

## Les apports du numérique en Physique-Chimie

« L'École contribue au projet d'une société de l'information et de la communication pour tous en initiant, en partenariat avec les collectivités et différents acteurs, des actions pour généraliser les usages et développer les ressources numériques pour l'éducation. Elle forme les élèves à maîtriser ces outils numériques et prépare le futur citoyen à vivre dans une société dont l'environnement technologique évolue constamment. »  
Site du Ministère de l'Education Nationale, page « L'utilisation du numérique à l'École » (février 2017)

Introduction .....	1
1. Les apports du numérique au développement des compétences disciplinaires .....	2
1.1. Acquérir et traiter des données expérimentales .....	2
1.2. Simuler et modéliser .....	2
1.3. Programmer, coder .....	2
2. Les apports du numérique au développement des compétences transversales des élèves .....	3
2.1. Rechercher et traiter l'information .....	3
2.2. Communiquer et rendre compte .....	3
2.3. Travailler en équipe .....	3
3. Les apports du numérique au développement des pratiques pédagogiques et didactiques .....	4
3.1. Les apports du numérique pour l'enseignement .....	4
3.1.1. Le numérique pour communiquer ou mutualiser .....	4
3.1.2. Se former en utilisant le numérique .....	4
3.2. Les apports du numérique contribuant aux apprentissages des élèves .....	4
3.2.1. Les apports du numérique pour différencier .....	5
3.2.2. Les apports du numérique pour évaluer .....	6
3.2.3. Une plus-value du numérique au service des apprentissages des élèves .....	7
Conclusion .....	9

## Introduction

**Le projet académique 2018-2022** rappelle que le numérique peut contribuer fortement à *adapter les pratiques pédagogiques aux besoins des élèves* et qu'il est nécessaire de *mettre le numérique au service d'un meilleur suivi des parcours et d'une plus grande lisibilité pour les parents*. De plus, le numérique peut contribuer à *encourager le travail (coopératif, collaboratif) entre élèves*, et ainsi *agir sur le climat scolaire comme facteur de réussite*.

**Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture** fait référence explicitement au numérique, en particulier dans les **domaines 1, 2 et 4**. De même, tous les **programmes récents de physique-chimie** y font référence dans leur préambule (compétences travaillées au cycle 4, programme de seconde de 2010, programmes du cycle terminal scientifique publié en 2010, de classes préparatoires aux grandes écoles...). Enfin, les contenus même des programmes appellent à mettre en œuvre le traitement numérique de l'information en physique-chimie (terminale S, tronc commun STL-STI2D, BTS systèmes numériques...). Des extraits des documents officiels évoqués ci-dessus sont cités en annexe 1.

Nous voyons à travers cette introduction la variété des usages du numérique en physique-chimie, certains étant propres à la discipline, d'autres permettant de développer des compétences transversales, et d'autres encore, davantage en lien avec les pratiques pédagogiques. Ces trois axes sont développés ci-après.

# 1. Les apports du numérique au développement des compétences disciplinaires

---

## 1.1. Acquérir et traiter des données expérimentales<sup>1</sup>

---

L'ordinateur est un outil incontournable de tous les laboratoires de recherche et d'enseignement ; le suivi manuel peut avantageusement être remplacé par une acquisition numérique lors de mesures répétitives ou nécessitant une longue durée de suivi, dans les situations de cinétique rapide ou lors d'une acquisition vidéo. Que les mesures soient acquises manuellement ou numériquement, leur traitement est très souvent plus rapide, plus confortable et plus complet quand il est assuré avec les logiciels de traitement que sont les tableurs, les graphes et autres applicatifs associés aux interfaces du marché.

## 1.2. Simuler et modéliser

---

La simulation est l'une des modalités de pratique de la démarche scientifique ; elle ne remplace pas la nécessaire expérimentation mais la complète. Elle permet de tester des hypothèses, de varier les conditions de vérification d'un modèle ou de réaliser des investigations qu'il est impossible de faire par l'expérience, pour des raisons de sécurité, coût du matériel, etc.

Initier l'élève à la démarche scientifique c'est le rendre capable de mettre en œuvre un raisonnement pour identifier un problème, formuler des hypothèses, les confronter aux constats expérimentaux et exercer son esprit critique. La modélisation est ainsi une activité indispensable dont certains aspects, comme ceux liés à l'utilisation des mathématiques, sont à concevoir avec les outils numériques. Cela permet en effet de focaliser l'attention des élèves sur l'interprétation des résultats plutôt que sur les techniques mathématiques.

## 1.3. Programmer, coder

---

La programmation développe des compétences utiles à la physique et la chimie : approche logique des problèmes, approche modulaire qui permet de décomposer des problèmes complexes en composantes plus simples, étape importante pour concrétiser des modélisations.

Les applications de l'algorithmique et de la programmation sont diverses en physique-chimie : visualisation, simulation, expérimentation, production, traitement du signal.

Associer la programmation à la physique-chimie est une idée qui n'est pas récente au lycée. A partir des années 1990, des applications dédiées (par exemple Simultit pour les titrages en chimie) ont permis simulation et acquisition de données. Puis il y eut l'ère des curseurs, pour faire varier des paramètres d'une situation physique<sup>2</sup>. A l'heure actuelle, des environnements virtuels se développent (par exemple, « Minecraft for chemistry » qui s'apparente à un jeu vidéo). Il faut néanmoins avoir à l'esprit que ces simulations, parfois tellement réalistes, peuvent induire que certains élèves ne fassent pas la différence entre simulation et réalité : les principes physiques sous-jacents à ces simulations ne sont pas toujours explicités (on ne connaît pas l'algorithme...) et sont donc en quelque sorte des boîtes noires, qu'il pourrait être intéressant d'entrouvrir.

Le codage est maintenant arrivé dans les programmes de collège. Après une découverte au cycle 3 dans les programmes de mathématiques et de Sciences et technologie (thème Matériaux et objets techniques), l'algorithmique et la programmation figurent explicitement dans les programmes de mathématiques et de technologie du cycle 4. Elle n'est certes pas explicitement intégrée au programme de physique-chimie du cycle 4, mais pour autant, dans le cadre de certains EPI ou de projets interdisciplinaires intégrant la physique-chimie (concours C. Génial...), le collégien peut être amené à programmer, en utilisant des langages blocs type Scratch le plus souvent, afin de consolider les compétences de codage des élèves.

Au lycée, il est bien entendu possible de programmer, avec Python notamment, très utilisé en mathématiques. De nouvelles approches expérimentales sont aussi envisageables au lycée, en utilisant des microcontrôleurs

---

<sup>1</sup> Voir les ressources élaborées lors des travaux académiques mutualisés (TraAM) : [https://www.ac-orleans-tours.fr/pedagogie/physique/numerique/travaux\\_academiques\\_mutualises\\_2017\\_2018/](https://www.ac-orleans-tours.fr/pedagogie/physique/numerique/travaux_academiques_mutualises_2017_2018/)

<sup>2</sup> Voir les productions du GRIESP « L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique, un atout pour l'enseignement de la physique-chimie » : [http://eduscol.education.fr/fileadmin/user\\_upload/Physique-chimie/PDF/utilisation\\_logiciel\\_geometrie\\_dynamique.pdf](http://eduscol.education.fr/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/utilisation_logiciel_geometrie_dynamique.pdf)

type Arduino, pour réaliser des acquisitions<sup>3</sup>. De plus, avec les smartphones ou tablettes et leurs capteurs intégrés, il est par exemple possible de programmer en quelques blocs et lignes de codage une application donnant la vitesse en temps réel à partir des mesures de l'accéléromètre ou du GPS.

Des groupes de travail (GRIESP, TraAM 2018-2019) se sont emparés de ce sujet du codage et de la programmation en physique-chimie.

## 2. Les apports du numérique au développement des compétences transversales des élèves

---

### 2.1. Rechercher et traiter l'information

---

Extraire et exploiter l'information utile est une compétence attendue d'un collégien et d'un lycéen. Les élèves sont amenés à effectuer des recherches sur Internet, à en extraire les éléments pertinents, les classer, etc. La structuration d'un document hypertexte, son indexation, les flashcodes sont des moyens puissants pour archiver et retrouver des informations.

Les ressources numériques sont aujourd'hui multiples et de qualité très variable ; les choix à opérer supposent un apprentissage (développement de l'esprit critique, croisement des informations sans faire de copier-coller). Cela suppose de mener des actions de sensibilisation au numérique responsable, comme le droit à l'image, ou encore la protection des données. Il est important d'éduquer les élèves aux médias et à l'information, en s'appuyant notamment sur les ressources du CLEMI (Centre de Liaison de l'Enseignement et des Médias d'Information), ou en travaillant par exemple sur une information scientifique prônant à controverse.

### 2.2. Communiquer et rendre compte

---

Pour communiquer et rendre compte de leurs travaux **à l'écrit**, les élèves peuvent utiliser différents outils numériques : traitement de texte pour rédiger un compte-rendu, avec la possibilité d'y insérer des photos d'expériences prises avec un smartphone ou une tablette, ou encore pour rendre compte d'un travail de groupe ; diaporama ; carte mentale ; etc.

Lors de projets collectifs ou d'échanges inter-établissements, les élèves peuvent aussi utiliser des outils d'écriture simultanée (Cf. § 2.3).

Des outils numériques peuvent aussi être utilisés par les élèves pour rendre compte de leur travail **à l'oral** (par exemple, enregistrement avec Audacity d'un compte-rendu oral), ou pour s'entraîner à être plus à l'aise à l'oral, notamment en vue de la préparation d'une épreuve, l'outil permettant aux élèves de se réécouter.

A l'issue d'un travail de groupe, il peut aussi être intéressant d'utiliser un visualiseur/flexcam ou d'une tablette reliée au vidéoprojecteur, pour partager au tableau une production réalisée par l'équipe, pouvant servir de support au rapporteur du groupe.

### 2.3. Travailler en équipe

---

Le numérique peut permettre de développer et encourager le travail collaboratif. Il existe de nombreux outils permettant des travaux mutualisés en ligne :

- pour écrire collectivement : utilisation d'un pad (Framapad...)
- pour créer un mur collaboratif, mur virtuel « version moderne du tableau d'affichage » (Padlet)
- pour créer une carte mentale collective (SketchBoard)
- pour créer collectivement des images interactives (Thinglink)
- etc.

---

<sup>3</sup> Voir le sujet d'ECE baccalauréat S PC43 « L'UART de l'arduino » (<http://eduscol.education.fr/cid58536/serie-s.html>)

### 3. Les apports du numérique au développement des pratiques pédagogiques et didactiques

---

#### 3.1. Les apports du numérique pour l'enseignement

---

Le numérique a fait évoluer pour les enseignants la préparation des séquences et séances de classe, en raison des nombreuses ressources numériques disponibles. Vous trouverez une liste non exhaustive en annexe 2.

##### 3.1.1. Le numérique pour communiquer ou mutualiser

---

Le professeur peut mobiliser le numérique en classe dans sa dimension « communication » en utilisant les outils d'aide à la présentation (diaporama, flexcam ou visualiseur, TBI, tablettes...).

Les espaces numériques de travail (ENT) permettent aux enseignants de communiquer entre eux, ou avec les familles ou leurs élèves. Dans l'académie d'Orléans-Tours, trois [ENT](#) sont déployés.

Des outils sont aussi disponibles entre autres via l'espace professionnel du site académique, pour assurer les échanges de données et d'informations (courrier électronique, échange de fichiers volumineux...)

Des plateformes collaboratives permettent aux enseignants de mutualiser leurs ressources. On peut citer :

- ✚ Moodle : par exemple, la plate-forme « [Moodle Sciences Physiques](#) » est destinée aux professeurs de physique-chimie de l'académie d'Orléans-Tours pour la mutualisation avec les collègues de la discipline.
- ✚ Des espaces collaboratifs M@gistère : par exemple un espace M@gistère a été ouvert pour les professeurs de physique-chimie en STL SPCL, en prolongement de la formation ; un espace dédié aux professeurs de BTS a aussi été créé pour l'évaluation par compétences.
- ✚ Tribu, qui permet à un groupe d'utilisateurs de partager un espace sécurisé dédié à un projet, formation ou thématique.

On ne peut qu'encourager les professeurs à déposer des ressources dans ces espaces.

##### 3.1.2. Se former en utilisant le numérique

---

Le numérique fait évoluer les modalités de la formation des enseignants :

- ✚ Les MOOC (cours en ligne) proposés notamment par [FUN](#) (France Université Numérique), permettent de se former sur des thèmes transversaux ou disciplinaires, ou de constituer un support pour les enseignants. Par exemple, un MOOC créé par Le Mans Université, "Les bases de l'acoustique : la voix dans tous ses états" a été ouvert aux enseignants en juin 2018.
- ✚ La FOAD (formation ouverte et à distance) se distingue de la formation « en présentiel » dans la mesure où tout ou partie des enseignements sont dispensés à distance et permettent à chaque stagiaire de progresser à son rythme, et quel que soit le lieu où il se trouve. Les parcours de formation hybrides (mêlant séquences de formation en ligne et en présentiel) sont en cours de développement. Par exemple, en physique-chimie, un parcours M@gistère « Favoriser la continuité collège-LGT en physique-chimie » va être déployé dans l'académie en 2018-2019.
- ✚ On peut citer aussi les classes virtuelles intégrées ou non à un parcours. Par exemple, des classes virtuelles sur les risques chimiques ont été mises en place dans l'académie, ces trois dernières années.

#### 3.2. Les apports du numérique contribuant aux apprentissages des élèves

---

Il est important de placer l'outil numérique dans un cadre pédagogique, social et didactique.

Le numérique peut **renforcer l'engagement des élèves**, contribuer à apporter une motivation à certains élèves. Le numérique peut favoriser la motivation intrinsèque, c'est à dire propre à l'élève : L'élève peut

travailler à son rythme, décider de l'ordre dans lequel il réalise les diverses tâches mises à sa disposition... Les logiciels ne jugent pas, bien qu'il soit possible de visualiser parfois les performances (feedback). Il est prudent toutefois de relativiser. D'autre part, ce n'est pas parce que les élèves sont motivés par un support particulier, qu'ils vont forcément bien apprendre avec ce support.

Le numérique peut permettre de **suivre le parcours des élèves et favoriser les transitions, et ainsi permettre une individualisation des parcours**. On peut citer l'application FOLIOS qui permet d'assurer une continuité et une progressivité des parcours éducatifs, en particulier le parcours Avenir, ou le livret scolaire unique (LSU) pour l'école et le collège qui peut permettre de faciliter la transition école-collège.

Le numérique permet des **adaptations pédagogiques pour les élèves en situation de handicap**.

Le numérique permet en général de rendre les élèves plus actifs dans l'acquisition des savoirs et plus autonomes. Il permet aussi de favoriser la différenciation pédagogique.

### 3.2.1. Les apports du numérique pour différencier

Le numérique constitue un atout pour opérer une différenciation pédagogique, que ce soit dans le cas d'une **différenciation successive (ou « pédagogie variée »)**, où l'enseignant fait varier successivement les situations d'apprentissage (exposé au groupe classe, travail individualisé, travaux de groupe), les outils d'apprentissage et supports de travail (vidéo, textes, images...), dans le but que chaque élève ait un maximum de chance de trouver, au moins régulièrement, une méthode qui lui convienne ; ou dans le cas de la **différenciation simultanée**, où l'enseignant fait travailler en même temps et dans une même séance, des groupes d'élèves qui s'adonnent à des activités différentes mais adaptées à leurs besoins.

Nous allons illustrer par quelques exemples de situations, ce que le numérique peut apporter à la différenciation pédagogique.

#### **Différencier les contenus** (ce sur quoi la tâche va porter)

Il est possible de proposer aux élèves des supports pédagogiques différents. Avec les outils nomades (tablettes, smartphones, baladodiffusion, etc.), nous disposons de supports pour une personnalisation supplémentaire de l'enseignement. Ils font partie du quotidien des élèves et permettent d'ouvrir l'école sur l'extérieur ; il est donc parfaitement légitime de les intégrer dans les pratiques d'enseignement, en s'assurant de rester dans le cadre légal (règlement intérieur, droits d'auteur). Dans une activité documentaire ou expérimentale, il est ainsi possible de proposer aux élèves des documents audio, vidéo, des simulations, animations. Nous pouvons à cette occasion souligner la variété des logiciels ou applications présentant un intérêt en physique-chimie : Celestia, Avogadro, Chemsketch, Avimeca, Audacity... ou encore le site de l'université du Colorado... pour n'en citer que quelques-uns. Nous pourrions ajouter les applications pour smartphones qui se multiplient (cardiofréquencemètre, sonomètre, etc.)

Bien que peu développés encore en physique-chimie, on peut citer aussi les jeux sérieux utilisés à des fins pédagogiques (par exemple « [Survivre sur Mars](#) » jeu sérieux pour explorer la planète Mars).

Le professeur peut aussi distribuer un travail différent (consignes, supports...) en utilisant l'ENT (Environnement Numérique de Travail), via la plate-forme MOODLE.

#### **Différencier l'organisation de classe** (modalités d'organisation de la tâche : organisation du travail et groupement des élèves)

La répartition des élèves dans des groupes de besoins peut s'effectuer de plusieurs manières :

- à partir d'un diagnostic préalable (Nous reviendrons ultérieurement sur ce que le numérique peut apporter pour réaliser une évaluation diagnostique)
- par un choix des élèves à partir de plusieurs propositions : La plate-forme Moodle par exemple peut permettre aux élèves de s'inscrire à des ateliers en fonction de leurs besoins.

Le numérique peut ainsi permettre de proposer des tâches différentes, notamment en accompagnement personnalisé (AP). Par exemple, en terminale, si des élèves présentent des difficultés à visualiser des molécules dans l'espace, ils peuvent utiliser en AP des logiciels de représentation moléculaire (utilisation en classe parfois trop rapide pour certains élèves), pendant que d'autres qui ont des difficultés à identifier des spectres RMN pourront travailler avec Specamp par exemple.

La plateforme Moodle (hébergée par la majorité des ENT présents dans les collèges et lycées de l'académie) permet de créer des cours en ligne dans lesquels un professeur pourra déposer des ressources (documents, exercices numériques différenciés et tests d'évaluation) et l'élève pourra y déposer des travaux que l'enseignant pourra corriger et renvoyer. Cela facilite ainsi l'individualisation de l'enseignement (conseils personnalisés), et autorise un accompagnement asynchrone des élèves.

La plate-forme Moodle permet aussi d'« étendre » la classe (le cours ne se limite plus aux murs de la classe) et de faciliter la communication entre pairs et entre le professeur et ses élèves.

#### ✚ Différencier les processus (stratégies et rythmes d'apprentissage : intervention sur le « comment de la tâche »)

La différenciation pédagogique peut consister à varier le degré de guidage. Pour une activité donnée, il est possible de donner des coups de pouce aux élèves qui éprouvent des difficultés. L'utilisation de flashcode ou QR code peut apporter ces aides ciblées dans une activité.

Pour enrichir des supports pédagogiques de manière plus variée (son, vidéo, animation), la réalité augmentée permet d'ajouter des contenus multimédias sur des objets réels visualisables grâce à des tablettes ou smartphones et une application dédiée telle qu'Aurasma. Par exemple, Mirage est une application intéressante pour visualiser des bâtiments (centrales nucléaires), visualiser des molécules en 3D, etc.

Le fait de pouvoir utiliser des outils nomades (tablettes, smartphones, baladodiffusion) permet à chaque élève d'aller à son rythme (réécouter un passage en MP3...)

Enfin, les outils numériques facilitent la mise en œuvre de pédagogies de projets (planification, travail coopératif autour de sorties scolaires par exemple).

#### ✚ Différencier les productions

Le numérique permet de varier les supports de production :

- réaliser une carte mentale avec Freeplane par exemple,
- réaliser une présentation sous forme de dessin animé (Powtoon), ou de vidéo (Tellagami).

Il permet aussi de varier les outils d'aide à la présentation : diaporama, Prezi...

Il est également possible de différencier en évaluation, en particulier en évaluation au cours des apprentissages. Comme le dit PERRENOUD, dans *La pédagogie différenciée* (p.47) : *Toute différenciation de l'enseignement appelle une évaluation formative, autrement dit une évaluation censée aider l'élève à apprendre.*

Nous allons maintenant voir ce que le numérique peut apporter aux différentes formes d'évaluation.

### 3.2.2. Les apports du numérique pour évaluer

#### ✚ Réaliser des évaluations diagnostiques et des évaluations formatives

Les **outils de vote** (qu'ils s'agissent de boîtiers physiques ou de feuilles imprimées) proposent une évaluation rapide et facile des acquis des élèves en début de formation (évaluation diagnostique) ou pendant l'apprentissage (évaluation formative). Ils permettent ainsi au professeur d'opérer les régulations nécessaires et de mettre en œuvre une différenciation simultanée.

Différentes applications sont très utiles pour réaliser de telles évaluations. [PLICKERS](#) et [VOTAR](#) utilisent un système de vote en réalité augmentée<sup>4</sup>. D'autres outils permettant de créer des quizz et QCM sont également parfaitement adaptés aux évaluations diagnostiques ou formatives, mais nécessitent l'utilisation par les élèves d'un ordinateur, d'une tablette ou un smartphone. C'est le cas de [SOCRATIVE](#) ou de [KAHOOT](#).

Un point de vigilance s'impose concernant l'utilisation de ces applications : saisir un pseudo ou un prénom pour chaque élève (mais pas son nom).

<sup>4</sup> Un QCM avec 4 réponses possibles est vidéo-projeté. Les élèves brandissent alors des feuilles au format A4 dans un sens correspondant à la réponse choisie. Le professeur balaye la classe avec un l'appareil photo d'un smartphone ou d'une tablette et l'image est analysée par l'application installée. Les résultats apparaissent en direct sur l'écran du smartphone ou de la tablette, ou l'ordinateur de bureau.

**Avec les tests MOODLE**, l'évaluation traditionnelle s'enrichit de nouvelles possibilités et perspectives en matière d'évaluation formative et diagnostique, et de remédiation. Une correction peut être proposée (feedback) ce qui permet de remédier à certaines difficultés.

La plateforme Moodle facilite aussi l'auto-évaluation (exercices et tests autocorrectifs).

De plus, le professeur peut identifier très finement les acquis des élèves et suivre leurs progrès.

### **Réaliser un suivi de l'évaluation par compétences**

La gestion de l'évaluation par compétences peut être facilitée par le recours au numérique. Le LSU (livret scolaire unique) permet le suivi des acquis des élèves d'un cycle à un autre. Pour le suivi au cours de l'année, un outil de suivi numérique peut-être choisi par un professeur, une équipe, un établissement.

Un **tableur** peut être choisi pour suivre les compétences des élèves, dans un but formatif ou sommatif, en distinguant bien les deux objectifs (Par exemple, dans un but formatif, il n'est pas pertinent de transformer le bilan de compétences en une note chiffrée). Le tableur permet aussi d'établir un suivi des compétences d'une classe sur l'année.

Le **logiciel** Pronote ou des logiciels dédiés (tel que SACoche) permettent un suivi des compétences du socle au collège, ou des compétences travaillées par les élèves en lycée. Ils constituent des outils efficaces pour consigner les tâches réussies ou non sur la période, et peuvent aider l'enseignant, en fin de processus, à prendre la décision pour positionner l'élève sur un niveau de maîtrise de la ou des compétences mobilisées au regard de l'ensemble de ces indicateurs. Ils peuvent constituer, lorsqu'ils sont bien utilisés, des outils utiles notamment pour recenser l'état initial des compétences, pour suivre l'évolution des réussites des élèves sur différentes sollicitations (tâches/ exercices) et aider à la construction des groupes de besoins ou de binômes asymétriques afin de mettre en œuvre un tutorat.

Ces logiciels sont paramétrables et permettent un positionnement sur des domaines ou des compétences. Ils permettent d'assurer un suivi des réussites des élèves et d'en conserver un historique. L'organisation du code en 4 niveaux est très visuelle et facile à comprendre. A ce titre, nous recommandons l'usage d'un code commun à tout l'établissement (harmonisation au niveau des différentes disciplines, pour améliorer la lisibilité).

Un point de vigilance est néanmoins à souligner concernant l'utilisation de ces logiciels : s'ils permettent de rendre plus facile le suivi des réussites des élèves, certaines des modalités proposées par ces outils pour rendre compte, en fin de processus, du niveau de maîtrise d'une compétence peuvent être contestables. Certains logiciels proposent en effet de conserver la meilleure réussite, d'autres des coefficients sur les réussites en fonction de leur ancienneté dans le processus, d'autres encore ne retiennent que la dernière réussite ou les deux dernières. Toutes ces modalités aussi sophistiquées soient-elles, ne permettent pas de répondre professionnellement à la question : est-ce que l'élève est compétent ou pas sur tel ou tel domaine ? Les logiciels ne doivent pas se substituer au professionnel qui prend et assume sa décision. En effet, ce geste professionnel (collectif pour les compétences transversales) ne peut être délégué ni à un outil ni à une procédure automatisée. Les outils permettent en effet d'éclairer, aider à la décision, garder trace des informations relevées, mais la décision sur le niveau de maîtrise de la ou des compétences sollicitées relèvent d'un véritable geste professionnel. Cette décision s'appuie sur un nombre d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs suffisant, connus de tous les acteurs et suffisamment persistants dans le temps pour inférer le niveau de maîtrise de la compétence à partir de faits concrets tirés des productions des élèves. Cela peut être complété, le cas échéant par une vérification dans le cadre d'une tâche complexe.

### **3.2.3. Une plus-value du numérique au service des apprentissages des élèves**

---

Pour chaque situation ou activité mobilisant le numérique, il est judicieux de se poser la question de la plus-value apportée par rapport à la situation ou l'activité qui pourrait être présentée sans avoir recours au numérique. Pour caractériser cette plus-value, Ruben PUENTEDURA a élaboré un modèle connu sous le nom de SAMR pour Substitution, Augmentation, Modification et Redéfinition.

On en trouvera ci-dessous la caractérisation ainsi que quelques exemples l'illustrant.

## Le modèle SAMR (de [Ruben Puentedura](#))



Inspiré de : <http://dmicentral.net/blog/doug-helshaw/some-thoughts-ipads-and-one-one-initiatives> et <http://tinyurl.com/aswemayteach>

### Substitution

*Définition* : La technologie est utilisée pour effectuer la même tâche qu'avant.

*Exemple* : L'élève utilise un traitement de texte au lieu d'un crayon pour écrire un texte.

*Changement fonctionnel* : Aucun changement fonctionnel dans l'enseignement ou l'apprentissage.

### Augmentation

*Définition* : L'informatique propose un outil plus efficace pour effectuer des tâches courantes.

*Exemple* : L'enseignant crée une évaluation formative sur Socrative ou Moddle, ... et il demande aux élèves d'y répondre en ligne.

*Changement fonctionnel* : Il y a un certain avantage fonctionnel puisque l'évaluation est en ligne. Les élèves et l'enseignant peuvent obtenir une rétroaction presque immédiate.

### Modification

*Définition* : Il s'agit de la première étape qui mène vers une transformation de la salle de classe. Les tâches scolaires ordinaires sont réalisées grâce à la technologie.

*Exemple* : Les élèves doivent rédiger un résumé sur le thème « La gravitation universelle ». Ce travail se fait sur un outil de partage de fichiers en ligne ; l'enseignant a accès aux travaux en cours d'écriture.

*Changement fonctionnel* : Il y a un changement fonctionnel significatif dans la salle de classe. La technologie est indispensable puisque celle-ci permet l'évaluation par les pairs et l'enseignant, elle facilite la réécriture.

### Redéfinition

*Définition* : Le numérique permet de nouvelles tâches qui étaient impossibles auparavant.

*Exemple* : Un enseignant demande aux élèves de créer un documentaire vidéo répondant à une question liée à des concepts importants du cours. Des équipes d'élèves prennent en charge différents aspects de la question et collaborent pour créer un produit final. Les équipes doivent communiquer avec des sources externes d'information et la vidéo sera publiée sur le blog de l'école.

*Changement fonctionnel* : A cette étape, les tâches scolaires communes et la technologie n'existent pas comme une finalité, mais comme un soutien pour centrer l'élève vers son apprentissage. La collaboration devient nécessaire et la technologie permet que ces communications se produisent.

Pour terminer et pour illustrer les différentes étapes du modèle SAMR, nous prendrons un exemple concernant l'étude du mouvement d'un objet. Après avoir utilisé un papier calque scotché sur une TV, puis une webcam, puis des webcams, le mouvement d'un objet peut être maintenant étudié à l'aide d'un smartphone ou d'une tablette. Nous sommes ainsi passé d'un travail réalisé par le professeur à un travail pouvant être réalisé par tous les élèves, avec en plus une acquisition de données, ce qui engendre un gain de temps et une facilité de réalisation et de traitement.



## Conclusion

---

Pour terminer, on peut dire que le numérique à l'école permet à tous les élèves d'apprendre à utiliser le numérique. En effet, on pourrait penser que les élèves savent utiliser le numérique, car ils ont grandi avec (Digital Natives / Livre de Michel Serres : « Petite Poucette »). Mais, ils savent utiliser le numérique pour leurs usages personnels. Apprendre avec le numérique à l'école repose sur des tâches spécifiques, par exemple : utiliser un logiciel de traitement de texte pour rédiger un texte ; utiliser le MP3 pour les apprentissages en cours de langues ou de sciences, au lieu de l'utiliser tous les jours pour écouter de la musique. Il nous faut être conscient que l'usage des outils numériques dans un contexte de tâches scolaires peut poser des problèmes notamment pour des élèves fragiles dans les apprentissages, ce qui demande donc un accompagnement spécifique.

Le numérique permet ainsi à l'élève ou nécessite d'apprendre à chercher des informations, s'interroger sur l'origine et la pertinence des informations, permet de produire une activité d'enregistrement à l'oral pour s'écouter et apprendre à s'exprimer... Le fait de programmer permet de mieux comprendre le numérique, plus précisément les forces et les points de vigilance des interfaces numériques qui régissent nos sociétés, nos métiers, nos loisirs.

Jean François ALLARD, Anne BOISTEUX et Mélanie PERRIN  
IA-IPR de Physique-Chimie

## ANNEXE 1 : Extraits des documents officiels

**Dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture**, plus précisément le champ de compétences *Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques* du **domaine 1**, on peut lire : *Il (l'élève) lit, interprète, commente, produit des tableaux, des graphiques et des diagrammes organisant des données de natures diverses. Il sait que des langages informatiques sont utilisés pour programmer des outils numériques et réaliser des traitements automatiques de données. Il connaît les principes de base de l'algorithmique et de la conception des programmes informatiques. Il les met en œuvre pour créer des applications simples.*

Le **domaine 2** *Des méthodes et outils pour apprendre*, fait référence également au numérique, concernant l'organisation du travail personnel (*L'élève sait se constituer des outils personnels grâce à des écrits de travail, y compris numériques : notamment prise de notes, brouillons, fiches, lexiques, nomenclatures, cartes mentales, plans, croquis, dont il peut se servir pour s'entraîner, réviser, mémoriser.*) ; la coopération et la réalisation de projets (*L'utilisation des outils numériques contribue à ces modalités d'organisation, d'échange et de collaboration*) ; la recherche et le traitement de l'information (*Il sait utiliser de façon réfléchie des outils de recherche, notamment sur Internet. Il apprend à confronter différentes sources et à évaluer la validité des contenus. Il sait traiter les informations collectées, les organiser, les mémoriser sous des formats appropriés et les mettre en forme. Il les met en relation pour construire ses connaissances. L'élève apprend à utiliser avec discernement les outils numériques de communication et d'information qu'il côtoie au quotidien, en respectant les règles sociales de leur usage et toutes leurs potentialités pour apprendre et travailler. Il accède à un usage sûr, légal et éthique pour produire, recevoir et diffuser de l'information. Il développe une culture numérique.*).

Le domaine 2 fait aussi référence aux outils numériques pour échanger et communiquer.

Le **domaine 4** *Les systèmes naturels et les systèmes techniques* est bien évidemment concerné par l'usage des outils numériques, puisque l'élève utilise souvent ces outils pour mener à bien une démarche scientifique, que ce soit pour organiser l'information utile, modéliser ou communiquer sa démarche et ses résultats.

**Dans les programmes de physique-chimie** du cycle 4, des compétences travaillées font directement référence au numérique : *Mobiliser des outils numériques*, plus précisément *Utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données, de simulations et de modèles numériques*, et *Produire des documents scientifiques grâce à des outils numériques, en utilisant l'argumentation et le vocabulaire spécifique à la physique et à la chimie*.

Le préambule du programme de seconde de 2010 évoque aussi l'usage adapté des technologies de l'information et de la communication (Tic) : *expérimentation assistée par ordinateurs, saisie et traitement des mesures, simulation ; exploration pertinente des ressources internet pour la recherche documentaire et le recueil des informations ; usage de caméras numériques, de dispositifs de projection, de tableaux interactifs et de logiciels généralistes ou spécialisés*. Il fait aussi référence à l'utilisation d'un environnement numérique de travail (ENT) pour les travaux pédagogiques.

Le préambule des programmes du cycle terminal scientifique publié en 2010, précise que *la physique et la chimie fournissent naturellement l'occasion d'acquérir des compétences dans l'utilisation des Tic, dont certaines sont liées à la discipline et d'autres d'une valeur plus générale*. Il reprend ainsi les éléments précédents évoqués pour la classe de seconde.

Il ne faudrait pas oublier les contenus disciplinaires eux-mêmes qui mettent en œuvre le traitement numérique de l'information en sciences physiques. On peut citer l'exemple du tronc commun ST12D-STL « Mesure des grandeurs physiques dans un dispositif de transport : Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple (conditionneur de capteur, conditionneur de signal, numérisation, etc.) » ou celui du BTS Systèmes numériques « Comportement dynamiques des systèmes linéaires analogiques (thermique, mécanique, électrique) : dualité temps fréquence ; « Numérisation des signaux analogiques et restitution : Caractéristiques et représentations fréquentielles des signaux périodiques échantillonnés / Échantillonnage, condition de Shannon, filtre anti-repliement / Conversion analogique-numérique / Conversion numérique-analogique ».

## ANNEXE 2 : Des ressources numériques pour préparer ses séances

Les ressources numériques mises à la disposition des professeurs pour préparer ses séances sont nombreuses.

Des ressources élaborées par des enseignants et validées par les inspecteurs, pour accompagner les programmes de collège et de lycée sont proposées sur des sites officiels, comme [EDUSCOL](#) ou les sites académiques ([EDU'Base](#) regroupe ces ressources par thème). Il ne s'agit pas de prescription ou de ressources « clés en main ». Elles nécessitent une appropriation par le professeur ou peuvent être source d'inspiration pour la construction de séances. Des professeurs proposent aussi des ressources à titre individuel sur leur site ; il convient d'être vigilant sur ces documents qui ne sont pas toujours en adéquation avec les programmes ou les pratiques pédagogiques encouragées.

Les ressources du GRIESP, Groupe de Recherche et d'Innovation pour l'Enseignement des Sciences Physiques, portant sur les [activités documentaires](#), la [résolution de problème](#), ou plus récemment sur la [mécanique](#), peuvent aussi avantageusement être mises en œuvre dans les classes.

D'autres ressources sont également à la disposition des enseignants. On peut citer :

- la [BRNE](#), banque de ressources numériques éducatives, pour les cycles 3 et 4
- [SIENE Physique-Chimie](#) (Service d'Information sur l'Education Numérique Educative)
- les [TraAMs](#), Travaux Académiques Mutualisés.

Des ressources « brutes » peuvent permettre à l'enseignant de construire lui-même les activités de classe. Ce dernier peut y trouver une idée de situation déclenchante ou des documents pour la mise en activité des élèves, ou de manière plus générale pour illustrer sa séance, ou encore pour approfondir certaines notions.

On peut citer :

- ✚ [Le portail EDUTHEQUE](#), portail qui rassemble des ressources pédagogiques structurées avec de grands établissements publics à caractère culturel et scientifique (CNRS, CEA, Météo France...) ;
- ✚ [Mediachimie](#), médiathèque dédiée à la fois à la chimie, à ses innovations, à ses métiers et à ses formations ;
- ✚ [Culture Sciences CHIMIE](#), site de ressources en chimie pour les enseignants, issu d'un partenariat ENS-EDUSCOL) ;
- ✚ [Culture Sciences PHYSIQUE](#), site de ressources scientifiques pour l'enseignement de la physique, issu d'un partenariat entre l'ENS de Lyon et EDUSCOL.

On peut citer aussi l'existence de livres numériques. Par exemple, le site [sciences-physiques-et-chimiques-de-laboratoire.org](#) rassemble un ensemble de collections numériques portant sur des enseignements de physique et de chimie développés dans les différents modules de la spécialité SPCL de la série STL.

Enfin, [EXPERITHEQUE](#), bibliothèque des expérimentations pédagogiques, présente de nouvelles pratiques pédagogiques