

1 La pensée informatique en sciences physiques

1.1 La révolution numérique

La pensée informatique a déjà influencé l'approche de la recherche en sciences. Cela c'est traduit par son intégration dans les grands domaines d'application de la physique et de la chimie, ainsi que dans leur enseignement avec la création de cours de physique ou chimie computationnelle offrant de nouvelles méthodes de calcul, de nouveaux outils et techniques pour enrichir et comprendre la physique du XXI^e siècle. Le machine learning associé à l'émergence et au développement des technologies Big Data ouvre de nouvelles perspectives dans les domaines de la physique et de la chimie tel que la résolution de problèmes de physique quantique en matière condensée, de problèmes d'astrophysique ou encore dans la simulation numérique de systèmes physiques complexes comme la création de jumeaux numériques de réacteurs nucléaires. De plus l'informatique à travers des concepts comme l'algorithmique, la science des données, l'architecture des ordinateurs ou encore la programmation est omniprésente en sciences mais également dans d'autres disciplines comme la linguistique, l'analyse de l'apprentissage ou l'étude du comportement humain dans leurs efforts de modélisation. L'ensemble de ces méthodes informatiques transposables aux autres disciplines afin de répondre à des questions qui leur sont propres est appelé *Computational Thinking* ou encore *Pensée Informatique* ou *Computationnelle*.

1.2 La pensée informatique ou pensée computationnelle un savoir fondamental ?

La pensée informatique ne possède pas à notre connaissance de définition précise mais semble regrouper un ensemble de compétences et de savoirs faire qui ne sont pas réservés aux seuls informaticiens. Jeanette Wing définit la pensée informatique de la façon suivante :

Computational thinking builds on the power and limits of computing processes, whether they are executed by a human or by a machine.

La vidéo : [What is Computational Thinking](#) by Jeanette Wing

À ce titre, nous attirons l'attention du lecteur sur la nécessité de ne pas confondre Pensée Informatique et programmation. En effet, la programmation utilise un langage pour implémenter une solution induite par la Pensée Informatique. Aujourd'hui la pensée informatique a investi la plupart des domaines de recherche et d'application Elle fait dorénavant partie des cursus d'Ecoles d'Ingénieurs ou d'Université prestigieuses. L'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) propose depuis 2013 à la liste de ses enseignements un cours de Pensée Computationnelle pour tous ses étudiants. Dans un article de [l'EPFL Magazine](#), nous pouvons lire :

Tout comme la physique et les mathématiques permettent d'exprimer la réalité visible sous forme d'équations rigoureuses, la pensée computationnelle la retranscrit d'une manière compréhensible pour un système informatique...permettant de résoudre des problèmes extrêmement complexes basés sur de grands ensembles de données, et de réaliser des avancées impossibles jusqu'ici...

La pensée informatique va donc permettre d'exprimer des idées en promouvant :

- La pensée abstraite
- La pensée systématique
- La pensée logique et séquentielle
- La pensée algorithmique
- La résolution de problème
- L'apprentissage par l'erreur

1.3 Qu'apporte réellement la pensée informatique aux sciences physiques ?

Si les compétences en résolution de problèmes sont les compétences les plus recherchées chez les cadres, elles sont aussi les plus difficiles à développer chez les élèves et les étudiants. Or la pensée informatique est considérée comme fondamentale en formation à la résolution de problèmes et est déjà présente en Physique Chimie. Utiliser les méthodes propres à cette pensée informatique afin de faire de la Physique et de la Chimie doit pouvoir concourir à cette compréhension profonde si difficile pour les élèves à réaliser. Enfin l'informatique occupe une place importante dans la physique et la chimie du XXI^e siècle. L'ignorer c'est renoncer à ne pas mettre au service de la physique et de la chimie les progrès réalisés dans ce domaine durant ces dernières années.

1.3.1 La pensée informatique pour le traitement des données

Le traitement d'informations issues d'immenses quantités de données joue un rôle de plus en plus important dans les sciences expérimentales. Comment traiter à la main les quantités phénoménales de données recueillies par un télescope ou un accélérateur de particules? L'informatique s'est intéressée depuis très longtemps à ces problèmes et propose des théories et des outils sans lesquels cette exploitation serait impossible. Ces données générées par des expériences ont été acquises grâce à l'ingéniosité des ingénieurs ou chercheurs physiciens et chimistes qui afin de pousser toujours plus loin les limites de leurs dispositifs expérimentaux se doivent de connaître les limites de ce qu'une machine peut ou ne peut pas faire. La pensée informatique utilisée dans le traitement automatisé de l'information permet aux physiciens et chimistes de tirer le meilleur parti des progrès de la science informatique afin de toujours mieux appréhender le réel. La connaissance des systèmes favorisant l'acquisition et le traitement de l'information est donc essentielle pour un physicien ou un chimiste afin que puisse être appréciées les implications de cette numérisation au service de la modélisation et de la compréhension du réel.

1.3.2 La pensée informatique nouvel outil au service de compréhension des concepts de Physique Chimie

La pensée informatique permet d'améliorer la compréhension des concepts de la physique et de la chimie tant dans l'approche expérimentale (chaîne d'acquisition de l'information (capteur -> données) que dans une approche conceptuelle (modélisation / simulation) grâce à la mobilisation d'étapes usuelles en pensée informatique comme en physique chimie que sont :

- la façon de poser un problème, sa reformulation en tâches simples;
- la prise d'initiatives en identifiant des informations ou des grandeurs importantes, afin de tester une hypothèse dans l'élaboration d'un modèle avec une démarche d'essai erreur;
- la mise en évidence de situations qui peuvent s'apparenter à des situations déjà étudiées et des modèles déjà connus (design pattern);
- l'élaboration d'une solution étape par étape (algorithmic thinking) en vérifiant l'adéquation des prévisions avec la réalité.
- L'utilisation d'une représentation numérique afin de visualiser les résultats d'une simulation. Cela permet aux physiciens et aux chimistes de tester l'effet d'un paramètre ou encore d'être capable d'identifier des analogies comme les physiciens et les chimistes le font couramment.

1.3.3 Comment la mettre en place?

L'enseignement de la physique et de la chimie peut tirer un bénéfice certain d'une intégration de la pensée informatique. Simuler ce que l'on peut expérimenter, valider un modèle par l'adéquation entre les résultats obtenus par la simulation et ceux mesurés dans le monde réel, apprendre à observer le réel, affiner sa représentation du réel sont autant de pistes à explorer. La Pensée Informatique qui fait déjà partie de façon implicite de la trousse à outil du physicien et du chimiste permettrait en étant explicitée de devenir comme les mathématiques un outil clairement identifié au service du physicien et du chimiste afin d'alimenter sa réflexion critique par rapport aux problèmes rencontrés.

Nous disposons aujourd'hui de langages de programmation étudiés et utilisés par les élèves de lycée en ISN, en Mathématiques ou pour programmer à terme leurs calculatrices¹. Facile d'accès avec des potentialités stupéfiantes² un langage comme Python a l'avantage de posséder des modules de calcul scientifique et une surcouche **VPython** moins connue mais permettant de mettre en oeuvre des objets 3D. Nous disposons également d'objets numériques comme les smartphones ou les microcontrôleurs équipant la carte Arduino et BBC micro:bit qui associée à des capteurs peuvent avantageusement remplacer le côté boîte noire et presse bouton des centrales d'acquisition jusque-là utilisées et cela pour un coût dérisoire. Qu'on se rassure il existe même des libraires Python permettant d'utiliser certaines cartes d'acquisition présentes en lycée³. Des universités dont Grenoble sous l'impulsion de **Joël Chevrier**, Paris Diderot sous l'impulsion de **Julien Broboff**, ou encore l'Université de Bordeaux sous l'impulsion de **Ulysse Delabre** ainsi que d'autres universités outre atlantique prônent une autre façon de faire de la Physique avec une approche expérimentale, résolument active de l'apprenant grâce à ces nouveaux outils numériques plus ouverts. Aux Etats Unis les travaux d'une expérimentation en école primaire d'une utilisation de la Pensée Informatique pour une approche des concepts de vitesse et d'accélération a donné lieu à une publication⁴ sur la résolution de problème.

1. Certains fabricants proposent depuis peu certains modèles de calculatrices programmables en Python.

2. M Ayer, Vidya & Miguez, Sheila & Toby, Brian. (2014). Why scientists should learn to program in Python. Powder Diffraction. 29. S48-D64. 10.1017/S0885715614000931].

https://www.researchgate.net/publication/269995603_Why_scientists_should_learn_to_program_in_Python

3. <http://www.f-legrand.fr/scidoc/docmml/sciphys/caneurosmart/interpy/interpy.html>

4. wyer, Hilary & Boe, Bryce & Hill, Charlotte & Franklin, Diana & Harlow, Danielle. (2013). Computational Thinking for Physics : Programming Models of Physics Phenomenon in Elementary School. pdf