



Evaluer les explications en physique: l'intérêt d'un « bilan d'explication »

Laurence Viennot

laurence.viennot@univ-paris-diderot.fr

Développer l'analyse critique

Tous d'accord!

Comment faire?

Euh ...

Analyse critique: quelle cible?

Pas seulement les fake news, Terre plate, rumeurs, etc (même si c'est très important, cf Bronner, Cortex, ...),

mais aussi

les explications en circulation dans l'enseignement ou la vulgarisation a priori « respectables »

Une proposition pour développer l'analyse critique

L'apprentissage de la critique

Développer l'analyse critique en physique



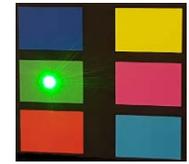
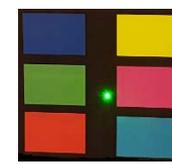
Laurence Viennot
et Nicolas Décamp

edp sciences

irem

UGA
Editions

50 exemples



Siphon

Piles

Osmose

Un livre sur une table

Eoliennes flottantes

Thermostat antigel

Montgolfière

Tests chimiques

Datation au radiocarbone

Couverture de survie

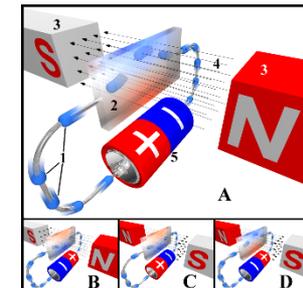
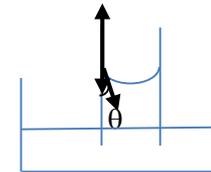
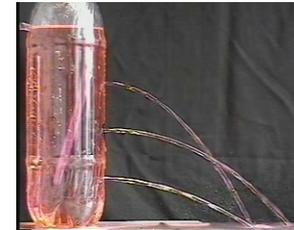
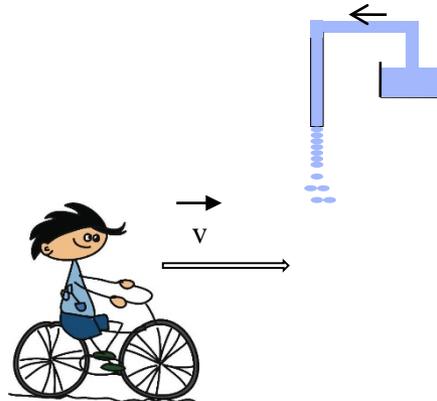
Osmose

Effet Hall

Pression en altitude

Bouteille percée

Etc...





Des grilles d'analyse

(types de failles, risques d'incompréhension)

Une analyse des obstacles à la critique

Les bénéfices de la critique pour tout document même
« correct »

Des objectifs de formation précisés

Une banque d'exemples analysés

L'intérêt d'évaluer les (nos) explications en physique, et d'en faire un « bilan d'explication »,

pour choisir en connaissance de cause

Un bilan d'explication, ou « diagnostic-qualité »

L'application des grilles de détection de ce qui
« ne va pas »

Complétée par d'autres critères («positifs» ou «négatifs»)

- simplicité/ difficulté conceptuelle
- compatibilité avec l'intuition
- Facilité mnémotechnique
- etc ...

Exemples de mises en œuvre

Choisir entre deux explications pour

-la flottaison

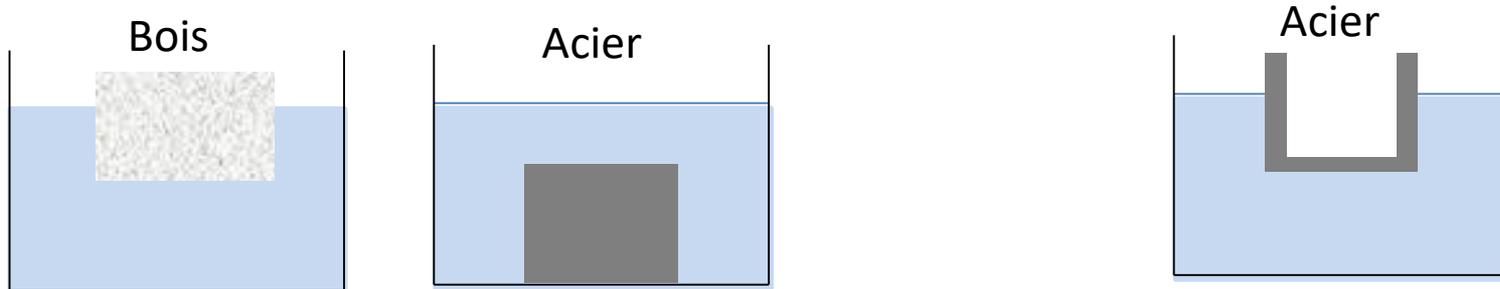
-le tensiomètre

Exemple 1

La flottaison

L'action d'un liquide sur un solide immergé

Flottaison-densité (cas de l'eau)

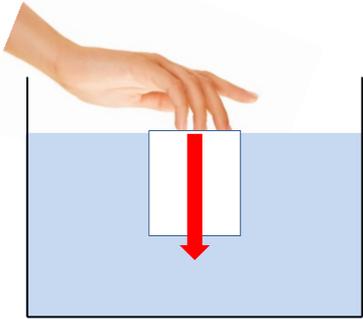


Un bilan d'explication

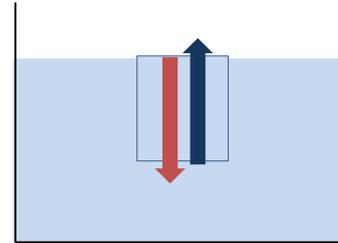
Conclusion exacte	Incomplétude logique	Réduction fonctionnelle	Difficultés conceptuelles	Compatible intuition	mnémo
Non: les bateaux en acier flottent	Résultat fondé sur un seul type d'expérience	Une seule variable est prise en compte: la densité <i>Quid de la forme? De l'entrée dans l'eau?</i>	La densité (% eau) est une variable intensive	Oui: ca « marche souvent »	Oui

Flottaison- trou dans l'eau

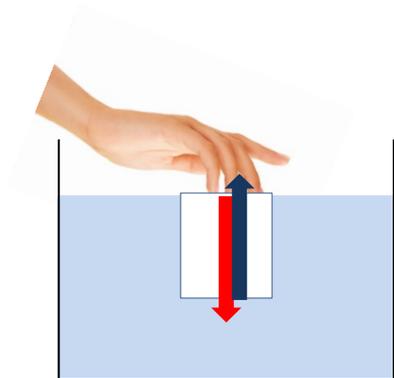
Jon Ogborn 2012



Il faut pousser vers le bas pour enfoncer le gobelet dans l'eau

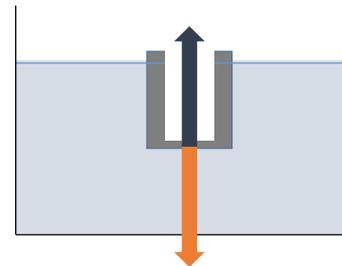


Plus la peine de pousser si je remplis le gobelet d'eau au niveau de la surface libre



C'est parce qu'une autre force agit en sens inverse: la poussée d'Archimède

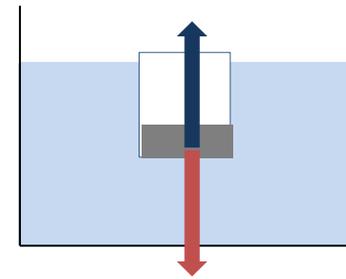
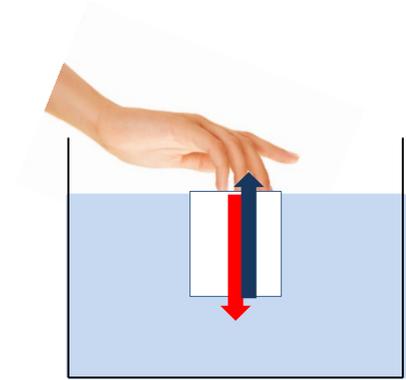
Donc la poussée d'Archimède est opposée au poids de l'eau « déplacée ».



Si le gobelet d'eau a une coque en acier, cela peut aussi équilibrer la poussée d'Archimède.

Un bilan d'explication: flottaison-trou dans l'eau

Conclusion exacte	Incomplétude logique	Réduction fonctionnelle	Difficultés conceptuelles	Compatibilité intuition	mnémo
Oui	Il faut admettre que l'action du liquide sur l'objet immergé ne dépend pas de ce qu'il y a « dans le trou »	Deux variables prises en compte: poids du fluide déplacé, poids de l'objet	Deux variables Variables extensives	Oui, on sent la poussée d'Arch. Pas évident de raisonner sur fluide déplacé	≈ Oui

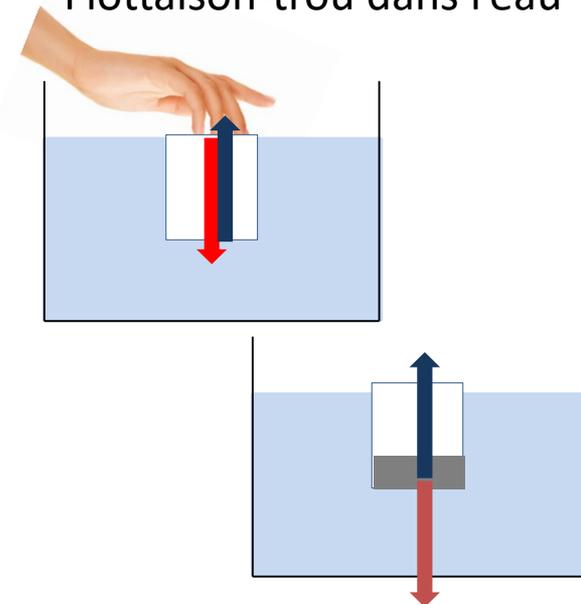


Conclusion exacte	Incomplétude de logique	Réduction fonctionnelle	Difficultés conceptuelles	Compatible intuition	mnémotechnique
Pas générale: les bateaux en acier flottent	Résultat fondé sur Un seul type d'expérience	Une seule variable est prise en compte: la densité	La densité (%eau) est une variable intensive	Oui: ça « marche souvent »	Oui

Flottaison-densité:
Le bois flotte, l'acier coule

	Incomplétude de logique	Réduction fonctionnelle	Difficultés conceptuelles	Compatible intuition	mnémotechnique
Oui	Il faut admettre que l'action du liquide sur l'objet immergé ne dépend pas de ce qu'il y a « dans le trou »	Deux variables prises en compte: poids du fluide déplacé, poids de l'objet	Deux variables Variables extensives	Oui, on sent la poussée d'Arch. Pas évident de raisonner sur fluide déplacé	Oui, mais moins

Flottaison-trou dans l'eau



Exemple 2

Le tensiomètre

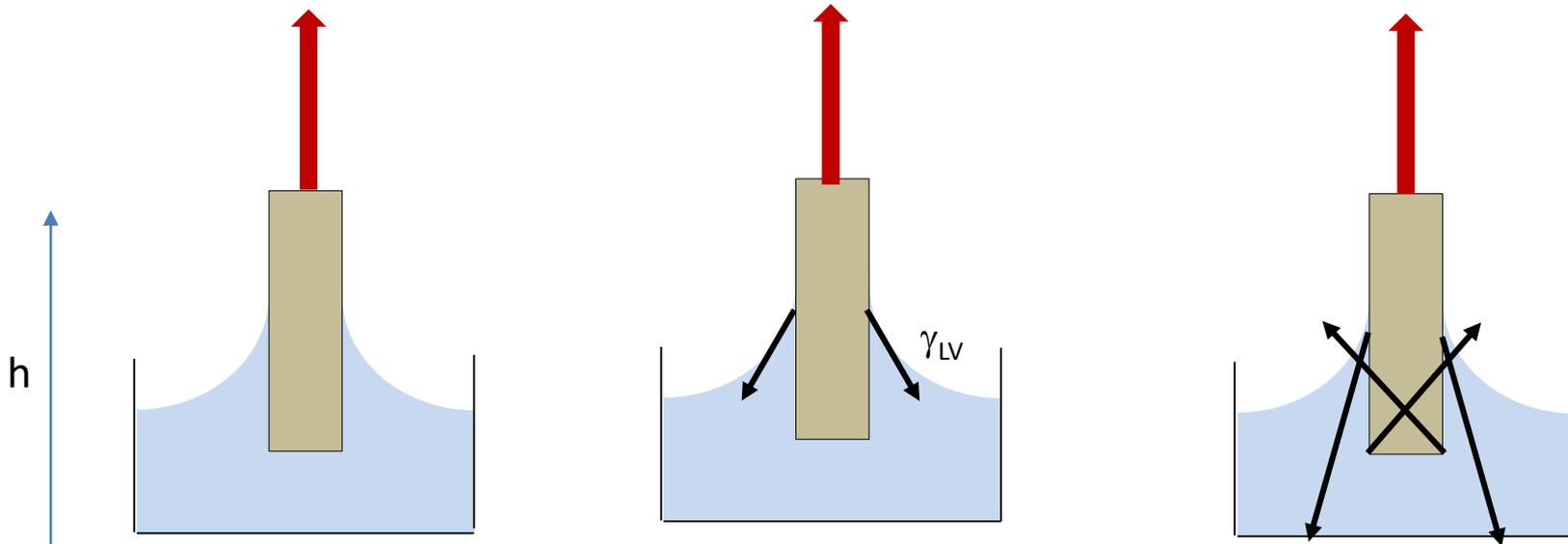
l'action d'un liquide sur un solide immergé

Un tensiomètre

$$\delta E_{\text{én.libre syst/capil}} = [(\gamma_{\text{SG}} - \gamma_{\text{SL}}) l] \delta h$$

$$F_{\text{ext-équil/capil}} = [(\gamma_{\text{SG}} - \gamma_{\text{SL}}) l] = [\gamma_{\text{LV}} \cos \theta. l]$$

En fait,



Une représentation de la
force exercée par le liquide
sur un solide immergé

(dGBQ p 64)

Das *et al.* 2011 , Marchand *et al.* 2011

Résultante exacte dans les trois cas

L'action du liquide sur un solide immergé

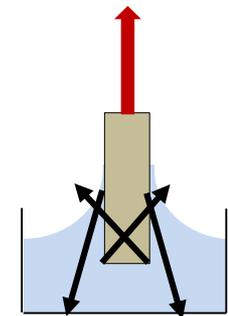
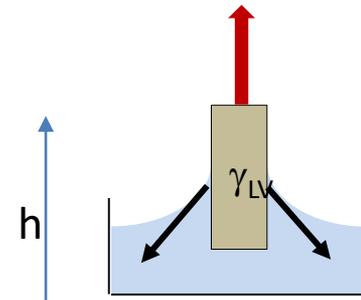
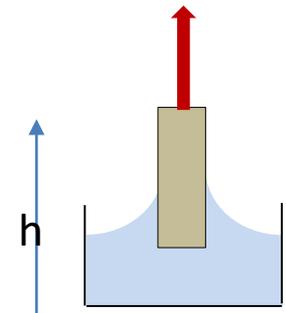
Un bilan d'explication

	Conclusion exacte	Incomplétude logique	Usage impropre de « force sur des lignes » immatérielles	Point d'application arbitraire
Force liquide-sur-solide via minimum énergie libre	oui	non	non	non



Un tensiomètre
 $\delta E = [\dots] \delta h$

$$F_{\text{ext-équil/capil}} = [\dots]$$

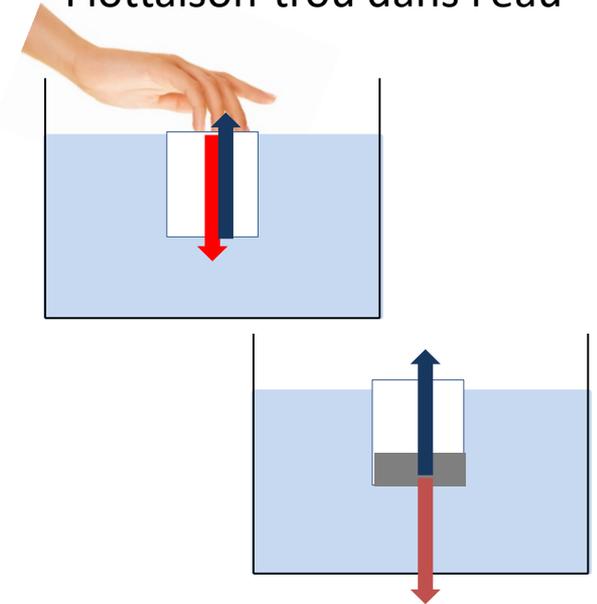


Das *et al.* 2011 , Marchand *et al.* 2011

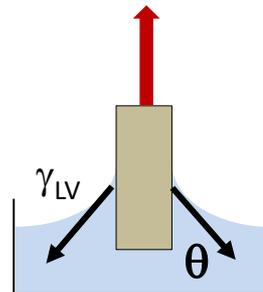
Petit rappel

Conclusion exacte	Incomplétude logique	Réduction fonctionnelle	Difficultés conceptuelles	Compatible intuition	mnémo
Oui	Il faut admettre que l'action du fluide sur l'objet immergé ne dépend pas de ce qu'il y a « dans le trou »	Deux variables prises en compte: poids du fluide déplacé, poids de l'objet	Deux variables Variables extensives	Oui, on sent la poussée d'Arch. Pas évident de raisonner sur fluide déplacé	Oui, mais moins

Flottaison-trou dans l'eau



Contrairement à:



Pour plus de réflexion, et de conscience sur les choix faits quand nous « expliquons »

Le bilan d'explication:

- Un outil pour le travail personnel de compréhension
- Un outil pour la discussion entre collègues
- Une technique à enseigner notamment pour la formation des enseignants

Perspectives recherche
notamment



Optimiser le
lien recherche-formation
d'enseignants

L'apprentissage du choix



X sciences

Merci pour votre attention ...

Références

Bronner, G. 2013 *La Démocratie des crédules*. Paris : PUF

Viennot, L. et Décamp, N. 2019 *L'apprentissage de la critique Développer l'analyse critique en physique* Les Ulis: EDP Sciences-UGA (Grenoble)

Ogborn J 2012 Archimedes' boat: making holes in water *Phys. Educ.* 47 134

Das S, Marchand A, Andreotti B and Snoeijer J H 2011 Elastic deformation due to tangential capillary forces, *Phys. Fluids* 23 072006

Marchand A, Weijs J H, Snoeijer J H and Andreotti B 2011 Why is surface tension parallel to the interface, *Am. J. Phys.* 79 999–1008

Viennot, L. & Décamp, N. 2018. Activation of a critical attitude in prospective teachers: from research investigations to guidelines for teacher education, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 14, 010133 <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010133>