

La lettre Physique-Chimie Grenoble



Dans ce numéro

- **Actualités : physique-chimie et jeux**
- **La NanoCar Race**
- **Les Savanturiers**
- **Chimie et smartphone**
- **La revue « Visages de sciences »**
- **Conférences**
- **Revue de presse**

Dossier

La différenciation pédagogique en physique-chimie

ÉDITO

Dans ce numéro de notre newsletter Physique-Chimie Grenoble, nous vous présenterons un MOOC en lien avec la conférence organisée par la Société Chimique de France sur l'apport des jeux dans l'enseignement. Nous avons aussi sélectionné plusieurs sites comportant des ressources qui peuvent être utilisées par les élèves ainsi que des articles et des conférences en ligne pour les enseignants.

Le dossier thématique de notre newsletter est consacré à la différenciation pédagogique en physique-chimie. Il fait le point sur les réflexions et les recommandations faites, en mars 2017, lors de la conférence organisée par le Conseil national d'évaluation du système scolaire et l'Institut français de l'éducation.

ACTUALITÉS : physique-chimie et jeux

« Chimie et jeux : apport pour l'enseignement »

La Société Chimique de France (division Enseignement Formation) organise le **17 mai 2017** (à l'Université Claude Bernard Lyon 1) une journée thématique consacrée à la **problématique de l'utilisation du jeu dans l'enseignement**, en partenariat avec le groupe physique-chimie de l'Inspection Générale de l'Éducation Nationale.

Pour consulter le programme de la journée ou pour de plus amples informations :

<http://www.societechimiquedefrance.fr/JT-Chimie-et-Jeux-17-Mai-2017.html>

Un MOOC sur les serious games

Le MOOC « **Enseigner avec les serious games** » de l'université de Montpellier (disponible en ce moment sur la plateforme FUN) propose d'apprendre à trouver et à créer des jeux sérieux, à évaluer leur pertinence et à les intégrer dans des séances d'enseignement.

Il est possible de s'inscrire jusqu'au 7 juin 2017 à l'adresse :

<https://www.fun-mooc.fr/courses/course-v1:umontpellier+08007+session01/about>

Des jeux pour le collège

Le jeu sérieux **Survive on Mars**, initialement conçu pour travailler le programme de SVT, comporte maintenant des missions en lien avec les programmes de physique-chimie du collège et du lycée.

Adresse du site :

<http://surviveonmars.portail-svt.com/>

Fred Astéroïde's issue est un escape game conçu pour tester et réviser les notions de troisième.

Adresse du site :

<http://escapegame.enepe.fr/2017/03/>

D'autres MOOC actuellement sur FUN (France Université Numérique)

- **La physique des objets du quotidien**-deuxième session (voir présentation dans la newsletter 5)
- **Se former pour l'ICN Informatique et Création Numérique** (avec comme enseignant, David Roche, un collègue de physique-chimie de l'académie)
- Pour s'inscrire : <https://www.fun-mooc.fr/>

LA NANOCAR RACE

• La **NanoCar Race** ou première course internationale de molécules-voitures a eu lieu à la fin du mois d'avril 2017. Elle s'est déroulée dans un microscope à effet tunnel unique. Il est possible de retrouver des vidéos de cet événement sur le site du CNRS.

Adresse du site : <http://nanocar-race.cnrs.fr/>

• Une BD est également proposée : http://nanocar-race.cnrs.fr/skin/picts/bd_duhoo_cnrs_nanocar-race.pdf

LES SAVANTURIERS

Le dernier numéro **des Savanturiers** (n° 19-mars 2017) est consacré à la matière noire. Ce magazine est publié quatre fois par an par le CEA. Il s'adresse aux collégiens et aux lycéens. Tous les numéros sont disponibles en ligne ou peuvent être commandés.



Adresse du site : <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/editions/savanturiers.aspx>

CHIMIE ET SMARTPHONE

L'article « **exploser un smartphone** », extrait du livre « La chimie dans les TIC » (EDP sciences), est téléchargeable sur le site Médiachimie, à l'adresse : http://www.mediachimie.org/sites/default/files/chimie-tic-junior_chapitre5.pdf

LA REVUE « VISAGES DE SCIENCES »

La revue du CEA « **Visages de sciences** » regroupe des témoignages de chercheurs, ingénieurs de recherche et techniciens qui racontent le quotidien et les enjeux des scientifiques.



Adresse du site : <http://fr.calameo.com/read/00054870573113c12e4d3>

CONFÉRENCES

• La conférence de Roland Lehoucq (astrophysicien au CEA) sur **la relativité restreinte et la relativité générale** : <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/relativite-generale-et-restreinte.aspx>

• La conférence d'Hervé This « **La chimie des sens ? Il y a des découvertes à faire !** » (22 février 2017) : <https://vimeopro.com/maisondelachimie/colloque-la-chimie-et-les-sens/video/210458679>

REVUE DE PRESSE

■ Le Bup

Le Bup n° 992 - mars 2017

Les ordres de grandeur au collège. De l'intérêt des "Sizeline" ou comment construire un répertoire de mesures de référence ? par Sandrine Pierre - p. 381-395.

Le Bup n° 993 - avril 2017

Propositions de nom pour les éléments 113, 115, 117 et 118 par Alfred Mathis - p. 443-444.

La physique qualitative : compréhension et langage. Difficultés repérées par Edith Saltiel - p. 483-499.



■ Reflets de la physique



Reflets de la physique - n° 52 - février 2017

Les ondes gravitationnelles, cent ans après Einstein par Luc Blanchet – p. 6-12.

Les premières détections des ondes gravitationnelles par Nicolas Arnaud – p. 14-20.

CONTACT

- Direction de la publication : Inspection de physique-chimie
- Rédaction : Agnès Berthet : Agnes-Paule.Berthet@ac-grenoble.fr
- Adresse du site académique : <http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/spc/>

DOSSIER : La différenciation pédagogique en physique-chimie

Suite à la conférence de consensus sur la différenciation pédagogique organisée par le Conseil national d'évaluation du système scolaire (Cnesco) et l'Institut français de l'éducation (Ifé/ENS de Lyon) en mars 2017 [1], nous avons décidé de consacrer le dossier thématique de notre newsletter à cette pratique que nous essayons tous de mettre en œuvre dans nos classes, sans trop savoir parfois comment procéder. En effet, quel que soit le niveau d'enseignement, nous nous trouvons souvent démunis face à l'hétérogénéité de nos élèves (y compris dans les filières scientifiques) et cherchons des solutions pour venir en aide à ceux qui rencontrent le plus de difficultés afin qu'ils ne décrochent pas [2]. Comment gérer au mieux les différences entre les élèves et leur permettre à tous de progresser ? Comment mettre en œuvre une différenciation pédagogique efficace mais qui ne soit pas trop chronophage pour l'enseignant ?

Ce dossier présente une synthèse non exhaustive de travaux de recherche sur la différenciation pédagogique et des exemples de pratiques d'enseignants. Il propose aussi des pistes concrètes pour modifier nos pratiques et intégrer la différenciation pédagogique lors de certaines séances.

1. POURQUOI DIFFÉRENCIER ?

Une préconisation inscrite dans les textes officiels

Même si elle est inscrite dans les textes institutionnels seulement depuis quelques années, la différenciation pédagogique (autrefois appelée pédagogie différenciée) a toujours fait partie des préoccupations des enseignants. Un principe essentiel (« tous les élèves ont la capacité d'apprendre et de progresser ») figure dans la loi de refondation de l'école de la République (8 juillet 2013) qui prévoit ainsi l'inclusion scolaire de tous les élèves. Les documents d'accompagnement du nouveau programme de physique-chimie au cycle 4 réaffirment d'ailleurs la **nécessité de mettre en œuvre la différenciation pédagogique dans les classes** et rappellent aussi aux enseignants qu'il est recommandé d'adapter leurs pratiques, notamment en diversifiant les démarches pédagogiques, de manière à **inclure tous les élèves** : « *la différenciation pédagogique est indispensable afin de permettre à chaque élève, au sein d'un collège unique, de progresser à son rythme et au plus haut niveau de maîtrise possible, ceci dans le cadre de programmes organisés en cycles. [...] Il est pertinent de privilégier une mise en activité des élèves et une diversification des approches.* » [3].

Des élèves avec des besoins différents

Les élèves n'apprennent pas tous de la même manière [2]. Ils ont des **comportements d'apprentissage variés** tant du point de vue de la maîtrise de leurs connaissances et de leurs compétences que du point de vue des rythmes et des stratégies d'apprentissage utilisées. Ils se différencient aussi par leurs **motivations**

pour les tâches scolaires, leurs **parcours** (et donc leurs connaissances antérieures) et leurs **centres d'intérêt**. Certains élèves assimilent très rapidement les notions enseignées alors que d'autres ont besoin de plus de temps. Les élèves **visuels**, qui mémorisent plus facilement ce qu'ils voient, ont besoin de schématisations et d'images mentales alors que ceux qui sont plutôt **auditifs** privilégieront la lecture à voix haute et les **kinesthésiques** préféreront manipuler quand ils le peuvent. Leur comportement face à une question varie également : certains réagissent de manière impulsive et répondent rapidement tandis que d'autres préfèrent prendre le temps de réfléchir et diffèrent leur réponse.

Pour s'adapter à cette grande variété de profils d'apprenants, l'enseignant doit faire preuve de flexibilité (c'est-à-dire faire des petites modifications) et diversifier ses démarches pédagogiques pour rendre accessibles à tous les élèves les apprentissages visés. Il doit prévoir des aménagements plus importants de ses séances pour les élèves ayant des besoins éducatifs particuliers. **La différenciation pédagogique s'adresse à tous les élèves**, qu'ils aient des difficultés importantes ou passagères. Elle est également **utile pour les élèves rapides** qui s'ennuient et ne trouvent aucun intérêt à l'activité proposée, trop facile pour eux. Elle permet ainsi de les maintenir dans l'activité en proposant plus de choses à faire. Les élèves apprécient, en général, que l'enseignant porte de l'intérêt à leurs difficultés et essaie de les aider. La différenciation pédagogique peut parfois améliorer leur engagement dans le travail proposé et leur permettre de développer leur autonomie.

Différencier ne veut pas dire individualiser

« La différenciation pédagogique consiste à mettre en œuvre un **ensemble diversifié de moyens** et de procédures d'enseignement et d'apprentissage pour permettre à des **élèves d'aptitudes et de besoins différents** d'atteindre par des voies différentes des **objectifs communs** » [4]. Mais accompagner tous les élèves dans leur parcours d'apprentissage ne signifie pas « faire un cours individuel à chaque élève » [5]. Il convient d'accorder une attention à chacun d'entre eux en organisant des cheminements qui prennent en compte **des groupes ayant des besoins identiques ou proches**.

La différenciation pédagogique peut être mise en œuvre en classe pendant des séances ordinaires et ne se limite pas aux dispositifs particuliers comme l'accompagnement personnalisé [4]. Elle doit être prévue pour **tous les élèves**, même pour ceux qui réussissent.

Différenciation successive et différenciation simultanée

Lorsque l'enseignant emploie, au cours de la même séance, différents outils, supports pédagogiques, procédures de résolution ... pour permettre à tous les élèves d'atteindre le même objectif d'apprentissage en trouvant la stratégie qui lui convient le mieux parmi celles qui lui ont été présentées, la **différenciation** est dite **successive** [4]. Elle peut être mise en œuvre lors d'une séance collective, en particulier un cours magistral.

Si chaque élève effectue une tâche correspondant à ses besoins, la **différenciation** est dite **simultanée**. Elle peut consister en un travail individuel ou collectif au sein d'un groupe de besoins. L'utilisation d'un plan de travail différencié ou d'un programme de révisions personnalisé est un exemple de ce type de différenciation.

Quelques principes et recommandations

Pour effectuer une différenciation pédagogique efficace, **diversifier est indispensable**, mais n'est pas suffisant car il est nécessaire de s'adapter aux besoins des élèves. Plusieurs éléments importants peuvent nous aider à mettre en œuvre des séances d'enseignement-apprentissage qui tiennent compte de la variété des profils de nos élèves. Certains de ces principes rejoignent ceux préconisés pour **enseigner plus explicitement**. Ils sont présentés dans le dossier de la DGESCO [6] ainsi que dans la synthèse de ce dossier faite par nos IA-IPR de physique-chimie de l'académie (documents joints au diaporama des JDI consacrées à la réforme du collège en janvier 2017).

• **Durée de la séance**

Lorsque l'emploi du temps de la classe le permet, choisir une **séance avec une durée longue** pour mettre en œuvre une séance de différenciation pédagogique [5]. Les élèves ont besoin de temps pour assimiler les notions étudiées.

• **Une explicitation pendant toute la séance**

- Au début d'une séance, il est primordial d'**expliciter** aux élèves les **objectifs de l'activité** et les **connaissances antérieures** nécessaires à sa réalisation [3 ; 6].
- Vérifier au début, mais également en cours de séance, que **les élèves ont bien compris la consigne** (reformulation par un élève, explicitation du type de réponse attendue ...).
- À la fin de la séance (phase d'institutionnalisation), indiquer aux élèves les **apprentissages effectués**, les **procédures et les stratégies** mises en œuvre au cours de l'activité ainsi que les **notions découvertes** [6].

• **Tâches à proposer**

- Le travail d'une notion doit consister à alterner des activités d'**entraînement**, de **consolidation** et de **réinvestissement** afin que les élèves acquièrent des **automatismes** : connaissances (définitions et formules) ou procédures courantes pour une situation donnée.

- Afin d'établir un lien entre les différents concepts en jeu, la **structuration des connaissances** peut être effectuée par l'élève, par exemple en lui demandant de construire une carte mentale ou de classer les éléments dans un tableau. Elle peut aussi être à la charge de l'enseignant.

- **Activités de métacognition**

- On peut proposer à l'élève de faire un **bilan de ce qu'il a appris** pendant l'activité. Ce **travail** l'aidera à prendre, progressivement, du recul sur ses apprentissages [4].
- Il est recommandé d'apprendre aux élèves à **analyser leurs évaluations** afin de faire un **bilan de ce qu'ils maîtrisent** et les **points qu'ils ont besoin de retravailler**. L'autoévaluation doit aussi être proposée.
- Il est également nécessaire que les élèves aient régulièrement des **retours sur leurs apprentissages** de la part de l'enseignant avant l'évaluation.

- **Stratégies de différenciation**

Il est conseillé d'aider les élèves **ayant plus de difficultés** à effectuer une tâche **en supprimant les éléments inutiles** pour sa réalisation et en les centrant sur l'essentiel. Pour les élèves plus rapides, il est, par exemple, possible de prévoir des activités de réinvestissement.

- **Modalités de travail**

Les élèves n'apprennent pas tous seuls. Des séances de **travail collectif** leur permettront de confronter leur point de vue à celui de leurs pairs.

- **Autonomie dans l'apprentissage**

Développer l'**autonomie** des élèves [7-8] permet de les responsabiliser et de les impliquer davantage dans leurs apprentissages. En effet, leur laisser de l'autonomie semble être un facteur ayant un effet positif sur la **motivation** et sur l'**engagement dans le travail scolaire** [8]. Il est ainsi conseillé de proposer des choix aux élèves à certains moments d'une séquence, par exemple l'ordre de réalisation des exercices.

Points de vigilance

- Il faut veiller à maintenir un **niveau d'exigences élevé pour tous les élèves** (en jouant, par exemple, sur la complexité de la tâche). Diminuer les objectifs d'apprentissage des élèves ayant des difficultés importantes aurait pour effet d'augmenter les différences entre eux [9].
- Lorsque plusieurs procédures sont possibles pour effectuer une tâche et que l'élève maîtrise une seule d'entre elles, il est indispensable de lui montrer les autres raisonnements et de **lui faire travailler ceux qu'il ne connaît pas** pour que progressivement il apprenne à les mettre en œuvre. De même, si un élève présente des facilités et des aptitudes dans un domaine donné, il est important de lui proposer des situations qui l'obligent à mobiliser des compétences dans les domaines dans lesquels il est « moins à l'aise ».
- Il n'est **pas nécessaire de différencier toutes les séances**. La différenciation pédagogique n'est efficace que si elle est mise en œuvre à bon escient, en alternance avec des séances de travail collectif, plus « traditionnelles ». Ceci limite aussi l'effet chronophage de la préparation des séances différenciées pour l'enseignant. Signalons qu'il peut être judicieux d'utiliser des activités testées par des collègues ou proposées sur les sites académiques de physique-chimie.

3. COMMENT PROCÉDER POUR DIFFÉRENCIER ?

Une préparation en amont : identifier les besoins des élèves

Afin de connaître les besoins des élèves, une **évaluation diagnostique** ou une **analyse de leurs productions** est indispensable pour essayer d'**identifier l'origine de leurs erreurs**, c'est-à-dire la **procédure erronée qu'ils ont appliquée** [10].

Si le travail est effectué en classe, l'enseignant peut leur demander d'expliquer à l'oral comment ils ont procédé. Lorsque la production ne comporte aucune erreur, il faut néanmoins être vigilant car l'élève a peut-être répondu au hasard ou mis en œuvre une procédure qui a été opérationnelle pour la situation de l'évaluation, mais qui ne fonctionne pas dans d'autres cas. Le brouillon doit

être réhabilité ; c'est en effet la seule trace de la pensée de l'élève, surtout s'il ne réussit pas.

Pour **gagner du temps** dans la phase de diagnostic, l'enseignant peut utiliser des **outils numériques**, comme Google Forms ou Plickers (voir newsletters 3 et 8), afin de visualiser instantanément les résultats et identifier les erreurs de ses élèves. Mais qu'il s'agisse d'un questionnaire « papier » ou « numérique », de questions ouvertes ou de type QCM, il est indispensable que le test soit bien construit et que la formulation des questions n'induisse pas des difficultés supplémentaires dues, par exemple, au vocabulaire, à la syntaxe ou à l'ambiguïté de certains termes. Déduire de ces réponses erronées les procédures et les raisonnements susceptibles d'avoir été mis en œuvre par les élèves peut s'avérer délicat. L'enseignant peut alors s'aider de son expérience et des difficultés d'apprentissage identifiées par la didactique de la discipline.

Prendre en compte les difficultés « classiques » et les erreurs fréquentes

Les erreurs ne résultent pas uniquement d'un « manque de travail ». Leurs **origines sont nombreuses et variées** : mauvaise utilisation d'une procédure, emploi d'une procédure erronée, difficultés pour comprendre les registres symboliques et graphiques ou pour changer de registres de représentation, difficultés de conceptualisation et d'abstraction ... Les **difficultés liées au vocabulaire** sont très fréquentes, en particulier lorsque les termes sont utilisés avec un sens différent dans le langage quotidien ou dans d'autres disciplines (comme le terme « milieu » ou le verbe « justifier » qui est souvent utilisé pour la formulation des consignes). La connaissance des principales **difficultés d'apprentissage** répertoriées par la **recherche en didactique de la physique-chimie** peut être utile lors de la préparation d'une séance d'enseignement afin d'anticiper les difficultés prévisibles [10]. Des exemples sont présentés en annexe.

Les difficultés rencontrées par les élèves trouvent parfois leur origine dans des **conceptions ou représentations initiales erronées** qui sont « puissantes » et peuvent résister à l'enseignement. Il est alors judicieux de les prendre en compte lors de l'élaboration d'une séquence d'enseignement-apprentissage. Les élèves ont aussi **parfois tendance à**

généraliser des procédures et des techniques expérimentales qu'ils rencontrent souvent. C'est, par exemple, le cas de la dilution d'un facteur 10 qui est très fréquente dans les situations étudiées au lycée, du fait de la valeur numérique simple à utiliser [11]. Lorsqu'une dilution est nécessaire, certains élèves n'envisagent spontanément que de diluer 10 fois la solution. Il est donc conseillé de varier les paramètres des exemples pris comme supports pour les séances d'enseignement, au moins dans les exercices si le matériel disponible ne le permet pas pour les activités expérimentales [11].

Si les erreurs sont souvent des indicateurs des processus cognitifs mis en œuvre, des réponses inappropriées peuvent aussi s'expliquer par le fait que certains élèves **se concentrent uniquement sur l'exécution et la réussite des tâches** qui leur sont proposées sans chercher à comprendre les apprentissages qu'ils ont réalisés. Ce décalage entre l'objectif d'apprentissage de l'enseignant et le leur peut les amener à appliquer les mêmes procédures ou les mêmes raisonnements dans des situations inadéquates [12].

Étayer puis désétayer

Au début de la phase d'apprentissage, l'enseignant est souvent amené à étayer, c'est-à-dire à **apporter différentes aides** à l'élève afin qu'il puisse **apprendre et résoudre seul un problème** qu'il ne savait pas résoudre au départ. Il s'agit de l'aider « à faire » et de le guider pour le mettre sur la voie de la stratégie de résolution.

L'étayage peut porter sur le contenu, la planification des étapes de travail, le raisonnement, la sélection d'informations. Pendant les activités expérimentales et les démarches d'investigation, une stratégie d'aide courante consiste souvent à distribuer des indices (jokers, coups de pouce ...) aux élèves qui rencontrent des difficultés. Il faut néanmoins veiller à éviter le « sur-ajustement didactique » qui consiste à trop simplifier les tâches, de manière à conserver le même objectif d'apprentissage [12]. De même, il est inutile d'étayer l'activité des élèves qui réussissent sans aide.

Lorsque les objectifs d'apprentissage sont atteints, il faut **progressivement désétayer** afin que l'élève réussisse sans aide. Pendant la séance, l'enseignant doit observer les élèves et être attentif à leurs questions pour éventuellement ajuster l'étayage ou planifier une remédiation.

4. QUE PEUT-ON DIFFÉRENCIER ?

Il est possible de différencier **les contenus d'apprentissage**, c'est-à-dire les connaissances et les ressources à mobiliser en donnant, par exemple, des informations supplémentaires. Les **supports** (notamment les textes) doivent être adaptés en fonction des compétences des élèves au niveau de la compréhension de l'écrit. En effet, pour lire un document comprenant différents types d'informations (texte, graphiques, schémas ...), ils doivent fournir des efforts cognitifs importants qu'ils ne pourront pas impliquer dans le travail demandé. Afin qu'ils puissent concentrer leur attention uniquement sur l'objectif d'apprentissage, il est conseillé de limiter les informations inutiles et de veiller à la présentation visuelle des documents pour **éviter une surcharge cognitive** [13].

Les **stratégies de résolution** peuvent également être différenciées en indiquant, par exemple, une partie de la démarche à suivre pour la réalisation de la tâche. L'enseignant peut différencier la consigne d'une activité en fonction des compétences des élèves ou donner la même consigne à tous et prévoir des aides progressives à apporter en cours d'activité. Pour les élèves en difficulté, il est possible, dans un premier temps, de leur donner un problème déjà résolu et de leur demander d'explicitier la démarche, les étapes du raisonnement et les procédures mises en œuvre [1].

Un autre élément sur lequel l'enseignant peut intervenir, mais le fait rarement, concerne la **production**. La longueur d'une réponse écrite peut, par exemple, varier selon les compétences des élèves. Un exemple d'activité différenciée mettant en œuvre plusieurs de ces points est disponible sur le site académique de physique-chimie (onglet « collège-cycle4 »).

http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/spc/file/ressources/Reforme_collège/Cycle_4/2016_signaux_mesure-distance-Terre-Lune-1.pdf

L'activité, qui porte sur la détermination de la distance Terre-Lune, a été déclinée en trois niveaux. Les niveaux 2 et 3 comportent un texte moins long et des questions intermédiaires demandant notamment une schématisation de la situation. La valeur numérique essentielle pour la résolution est indiquée dans l'énoncé d'une question et non dans le texte.

L'**organisation** de la séance d'un point de vue spatial et temporel ainsi que les **modalités de travail** sont d'autres possibilités sur lesquelles la différenciation peut porter. L'importance des pairs dans l'apprentissage doit amener à privilégier, par moments, le travail en groupe, collaboratif ou coopératif (voir newsletter 7).

5. DIFFÉRENCIATION PÉDAGOGIQUE ET OUTILS NUMÉRIQUES

Les outils numériques constituent **une aide efficace pour certains élèves**. Ceux qui rencontrent des difficultés pour rédiger une réponse, voire un paragraphe argumenté, pourront, dans un premier temps, utiliser le traitement de texte et le correcteur d'orthographe. L'usage de l'ordinateur n'étant pas autorisé pour les examens de physique-chimie, ils essayeront ensuite, progressivement, de produire un texte correct du point de vue de la syntaxe et de l'orthographe sans outils numériques. De même, pour une meilleure compréhension des concepts enseignés, il peut être judicieux de proposer de courtes vidéos : les élèves plutôt auditifs ou ayant des difficultés de conceptualisation et d'abstraction trouveront un

bénéfice à écouter des explications et à regarder les schémas qui illustrent les notions présentées. Des exercices interactifs, comme ceux créés avec l'application LearningApps (<https://learningapps.org/>) faciliteront la mémorisation des connaissances. L'usage d'outils numériques présente aussi un intérêt pour l'enseignant qui peut **adapter rapidement et facilement les supports pédagogiques** en fonction des besoins des élèves. Néanmoins, même si l'emploi de ressources différentes pour une même information les aide à mémoriser, il convient d'être prudent avec ces outils numériques qui **peuvent introduire une difficulté supplémentaire** pour certains d'entre eux. La lecture sur écran nécessite, par exemple, des stratégies cognitives

particulières [1]. Pendant la phase d'étayage, l'enseignant doit leur apprendre ces stratégies et guider leur attention pour qu'ils sélectionnent les informations pertinentes et les traitent de manière efficace. Il faut également veiller à ce que l'utilisation de ces outils numériques n'induisse pas une surcharge cognitive néfaste pour les apprentissages [1].

La différenciation pédagogique et la manière d'apprendre font l'objet de nombreuses recherches dans des domaines aussi variés que la didactique, les sciences

de l'éducation, la psychologie, les neurosciences, l'informatique ... Des **logiciels d'aide pour l'apprentissage** (fournissant des feedbacks différenciés à partir des erreurs des utilisateurs) sont en cours de développement [11]. Le concept d'**adaptative learning** commence à se développer. Nous aurons, peut-être, des logiciels qui s'adapteront « automatiquement » aux besoins des élèves, comme le font les questionnaires proposés dans certaines certifications en langues étrangères.

RÉFÉRENCES

- [1] **Différenciation pédagogique. Comment adapter l'enseignement pour la réussite de tous les élèves ?** Conférence de consensus du Cnesco (7-8 mars 2017). Recommandations du jury disponibles à l'adresse : http://www.cnesco.fr/wp-content/uploads/2017/03/CCDifferenciation_recommandations.pdf
- [2] FEYFANT A. (2016). **La différenciation pédagogique en classe**. Dossier de veille de l'IFÉ, n°113, novembre. ENS de Lyon.
- [3] « **Repères pour l'enseignement de la physique-chimie au cycle 4** ». Ressource d'accompagnement du programme de physique-chimie. Disponible sur éduscol : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique_Chimie/77/7/RA16_C4_PHCH_reperes_N.D_579777.pdf
- [4] « **La différenciation pédagogique** ». Ressource d'accompagnement du programme de mathématiques (cycle 4). Disponible sur éduscol : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ressources_transversales/93/4/RA16_C4_MATH_ladifferentiation_p_edagogique_547934.pdf
- [5] « **L'accompagnement pédagogique au cœur de la réforme : la différenciation, apprendre à apprendre.** ». Conférence de Viviane BOUYSSÉ à l'ESENESR le 22 janvier 2016.
- [6] « **Enseigner plus explicitement** ». Dossier issu d'un groupe de travail, piloté par le bureau de l'éducation prioritaire de la DGESCO. Disponible à l'adresse : https://www.reseau-canope.fr/education-prioritaire/fileadmin/user_upload/user_upload/actualites/enseigner_plus_explicitement_cr.pdf
- [7] « **L'essentiel en une page** ». Article en ligne publié dans les cahiers pédagogiques. Disponible à l'adresse : <http://www.cahiers-pedagogiques.com/L-essentiel-en-une-page>
- [8] SARRAZIN P. & TROUILLOUD D. (2004). **Comment motiver les élèves à apprendre ? Les apports de la théorie de l'autodétermination**. In P. Dessus et E. Gentaz (éd.), *Comprendre les apprentissages, sciences cognitives et éducation*, Paris : Dunod, t. 2, p. 123-141.
- [9] KAHN S. & SEGHECHIAN D. (2013). **Actualité de la pédagogie différenciée**. *Les cahiers pédagogiques*, n° 503.
- [10] « **L'évaluation en physique-chimie au collège** ». Ressource d'accompagnement du programme de physique-chimie au cycle 4. Disponible sur éduscol : https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique_Chimie/67/2/EV16_C34_PhysChim_evaluation_en_PC_753672.pdf
- [11] BERTHET A., D'HAM C. & GIRAULT I. (2017). **TitrAB, un logiciel pour apprendre à élaborer le protocole d'un titrage pH-métrique**. Publication à paraître.
- [12] BAUTIER E. & GOIGOUX R. (2004). **Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle**. *Revue Française de Pédagogie*, n° 148, p. 89-100.
- [13] BELLEC D. & TRICOT A. (2013). **Étude des systèmes techniques en enseignement secondaire : apports de la théorie de la charge cognitive**. *Recherche en Didactique des Sciences et des Technologies*, n° 8, p. 47-64.

Mécanique (collège)

- Les élèves représentent souvent la **force** dans le **sens du mouvement**.
- Ils ont tendance à **penser à l'action (et non à l'interaction)**.

Exemple : si la Terre agit sur un objet, les élèves admettent difficilement que l'objet agit également sur la Terre.

- Ils ont des difficultés à **envisager toutes les actions**. Dans une situation donnée, les élèves pensent aux actions exercées par les objets cités dans l'énoncé et oublient souvent ceux qui ne le sont pas.

Exemple : la Terre

- Ils ne **distinguent pas l'action de la terre** (sur un objet) **de l'action du sol** sur ce même objet (lorsqu'il est en contact avec le sol).
- Les mots « **objet** » et « **action** » peuvent être mal compris par les élèves qui leur attribuent parfois le **sens du vocabulaire quotidien**. Pour eux, la Terre ne peut pas être un objet et l'action est souvent associée à un mouvement.

Chimie : solutions

- Les élèves ont tendance à **confondre la concentration** en soluté et la **quantité de matière** de ce soluté.
- Pour le calcul de la concentration, les élèves prennent souvent le **volume du solvant** au lieu du volume de la solution lorsque le soluté est liquide.
- Lors de la **dissolution d'un soluté solide**, les élèves (de collège) pensent souvent que le **soluté disparaît**.

Chimie : réactions acido-basiques

- Le pH d'une solution est souvent évoqué comme une mesure de son caractère acide, mais **rarement de son caractère basique**.
- Certains élèves pensent que le **pH augmente avec l'acidité**.
- Si les élèves ont mémorisé la formule $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$, ils ne connaissent pas et n'utilisent pas **les limites du modèle**. Une confusion avec la relation provenant du modèle de l'acide fort ($\text{pH} = -\log C$) est parfois observée.
- De nombreux élèves (et étudiants) ne **se sont pas appropriés la symbolisation des équations de réactions en solution**. Ils sont donc incapables d'en déduire la nature des espèces qui réagissent et n'arrivent pas à écrire l'équation de la réaction, alors qu'ils réussissent à effectuer des calculs de pH.
- Les raisonnements prenant en compte l'interprétation de la réaction acido-basique en termes d'équilibre chimique sont très souvent absents. Les élèves et les étudiants **n'ont pas compris ce que représente un équilibre chimique** puisqu'ils le perçoivent comme un équilibre statique et non dynamique en raison de la signification du mot équilibre dans le vocabulaire quotidien.

Chimie : titrages

- De nombreux lycéens pensent que la **réaction de titrage n'a lieu qu'au moment de l'équivalence**, c'est-à-dire lorsqu'il y a une forte variation de l'observable (pH, couleur de la solution). Afin d'éviter de renforcer cette conception, il est préférable d'introduire les notions sur les titrages avec un suivi conductimétrique.
- Certains lycéens assimilent les phénomènes se produisant lors d'un titrage à **un mélange de solutions** et non à une succession de transformations chimiques.
- La variable **quantité de matière** entrant dans la définition de l'**équivalence n'est pas prise en compte**, en général, dans les raisonnements des élèves et des étudiants. Ils ont retenu la formule $C_A V_A = C_B V_B$ qu'ils utilisent parfois quelle que soit la question posée.