

Recherche sur l'enseignement de la chimie - De l'empirisme personnel aux données probantes, à la théorie et à la pratique éclairée



; compléter et ajouter à [biblio-didactique-chimie](#)

Voir aussi (accès restreint) :

- [two-tier multiple choice](#) diagnostic instruments (questions à choix multiple avec justification)
- [qcm_dans_le_domaine_de_la_chimie](#)

[Chemistry Education Research—From Personal Empiricism to Evidence, Theory, and Informed Practice](#), Melanie M. Cooper and Ryan L. Stowe Chem. Rev., Article ASAP DOI: 10.1021/acs.chemrev.8b00020 2018



Cette revue en “Chemistry Education Research” (CER) donne un aperçu du développement de la recherche en éducation en chimie depuis les débuts, lorsque les idées sur la façon d'enseigner la chimie et de faciliter l'apprentissage des élèves étaient guidées par l'opinion des praticiens, jusqu'aux recherches actuelles basées sur les théories de l'apprentissage et fournit des preuves à partir desquelles on peut proposer des améliorations de l'enseignement et de l'apprentissage. Nous présentons les théories dominantes de l'apprentissage qui ont guidé la CER au fil des années et essayons de montrer comment elles ont été intégrées dans la recherche moderne en enseignement de la chimie. Nous fournissons également des exemples de la façon dont cette recherche peut être utilisée pour informer du développement et de l'utilisation des dispositifs éducatifs. Parce que la littérature en CER est vaste, nous avons choisi de limiter la recherche examinée aux études qui nous aident à répondre à trois questions directrices:

1. Qu'est-ce que les élèves devraient savoir et être en mesure de faire avec cette connaissance ?
2. Comment saurons-nous que les étudiants ont développé une compréhension cohérente et utile de la chimie ?
3. Quelles preuves avons-nous sur la façon d'aider les élèves à développer une compréhension en profondeur et robuste de la chimie ?

Introduction

- 1924 : [What kind of research is essential to good teaching?](#), W. A. Patrick, J. Chem. Educ., 1924, 1 (1), p 16 DOI: 10.1021/ed001p16 + la première partie du XXème siècle : “recherche en enseignement de la chimie” → combinaison de “chimie” et de “méthodes de présentation” (laboratoires, exercices)
- “chemistry education research (CER)?” :

- mécanismes de construction de la compréhension des principes de la chimie par les élèves;
- obstacles à la construction;
- instruments permettant de mesurer la compréhension, les attitudes, l'identité et d'autres concepts affectifs;
- comment les preuves de l'apprentissage des élèves peuvent être incorporées dans la conception du curriculum;
- comment mesurer l'impact des transformations curriculaires.
- une compréhension des méthodes et des principes de l'enseignement des sciences, de la psychologie de l'éducation et des sciences cognitives est également nécessaire
- contenu de l'article : des opinions personnelles vers un corpus d'études fondées sur des théories éducatives et supportées par l'évidence.
- Questions de CER :
 - Que devraient savoir les étudiants et pouvoir faire avec cette connaissance ?
 - Comment saurons-nous que les étudiants ont développé une compréhension cohérente et utile de la chimie ?
 - Comment aider les étudiants à développer une compréhension approfondie et solide de la chimie et quelles preuves en avons-nous ?
- Nature de l'évidence en CER
 - Diffère de la recherche traditionnelle en chimie (méthodologies des sciences humaines et de l'éducation)
 - Études débutant par un cadre théorique, suivi de données quantitatives (grands ensembles de données avec des informations statistiquement valides sur l'efficacité) ou qualitatives (petits groupes, interviews, avec discussions des mécanismes sous-jacents)
 - complexité inhérente : groupes traités et groupes témoins représentatifs de la population. Une répartition aléatoire est souvent impraticable. La reproductibilité est questionnable, Des études combinées (qualitatives/quantitatives) existent.
 - L'article se focalise sur un ensemble de publications "CER" présentant des conclusions "basées sur l'évidence", avec un niveau de fiabilité limité, modéré ou élevé. En particulier des références d'articles de revue de 2000 à 2013 sont fournis.

Une brève histoire de l'enseignement de la chimie

- 1880-1964, l'ère de "l'empirisme personnel"
- 1964-2000, constructivisme, socio-constructivisme et apprentissage signifiant (Piaget, Vygotsky, Ausbel, et Novak). [Chemical Phenomena in Elementary School Science](#), Karplus, R. C J. Chem. Educ. 1966, 43, 267- 269, DOI: 10.1021/ed043p267

Développement de l'expertise et du caractère des connaissances des experts

- [How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School](#) The National Research Council, National Academies Press Washington, DC, 2000. Cinq caractéristiques clés de l'expertise :
 1. Les experts remarquent des caractéristiques et des modèles d'informations significatifs qui ne sont pas remarqués par les novices
 2. Les experts ont acquis une grande connaissance du contenu organisée de manière à

- refléter une compréhension profonde de leur sujet
3. Les connaissances des experts ne peuvent être réduites à des ensembles de faits ou de propositions isolés, mais reflètent plutôt des contextes d'applicabilité, c'est-à-dire que les connaissances sont «conditionnées» sur un ensemble de circonstances.
 4. Les experts sont en mesure de récupérer avec souplesse des aspects importants de leurs connaissances sans trop d'attention.
 5. Bien que les experts connaissent leurs disciplines à fond, cela ne garantit pas qu'ils sont capables d'enseigner aux autres.
- Développement de l'expertise en chimie : le "triplet" de Johnstone [Why Is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem](#), Johnstone, A. H., J. Comput. Assist. Learn. 1991, 7, 75- 83, DOI: 10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x (cf. [ici](#)), + le modèle de traitement de l'information (et surcharge cognitive), cf. [ici](#)
 - le changement conceptuel
 - 1970s & 1980s : existence de fausses conceptions à dépasser, modifier via le déclenchement d'un conflit cognitif entre les conceptions inadéquates et l'observation, pour induire un changement conceptuel avec un remplacement par des concepts plus corrects.
 - des fausses conceptions (exemple des modifications énergétiques lors de la destruction ou création de liaisons) ne conduisent pas au changement
 - mode de pensée de type 1 et 2
 - mode 1 : rapide, automatique, intuitif
 - mode 2 : plus lent, analytique, dominé par le raisonnement
 - heuristique (plus signifie ajouter)
 - les heuristiques sont aussi utilisés par des experts : "like dissolves like"

Ce que les étudiants devraient savoir et savoir faire avec ces connaissances

- Ce que les étudiants devraient savoir

...

Concepts inventories

Références directes et indirectes :

- **Particulate nature of matter**
 - [The development of an open-ended drawing tool: an alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter](#), Nyachwaya, James M.; Mohamed, Abdi-Rizak; Roehrig, Gillian H.; Wood, Nathan B.; Kern, Anne L.; Schneider, Jamie L., Chemistry Education Research and Practice (2011), 12 (2), 121-132 DOI: 10.1039/c1rp90017j
 - Stains, M.; Escriu-Sune, M.; Alvarez de Santizo, M. L. M.; Sevian, H. [Assessing Secondary and College Students' Implicit Assumptions about the Particulate Nature of Matter: Development and Validation of the Structure and Motion of Matter Survey](#) J. Chem. Educ. 2011, 88 (10) 1359- 1365 DOI: 10.1021/ed1002509

- Yeziarski, E. J.; Birk, J. P. [Misconceptions about the Particulate Nature of Matter. Using Animations To Close the Gender Gap.](#) J. Chem. Educ. 2006, 83, 954– 960, DOI: 10.1021/ed083p954
- **Covalent and ionic bonding representations**
 - Luxford, C. J.; Bretz, S. L. [Development of the Bonding Representations Inventory to Identify Student Misconceptions about Covalent and Ionic Bonding Representations](#) J. Chem. Educ. 2014, 91 (3) 312– 320 DOI: 10.1021/ed400700q
- **Kinetic particle theory**
 - Treagust, D. F.; Chandrasegaran, A. L.; Crowley, J.; Yung, B. H.; Cheong, I. P.-A.; Othman, J. [Evaluating Students' Understanding of Kinetic Particle Theory concepts Relating to the State of Matter, Changes of State, and Diffusion: A Cross-National Study](#) Int. J. Sci. Math. Educ. 2010, 8 (1) 141– 164 DOI: 10.1007/s10763-009-9166-y
- **Solution chemistry**
 - Adadan, E.; Savasci, F. [An Analysis of 16–17-year-old Students' Understanding of Solution Chemistry Concepts Using a Two-Tier Diagnostic Instrument](#) Int. J. Sci. Educ. 2012, 34 (4) 513– 544 DOI: 10.1080/09500693.2011.636084
- **Acids and/or bases**
 - [Students' Understandings of Acid Strength: How Meaningful Is Reliability When Measuring Alternative Conceptions?](#) Stacey Lowery Bretz and LaKeisha McClary, J. Chem. Educ., 2015, 92 (2), pp 212–219 DOI: 10.1021/ed5005195
 - Rahayu, S.; Chandrasegaran, A. L.; Treagust, D. F.; Kita, M.; Ibnu, S. [Understanding Acid-Base Concepts: Evaluating the Efficacy of a Senior High School Student-Centered Instructional Program in Indonesia](#) Int. J. Sci. Math. Educ. 2011, 9 (6) 1439– 1458 DOI: 10.1007/s10763-010-9272-x
 - Lin, J.-W.; Chiu, M.-H. [Exploring the Characteristics and Diverse Sources of Students' Mental Models of Acids and Bases](#) Int. J. Sci. Educ. 2007, 29 (6) 771– 803 DOI: 10.1080/09500690600855559
- **Oxidation-reduction reactions**
 - Brandriet, A. R.; Bretz, S. L. [The Development of the Redox Concept Inventory as a Measure of Students' Symbolic and Particulate Redox Understandings and Confidence](#) J. Chem. Educ. 2014, 91 (8) 1132– 1144 DOI: 10.1021/ed500051n
- **Chemical equilibrium**
 - Özmen, H. [Determination of Students' Alternative Conceptions about Chemical Equilibrium: A Review of Research and the Case of Turkey](#) Chem. Educ. Res. Pract. 2008, 9 (3) 225– 233 DOI: 10.1039/b812411f
 - Voska, K. W.; Heikkinen, H. W. [Identification and Analysis of Student Conceptions Used To Solve Chemical Equilibrium Problems](#) J. Res. Sci. Teach. 2000, 37 (2) 160– 176 DOI: 10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2%3C160::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-M
- **Electrolysis**
 - Sia, D. T.; Treagust, D. F.; Chandrasegaran, A. L. [High School Students' Proficiency and Confidence Levels in Displaying their Understanding of Basic Electrolysis Concepts](#) Int. J. Sci. Math. Educ. 2012, 10 (6) 1325– 1345 DOI: 10.1007/s10763-012-9338-z
- **Thermochemistry**
 - Wren, D.; Barbera, J. [Psychometric Analysis of the Thermochemistry Concept Inventory.](#) Chem. Educ. Res. Pract. 2014, 15, 380– 390, DOI: 10.1039/C3RP00170A
 - Wren, D.; Barbera, J. [Gathering Evidence for Validity during the Design, Development, and Qualitative Evaluation of Thermochemistry Concept Inventory Items.](#) J. Chem. Educ. 2013, 90, 1590– 1601, DOI: 10.1021/ed400384g
- **Enzyme-substrate Interactions**
 - Bretz, S. L.; Linenberger, K. J. [Development of the Enzyme–substrate Interactions Concept](#)

Inventory. *Biochem. Mol. Biol. Educ.* 2012, 40, 229– 233, DOI: 10.1002/bmb.20622

- **Quantum Chemistry**

- Dick-Perez, M.; Luxford, C. J.; Windus, T. L.; Holme, T. A Quantum Chemistry Concept Inventory for Physical Chemistry Classes. *J. Chem. Educ.* 2016, 93, 605– 612, DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00781

- divers :

- Talanquer, V. Concept Inventories: Predicting the Wrong Answer May Boost Performance. *J. Chem. Educ.* 2017, 94, 1805– 1810, DOI: 10.1021/acs.jchemed.7b00427
- [A National Survey of Students' Conceptions of Chemistry](#) Mei-Hung Chiu (2007) in Taiwan, *International Journal of Science Education*, 29:4, 421-452 DOI: 10.1080/09500690601072964

Autres questionnaires, questions,... :

- [Student Understanding of Intermolecular Forces: A Multimodal Study](#), Melanie M. Cooper, Leah C. Williams, and Sonia M. Underwood, *J. Chem. Educ.*, 2015, 92 (8), pp 1288-1298 DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00169 → **Intermolecular Forces**
- [Why Ask Why?](#) Melanie M. Cooper, *J. Chem. Educ.*, 2015, 92 (8), pp 1273-1279 DOI: 10.1021/acs.jchemed.5b00203
- Maeyer, J.; Talanquer, V. Making Predictions about Chemical Reactivity: Assumptions and Heuristics. *J. Res. Sci. Teach.* 2013, 50, 748– 767, DOI: 10.1002/tea.21092 → **Chemical Reactivity**
- Cooper, M. M.; Kouyoumdjian, H.; Underwood, S. M. [Investigating Students' Reasoning about Acid-Base Reactions](#). *J. Chem. Educ.* 2016, 93, 1703– 1712, DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00417 → **Acid-Base Reactions**
- Becker, N.; Noyes, K.; Cooper, M. [Characterizing Students' Mechanistic Reasoning about London Dispersion Forces](#). *J. Chem. Educ.* 2016, 93, 1713– 1724, DOI: 10.1021/acs.jchemed.6b00298 → **London Dispersion Forces**
- Claesgens, J.; Scalise, K.; Wilson, M.; Stacy, A. Mapping Student Understanding in Chemistry: The Perspectives of Chemists. *Sci. Educ.* 2009, 93, 56– 85, DOI: 10.1002/sce.20292
- Becker, N. M.; Rupp, C. A.; Brandriet, A. [Engaging Students in Analyzing and Interpreting Data to Construct Mathematical Models: An Analysis of Students' Reasoning in a Method of Initial Rates Task](#). *Chem. Educ. Res. Pract.* 2017, 18, 798– 810, DOI: 10.1039/C6RP00205F → **kinetics**
- [Best Evidence Science Teaching](#) (University of York) : collection of free research evidence-informed resources for effective teaching of difficult ideas, embedded formative assessment and adaptive lesson planning :
 - **Substances and properties**
 - **Particles and structure**
 - **Chemical reactions**
- <http://assessment.aas.org/@AAAS> Science Assessment : QCM, concepts et références

Importance de la metacognition :

- Cook, E.; Kennedy, E.; McGuire, S. Y. Effect of Teaching Metacognitive Learning Strategies on Performance in General Chemistry Courses. *J. Chem. Educ.* 2013, 90, 961– 967, DOI: 10.1021/ed300686h
- Rickey, D.; Stacy, A. M. The Role of Metacognition in Learning Chemistry. *J. Chem. Educ.* 2000, 77, 915– 920, DOI: 10.1021/ed077p915



Socioconstructivisme,...

two most widely known strategies for knowledge coconstruction in chemistry: peer-led team learning and process-oriented guided inquiry learning

Représentations à l'échelle moléculaire

Curriculum

Autres références

-  [Concept inventory](#)
-  [Chemistry education](#)
- [Research in Chemical Education - the Third Branch of Our Profession](#) Journal of Chemical Education 1997, 74 (9) , 1076. DOI: 10.1021/ed074p1076
- [Evaluating the Content and Response Process Validity of Data from the Chemical Concepts Inventory](#) Paul Schwartz and Jack Barbera, Journal of Chemical Education 2014, 91 (5), 630-640. DOI: 10.1021/ed400716p
- [An Inventory for Alternate Conceptions among First-Semester General Chemistry Students](#) Douglas R. Mulford & William R. Robinson, J. Chem. Educ., 2002, 79 (6), p 739 DOI: 10.1021/ed079p739 (y compris **tests**)
- [CER Webinar: Stacey Lowery Bretz & Michael Klymkowsky - Discussion about Concept Inventories between lead researchers in chemistry and biology education](#), 20/05/2020 (utiliser les sous-titres si utile)

From:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/> - **Didier Villers, UMONS - wiki**

Permanent link:

<https://dvillers.umons.ac.be/wiki/teaching:biblio-10.1021-acs.chemrev.8b00020>

Last update: **2020/07/12 17:20**

