

# Research based report of practice

## Le changement climatique comme contexte d'un cours de physique au niveau secondaire II

Florian Stern<sup>1</sup>, Peter Kreuzer<sup>1</sup>

Received: August 2023 / Revised: February 2024 / Accepted: February 2024

### Résumé structuré

**Contexte :** Selon plusieurs études, l'intérêt des élèves pour les sciences physiques décline à l'école secondaire II. Pour rendre les cours de physique plus attrayants, une idée consiste à lier l'enseignement à un phénomène d'actualité. Par exemple, la contextualisation de l'enseignement de la physique autour des questions climatiques pourrait permettre d'augmenter l'intérêt des élèves dans leurs apprentissages, tout en sensibilisant les élèves aux enjeux environnementaux de demain.

**Objectif :** Notre but est de développer une séquence d'enseignement en sciences physiques faisant le lien avec les questions climatiques, et de mesurer l'intérêt des élèves pour une telle séquence. Une telle initiative est testée pour la première fois dans l'Etat de Genève.

**Méthodes :** La séquence d'enseignement a été développée par le deuxième auteur. Elle est alignée avec les objectifs curriculaires du Plan d'études Romand. Seize participants d'une classe du niveau secondaire II et d'un âge moyen de 16 ans ont suivi la séquence dans une école publique à Genève. L'échantillon comporte 75% de filles et 25% de garçons. Nous avons donné le même questionnaire aux élèves avant et après la séquence d'enseignement en sciences physiques intégrant les questions climatiques. Nous avons utilisé une approche quantitative pour mesurer l'intérêt des étudiants pour cette séquence d'enseignement grâce à un questionnaire. Celui-ci comporte 26 items issus de questionnaires validés, et utilise une échelle de Likert. L'effet de la séquence sur l'intérêt des élèves a été mesuré avec une analyse pre/post - avant et après la séquence d'enseignement, via la taille d'effet Cohen-d et un test de Student. De plus, la corrélation item-test ( $r_{it}$ ) et le Cronbach Alpha ( $\alpha$ ) sont reportés afin de vérifier les qualités psychométriques du test, telles que la qualité des items ou la consistance interne. Les calculs ont été effectués avec le logiciel R.

**Résultats :** Les résultats du test pre ( $M=2.64$ ,  $SD=0.61$ ) et post ( $M=3.50$ ,  $SD=0.89$ ) indiquent que l'intérêt des étudiants pour la séquence d'enseignement en sciences physiques intégrant les questions climatiques a significativement augmenté ( $T(25)=5.7$ ,  $p<0.01$ , Cohen  $d=1.1$ ). Le questionnaire montre une très bonne qualité psychométrique, avant la séquence ( $r_{it\_moyen}=0.53$ ,  $\alpha=0.90$  (5% IC : [0.83,0.96])) et après la séquence ( $r_{it\_moyen}=0.55$ ,  $\alpha=0.91$  (5% IC : [0.83,0.96])).

**Conclusions :** Notre étude suggère : 1/ qu'il est possible de développer une séquence d'enseignement en sciences physiques incluant les questions climatiques, et 2/ qu'une telle initiative augmente l'intérêt des élèves de façon significative. Une étude plus poussée pourrait investiguer de manière plus détaillée l'augmentation de l'intérêt des élèves, par exemple il serait intéressant de savoir si celui-ci est corrélé à une augmentation des connaissances conceptuelles en sciences physiques.

**Mots-clés :** *intérêt, climat, enseignement.*

## Climate change as context of a high school physics course

### Structured abstract

**Context:** According to several studies, the motivation of students for learning physical sciences at the secondary school level is declining. One handle to increase the attractiveness of science courses is to link the learning material to a known context from real life. As an example, physics taught in the context of climate related questions could bring additional motivation to students and at the same time increase their awareness for such questions.

---

<sup>1</sup>University of Geneva  
✉ florian.stern@unige.ch

**Goal:** Our aim is to develop a physics teaching sequence related to climate issues, and to measure students' interest in such sequence. Such type of sequence is tested for the first time in the Geneva state.

**Methods:** The teaching sequence was developed by the second author. It is aligned with curricula aims of the "Plan d'Études Romand". 16 participants from secondary school aged 16 followed the teaching sequence in a school of the Geneva state. The sample consists of 75% girls and 25% boys. Students completed the same questionnaire before and after the physics teaching sequence that included climate change issues. We applied a quantitative approach to measure students' interest for this teaching sequence, using a set of 26 items drawn from validated questionnaires, and based on a Likert scale. The impact of the teaching sequence on students' interest was measured with a pre/post analysis before and after through Cohen-d size effect and a t-test. Besides, the item-test correlation ( $r_{it}$ ) and Cronbach Alpha ( $\alpha$ ) are reported to measure the psychometric qualities of the questionnaire, such as items' qualities and internal consistency. Calculations were done with the R software.

**Results:** The results of the pre ( $M=2.64$ ,  $SD=0.61$ ) and post ( $M=3.50$ ,  $SD=0.89$ ) test show that students' interest for the physics teaching sequence that includes climate issues has significantly increased ( $T(25)=5.7$ ,  $p<0.01$ , Cohen  $d=1.1$ ). The questionnaire exhibits very good psychometric properties, before the sequence (average  $r_{it}=0.53$ ,  $\alpha=0.90$  (5% CI : [0.83,0.96])) and after the sequence (average  $r_{it}=0.55$ ,  $\alpha=0.91$  (5% CI : [0.83,0.96])).

**Conclusions:** Our study suggests that: 1/ it is possible to develop a physics teaching sequence that includes climate issues, and 2/ such initiative significantly increases students' interest. A more advanced study could investigate further whether the increase of interest is correlated to an increase of conceptual knowledge.

**Keywords:** *interest, climate, teaching*

## 1 Introduction

Plusieurs études soulignent le déclin de l'intérêt des élèves du niveau secondaire II pour les sciences physiques (par ex. Steidtmann et al., 2023). La discipline est considérée comme trop difficile par certains, trop abstraite par d'autres (Oon & Subramaniam, 2011). Une approche intéressante pour contrecarrer cette baisse d'intérêt est fondée sur l'apprentissage contextualisé dans un environnement (« context-based learning »), qui lie l'enseignement d'une discipline (par ex. la physique) à des applications réelles (par ex. la pollution en CO<sub>2</sub> émise par un avion lors d'un vol). À titre d'exemple, une revue de la littérature de 17 études empiriques a montré que les approches « context-based » et « STS » (Science, Technology and Society) ont amélioré l'attitude des élèves envers la science (Bennett et al., 2007). De plus, une étude récente a montré que l'utilisation de faits réels présents dans les journaux pour aborder un problème scientifique permet d'améliorer robustement la motivation des élèves (Kuhn et al., 2023). Une autre revue de la littérature montre que la physique enseignée via des contextes STS est particulièrement propice à augmenter l'intérêt des élèves pour les apprentissages de la physique (Kuhn et al., 2010), en particulier l'apprentissage de la notion de pression dans le contexte de la médecine. Il nous paraît dès lors naturel que le contexte du climat de la Terre, qui est un sujet très présent dans l'actualité, aurait également le potentiel pour augmenter la motivation des élèves dans leurs apprentissages en physique.

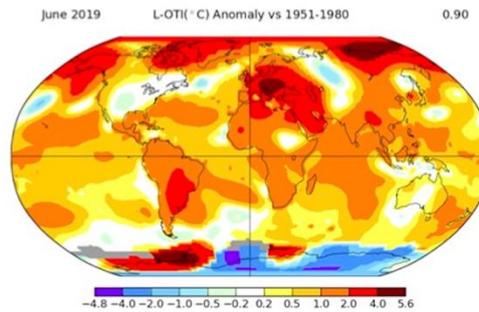
Dans le cadre de l'enseignement universitaire des sciences physiques, quelques tentatives contextualisant l'apprentissage autour des questions environnementales ont été bénéfiques. Par exemple, l'intégration de situations de la vie réelle concernant la consommation d'énergie ou de développement durable dans un cours a amélioré les attitudes des étudiants envers la physique, ainsi que leur capacité à résoudre des problèmes (Martinuk et al., 2010). Dans une autre étude, la mise en place d'un laboratoire de sciences physiques dédié aux questions environnementales a permis aux étudiants de mieux comprendre les limites liées à la croissance (Busch, 2022). Au niveau primaire, une récente étude a montré les bénéfices d'une nouvelle séquence d'enseignement utilisant la démarche d'investigation sur la compréhension des élèves (Dubois et al., 2021). Au niveau secondaire, surtout au niveau de la voie gymnasiale et pour la physique, cependant, de tels cours sont encore assez peu développés. C'est de ce constat qu'est partie l'idée de proposer à des gymnasiens et gymnasiennes un apprentissage d'un cours sur l'énergie en l'articulant autour des questions du climat de la Terre. Ce thème étant souvent déjà présent dans le contexte de vie des élèves, à divers degrés de profondeur, il nous a paru pertinent de se poser la question si une telle approche favoriserait leur intérêt pour l'apprentissage de la physique à l'école. Ainsi, l'objectif de notre projet est d'étudier si l'intérêt des élèves pour la physique augmente grâce à une nouvelle séquence d'enseignement de physique abordant les questions climatiques.

## 2 Cours Énergie-Climat au secondaire II

### 2.1 Cadre

L'échantillon concerné par notre projet est une classe de 16 élèves (12 filles et 4 garçons) du niveau secondaire II dans une école publique de l'État de Genève. Pour ces élèves d'un âge moyen de 16 ans, il s'agissait de leur deuxième année d'apprentissage en physique (Discipline Fondamentale). Le cours s'est déroulé sur un semestre et l'enseignant ne connaissait pas les élèves au préalable. Durant l'année scolaire précédant le cours, ces élèves ont été confrontés au sein même de l'école à diverses manifestations et grèves liées aux problèmes du climat de la Terre, en plus des informations potentielles reçues via les réseaux sociaux. Il s'agissait donc d'un public partiellement averti sur cette problématique.

## Énergie et Chaleur vues sous l'angle du Climat de la Terre



**Fig. 1.** Entête du cours, montrant la déviation de la température en 2019 par rapport à la température moyenne de 1951-1980. © NASA, Site Earth Observatory.

## 2.2 Séquences d'enseignement

### 2.2.1 Description générale

Le cours semestriel de physique est composé de six séquences d'enseignement portant sur les thèmes suivants : la température, l'énergie thermique, la propagation de la chaleur et la dilatation thermique, les grandeurs énergétiques mesurables (densité d'énergie, puissance, rendement), les gaz et la calorimétrie (chaleur massique, chaleur latente). Chaque séquence comprend 3 ou 4 cours de 90 minutes, dont une partie théorique (1-2 cours), souvent complétée par un laboratoire (1 cours), une série d'exercices à réaliser en classe et à la maison et finalement une discussion (1 cours) autour du sujet de physique traité, en lien avec la problématique du climat de la Terre.

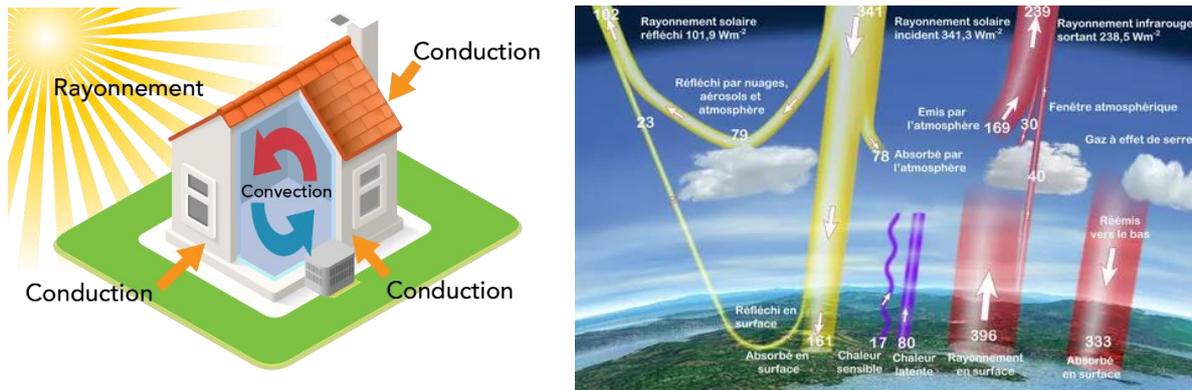
Dans ce cours, les élèves sont autant des « apprenants classiques » avec prise de notes, lecture du polycopié, réalisation d'exercices ou de laboratoires, que des intervenants actifs dans des discussions liées aux aspects du climat de la Terre. Le but recherché est d'étayer leurs apprentissages de la physique par des questions qui les interpellent et les motivent au-delà de la salle de classe.

### 2.2.2 Exemple d'une séquence d'enseignement

Dans l'exemple ci-dessous, nous montrons un extrait de la séquence d'enseignement sur la propagation de la chaleur : les élèves apprennent dans un premier temps les concepts classiques de conduction, de convection et de rayonnement, dans le but de les amener à distinguer ces trois types de mode de propagation de la chaleur, notamment par des exemples concrets comme toucher une poignée de porte en métal puis une table en bois ou comprendre le fonctionnement d'un thermos. On aborde également les trois modes de propagation de chaleur dans un habitat et ce premier cours se termine avec la description d'application pratique dans la société : la thermographie des bâtiments.

Lors du deuxième cours de la séquence, les élèves réalisent un laboratoire sur la dilatation thermique par conduction d'un liquide de différentes températures traversant une barre creuse en métal. Ce travail expérimental permet aux élèves de mesurer concrètement les effets de la conduction thermique sur les objets constitués de différents matériaux.

Lors du troisième cours de la séquence, le concept de rayonnement thermique est repris avec la démonstration d'un montage contenant deux miroirs paraboliques installés face à face et une ampoule puissante placée au foyer du premier miroir ; le rayonnement de l'ampoule est réfléchi et propagé du premier vers le second miroir parabolique, pour finalement enflammer une allumette placée au foyer du second miroir. La démonstration de ce « four thermique » à petite échelle est une première occasion pour discuter avec les élèves des moyens mis en place aujourd'hui par les êtres humains pour produire et stocker de l'énergie.



**Fig. 2.** Schématisation des modes de propagation de chaleur dans une maison (à gauche, Transfert de chaleur, 2021) et représentation imagée et quantitative des diverses contributions au rayonnement solaire et terrestre (à droite, Trenberth et al., 2009), comme base de la discussion sur l'effet de serre.

La fin de la séquence se focalise sur le rayonnement solaire et sur le rayonnement infrarouge de la Terre, ainsi que sur l'effet de serre. Les concepts de propagation, d'absorption et de réflexion de la chaleur sont revus de manière quantitative sur la base de cet exemple, les élèves recevant notamment la tâche suivante, à résoudre en classe et à la maison, sur le bilan énergétique du rayonnement entrant, absorbé et réfléchi par la Terre.

#### Exercice 4

En partant du croquis de la page 24 du cours Température et Chaleur, déterminer :

- La somme du rayonnement solaire absorbé par la Terre et l'atmosphère
- Le bilan de l'énergie absorbé et réémis par l'atmosphère

**Fig. 3.** Exemple d'exercice de bilan énergétique spécifiquement lié à la question du Climat de la Terre. La mention de la « page 24 du cours » fait référence à la même image que celle montrée plus haut en Fig.2 (à droite).

Ce cours donne également l'occasion d'aborder le thème de la composition et les propriétés des différents gaz à effets de serre et d'ouvrir en classe une discussion sur la problématique générale du réchauffement climatique de la Terre. Les autres séquences de ce cours sont construites de manière similaire, avec au minimum un concept clé du plan d'étude de physique, articulé autour de la problématique du climat de la Terre. La transition d'un mode d'enseignement dit « classique » vers un mode d'enseignement basé sur le contexte (Bennett et al., 2007) et sur la discussion en classe, nécessite une attention particulière de la part de l'enseignant(e), afin d'assurer que les apprenants intègrent néanmoins les concepts de base du plan d'études ; c'est la raison pour laquelle le choix a été fait ici de concentrer cette transition sur les parties théoriques du cours, alors que les parties pratiques (exercices et laboratoires) sont restées essentiellement classiques pour cette première tentative. Par ailleurs, une préparation particulière est attendue de la part de l'enseignant(e), afin d'assurer que les discussions avec les élèves en classe soient menées de manière constructive : le but primaire doit rester un éveil de l'esprit critique des élèves par rapport aux problématiques du climat de la Terre.

### 3 Méthodes

Plusieurs tests ont été développés pour mesurer l'intérêt des élèves pour la science et les questions environnementales, par exemple le questionnaire ROSE (Schreiner & Sjøberg, 2004). Dans notre projet, nous nous sommes inspirés des items du questionnaire validé (Hoffmann et al., 1998) portant sur l'intérêt des élèves au sens large, incluant la motivation, l'engagement, le concept de soi, et le lien avec la réalité. Par exemple, dans ce dernier cas, de nombreux items font référence à l'utilité dans la vie quotidienne des éléments vus en cours. Notre instrument de mesure de l'intérêt comporte 26 items. La liste complète des items utilisés est disponible en annexe. Une échelle de Likert est utilisée pour chaque item, comportant 6 niveaux : pas du tout d'accord (1), pas d'accord (2), plutôt pas d'accord (3), plutôt d'accord (4), d'accord (5), complètement d'accord (6).

Tab. 1. Exemple d'items.

Intitulé de l'item	Exemple de réponse
La physique est ma matière préférée.	d'accord (5)
Ce que nous avons appris lors des dernières heures de physique est utile pour la vie quotidienne.	pas du tout d'accord (1)
J'étais concentré(e) lors des dernières heures du cours de physique.	plutôt d'accord (4)

L'intérêt moyen de chaque étudiant est calculé en faisant la moyenne (M) des scores des 26 items. Le changement de motivation avant la séquence d'enseignement *vs.* après la séquence d'enseignement des élèves est mesuré par une analyse pre-post avec un test T de Student. La taille d'effet Cohen-d (Cohen, 1988) est également reportée. Une taille d'effet est considérée comme très petite ( $d < 0.01$ ), petite ( $0.01 < d < 0.2$ ), moyenne ( $0.2 < d < 0.5$ ), grande ( $0.5 < d < 0.8$ ), très grande ( $0.8 < d < 1.2$ ), extrêmement grande ( $1.2 < d < 2$ ) (Cohen, 1988; Sawilowsky, 2009).

La consistance interne du test est mesurée avec l'indicateur Cronbach alpha, et l'intervalle de confiance associé (Cronbach, 1951). Les intervalles de confiance sont également reportés. La corrélation item-test corrigée (Henrysson, 1963) est calculée pour chaque item, ainsi que la corrélation moyenne de tous les items. Une corrélation item-test  $> 0.2$  est considérée comme bonne, autrement il est préférable de retirer l'item du test (McBratney, 2004). Toutes les analyses sont effectuées avec le logiciel R (<https://www.r-project.org/>).

## 4 Résultats

Changement pre/post de l'intérêt moyen [de 1 à 6] pour tous les items

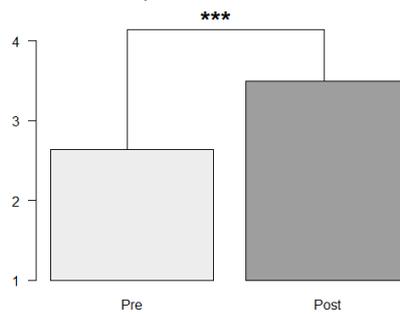


Fig. 4. Changement de l'intérêt moyen de chaque élève entre le pre-test et le post-test, pour tous les items (1: intérêt le plus faible; 6: intérêt le plus élevé)

Changement pre/post de l'intérêt moyen [de 1 à 6] pour chaque item item

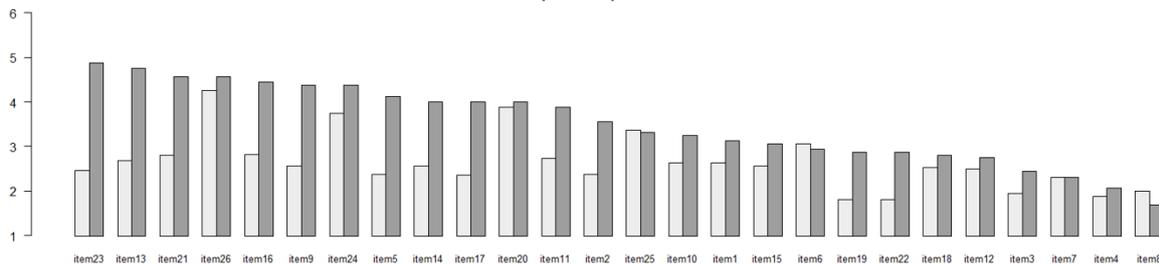


Fig. 5. Changement de l'intérêt moyen de chaque élève entre le pre-test et le post-test, ordonné par intérêt post-test décroissant (1: intérêt le plus faible; 6: intérêt le plus élevé).

L'intérêt moyen des élèves a augmenté entre le pre-test ( $M=2.64$ ,  $SD=0.61$ ) et le post-test ( $M=3.50$ ,  $SD=0.89$ ) (voir Figure 4). Cette tendance est confirmée par un test de Student montrant une différence significative de l'intérêt moyen entre le pre-test et le post-test ( $T(25)=5.7$ ,  $p < 0.01$ ). De plus, la taille d'effet de cette augmentation est très élevée ( $d=1.10$ ). Nous notons cependant que dans le cas de deux items (6 et 25), le score « pre » est légèrement plus élevé que le score « post » (voir Figure 5).

Les élèves concerné(e)s par ces séquences d'enseignement de la physique dans le contexte du climat ont également apporté des retours qualitatifs, notamment en affirmant que ce cours leur avait « donné le goût pour les apprentissages en physique » et qu'ils/elles « souhaitaient un approfondissement contextuel, notamment d'avantage d'exercices en lien avec des questions climatiques ».

Les valeurs de  $\alpha=0.90$  (5% IC : [0.83,0.96]) pour le pre-test et de  $\alpha=0.91$  (5% IC : [0.83,0.96]) pour le post-test, indiquent une très bonne consistance interne (Cortina, 1993). De plus, la corrélation moyenne item-test est de 0.53 pour le pre-test ( $>0.2$ , la valeur de référence) et de 0.55 pour le post-test, indiquant une très bonne corrélation des items au test.

## 5 Discussion et Conclusions

Nous avons, grâce à notre séquence d'enseignement incluant les questions climatiques, augmenté significativement l'intérêt des étudiants pour le cours de physique entre le début et la fin du cours ( $p<0.001$ ,  $d=1.1$ ). Ce résultat est très encourageant, puisqu'il valide la pertinence de la séquence développée, et qu'il offre ainsi une solution au déclin de l'intérêt des élèves du secondaire rapporté dans d'autres études (Steidtmann et al., 2023). En effet, environ 90% des items ont montré une hausse de niveau significative de l'intérêt des élèves, en particulier ceux indiquant que les sujets abordés dans le cours de physique étaient « mieux compris » (items 21 et 23), qu'ils « ont plu » (item 5) et indiquant une prise de conscience des élèves du « lien des sujets abordés avec la vie quotidienne » ou de leur « utilité pour la vie quotidienne » (items 9, 13 et 14). Notons également qu'environ 10% des items montrent une très légère baisse d'intérêt : en particulier ceux en lien avec une « participation plus active en classe » (item 25) et « un temps plus long que d'habitude consacré à la physique à la maison » (items 7 et 8). En résumé, la tendance générale de hausse de l'intérêt des élèves ouvre selon nous, au moins deux nouvelles perspectives pour l'enseignement de la physique.

Premièrement, il est possible d'aborder un cours de sciences physique, a priori théorique, sous un angle « concret » et lié à l'actualité. La nouvelle séquence d'enseignement est unique, dans la mesure où elle intègre les questions environnementales à un cours complet de sciences physique (incluant les concepts de température, dilatation, énergie thermique, propagation de la chaleur, grandeurs énergétiques mesurables, calorimétrie). Une valeur ajoutée réside également dans la sensibilisation des élèves aux enjeux climatiques, qui sont cruciaux dans le contexte actuel du réchauffement climatique. Cela est d'autant plus vrai qu'en dehors du système scolaire, les élèves reçoivent une énorme quantité d'informations, dont il n'est pas toujours facile de faire le tri - par exemple, les fameuses « fake news » pouvant être présentes sur les médias en ligne. Il est donc primordial d'améliorer la culture scientifique des élèves, non seulement en sciences physiques mais également pour les questions environnementales. D'un autre côté, cette méthode d'enseignement a montré des avantages notoires aux yeux de l'enseignant : les élèves du secondaire II sont dans un âge de développement personnel important et leur participation et implication à des projets de groupe et des discussions autour d'un thème qui les intéresse, leur donne la possibilité de s'affirmer et de découvrir des atouts personnels qu'ils/elles ignoraient jusqu'à là. À titre d'exemple, au moment d'introduire le concept de pouvoir calorifique d'un combustible, la comparaison entre un combustible fossile et l'hydrogène amène à considérer le concept de densité massique  $m$ . volumique d'énergie, tout comme celui du stockage et de la production de l'hydrogène. Les élèves sont alors amenés à discuter des solutions globales et durables de production/stockage/distribution d'énergie pour la société. Finalement, les élèves de l'enseignement secondaire II manifestent souvent une appréhension de la physique, qu'ils/elles ont parfois de la peine à vaincre dans un cours de physique « classique », alors que la résolution de problèmes de physique dans un contexte familier peut les rassurer et les motiver à repousser les limites de leurs capacités.

Deuxièmement, le développement d'une telle séquence souligne les possibilités et les bénéfices de liens interdisciplinaires entre les sciences physiques et les questions climatiques liées à la biologie. La possibilité de tels liens interdisciplinaires avait déjà été mise en lumière par d'autres auteurs, proposant par exemple des outils pédagogiques pour un enseignement dynamique et interdisciplinaire dans le cadre du développement durable (Pellaud, 2011). De la même manière, il serait intéressant d'investiguer les opportunités d'interdisciplinarité entre le cours de sciences physiques et d'autres disciplines, comme par exemple la géographie ou l'informatique. Les auteurs du présent article planifient en effet de compléter le semestre de physique décrit ici par trois autres semestres d'enseignement, comprenant un cours de géopolitique, un cours d'informatique comprenant notamment une simulation des marchés mondiaux des combustibles et un dernier semestre en-dehors des murs de l'école, où des projets par groupes de deux élèves seraient réalisés auprès d'entreprises ou d'institutions actives sur des questions liées au climat de la Terre.

Nous sommes cependant conscients de plusieurs limites liées à la hausse observée de l'intérêt des élèves. D'abord la faible taille d'échantillon ( $n=16$ ) analysée ici, qui ne permet pas de généraliser nos résultats. Ensuite, il s'agit d'un cours donné par un seul enseignant. Pour une généralisation de notre étude il faudrait une recherche avec un échantillon plus grand et plusieurs enseignant-e-s. Nous soulignons finalement comme autre limite de notre projet que nous n'avons pas étudié l'implication de la méthode appliquée sur le niveau d'apprentissage des élèves : les moyennes de semestre obtenues par les élèves dans le cadre de ce projet n'ont pas montré de fluctuations anormales, mais pour s'assurer de l'effet de cette méthode sur les apprentissages, il faudrait mener une étude dédiée et individualisée par rapport à cet aspect.

## 5.1 Implications pour la recherche & l'enseignement

### 5.1.1 Recherche

Pour aller plus loin, nous pourrions comprendre plus en détail l'augmentation de l'intérêt en analysant son lien avec d'autres variables telles que l'apprentissage conceptuel, les connaissances préalables, le genre. De plus, de nombreuses études précédentes ont souligné le rôle central de l'enseignant dans l'apprentissage et l'attitude des élèves (Hattie, 2012). Par conséquent, pour éviter ce biais lié à l'enseignant-e, un-e même enseignant-e pourrait faire une étude d'intervention, en donnant la séquence d'enseignement « classique » à une moitié de sa classe (faisant office de « groupe contrôle »), et en donnant une nouvelle séquence d'enseignement intégrant les questions climatiques à l'autre moitié de sa classe (faisant office de « groupe traitement »). Nous sommes cependant conscients des contraintes supplémentaires que cela ajouterait pour l'enseignant-e. Enfin, il pourrait aussi être utile d'effectuer une analyse structurelle du questionnaire (en supposant d'avoir une participation plus importante), via une analyse factorielle. Ceci pourrait apporter davantage d'informations sur d'éventuelles sous-dimensions de notre questionnaire.

### 5.1.2 Enseignement

Grâce à un outil relativement simple (questionnaire), chaque enseignant peut obtenir un feedback important concernant l'appréciation (intérêt, motivation) liée à son enseignement. De tels aspects sont souvent ignorés au profit d'aspects conceptuels (compréhension, connaissances). Nous attirons aussi l'attention de l'enseignant-e qui souhaiterait dispenser ce cours sur plusieurs points : d'une part, il/elle doit s'assurer que le niveau des apprentissages en physique atteint par les élèves grâce à cette nouvelle séquence d'enseignement soit satisfaisant selon le plan d'études tout en respectant la contrainte de 90 minutes de cours hebdomadaires ; toute baisse du niveau d'apprentissage en comparaison avec un cours « classique » signifierait que cette nouvelle stratégie d'enseignement ne serait pas adéquate ou devrait être repensée. D'autre part, l'enseignant a un rôle d'arbitre à jouer pour les parties du cours où les élèves discutent de divers aspects de la problématique du climat de la Terre : il doit notamment s'assurer que la salle de classe ne se transforme pas en une sorte de forum incontrôlé comme on les trouve parfois sur les réseaux sociaux, où les idées fuseraient dans tous les sens sans trop de cohérence. En d'autres termes, l'enseignant-e doit inspirer et inciter les élèves à développer un esprit critique par rapport à la problématique complexe que représente le climat de la Terre. Un-e enseignant-e qui se lance dans ce projet doit être pleinement conscient-e de cet aspect d'arbitrage face à une classe d'élèves confrontés à ce type de sujets et cela nécessite une préparation spéciale. Cette responsabilité supplémentaire pourrait sembler comme une barrière, mais elle peut également être vue comme une source de motivation complémentaire pour le métier d'enseignant-e.

## Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements aux élèves qui ont pris part à ce projet, ainsi qu'au Professeur Andreas Müller pour ses précieux conseils.

## Annexes

### Liste des items

- 1 J'ai investi plus d'effort lors des dernières heures du cours de physique que dans les autres matières.
- 2 Résoudre un problème dans le cours de physique m'a bien plu.
- 3 J'ai souvent parlé des dernières heures du cours de physique avec mes amis ou en famille.
- 4 La physique est ma matière préférée.
- 5 Les dernières heures du cours de physique m'ont plu.
- 6 Quand j'essaye de résoudre un problème de physique, il m'arrive de ne pas sentir le temps passer.
- 7 A la maison, je fais des recherches dans des livres, sur le web, etc. pour en savoir plus dur le thème des dernières heures du cours de physique.
- 8 Dans mon temps libre, je consacre du temps, en plus des devoirs, aux thème abordés dans les dernières heures du cours de physique.
- 9 Les thèmes (le contenu) des dernières heures du cours de physique sont utiles pour la vie quotidienne.
- 10 Les exercices des dernières heures du cours de physique sont utiles pour des choses auxquelles je suis confronté(e) en dehors de l'école.
- 11 Ce que nous avons appris lors des dernières heures de physique est utile pour la vie quotidienne.
- 12 Les exercices que nous avons fait lors des dernières heures du cours de physique sont utiles dans la vie quotidienne.
- 13 Les dernières heures du cours de physique ont traité de choses de la vie quotidienne.
- 14 Les thèmes (les sujets) des dernières heures du cours de physique sont utiles pour des choses auxquelles je suis confronté(e) en dehors de l'école.

- 15 Les exercices que nous avons faits pendant les dernières heures du cours de physique sont utiles pour la vie quotidienne.
- 16 Les exercices que nous avons faits lors des dernières heures du cours de physique se réfèrent à la vie quotidienne.
- 17 Les dernières heures du cours de physique m'ont plu.
- 18 Je suis toujours parvenu(e) à résoudre les exercices des dernières heures du cours de physique.
- 19 J'attendais toujours avec impatience le cours de physique.
- 20 J'étais concentré(e) lors des dernières heures du cours de physique.
- 21 Les exercices des dernières heures du cours de physique m'ont permis de mieux comprendre le sujet traité.
- 22 Je pense que mes camarades de classe ont trouvé que j'étais fort(e) lors des dernières heures du cours de physique.
- 23 Le sujet des dernières heures du cours de physique était compréhensible.
- 24 Mes résultats lors des dernières heures du cours de physique étaient satisfaisants pour moi.
- 25 J'ai participé activement aux dernières heures du cours de physique.
- 26 Je m'attends à ce que mes résultats dans les cours de physique soient bons à l'avenir.

## Références

- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life : A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Busch, H. (2022). Using “Limits to Growth” Modeling Software in an Environmental Physical Science Lab. *The Physics Teacher*, 60(3), 190-191. <https://doi.org/10.1119/5.0028078>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. L. Erlbaum Associates.
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 98-104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Dubois, L., Müller, A., & Delaval, M. (2021). Démarche d'investigation dans l'enseignement des sciences de la nature à l'école primaire : Effets sur la motivation et les représentations des élèves et conséquences sur la formation des enseignants. *Progress in Science Education (PriSE)*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1069>
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for Teachers : Maximizing Impact on Learning*. Routledge.
- Henrysson, S. (1963). Correction of item-total correlations in item analysis. *Psychometrika*, 28(2), 211-218. <https://doi.org/10.1007/BF02289618>
- Hoffmann, L., Häußler, P., & Lehrke, M. (1998). *IPN-Interessen-Studie Physik*.
- Kuhn, J., Müller, A., Müller, W., & Vogt, P. (2010). Kontextorientierung im Physikunterricht—Konzeptionen, Theorien und Forschung zu Motivation und Lernen. In *Praxis der Naturwissenschaften—Physik in der Schule* (Vol. 59, Numéro 5, p. 13-25).
- Kuhn, J., Müller, A., & Vogt, P. (2023). *Newspaper Story Problems and Other Tasks for Context Based Physics Education : A Research Based report on classroom practice* (arXiv:2304.11149). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.11149>
- Martinuk, M. “Sandy”, Moll, R. F., & Kotlicki, A. (2010). Teaching Introductory Physics with an Environmental Focus. *The Physics Teacher*, 48(6), 413-415. <https://doi.org/10.1119/1.3479725>
- McBratney, A. (2004). Everitt, B.S., 2002. The Cambridge Dictionary of Statistics. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 410 pp. ISBN 0 521 81099. AU\$75. *Geoderma*, 121, 155-156. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2003.11.001>
- Oon, P., & Subramaniam, R. (2011). On the Declining Interest in Physics among Students—From the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 33(5), 727-746. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.500338>
- Pellaud, F. (2011). *Pour une éducation au développement durable*. Éditions Quæ.
- Sawilowsky, S. (2009). New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2). <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE: background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) : A comparative study of students' views of science and science education. *Acta didactica*.
- Steidtmann, L., Kleickmann, T., & Steffensky, M. (2023). Declining interest in science in lower secondary school classes : Quasi-experimental and longitudinal evidence on the role of teaching and teaching quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(1), 164-195. <https://doi.org/10.1002/tea.21794>
- Transfert de chaleur, 2021. Consulté sur <https://parlonssciences.ca/ressources-pedagogiques/documents-dinformation/les-transferts-de-chaleur>
- Trenberth, K. E., Fasullo, J. T., & Kiehl, J. (2009). Earth's Global Energy Budget. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90(3), 311-324. <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2634.1>