

Situations impliquant un liquide au repos

Compréhension par les enseignants

Résumé :

Au vu des difficultés répandues chez les élèves et étudiants au sujet des phénomènes liés à la pression, il n'est pas inutile de chercher à améliorer la compréhension que les enseignants ont eux-mêmes des situations associées. L'étude que nous proposons de présenter s'inscrit dans le cadre d'un travail doctoral ayant pour objectif l'élaboration d'outils basés sur l'histoire des sciences pour l'enseignement des phénomènes liés à la pression. Il s'agit d'une enquête préliminaire réalisée afin d'évaluer la compréhension que les enseignants ont des situations impliquant un liquide au repos, et d'établir d'éventuelles corrélations avec le cadre de rationalité dans lequel se placent les enseignants pour aborder les différentes situations. A cette fin un double questionnaire a été élaboré via la plateforme Limesurvey et diffusé auprès d'enseignants de physique. Ces derniers y sont invités à expliquer deux situations impliquant un liquide au repos, et à faire des prévisions justifiées de l'évolution de chacune d'elle dans différentes situations.

Mots-clé : pression, mécanique, hydrostatique, raisonnements, enseignants

Problématique

La littérature montre largement que les phénomènes liés à la pression sont sujets à beaucoup de difficultés de compréhension chez les élèves et étudiants (Séré, 1986 ; Kariotoglou & Psillos, 1993 ; Besson, 2001 ; de Hosson & Caillarec, 2009). En explorant l'histoire des sciences pour y trouver des leviers à fournir aux enseignants pour aborder ces phénomènes avec leurs élèves, nous avons remarqué que les savants du XVII^e siècle appréhendaient la suspension du mercure dans le dispositif Torricellien comme le résultat d'un certain nombre d'actions dont certaines étaient appelées « pression » (Pascal, 1647). Ceci nous rappelle que les phénomènes impliquant un liquide peuvent être traités autrement qu'avec la loi de l'hydrostatique et la grandeur physique « pression ».

Situations impliquant un liquide au repos : des approches variées

Malafosse et al. (2000) définissent un cadre de rationalité comme « un ensemble cohérent de fonctionnement de la pensée caractérisé par quatre composantes : les objets du cadre, le type de processus de conceptualisation mis en œuvre, les règles de rationalité et enfin les registres sémiotiques support de conceptualisation et de communication ».

Lorsqu'un physicien est face à une situation impliquant un liquide au repos, nous considérons que deux cadres de rationalité s'offrent à lui pour étudier le système au niveau macroscopique :

- un cadre mécanique, mobilisant le concept de force et les lois de Newton ;
- un cadre hydrostatique, mobilisant le concept de pression et la loi fondamentale.

Ces deux cadres, bien qu'assez compartimentés, ne sont pas imperméables l'un à l'autre, et s'appuient en particulier tous deux sur les concepts de liquide, de masse volumique et d'équilibre. Par ailleurs les mêmes registres de représentation sémiotique interviennent dans ces deux cadres, même si les éléments mobilisés sont variables.

Situation A : le système comporte un objet plongé dans un liquide au repos

Ce premier type de situation, étudié en contexte scolaire, se focalise essentiellement sur l'objet en immersion et non sur le liquide, et mobilise automatiquement le concept de poussée d'Archimède, c'est-à-dire de force. Une situation dans laquelle le liquide n'est pas explicitement étudié et qui

comporte un objet en immersion a donc *a priori* plus de chances d'être reconnue spontanément comme relevant du cadre de la mécanique.

Dans ce type de situation le cadre hydrostatique, lui, est peu mobilisé hormis quand il s'agit d'*expliquer* (dans le sens de *donner l'origine de*) la poussée d'Archimède.

Situation B : le liquide au repos est le système étudié

L'approche scolaire de ce type de situation se décline en deux activités principales qui mobilisent toutes deux exclusivement le cadre hydrostatique, à savoir :

- s'assurer de l'adéquation entre une situation d'équilibre et la loi fondamentale de l'hydrostatique ;
- exploiter la loi fondamentale de l'hydrostatique pour caractériser de façon quantitative une situation d'équilibre (calcul de pressions et de hauteurs).

Dans ce type de situation le cadre mécanique est mobilisé principalement pour expliquer la loi fondamentale de l'hydrostatique, par le biais de la relation $F = P \times S$ qui lie les deux cadres.

Étude des raisonnements des enseignants

Potentiellement amenés à les enseigner à un moment ou l'autre de leur carrière, les enseignants sont supposés avoir une compréhension satisfaisante des phénomènes impliquant un liquide au repos.

La prévision comme mise à l'épreuve de la compréhension

La compréhension est un processus mental et ne peut *a priori* qu'être présumée acquise par un individu en attendant confrontation à des situations mettant en évidence le contraire. En demandant aux enseignants de faire des prévisions précises à propos de situations choisies, on s'offre la possibilité d'identifier sans équivoque les signes d'une mauvaise compréhension : si un individu prévoit bien, cela ne permet pas de conclure que l'individu comprend bien ; en revanche s'il prévoit mal, cela révèle avec certitude un défaut de compréhension.

Hypothèse

L'hypothèse générale qui sous-tend cette étude est que le recours aux deux cadres (hydrostatique et mécanique) favorise une compréhension optimale des situations impliquant un liquide au repos. Autrement dit, les enseignants qui n'appréhenderaient une situation que sous le prisme d'un seul cadre seraient plus enclins aux prévisions erronées.

Questions de recherche

- QR1. Le cadre majoritairement mobilisé change-t-il : a. d'une situation à l'autre ? b. d'une forme de question (expliquer) à l'autre (prévoir) ?
- QR2. L'un des cadres se montre-t-il plus opérationnel que l'autre pour expliquer ou pour prévoir de manière appropriée ?
- QR3. Dans quelle mesure la mobilisation de plusieurs cadres par un enseignant est corrélée à sa compréhension des situations ?

Méthodologie

Nous avons réalisé un questionnaire, mis en forme et diffusé via la plateforme Limesurvey. Ce questionnaire est à destination d'enseignants de physique, et se présente quasi intégralement sous la forme de QCM. Les enseignants y sont interrogés à propos de deux situations impliquant toutes deux un liquide au repos, mais relevant chacune d'un des deux types présentés précédemment.

Situations présentées

Nous avons choisi deux situations différentes qui peuvent paraître contre-intuitives : dans la première le liquide au repos n'est pas explicitement le centre d'attention, et le système comporte un objet plongé dans le liquide ; dans la seconde le liquide au repos est explicitement le système étudié.

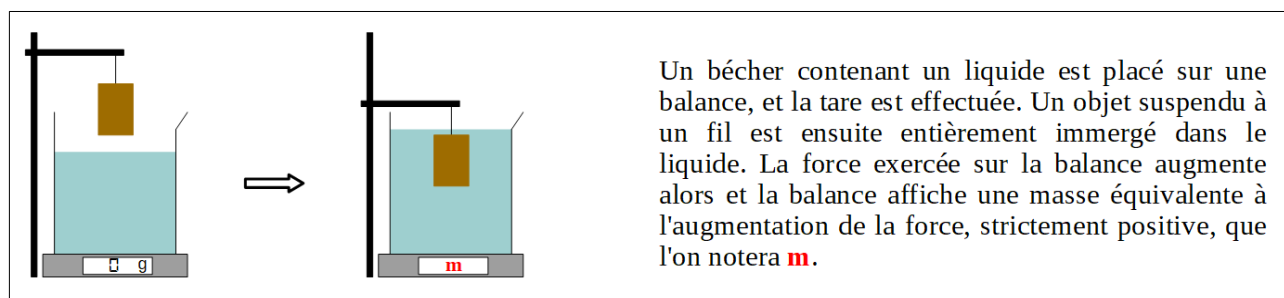


Fig. 1 : Situation A (objet suspendu)

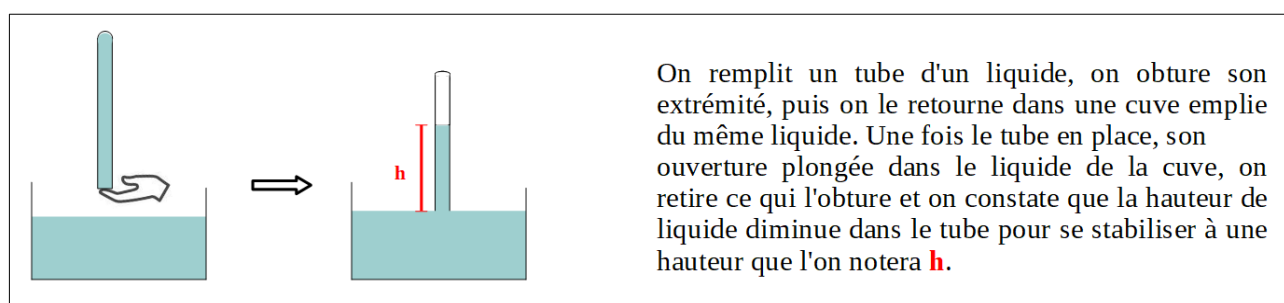


Fig. 2 : Situation B (tube retourné)

Questions posées à propos des deux situations

Expliquer

Après l'énoncé de la situation, la première question posée dans les deux cas est ouverte : une demande d'explication de l'observation décrite. L'objectif est de voir quel cadre les enseignants privilégient spontanément face à la situation et de répondre à la question de recherche QR1b.

Prévoir

L'objectif des questions suivantes est de mettre à l'épreuve la compréhension que les enseignants ont de chacune de ces deux situations en leur demandant de prévoir l'évolution du paramètre étudié (**m** pour la situation A et **h** pour la situation B) lorsqu'un élément du dispositif expérimental est modifié. Afin d'approcher au mieux la réflexion menée par les enseignants au fil des différentes situations qui leur sont soumises, nous demandons une justification pour chaque prévision. Nous avons par ailleurs choisi de faire cette demande de justification sous la forme d'un double QCM à la manière de Coppens et Munier (2005) en imposant aux sondés de choisir leur(s) justification(s) parmi un set de propositions formulées par nos soins. Les deux cadres (mécanique et hydrostatique) sont mobilisés dans chaque set de justifications, et des propositions erronées ont été introduites lorsqu'il nous semblait qu'elles pouvaient faire écho à la pensée de certains enseignants.

Résultats préliminaires

Le questionnaire est toujours en cours de déploiement auprès d'enseignants stagiaires formés en M2 MEEF ; il sera clôturé d'ici quelques jours et a reçu pour l'heure une centaine de réponses. Les résultats quantitatifs, et dont la pertinence sera systématiquement évaluée par des tests statistiques seront présentés dans le poster. En attendant, une analyse préliminaire des 60 premières réponses nous fournit déjà quelques renseignements sur les analyses qu'il sera intéressant de poursuivre.

Questions d'explications

Environ la moitié des sondés ne répond tout simplement pas à la première question qui consiste à expliquer la situation A. La question d'explication pour la situation B est elle aussi source d'une déperdition de l'effectif répondant, bien que dans une moindre mesure. Parmi les explications formulées par les répondants, seulement un quart d'entre elles, en moyenne, peuvent être considérées comme acceptables, la majorité des réponses constituant des explications erronées ou tellement incomplètes qu'elles ne peuvent pas raisonnablement être considérées comme des explications. Les explications de la situation A mobilisent majoritairement le cadre mécanique, et celles de la situation B le cadre hydrostatique. Dans aucune des situations on ne peut établir de corrélation entre la validité de l'explication et le cadre mobilisé (QR2).

Questions de prévisions

En ce qui concerne les questions de prévision en moyenne les trois quarts de prévisions formulées sont correctes. La plus grande partie des justifications sélectionnées par les enseignants relève du cadre de la mécanique pour la situation A, et du cadre hydrostatique pour la situation B ; ainsi la forme de la question (expliquer ou prévoir) ne semble pas déterminant dans le choix du cadre mobilisé (QR1b). Les deux situations sont toutefois abordées de façon nettement distincte dans l'ensemble (QR1a). Ici non plus on ne peut établir de lien entre le cadre choisi et la validité de la prévision (QR2). Enfin, en réponse à QR3, on note que la majeure partie des enseignants qui sélectionnent, pour une même question, des justifications relevant des deux cadres (mécanique et hydrostatique) font des prévisions correctes. De plus, les enseignants qui sélectionnent pour chaque question des justifications ne relevant que d'un seul cadre, mais qui changent de cadre d'une question à l'autre, font majoritairement plus d'erreurs dans leurs prévisions.

Perspectives

Ces prémisses de résultats seront mis à l'épreuve d'une analyse quantitative détaillée. Ils participent à orienter l'élaboration d'un scénario de formation pour les enseignants dans lequel l'histoire des sciences y est à la fois objet de formation et support didactique en tant que terrain permettant naturellement d'aborder les situations impliquant les fluides au repos dans un cadre peu habituel.

Bibliographie

- Besson, U. (2001). Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1683-1714.
- Coppens, N. & Munier, V. (2005). Évaluation d'un outil méthodologique, le "double QCM", pour le recueil de conceptions et l'analyse de raisonnements en physique. *Didaskalia*, 27, 41-62.
- Kariotoglou, P. & Psillos, D. (1993). Les modèles des élèves sur la pression et leurs implications pour l'enseignement. *Aster*, 19, 157-173.
- de Hosson, C. & Caillarec, B. (2009). L'expérience de Blaise Pascal au Puy de Dôme : analyse des difficultés des étudiants de premier cycle universitaire et confrontation historique. *Didaskalia*, 34, 105-130.
- Malafosse, D., Lerouge, A. & Dusseau, J-M. (2000). Notions de registre et de cadre de rationalité en inter-didactique des mathématiques et de la physique. *Tréma*, 18, 49-60.
- Pascal, B. (1647). « Le vide, l'équilibre des liqueurs et la pesanteur de l'air » dans *Œuvres complètes*, Paris : Seuil, 1963 p.194-262
- Séré, M-G. (1982). A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *European Journal of Science Education*, 4(3), 299-309.