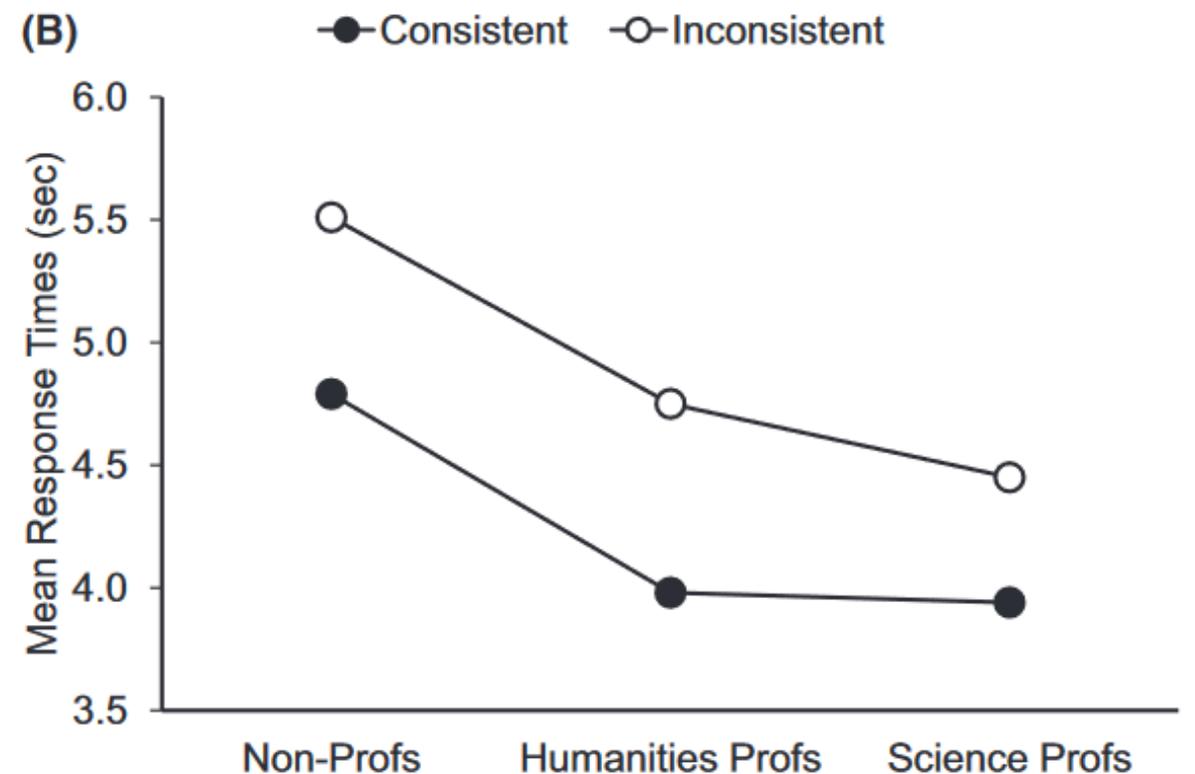
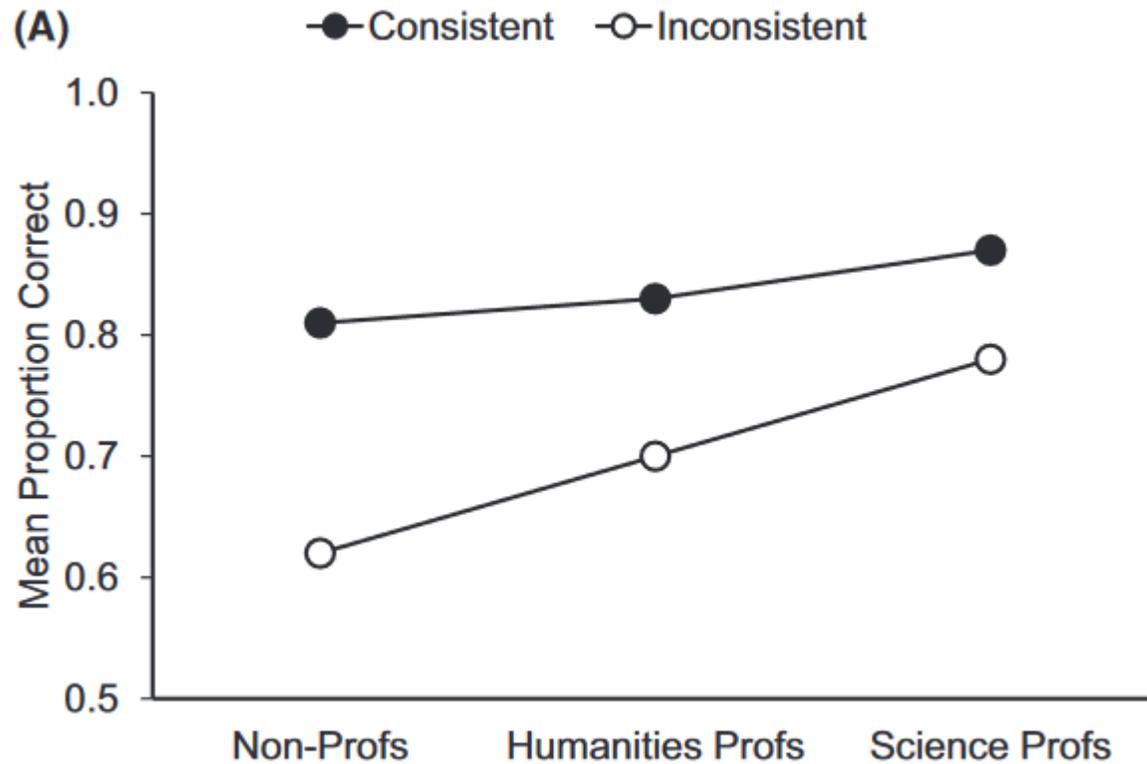
L'enseignement tente de changer ces idées intuitives... Mais est-ce même possible ?

Table 2
Sample intuition-consistent (TT, FF) and intuition-inconsistent (TF, FT) statements

Domain	Type	Statements
Germs	TT	Being sneezed on can make a person sick
	TF	Being cold can make a person sick
	FT	Being depressed can make a person sick
	FF	Being happy can make a person sick
Matter	TT	A log can be cut in half
	TF	A shadow can be cut in half
	FT	A grain of sand can be cut in half
	FF	An idea can be cut in half
Evolution	TT	Humans are more closely related to apes than monkeys
	TF	Apes are more closely related to monkeys than humans
	FT	Whales are more closely related to humans than fish
	FF	Whales are more closely related to plants than fish
Thermodynamics	TT	Heat increases an object's temperature
	TF	Heat increases an object's weight
	FT	Heat increases an object's size
	FF	Heat increases an object's color
Waves	TT	Sound travels through air
	TF	Sound travels through a vacuum
	FT	Sound travels through metal
	FF	Sound travels through foam

Note. TT = scientifically and intuitively true, TF = scientifically true but intuitively false, FT = intuitively false but scientifically true, FF = scientifically and intuitively false.

L'enseignement tente de changer ces idées intuitives... Mais est-ce même possible ?



L'enseignement tente de changer ces idées intuitives... Mais est-ce même possible ?

- Même les experts utilisent encore des idées intuitives mais fausses
- Les idées intuitives **coexistent** avec les raisonnements corrects
- L'utilisation d'idées non-intuitives nécessite de l'inhibition

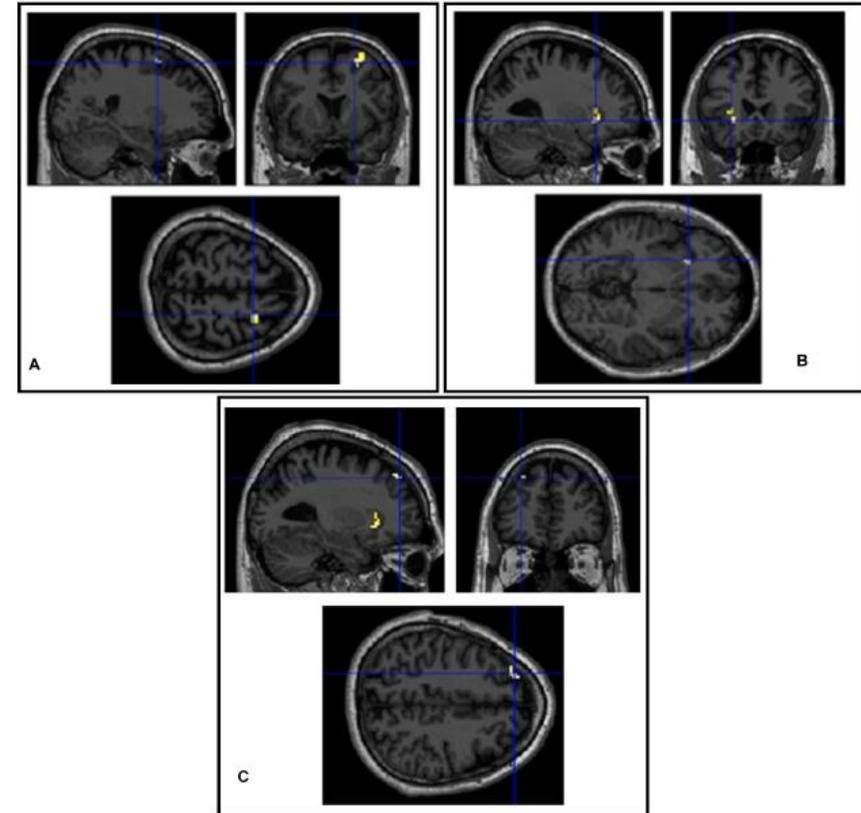
Un exemple d'étude montrant l'inhibition

17 experts professeurs de chimie en secondaire ou ou à l'université (min. 5 ans d'expérience)

Dans une IRMf

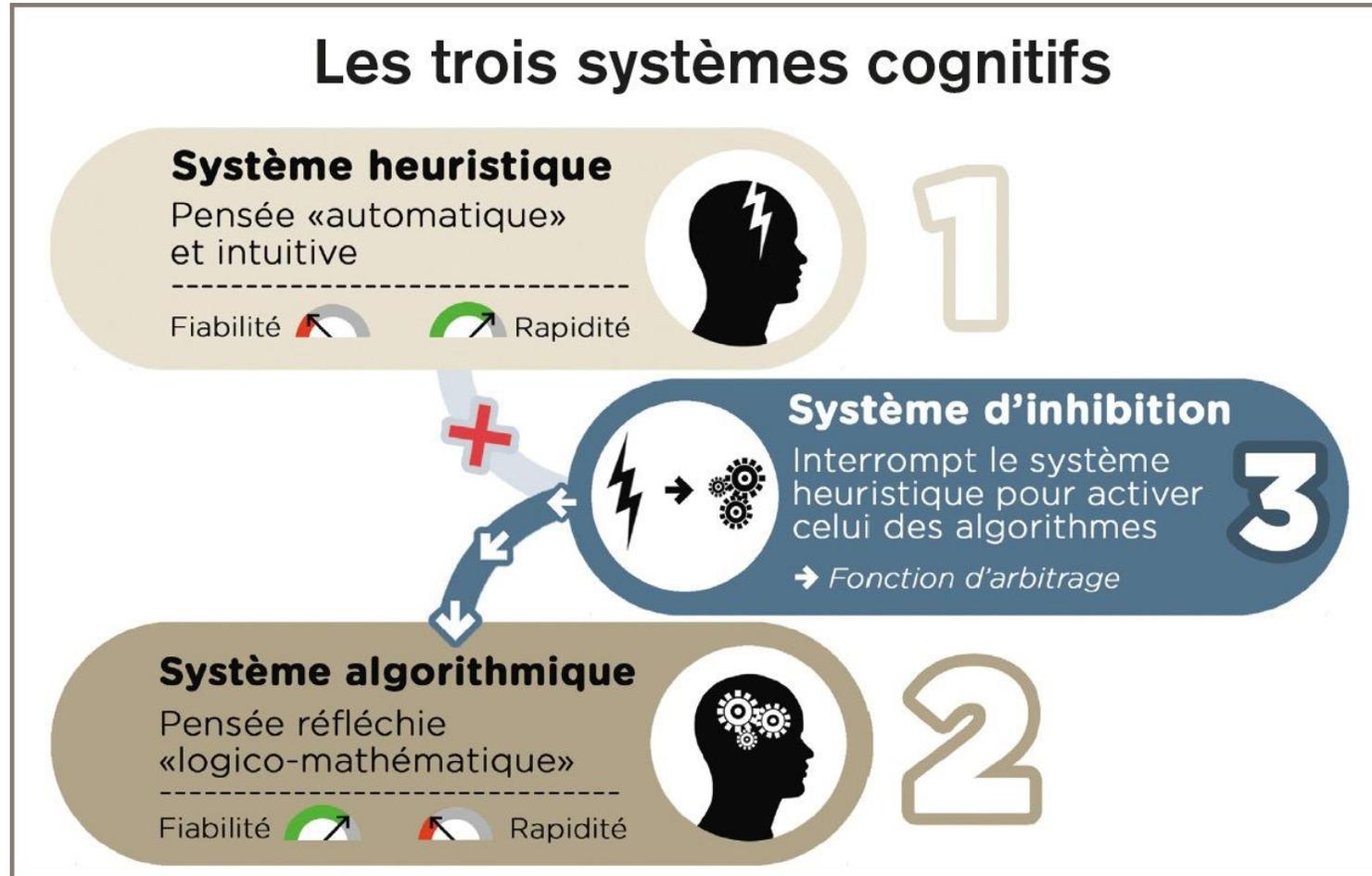
Type de tâche à réaliser : vérifier des « phrases-pièges » comme « Un acide avec deux H est plus fort qu'un acide avec un H » (faux)

➔ **Activation des zones cérébrales d'inhibition**



Activation (sagittal, coronal and axial) of the pre-SMA (A), the left VLPFC-Anterior insula (B), and the left DLPFC (C) (incongruent > congruent corrected; minimum 8 voxels; random effects analysis).

L'inhibition, késako ?



Un grand classique d'inhibition : la batte et la balle

Une batte de base-ball et une balle de base-ball coûtent, ensemble, 1€ et 10 centimes. La batte coûte 1€ de plus que la balle.
Combien coûte la balle ?

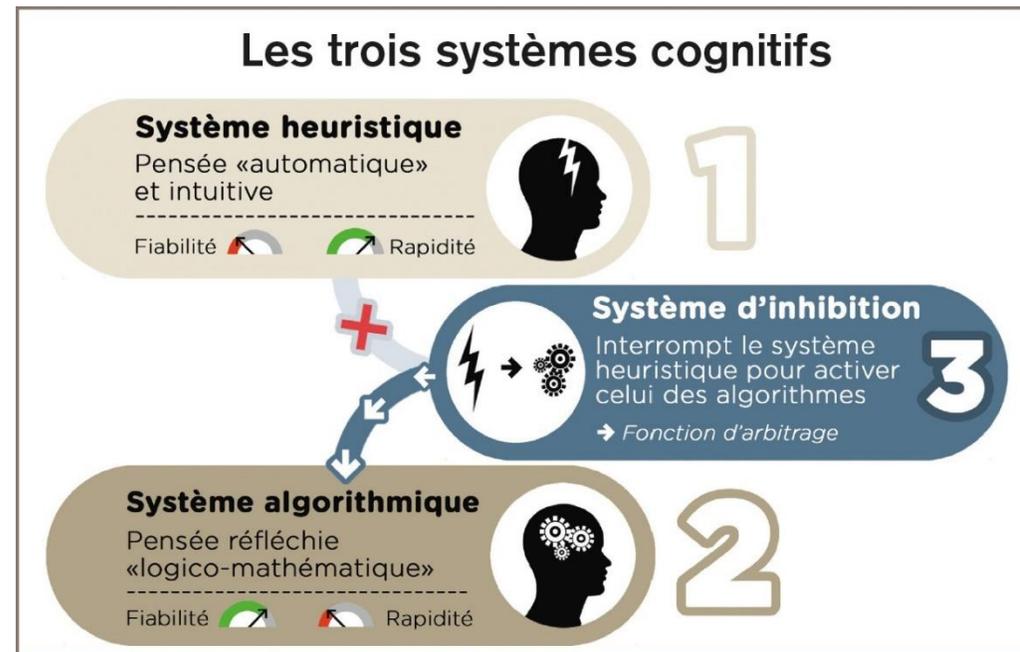
10 centimes !!

$$x + (x+1) = 1,1$$

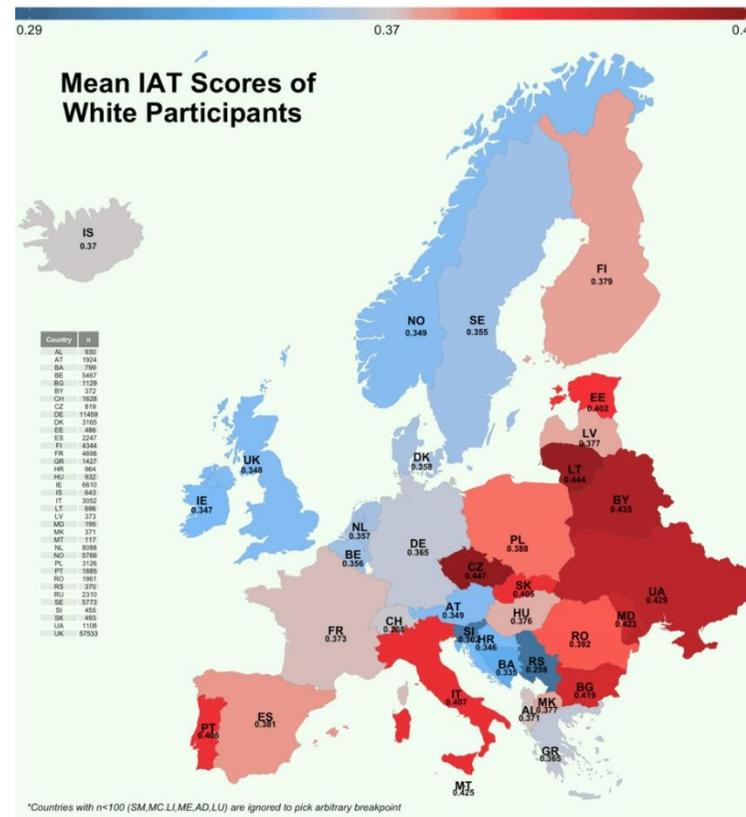
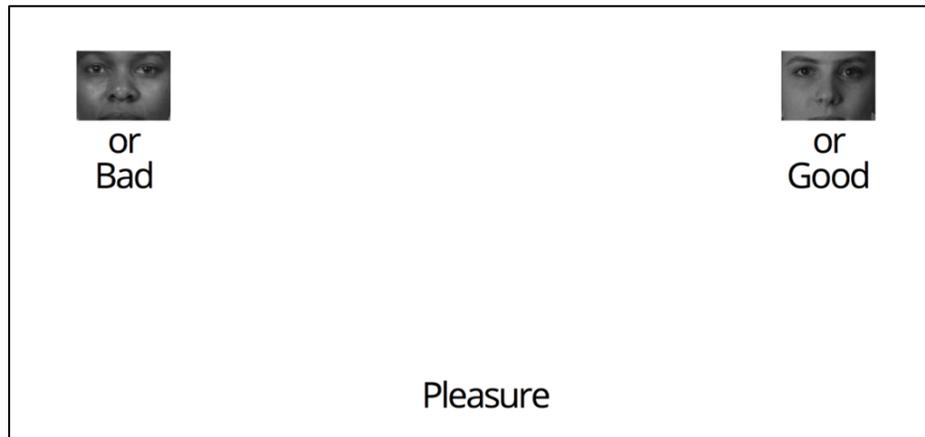
$$\Leftrightarrow 2x + 1 = 1,1$$

$$\Leftrightarrow x = (1,1 - 1)/2$$

$$\Leftrightarrow x = 0,05$$



(détour) L'inhibition, aussi une question sociale



Un exemple d'inhibition dans des examens de chimie

Sélectionnez l'option correcte ci-dessous

Supposons qu'un échantillon d'eau pure soit à ébullition depuis 30 minutes. De quoi sont composées les bulles qui se forment ?

- a. Air
- b. Oxygène gazeux et hydrogène gazeux
- c. Oxygène
- d. Vapeur
- e. Chaleur

Un exemple d'inhibition dans des examens de chimie

Retour au Wooclap

Un exemple d'inhibition dans des examens de chimie

Sélectionnez l'option correcte ci-dessous

Supposons qu'un échantillon d'eau pure soit à ébullition depuis 30 minutes. De quoi sont composées les bulles qui se forment ?

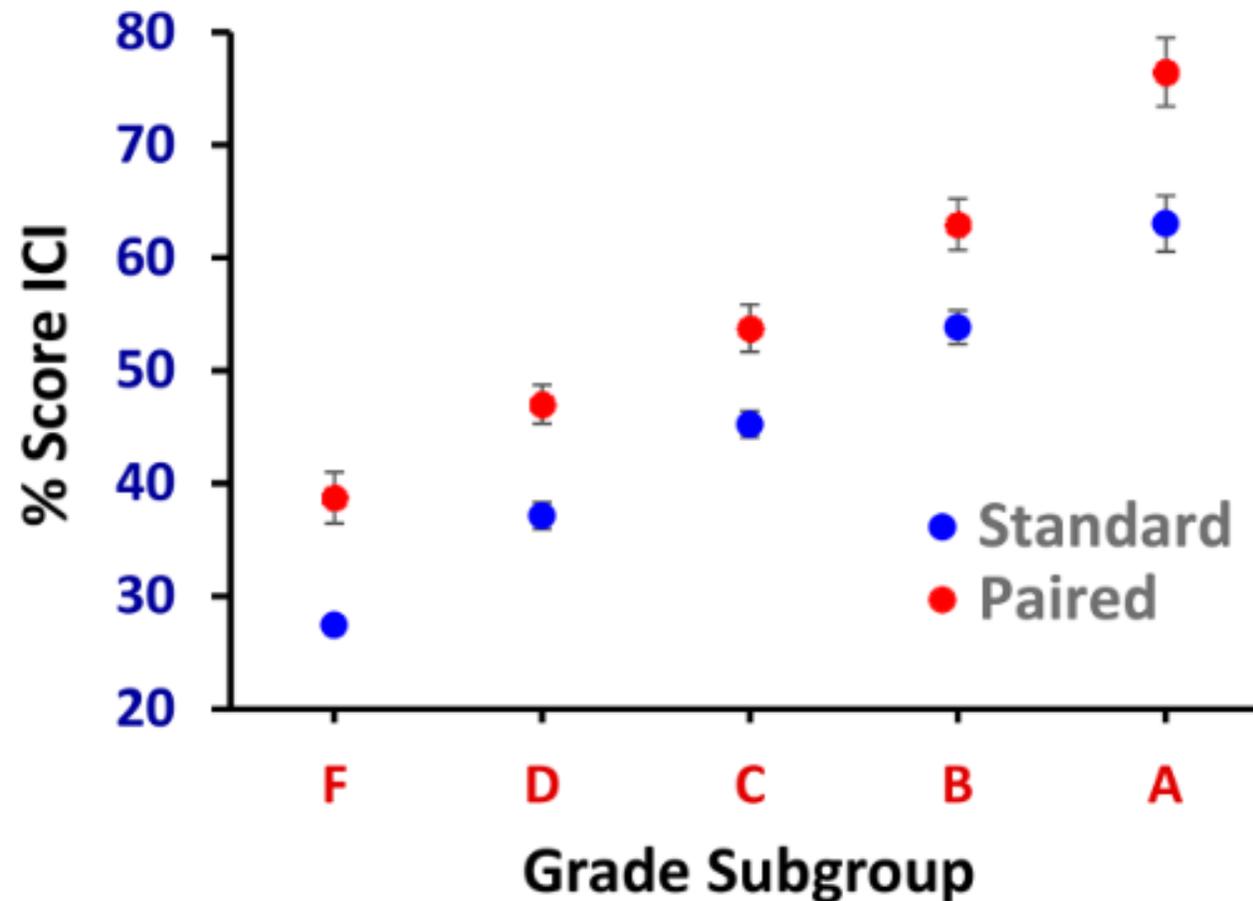
- a. Air
- b. Oxygène gazeux et hydrogène gazeux
- c. Oxygène
- d. Vapeur
- e. Chaleur

*Sélectionnez l'option ci-dessous qui, selon vous, est la plus souvent choisie par les élèves qui se trompent sur cette question parce qu'ils ne réfléchissent pas attentivement à ce que la question demande ou **qu'ils sont induits en erreur par leur intuition.***

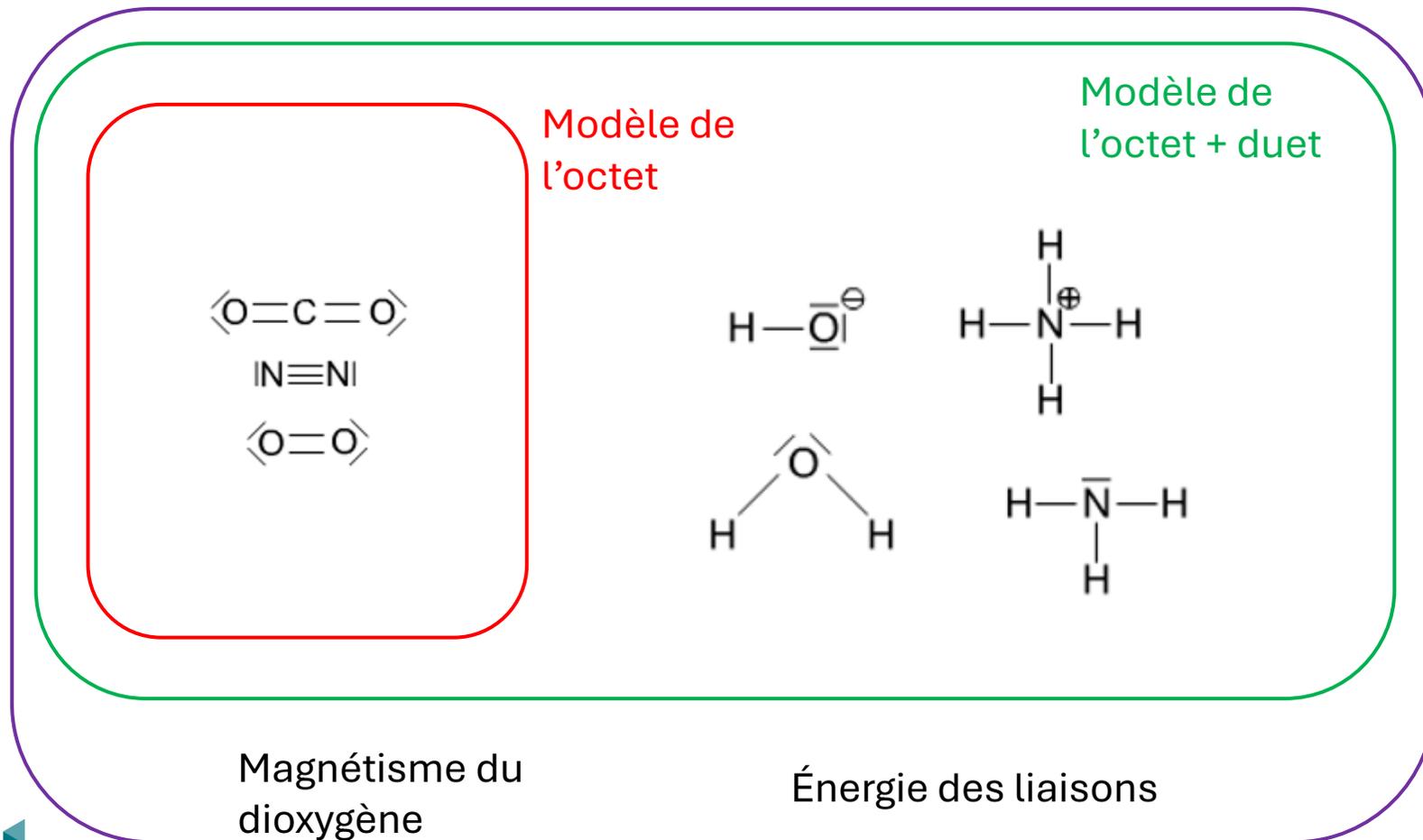
Un exemple d'inhibition dans des examens de chimie

N (standard) = 1076

N (apparié) = 397



Connaissez les domaines de validité



Connaissez les **limites** des modèles que vous employez !

(Attention à ne pas confondre **universalité** et **utilité**)

Modèle des orbitales moléculaires

(Sommeiller et al., 2021)



Connaissez les domaines de validité

En physique aussi...

Exemple : Formule de la portée d'un mouvement balistique (parabolique)

$$d = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta)$$

Conditions de validité ?

- Altitude de départ = altitude d'arrivée
- Absence de frottement
- Variation d'altitude faible (sinon g varie)

Comment vérifier ces intuitions ?

- En saisissant toutes les opportunités d'apprentissages et d'évaluations (formatives)
 - Diagnostic Mesure du progrès
 - Feedback
 - Conseils (régulation) et autorégulation Alertes
 - Boost pour votre auto-évaluation
 - Connaissance des critères d'évaluation
 - ...

Motivation

Mémoire/rétention

Confiance en soi

Comment vérifier ces intuitions ?

- En saisissant toutes les opportunités d'apprentissages et d'évaluations (formatives)

- Diagnostic Mesure du progrès
- Feedback
- Conseils (régulation) et autorégulation Alertes
- Boost pour votre auto-évaluation
- Connaissance des critères d'évaluation
- ...

Motivation

Mémoire/rétention

Confiance en soi

Comment vérifier ces intuitions ?

- En saisissant toutes les opportunités d'apprentissages et d'évaluations (formatives)
- En analysant les feedbacks et les feedforwards
- En utilisant **correctement** les ressources **adéquates**
 - Privilégiez les ressources fournies par les enseignants
 - Travaillez de manière autonome et persévérez
 - ⇔ Trompez vous... avant l'examen ! 🤪
 - Analysez, réfléchissez, synthétiser, ... par vous-même
 - Si vous utilisez l'**IA**, faites-le intelligemment et avec esprit critique ! **On y revient tout à l'heure !** 🤖

Pour vivre, un arbre a besoin de nourriture. Quelle est la source de nourriture principale d'un arbre ?



1. L'eau contenue dans le sol



2. Le CO₂ de l'air



3. La matière organique contenue dans le sol



4. Les minéraux contenus dans le sol



5. La lumière du soleil

Parmi les types de liaisons proposées, lequel libérera le plus d'énergie lorsque la liaison sera rompue et que les atomes seront séparés ?



1. $C\equiv C$



2. $C=C$



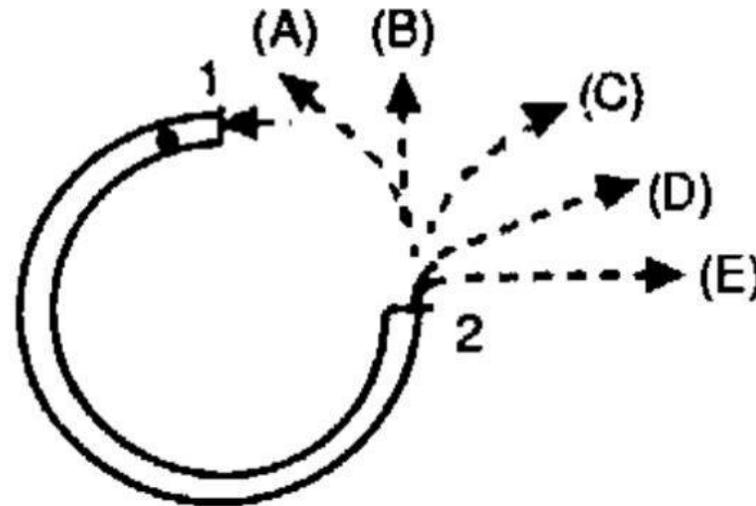
3. $C-C$



4. Aucune énergie ne sera libérée lorsque l'une de ces liaisons sera rompue et que les atomes seront séparés

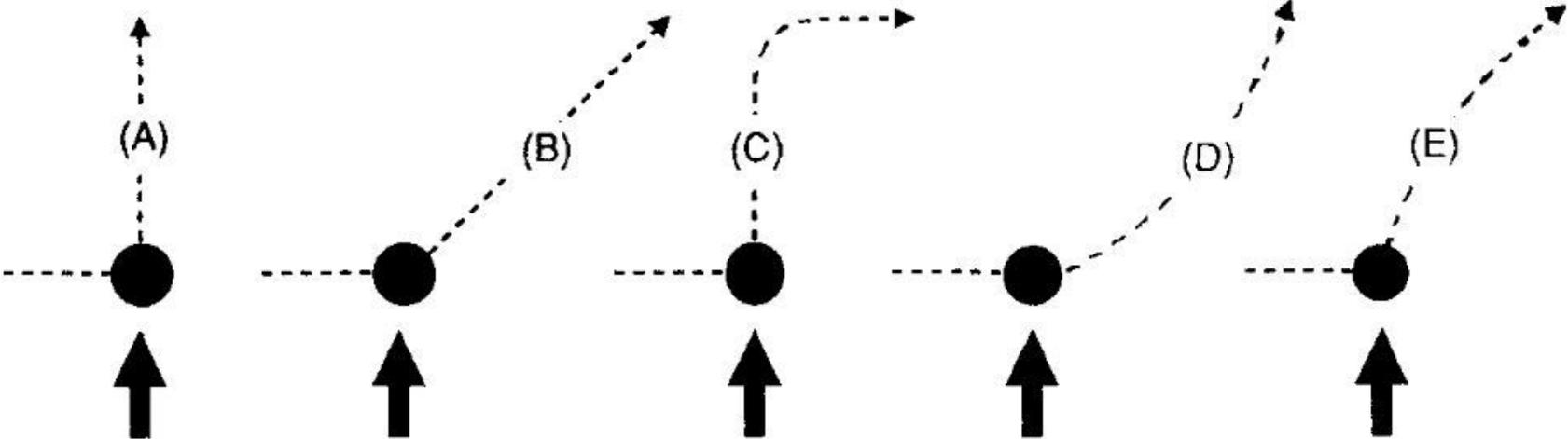
La figure montre un tuyau qui a été solidement attaché sur une table, à l'horizontale. La figure montre donc la situation vue du dessus. Une bille entre dans le tuyau à l'endroit 1 et ressort à l'endroit 2. Quelle est la bonne trajectoire de la bille lorsqu'elle sort du tuyau et roule sur la table ?

- 1. (A)
- 2. (B)
- 3. (C)
- 4. (D)
- 5. (E)



Un palet de hockey glisse sur une surface horizontale sans friction. Le puck reçoit un « coup » instantané et horizontal dans la direction de la grosse flèche noire. Quel est le mouvement du palet de hockey après avoir reçu le coup ?

- 1. (A)
- 2. (B)
- 3. (C)
- 4. (D)
- 5. (E)



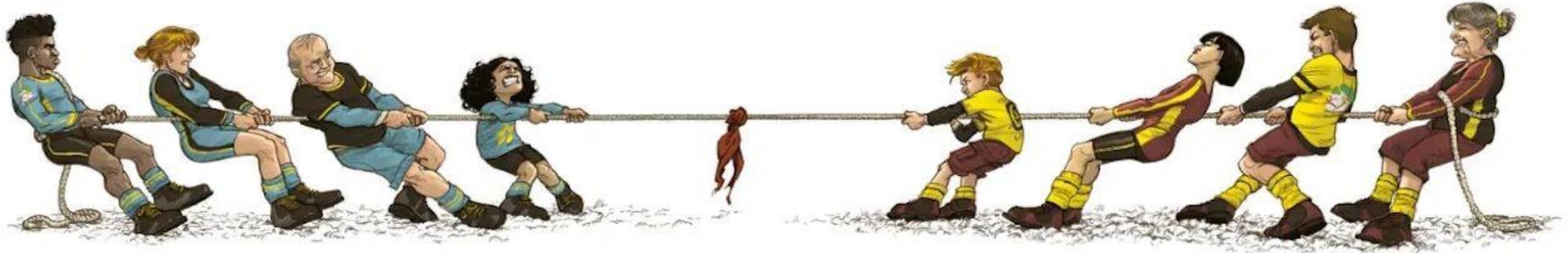
Soit une pièce de monnaie jetée en l'air à la verticale. Après avoir été lâchée, la pièce monte, atteint son point le plus haut et retombe ensuite. On néglige la résistance de l'air et la rotation de la pièce sur elle-même. Quelle proposition concernant la résultante des forces subie par la pièce est correcte ?

-  1. La résultante des forces est d'abord dirigée vers le haut et diminue en intensité au cours de la montée, s'annule au sommet, puis est dirigée vers le bas et augmente en intensité au cours de la descente.
-  2. La résultante des forces est d'abord dirigée vers le bas et diminue en intensité au cours de la montée, s'annule au sommet, puis est dirigée de nouveau vers le bas et augmente en intensité au cours de la descente.
-  3. La résultante des forces est d'abord dirigée vers le haut et diminue en intensité au cours de la montée, s'annule au sommet, puis est dirigée vers le bas et est constante en intensité au cours de la descente.
-  4. La résultante des forces est dirigée vers le bas tout au long de la trajectoire et son intensité est constante.

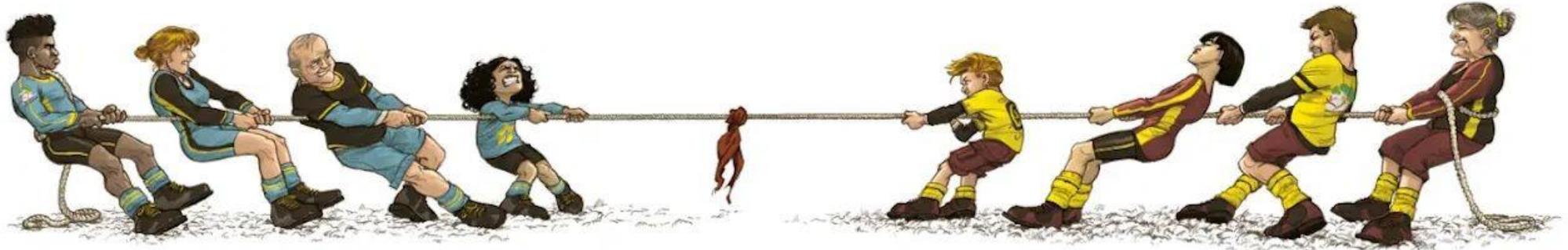
Pour qu'un objet continue à avancer à vitesse constante...

-  1. ... il faut appliquer une force pour maintenir le mouvement.
-  2. ... il ne faut pas nécessairement appliquer de force.
-  3. ... il faut parfois une force, ça dépend de la masse de

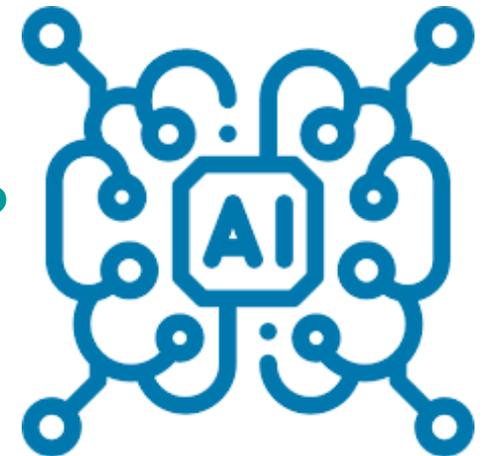
Lors d'un "tir à la corde", l'équipe A est à gauche et l'équipe B à droite. Après quelques instants, on peut observer que le noeud au centre de la corde se déplace vers la partie de terrain occupée par l'équipe B. Que pouvons-nous affirmer ?



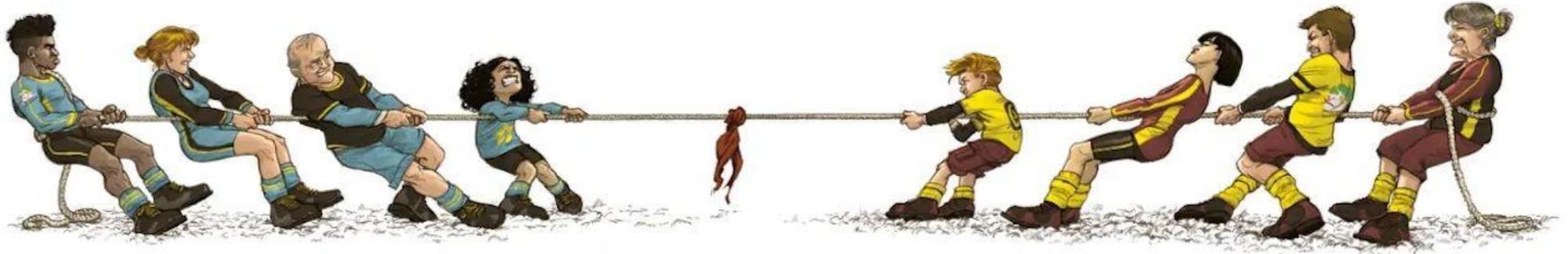
Lors d'un "tir à la corde", l'équipe A est à gauche et l'équipe B à droite. Après quelques instants, on peut observer que le noeud au centre de la corde se déplace vers la partie de terrain occupée par l'équipe B. Que pouvons-nous affirmer ?



Exercice pratique : l'IA peut-elle (vraiment) m'aider ?



Lors d'un "tir à la corde", l'équipe A est à gauche et l'équipe B à droite. Après quelques instants, on peut observer que le noeud au centre de la corde se déplace vers la partie de terrain occupée par l'équipe B. Que pouvons-nous affirmer ?



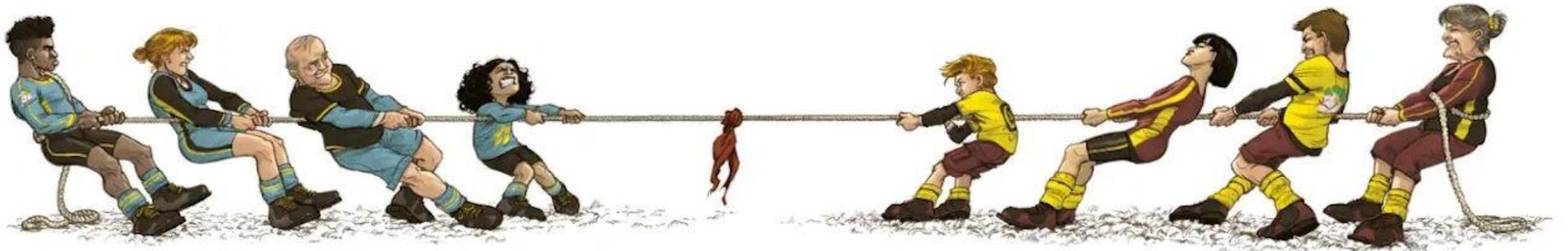
- 1. L'équipe A tire plus fortement sur la corde que l'équipe B
- 2. L'équipe B tire plus fortement sur la corde que l'équipe A
- 3. Les deux équipes tirent identiquement sur la corde
- 4. On ne sait pas répondre si on ne connaît pas le type de mouvement décrit par le noeud

Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Exemple : Lors d'un "tir à la corde", l'équipe A est à gauche et l'équipe B à droite. Après quelques instants, on peut observer que le noeud au centre de la corde se déplace vers la partie de terrain occupée par l'équipe B. Que pouvons-nous affirmer ?



Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Bonne question piège 🙄 !



Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Bonne question piège 🙄 !



Lors d'un tir à la corde, il faut distinguer deux choses :

- la force que chaque équipe exerce sur la corde,
- la force que le sol exerce sur chaque équipe (via les frottements), qui est en fait ce qui décide du vainqueur.



Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Bonne question piège 👁️ !



Lors d'un tir à la corde, il faut distinguer deux choses :

- la force que chaque équipe exerce sur la corde,
- la force que le sol exerce sur chaque équipe (via les frottements), qui est en fait ce qui décide du vainqueur.

👉 Le nœud central se déplace vers la droite : cela signifie que la force exercée par l'équipe B sur la corde est plus grande que celle exercée par l'équipe A.

Autrement dit : l'équipe B tire plus fort sur la corde que l'équipe A.



Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Bonne question piège 👁️ !



Lors d'un tir à la corde, il faut distinguer deux choses :

- la force que chaque équipe exerce sur la corde,
- la force que le sol exerce sur chaque équipe (via les frottements), qui est en fait ce qui décide du vainqueur.

👉 Le nœud central se déplace vers la **droite** : cela signifie que la force exercée par l'équipe B sur la corde est plus grande que celle exercée par l'équipe A.

Autrement dit : l'équipe B tire plus fort sur la corde que l'équipe A.

⚠️ Attention toutefois : en réalité, la victoire vient surtout de la capacité d'une équipe à s'ancrer au sol (forces de frottement plus grandes), et pas seulement de la force dans les bras. Mais pour ta question, puisque le nœud se déplace vers la droite, c'est bien l'équipe B qui exerce la plus grande force sur la corde.



Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Bonne question piège 👁️ !



Lors d'un tir à la corde, il faut distinguer deux choses :

- la force que chaque équipe exerce sur la corde,
- la force que le sol exerce sur chaque équipe (via les frottements), qui est en fait ce qui décide du vainqueur.

👉 Le nœud central se déplace vers la droite car la force exercée par l'équipe A est plus grande que celle exercée par l'équipe B.
Autrement dit : l'équipe B tire plus fort sur la corde.

⚠️ Attention toutefois : en réalité, la victoire est déterminée par la force de frottement exercée par le sol sur les bras. Mais pour ta question, c'est l'équipe qui exerce la plus grande force sur la corde.



exercée par l'équipe B sur la corde

est exercée par le sol sur les bras. Mais pour ta question, c'est l'équipe qui exerce la plus grande force sur la corde.



Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Si vous repérez une erreur

ou

Si vous avez un doute

→ **Confrontez l'IA**

Exemple :

Mais la tension dans la corde est pourtant partout la même, non ?

Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !

Mais la tension dans la corde est pourtant partout la même, non ?

Très bonne remarque 👍

Tu as raison : **si la corde est supposée idéale** (sans masse et inextensible), alors la tension est partout la même dans la corde.

Mais attention : ce fait ne change pas la conclusion physique.

- La corde transmet une **tension** identique en tout point (même valeur de force, sens opposé, car elle est supposée idéale et sans masse).
- Donc **la force que la corde exerce sur l'équipe A** est égale en intensité à celle qu'elle exerce sur l'équipe B.
- Mais la question est subtile : *quelle équipe applique la force la plus grande sur la corde ?*

Quelles ressources utiliser ?

Très bonne remarque 👍

Tu as raison : **si la corde est supposée idéale** (sans masse et inextensible), alors la tension est partout la même dans la corde.

Mais il faut bien distinguer deux choses :

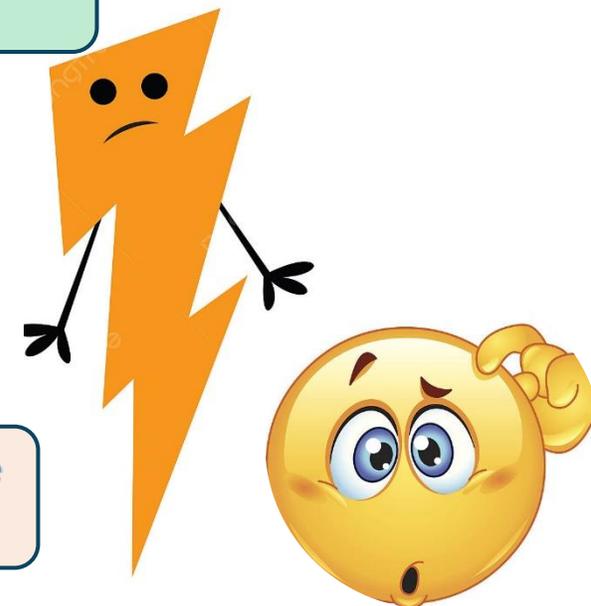
- La corde transmet une **tension** identique en tout point (même valeur de force, sens opposé, car elle est supposée idéale et sans masse).
- **Donc la force que la corde exerce sur l'équipe A est égale en intensité à celle qu'elle exerce sur l'équipe B.**
- Mais la question est subtile : *quelle équipe applique la force la plus grande sur la corde ?*

👉 Si le nœud se déplace vers la droite, c'est que la **force de l'équipe B sur le sol (via le frottement) est supérieure** à celle de l'équipe A.

Cela lui permet de pousser plus fort contre le sol et donc de **tirer davantage sur la corde**.

Donc la réponse est bien :

➡ **l'équipe B exerce la force la plus grande sur la corde**, ce qui entraîne le déplacement du nœud (et de toute la corde) vers la droite.



Quelles ressources utiliser ?

3 ajustements plus tard...

Réflexion durant 1m 20s

Tu as tout à fait raison — et merci de m'avoir repris 👍.

Je me suis emmêlé entre **forces sur la corde** et **forces avec le sol**.

Ce qui est correct (3e loi respectée)

- À chaque extrémité :
 $\mathbf{F}_{\text{corde} \rightarrow \text{A}} = -\mathbf{F}_{\text{A} \rightarrow \text{corde}}$ et
 $\mathbf{F}_{\text{corde} \rightarrow \text{B}} = -\mathbf{F}_{\text{B} \rightarrow \text{corde}}$.
- Si la corde est **de masse négligeable** (cas standard) ou si elle se déplace à vitesse constante, la somme des forces sur la corde est nulle \Rightarrow
 $F_{\text{A} \rightarrow \text{corde}} = F_{\text{B} \rightarrow \text{corde}} = T$ (même tension aux deux bouts).
Donc **les deux équipes tirent la corde avec la même intensité**, même si le nœud se déplace vers la droite.

Alors pourquoi ça bouge vers la droite ?

Parce que le sol fournit des forces de frottement différentes :

$$\begin{aligned}m_A a &= T - f_A, \\m_B a &= f_B - T \\ \Rightarrow (m_A + m_B) a &= f_B - f_A.\end{aligned}$$

Le mouvement vers la droite signifie simplement que $f_B > f_A$. La corde ne "choisit" pas le vainqueur : c'est l'**ancrage au sol**.



Quelles ressources utiliser ?

3 ajustements plus tard...

Réflexion durant 1m 20s

Tu as tout à fait raison — et merci de m'avoir repris 👍.

Je me suis emmêlé entre **forces sur la corde** et **forces avec le sol**.

Ce qui est correct (3e loi respectée)

- À chaque extrémité :

$$\mathbf{F}_{\text{corde} \rightarrow \text{A}} = -\mathbf{F}_{\text{A} \rightarrow \text{corde}} \text{ et}$$

$$\mathbf{F}_{\text{corde} \rightarrow \text{B}} = -\mathbf{F}_{\text{B} \rightarrow \text{corde}}.$$

- Si la corde est **de masse négligeable** (cas standard) ou si elle se déplace à vitesse constante, la somme des forces sur la corde est nulle \Rightarrow *Et l'IA va même plus loin que l'explication...*

$$F_{\text{A} \rightarrow \text{corde}} = F_{\text{B} \rightarrow \text{corde}} = T \text{ (même tension aux deux bouts).}$$

Donc **les deux équipes tirent la corde avec la même intensité**, même si le droit.

Alors pourquoi ça bouge vers la droite ?

Parce que le **sol** fournit des forces de frottement différentes :

$$m_A a = T - f_A,$$

$$m_B a = f_B - T$$

$$\Rightarrow (m_A + m_B) a = f_B - f_A.$$

Le mouvement vers la droite signifie simplement que $f_B > f_A$. La corde ne "choisit" pas le vainqueur : c'est

l'**ancrage au sol**.

Quand pourrait-on avoir $F_{\text{B} \rightarrow \text{corde}} > F_{\text{A} \rightarrow \text{corde}}$?

Si la corde a une **masse non négligeable ET accélère** vers la droite, alors

$$F_{\text{B} \rightarrow \text{corde}} - F_{\text{A} \rightarrow \text{corde}} = m_{\text{corde}} a,$$

et le côté droit exerce bien une force plus grande sur la corde.

Mais ce n'est pas le modèle idéal "corde légère/inextensible" implicite de la plupart des exercices.

👉 Conclusion : dans le cadre habituel (corde légère), **pas de violation de la 3e loi et les forces sur la corde sont égales** ; le nœud qui part à droite révèle seulement que **B a plus d'adhérence au sol**. Mea culpa pour la confusion initiale !



Quelles ressources utiliser ?

Comment fait un expert ?

Agis et penses comme un physicien ou un mathématicien. Ne te fies pas à tes premières intuitions et analyse le problème en décomposant les mouvements, les forces et les autres mécanismes en action. Je vais te demander de résoudre une question de physique. Es-tu prêt ?

Réflexion durant 7s

Oui, prêt.

Donne-moi l'énoncé complet (toutes les données numériques et leurs unités, conditions initiales, hypothèses éventuelles, et un schéma si possible).

Méthode que je suivrai : définir le système, établir les forces/mouvements, choisir le référentiel, écrire les lois (Newton/énergie/quantité de mouvement), vérifier les unités et les cas limites.



#1. Système = « équipes + corde »

Les seules forces **horizontales externes** sont les frottements du sol sur A (vers la gauche) et sur B (vers la droite).

$$\sum F_{\text{ext}} = f_B - f_A = M_{\text{total}} a_{\text{CM}}$$

Si le nœud (et donc le centre de masse) part vers la droite (côté B), alors durant cette phase on a $f_B > f_A$ (au moins au début du mouvement). Autrement dit, **B "pousse" plus fort sur le sol** (et le sol pousse B plus fort) : c'est la **friction sol-chaussures** qui fait gagner, pas "qui tire le plus fort" *sur l'adversaire*.

Quelles ressources utiliser ?



Attention à ChatGPT et autres IA !



En conclusion :

- Questionnez-vous
- Promptez bien, précisément et clairement
- N'ayez pas une confiance aveugle en l'IA
- En cas de doute (ou d'erreur) → confrontez l'IA
- Vérifiez avec d'autres sources

→ Analysez !



Quelles ressources utiliser ?

Pour dompter nos intuitions, analysons !

Pourquoi c'est important d'analyser ce qu'on peut faire ?

- ↑ contrôlabilité
- ↑ confiance en soi
- ↓ réduire ses intuitions
- ↑ **chance de réussite**



Votre avis nous intéresse !



Références

- Potvin, P., Malenfant-Robichaud, G., Cormier, C., & Masson, S. (2020). Coexistence of Misconceptions and Scientific Conceptions in Chemistry Professors: A Mental Chronometry and fMRI Study. *Frontiers in Education*, 5, 542458. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.542458>
- Shtulman, A., & Harrington, K. (2016). Tensions Between Science and Intuition Across the Lifespan. *Topics in Cognitive Science*, 8(1), 118–137. <https://doi.org/10.1111/tops.12174>
- Sommeillier, R., Quinlan, K. M., & Robert, F. (2021). Domain of validity framework: A new instructional theory for addressing students' preconceptions in science and engineering. *Studies in Science Education*, 57(2), 205–239. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1824472>
- Talanquer, V. (2017). Concept Inventories: Predicting the Wrong Answer May Boost Performance. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1805–1810. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00427>
- Thouin, M. (2020). La didactique: Essentielle, mais menacée. *Didactique*, 1, 61–86. <https://doi.org/10.37571/2020.0104>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)

Merci pour votre participation !

Pierre-Xavier Marique

Chargé de cours – Didactique de la physique

pxmarique@uliege.be

Vincent Natalis

Chargé de cours – Didactique de la chimie

Vincent.natalis@uliege.be