



# Des labos plus ouverts pour des têtes bien faites

Transformer le laboratoire de sciences en une investigation plus authentique

Vincent Sicotte et Jean-François Désilets

**L'image que l'on se fait d'un cours de sciences trouve fréquemment son ancrage dans le laboratoire, perçu comme un lieu d'expérimentations et de découvertes du monde. Cependant, au cégep, comme au secondaire d'ailleurs, la réalité des expériences de laboratoire se révèle souvent être une séquence de faits à mémoriser et une litanie d'équations déconnectées du monde réel. Comment transformer ces laboratoires en éléments fondamentaux de la compréhension scientifique ? Plongeons dans cette réflexion en explorant les retombées des laboratoires ouverts sur la conception de la science et sur son apprentissage.**

## Contexte

Entamé il y a une dizaine d'années, le processus d'actualisation et de réécriture du programme Sciences de la nature se concrétise à travers des implantations locales dans les cégeps de la province. Cette étape cruciale nous a semblé être l'occasion idéale de réfléchir sur nos pratiques et de tenter de rendre plus signifiante l'expérience d'apprentissage des jeunes adultes suivant nos cours. Une libération octroyée par notre Direction des études a confirmé qu'il s'agissait de préoccupations partagées.

Au cœur de notre démarche : le cours de physique *Mécanique*, donné en première année du programme pré-universitaire de Sciences de la nature, véritable archétype du cours écueil, avec des taux d'échec avoisinant 30 %. Même parmi celles et ceux qui réussissent le cours, plusieurs peinent à donner un sens à leurs apprentissages ou à transférer leurs connaissances aux cours suivants.

Dès les débuts de nos interrogations, il nous est apparu que le laboratoire devrait occuper une place centrale dans notre réflexion : c'est là que les équations de la physique sont testées et validées et qu'elles révèlent tout leur pouvoir prédictif. Les laboratoires offrent des situations d'apprentissage plus authentiques et devraient occuper une place centrale dans l'expérience pédagogique. D'après le devis ministériel, les « travaux pratiques » occupent en principe 40 % de nos heures-contact, soit près d'une trentaine de périodes dans une session. Est-ce que ce temps considérable est utilisé à son plein potentiel ? La contribution des

laboratoires à l'apprentissage et à la compréhension correspond-elle aux attentes ? Existe-t-il des méthodes pédagogiques propres au laboratoire qui se révèlent plus efficaces que d'autres ?

Avec ces questions en tête, nous avons tout d'abord cherché des réponses dans la littérature, à la fois pour mieux cerner la problématique et trouver des pistes de solutions.

## Qu'apprend-on dans un laboratoire ?

Dans le milieu de l'éducation, on tient généralement pour acquis que les activités de laboratoire génèrent des bénéfices d'apprentissage. Pourtant, plusieurs décennies de recherches sur les laboratoires de sciences à l'école indiquent qu'il s'agit trop souvent d'occasions ratées (Hofstein et Lunetta, 2004). Exemple probant plus récent : Natasha Holmes, professeure de physique à l'université Cornell, étudie depuis 10 ans l'aspect pédagogique des laboratoires. Dans une étude retentissante portant sur neuf cours de physique dans trois universités (équivalents à nos cours collégiaux), son équipe trouve qu'il n'y a strictement *aucune valeur ajoutée* à l'apprentissage par les activités de laboratoire (Holmes et collab., 2017). Faire des laboratoires n'apporte absolument rien, que ce soit dans les examens ou dans les tests de compréhension ! L'autrice et son équipe trouvent une certaine logique dans ces résultats surprenants, puisque la plupart des activités de laboratoire recensées sont généralement très encadrées et consistent à obtenir un résultat « correct » à travers une

série de manipulations imposées. Autrement dit, des laboratoires où l'enjeu est simplement de *vérifier* une loi ou un principe physique.

Si les activités de laboratoire prescriptives ne semblent pas favoriser l'apprentissage, un des arguments en leur faveur est qu'elles font au moins apprendre la bonne vieille méthode scientifique. Qu'en est-il vraiment ? Clark Chinn, psychologue de l'éducation à l'Université Rutgers au New Jersey, s'intéresse depuis longtemps à ces questions. Dans une typologie de 468 activités de laboratoire proposées aux élèves d'écoles primaires et secondaires états-uniennes, il arrive à la conclusion que la plupart ne font pas – ou très peu – intervenir les processus cognitifs de la science authentique, mais suivent plutôt une méthodologie algorithmique et prescriptive. Effectuer à répétition des tâches simplifiées, superficielles et très encadrées n'amène-t-il pas à se forger une conception erronée de la science ? La démarche scientifique n'est pas simplement une série d'étapes simples fournies d'avance, un « mode d'emploi » produisant toujours le même résultat. Plutôt, la science est faite de questionnements, d'itérations et de fausses pistes ; elle est basée sur des modèles qui peuvent être remis en question. Et les conséquences peuvent être graves, pour de jeunes cerveaux en évolution : « Lorsque les

élèves apprennent à l'école une forme trop simplifiée et algorithmique du raisonnement scientifique, ils sont susceptibles de le rejeter comme n'étant pas pertinent pour toute prise de décision dans le monde réel<sup>1</sup>. » (Chinn et Malhotra, 2002, p. 214)

Non seulement les laboratoires de type « recette » ne contribuent pas à l'atteinte des objectifs d'apprentissage, ils pourraient aussi susciter une épistémologie fautive chez nos scientifiques en formation. Alors, vers quel(s) modèle(s) de laboratoires se tourner ? Le nouveau programme de Sciences de la nature ne propose malheureusement que de reconduire l'approche de « vérification » des lois et principes, inchangée depuis des décennies, pourtant critiquée de toutes parts (Désautels, 2020 ; Cormier et Voisard, 2022). Le cours d'intégration, obligatoire à la fin du parcours collégial, offre certes une expérience de recherche guidée, mais arrive sans préparation adéquate. Chose certaine : à la lumière de ce qui précède, on peut être dubitatifs à propos de la cohérence entre les moyens et certains buts du programme. À terme, les personnes diplômées doivent pouvoir réfléchir et agir avec rigueur intellectuelle et sens critique dans un contexte scientifique.

## Des labos ouverts pour mieux apprendre

Dans les années 1960, en réponse au paradigme transmissionniste de l'enseignement (le savoir est transmis, intact, aux bons élèves), s'est développé *l'apprentissage par la découverte*, un mouvement plaçant l'investigation et l'exploration au centre du processus d'apprentissage. D'inspiration

constructiviste, cette philosophie trouvait ses assises dans les travaux de pionniers de la pédagogie comme Piaget, Dewey et Vygotsky. Cette approche a peu à peu trouvé sa place dans les écoles, alors qu'on prenait conscience des bénéfices mitigés des laboratoires traditionnels (Hofstein et Lunetta, 2004).

Les laboratoires « ouverts », « par enquête » ou « par recherche guidée » laissent plus de latitude dans l'observation et la caractérisation des phénomènes réels, dans la formulation des protocoles de mesure et d'analyse, voire des questions de recherche (Blanchard et collab., 2010). Au niveau collégial, de telles initiatives émergent, pour transformer le laboratoire traditionnel en une approche par enquête. Par exemple, en chimie, Cormier et Turcotte (2022) décrivent un laboratoire où les équipes étudiantes doivent extraire l'ibuprofène de gélules d'Advil, avec seulement quelques indications générales. Charles et collab. (2022) montrent comment la séquence des laboratoires d'un cours de physique des ondes culmine par la conception d'un instrument de musique à vent ou à cordes. Dans un cours de biologie, les équipes travaillent sur une plateforme logicielle pour déterminer quelles pressions de l'écosystème ont rendu le poisson *guppy* tacheté. Une vraie question de recherche authentique !

Plutôt que de suivre les chapitres d'un manuel de cours ou de voir en succession les itérations historiques d'une théorie, on place le questionnement étudiant au centre de l'apprentissage. Cette approche de labos ouverts a des avantages bien documentés : elle favorise la compréhension et la rétention (Abraham, 2011 ; Aditomo et Klieme,

---

<sup>1</sup> Les débats sociaux avec une composante scientifique font souvent apparaître des perceptions erronées dans le discours public : on exige de la science des certitudes utiles. La pandémie de COVID-19 l'a bien montré : le dialogue de sourds entre le discours politique, les rumeurs des réseaux et les nuances des scientifiques a provoqué un « échec monumental à l'échelle mondiale » (Sachs et collab., 2022).

2020) et influence positivement les attitudes envers la science et son apprentissage (Madsen, McKagan et Sayre, 2015) – nous reviendrons sur ce point.

Inspirés par ce mouvement, nous nous sommes tournés vers *l'apprentissage par la modélisation* – traduction libre de « *Modeling Instruction*<sup>2</sup> ». En physique, un modèle (une équation) peut être utilisé pour prédire la trajectoire parabolique d'un objet en chute libre, par exemple, ou la vitesse d'un objet après une collision. En chimie, l'approche par la modélisation permet aux étudiantes et étudiants de mieux comprendre le comportement des gaz ou comment l'énergie est transférée d'un système à son environnement (Dukerich, 2015). En biologie, le modèle de la cellule eucaryote permet de distinguer une bactérie (comme un bacille) d'une cellule végétale (Manthey et Brewe, 2013).

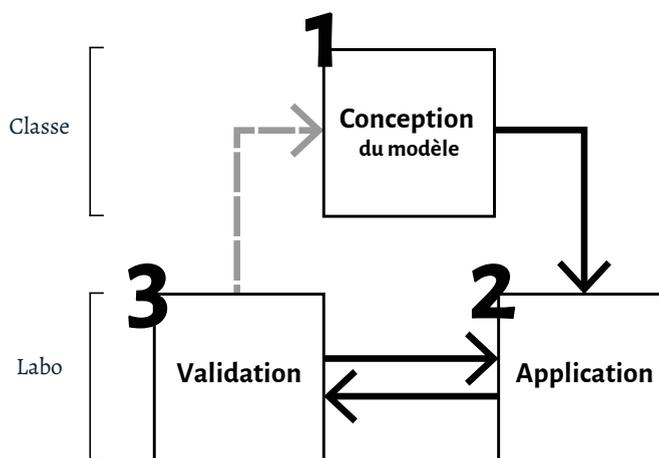
D'une efficacité documentée, cette stratégie est sans doute la réforme pédagogique qui a eu le plus grand impact sur l'enseignement pré-universitaire de la science aux États-Unis (Jackson, Dukerich et Hestenes, 2008 ; Brewe, 2008). Elle est maintenant largement implantée dans les écoles secondaires états-uniennes et certaines universités. La raison de son succès ? Cette approche calque le processus d'apprentissage sur la démarche scientifique elle-même.

## La modélisation au cœur de l'apprentissage

L'observation des phénomènes réels est le point de départ de ce processus, plutôt que la théorie, les concepts ou les équations, comme c'est souvent le cas. Pour donner suite à ces observations, les équipes étudiantes doivent concevoir des *modèles* (graphiques, schématiques, algébriques), en discuter en grand groupe sous supervision enseignante, valider ces modèles sur le plan expérimental, puis les améliorer de façon itérative en fonction des mesures et résultats. Nous avons tenté d'adapter cette approche aux spécificités de la réalité du collégial. Voici le résultat.

Figure 1

### La modélisation dans le cours de physique Mécanique (d'après Jackson, Dukerich et Hestenes, 2008)



<sup>2</sup> Notons que le terme *modélisation* ne fait pas référence ici à la stratégie pédagogique de l'enseignement explicite et qu'il s'applique principalement aux sciences.

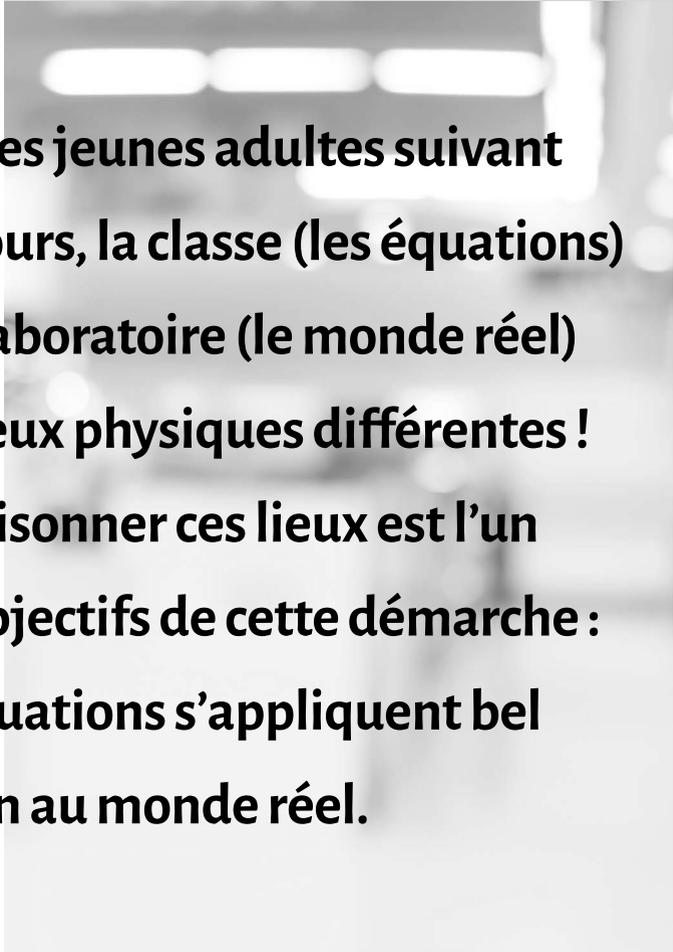
La phase de *conception* se déroule en classe. D'après une très brève description de la situation expérimentale qui sera étudiée en laboratoire, les équipes étudiantes doivent utiliser les notions du cours (concepts et équations générales) pour bâtir un modèle théorique algébrique, c'est-à-dire des équations particulières pour cette situation. Les modèles mis au point doivent faire intervenir uniquement des paramètres mesurables au laboratoire. À ce stade, une question revient souvent : « Est-ce qu'on peut mesurer ça au labo ? » Avec sa réponse : « Qu'est-ce que t'en penses ? » Pour les jeunes adultes suivant nos cours, la classe (les équations) et le laboratoire (le monde réel) ont deux physiques différentes ! Décloisonner ces lieux est l'un des objectifs de cette démarche : les équations s'appliquent bel et bien au monde réel.

Au laboratoire arrive la phase d'*application* du modèle, sans doute celle qui contribue le plus à rendre concrètes les équations de la physique : les équipes doivent déterminer comment mesurer les différents paramètres de leur modèle, avec la meilleure précision possible. Tous les instruments de mesure habituels d'un laboratoire de physique sont disponibles (balance, règles, chronomètre, capteurs de mouvement avec interface logicielle). À ce stade, le personnel enseignant doit limiter ses interventions, tout au plus guider les équipes en difficulté.

Finalement, toujours au laboratoire, arrive la phase de *validation*. D'après les mesures des différents paramètres de leur modèle, les équipes peuvent calculer la valeur théorique d'un résultat, puis la comparer avec la valeur

expérimentale du même résultat (obtenue différemment). Par exemple, est-ce que la trajectoire parabolique d'un objet, d'après calculs, concorde avec le point de chute mesuré d'une vraie bille lancée en laboratoire ? Si les deux résultats ne concordent pas, alors les équipes font en général appel au personnel enseignant pour qu'on leur indique leurs erreurs de mesures. Démarche infructueuse, évidemment ! On les invite plutôt à se concentrer sur le processus : les paramètres du modèle sont-ils bien ceux qui ont été mesurés ? Ont-ils

été mesurés correctement et avec assez de précision ? Une réflexion s'enclenche, qui ramène les équipes à la phase *application*. Les équipes étudiantes sont tout à fait capables d'atteindre ce niveau d'autonomie et de réflexions critiques, d'autant plus qu'elles réalisent au cours de la session que « ça fait partie du jeu » ! L'idée que les concepts et les modèles propres à une discipline n'arrivent pas toujours bien à représenter correctement la réalité est une leçon fondamentale dans l'apprentissage : toute théorie a des limites.



**Pour les jeunes adultes suivant nos cours, la classe (les équations) et le laboratoire (le monde réel) ont deux physiques différentes ! Décloisonner ces lieux est l'un des objectifs de cette démarche : les équations s'appliquent bel et bien au monde réel.**

Dans cette dynamique, l'encadrement représente une dimension importante. Il est crucial que les membres du personnel enseignant et de soutien aux travaux pratiques apprennent à trouver le bon équilibre entre « montrer comment faire » et laisser les équipes complètement à elles-mêmes. Il n'y a malheureusement pas de mode d'emploi pour trouver cet équilibre, qui doit être défini en toute collégialité entre membres du personnel, mais toujours avec l'apprentissage étudiant comme finalité. Si l'enquête *guidée* donne d'excellents résultats éducatifs, l'enquête *indépendante*, quasi sans encadrement, montre plutôt des résultats négatifs (Aditomo et Klieme, 2020). Cela veut dire qu'à laisser complètement libres les équipes étudiantes, on risque de les perdre...

Dans l'approche par la modélisation implantée dans les écoles états-uniennes, un retour est possible vers la phase *conception* du modèle, si certaines caractéristiques n'ont pas été prises en compte (par exemple : un frottement non négligeable). Cela renforce l'idée que la science est un processus dynamique, un « *work in progress* » qui laisse le droit à l'erreur. Ces allers-retours sont plus faciles quand le cours se déroule dans une classe de type « studio », avec du matériel de laboratoire toujours disponible. Dans la réalité du collégial, ce retour vers la phase *conception* (en pointillé sur le schéma) pose des défis logistiques certains. Les cours théoriques se déroulent rarement dans les mêmes locaux que les laboratoires, donc le matériel n'est pas facilement accessible. Pour les deux premières itérations de notre projet, nous n'avons pas trouvé comment permettre ce « retour à la planche à dessin », qui ferait pourtant vivre une démarche scientifique plus authentique. Qui plus est, il a

été difficile d'implanter des discussions régulières en grand groupe, une composante importante de cette approche. Ces discussions doivent avoir une forme bien particulière (Desbien, 2002), où les équipes échangent librement en comparant leurs modèles théoriques. Plutôt inhabituel pour nos étudiantes et étudiants de Sciences de la nature, ce genre d'échanges demanderait un entraînement répété pour réussir.

Avec ce cadre théorique, nous avons porté un regard critique sur l'ensemble de nos laboratoires de *Mécanique*, puis les avons transformés en une approche de recherche guidée<sup>3</sup>. En utilisant globalement le même matériel, nous sommes passés d'une dizaine de laboratoires à cinq dans une session, certains s'étendant sur plus d'une semaine. L'encadrement diminue durant la session pour favoriser l'autonomie. La partie expérimentale du cours culmine avec un laboratoire de trois semaines, où les équipes doivent formuler elles-mêmes une hypothèse de recherche. S'il fallait résumer simplement notre démarche, on pourrait dire : moins de consignes, plus de temps !

## Une radiographie des attitudes dans nos classes

Nos cohortes ont semblé apprécier cette approche, plus ouverte par rapport aux activités de laboratoire du secondaire et des autres cours de sciences du collégial. Concernant les laboratoires par enquête, où les équipes devaient elles-mêmes déterminer quoi mesurer et comment le faire, les trois quarts des personnes répondantes disent avoir trouvé utile cette stratégie pédagogique. De même, 74% d'entre elles étaient

d'accord ou tout à fait d'accord avec l'affirmation « Ces laboratoires m'ont aidé à mieux comprendre les notions de physique » ; 72% l'étaient avec l'affirmation « J'aimerais que les laboratoires des autres cours de physique soient comme ça ».

Et qu'en est-il de l'épistémologie ? Peut-on mesurer si cette approche de laboratoire par enquête influence les idées et les conceptions envers la science ? Parmi les sondages standardisés qui existent pour mesurer l'évolution des attitudes<sup>4</sup>, un des plus récents et connus est le *Colorado Learning Attitudes about Science Survey* (CLASS) (Adams et collab., 2006). Conçu pour la physique<sup>5</sup>, ce sondage ne vise pas à mesurer la compréhension ou l'intérêt pour cette science, mais plutôt à chiffrer dans quelle mesure la physique est perçue comme une méthode logique et cohérente pour décrire la réalité; comment son apprentissage est le résultat d'une démarche structurante (et non simplement la consultation d'une liste de formules).

<sup>3</sup> Il y a une vingtaine d'années, par un travail considérable, notre département avait déjà adopté une telle approche en s'éloignant des labos prescriptifs. Mais pour maximiser le nombre d'expériences réalisées, nous avons mis en place plusieurs mesures d'encadrement au fil des ans, réduisant ainsi la latitude laissée aux équipes. Assurer la pérennité d'une transformation pédagogique est un défi important, sur le plan départemental.

<sup>4</sup> Au sens de croyances ou d'opinions, et non de savoir-être. Nous avons gardé ce terme pour sa cohérence avec l'anglais.

<sup>5</sup> Des versions existent pour d'autres disciplines scientifiques (chimie, biologie, astronomie et mathématiques).

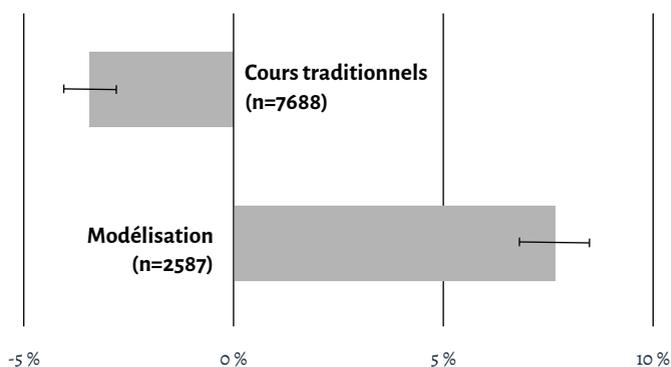
Ce sondage se compose de 42 questions à répondre sur une échelle de 1 à 5 (1 correspondant à « pas du tout d'accord » et 5 à « tout à fait d'accord »), posées au premier et au dernier cours de la session. La traduction que nous en avons faite est désormais la version française officielle<sup>6</sup>. Voici un aperçu de questions qui s'y retrouvent : « Un problème important dans l'apprentissage de la physique est de pouvoir mémoriser toutes les informations dont j'ai besoin »; « La connaissance en physique consiste en plusieurs thèmes sans liens entre eux »; « Il n'y a généralement qu'une seule approche correcte pour résoudre un problème de physique ». Durant la conception du CLASS, 16 physiciennes et physiciens professionnels y ayant participé ont donné des réponses unanimes pour 36 des 42 questions (les nuances des degrés d'accord [4 et 5] sont fusionnées, de même que les degrés de désaccord). Il existe donc une « clé de correction » qui permet de chiffrer dans quelle mesure les attitudes étudiantes envers la physique sont concordantes avec des attitudes « expertes ».

L'évolution des idées sur la science, entre le début et la fin de la session, donne de précieux renseignements sur les effets de nos interventions pédagogiques. On voudrait que nos classes, après toute une session, comprennent un peu mieux le fonctionnement de la science et que les attitudes étudiantes se rapprochent des attitudes expertes. Dit autrement : que les résultats « post » soient supérieurs aux résultats « pré ». Or, c'est l'inverse qui se produit ! Dès les premières publications concernant le CLASS, un résultat troublant a été relevé, puis largement confirmé depuis : les pédagogies traditionnelles *dégradent* les attitudes envers la science (Madsen, McKagan et Sayre, 2015 ; voir figure 2). À la fin d'une session, les perceptions inexactes sur la physique sont encore plus répandues : il s'agit de rentrer dans des équations dénuées de sens, d'une activité sans aucune

pertinence pour leur vie de jeunes adultes. Après 15 semaines à nous écouter, les étudiantes et les étudiants comprennent encore moins comment la physique fonctionne !

Fait étonnant : cette dégradation s'observe tant dans le cours magistral que dans la classe active. Les pédagogies actives génèrent de meilleurs apprentissages (Freeman, Eddy et McDonough, 2014 ; Von Korff et collab., 2016), mais elles n'améliorent pas les attitudes envers la science. Plutôt, les meilleurs gains actitudinaux sont associés aux pédagogies calquées sur la démarche scientifique, où les groupes étudiants travaillent et discutent pour expérimenter et recueillir des données, bâtir, tester puis valider des modèles. Nous y avons vu un autre argument en faveur de l'approche par la modélisation.

Figure 2 **Amélioration et dégradation des attitudes étudiantes selon les stratégies pédagogiques (d'après Madsen, McKagan et Sayre, 2015)**



<sup>6</sup> La version française du CLASS est disponible en téléchargement sur PhysPort, une plateforme regroupant diverses ressources s'appuyant sur la recherche en enseignement de la physique [[physport.org/assessments/assessment.cfm?A=CLASS](https://physport.org/assessments/assessment.cfm?A=CLASS)].

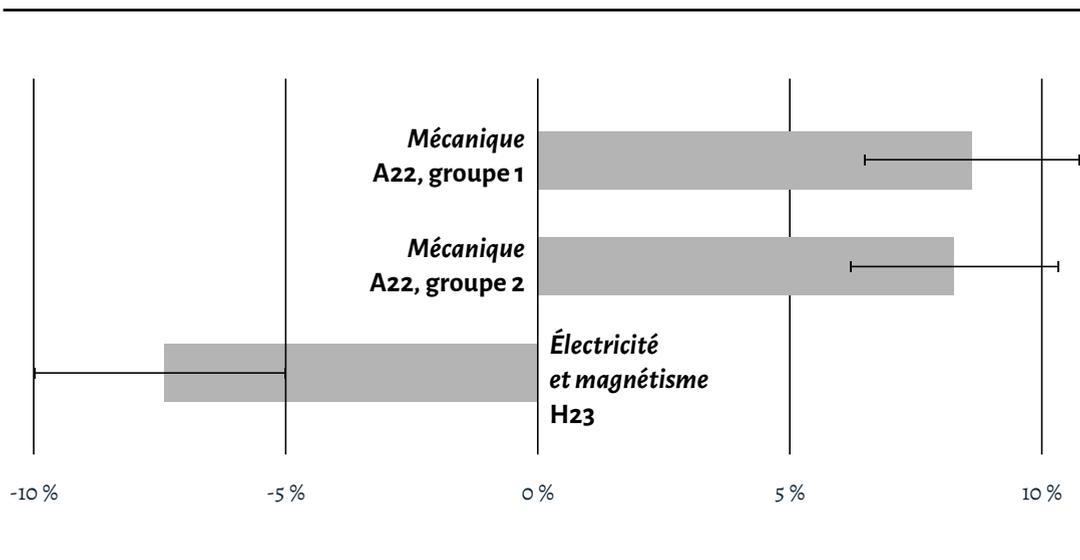
À l'automne 2022 (A22), à la première session d'implantation de nos laboratoires par enquête, nous avons fait passer le CLASS à nos groupes et avons obtenu des gains significatifs de 8,2 % (n=46) et 7,8 % (n=39), respectivement ( $p < 0,01$ ) (voir **figure 3**). Ces chiffres, représentant les moyennes des variations individuelles entre le début et la fin de la session, sont comparables à ceux obtenus par les approches basées sur la conception de modèles (voir **figure 2**, Modélisation). Ils témoignent que nos groupes ont compris un peu mieux comment la physique fonctionne, mais aussi comment l'apprendre efficacement. Ces résultats encourageants, obtenus dès la première itération de notre recherche-action, suggèrent que les changements effectués ont porté leurs fruits.

Mais avons-nous bénéficié de la chance du débutant ? Pour le vérifier,

nous avons évalué la cohorte de l'automne avec le CLASS lors de la session d'hiver 2023 (H23), spécifiquement dans le cours subséquent de physique (*Électricité et magnétisme*). Ce cours n'avait subi aucun changement en fonction d'une approche par la modélisation, ni dans les laboratoires ni dans la classe théorique. La **figure 3** résume les résultats : les gains pour nos deux groupes avec l'approche par modélisation en A22, puis, un éloignement des attitudes étudiantes des croyances expertes en H23, les résultats au CLASS diminuant en moyenne de 8,0 % (n=49). Sur le plan des attitudes, la cohorte semble malheureusement être revenue à son point de départ. Au moins, cela confirme que les changements apportés au cours de *Mécanique* ont eu des effets positifs sur les attitudes, en plus d'offrir une expérience d'apprentissage plus authentique.

Figure 3

### Variations au sondage CLASS à l'automne 2022 et à l'hiver 2023



## Conclusion

Partis d'un questionnaire sur les meilleures façons de permettre à nos groupes de sciences de donner un sens à leur apprentissage, nous avons entrepris une transformation des laboratoires du cours de physique *Mécanique* en nous basant sur la littérature pédagogique. Voici les principaux constats et leçons de cette transformation.

### **Des laboratoires plus ouverts offrent une meilleure expérience d'apprentissage, mais exigent un changement concerté.**

Ils représentent un changement de paradigme par rapport aux versions plus prescriptives, mais cette évolution semble nécessaire pour tirer pleinement profit de l'investissement (en temps et en ressources) que représentent les laboratoires. Le personnel enseignant doit ajuster ses pratiques en donnant *moins de consignes, mais plus de temps*. Les interventions doivent être moins directives, cibler le processus plutôt que le résultat : *répondre aux questions par des questions* est une bonne façon de faire ! Sans aucun doute, ce nouveau paradigme sort les personnes apprenantes de leur zone de confort, mais les trois quarts d'entre elles ont apprécié l'expérience et y ont vu une contribution positive aux objectifs d'apprentissage.

### **Ce mode d'investigation suscite des changements d'attitudes positifs envers la science et son apprentissage.**

Faire comprendre un peu mieux comment la science fonctionne réellement, n'est-ce pas là un de nos objectifs en tant que pédagogues ? Les jeunes adultes de nos cours n'embrasseront

pas tous une carrière en physique, loin de là, mais participeront tous aux débats sociaux de demain. Une société bien éduquée discute mieux.

### **Dans toute transformation pédagogique, la souplesse et l'ouverture sont des gages de succès.**

Nous avons tenté d'adapter une stratégie pédagogique bien précise (l'apprentissage par la modélisation) à la réalité collégiale, qui, à plusieurs égards, est assez différente de celle des écoles secondaires états-unienne. Ce n'est pas un échec de réaliser que certains aspects ne sont pas transférables. Pour assurer la pérennité d'un changement, plutôt que d'appliquer intégralement une recette toute faite, mieux vaut garder les aspects transférables les plus prometteurs d'une stratégie pédagogique, favoriser les contributions et l'appropriation par d'autres collègues et se permettre de faire des erreurs !

Si l'aventure vous intéresse, « le commencement est la moitié de tout », disait Pythagore. Partez de vos montages de physique ou de vos protocoles de chimie existants, rendez vos laboratoires de bio plus ouverts, transformez-en un ou deux en enquête guidée : vous en ferez des expériences d'apprentissage bénéfiques à tout point de vue pour vos étudiants et étudiantes. C'est une « recette »... à expérimenter ! ■



Mention de source : iStock/PeopleImages

## Références bibliographiques

- Abraham, M. (2011). « What Can Be Learned from Laboratory Activities? Revisiting 32 Years of Research », *Journal of Chemical Education*, vol. 88, n° 8, p. 1020-1025.
- Adams, W. et collab. (2006). « New Instrument for Measuring Student Beliefs about Physics and Learning Physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey », *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, vol. 2, n° 1, 10 janvier [En ligne].
- Aditomo, A. et E. Klieme (2020). « Forms of Inquiry-Based Science Instruction and their Relations with Learning Outcomes: Evidence from High and Low-Performing Education Systems », *International Journal of Science Education*, vol. 42, n° 4, p. 504-525.
- Blanchard, M. R. et collab. (2010). « Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction », *Science Educator*, vol. 94, p. 577-616.
- Brewe, E. (2008). « Modeling Theory Applied: Modeling Instruction in Introductory Physics », *American Journal of Physics*, vol. 76, n° 12, p. 1155-1160.
- Charles, E. et collab. (2022). « Unlocking Scientific Reasoning: How Inquiry-Based Labs Can Be a Key! », Association québécoise de pédagogie collégiale, Actes du 41<sup>e</sup> colloque de l'AQPC.
- Chinn, C. A. et B. A. Malhotra (2002). « Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework For Evaluating Inquiry Tasks », *Science Educator*, vol. 86, p. 175-181.
- Cormier, C. et V. Turcotte (2022). « Changer un labo traditionnel en labo par enquête guidée », Association québécoise de pédagogie collégiale, Actes du 41<sup>e</sup> colloque de l'AQPC.
- Cormier, C. et B. Voisard (2022). « Nouveau programme collégial québécois de Sciences de la nature : commentaire sur l'article de Désautels (2020) et pistes pour l'intervention », *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 22, p. 237-249.
- Désautels, J. (2020). « L'enseignement des sciences et le politique : un exemple », *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 20, p. 627-646.
- Desbien, D. M. (2002). *Modeling discourse management compared to other classroom management styles in university physics*, Arizona State University.
- Dukerich, L. (2015). « Applying Modeling Instruction to High School Chemistry To Improve Students' Conceptual Understanding », *Journal of Chemical Education*, vol. 92, n° 8, p. 1315-1319.
- Freeman S., S. Eddy et M. McDonough (2014). « Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics », *PNAS*, vol. 111, n° 23, p. 8410-8415.
- Jackson, J., L. Dukerich et D. Hestenes (2008). « Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education », *Science Educator*, vol. 17, n° 1, p. 10-17.
- Hofstein, A. et V. N. Lunetta (2004). « The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century », *Science Educator*, vol. 88, p. 28-54.
- Holmes, N. G. et collab. (2017). « Value Added or Misattributed? A Multi-Institution Study on the Educational Benefit of Labs for Reinforcing Physics Content », *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, vol. 13, n° 1, Mai [En ligne].
- Madsen, A., S. McKagan et E. Sayre (2015). « How Physics Instruction Impacts Students' Beliefs about Learning Physics: A Meta-Analysis of 24 Studies », *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, vol. 11, n° 1, Juin [En ligne].
- Manthey, S. et E. Brewe (2013). « Toward University Modeling Instruction – Biology : Adapting Curricular Frameworks from Physics to Biology », *CBE – Life Sciences Education*, vol. 12, n° 2, p. 206-214.
- Sachs, J. et collab. (2022). « The Lancet Commission on Lessons for the Future from the COVID-19 Pandemic », *The Lancet*, vol. 400, n° 10359, p. 1224-1280.
- Von Korff, J. et collab. (2016). « Secondary Analysis of Teaching Methods in Introductory Physics: A 50 K-Student Study », *American Journal of Physics*, vol. 84, n° 12, p. 969-974.



**Vincent Sicotte** a obtenu sa maîtrise en astrophysique à l'Université de Montréal puis a travaillé en vulgarisation scientifique pendant une dizaine d'années. Après un microprogramme de 2<sup>e</sup> cycle en enseignement postsecondaire, il enseigne la physique au Collège Montmorency depuis 2012, où il tente de mettre en application les meilleures pratiques pédagogiques basées sur la recherche en éducation.

vincent.sicotte@cmontmorency.qc.ca



**Jean-François Désilets** est détenteur d'une maîtrise en physique mathématique de l'Université de Montréal et enseigne la physique au Collège Montmorency depuis 2013. Intéressé par les méthodes pédagogiques innovantes, il a fait un microprogramme de 3<sup>e</sup> cycle en éducation supérieure à l'Université de Sherbrooke en 2023. Son objectif principal est la création de matériel pédagogique favorisant la compréhension de la physique, mais aussi le développement global des personnes et de leur pensée critique.

jean-francois.desilets@cmontmorency.qc.ca