
MATHEMATIQUES ET NUMERIQUE DANS LES CLASSES PREPARANT AU BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

Ludovic DIANA, Jérôme GUILLAUMOT, François MOUSSAVOU,
Serge OLIVERO, Delphine PISON, Valérie THÉRIC, Ahmed YAHIA
Groupe Rénovation de la voie professionnelle de l'Irem d'Aix-Marseille

Résumé : Ce texte présente les rapports existants entre mathématiques et numérique dans les trois années de formation que comptent les classes préparant au diplôme du baccalauréat professionnel. Ces liens (mathématiques / Numérique) sont anciens et ont évolué au fil des modifications de programmes et de mode de certification. Ils concernent bien sûr l'enseignement des mathématiques mais aussi les interactions entre les mathématiques et les sciences physiques et entre les mathématiques et les disciplines professionnelles.

Cet article est également consultable en ligne sur le portail des IREM (onglet : Repères IREM) : <http://www.univ-irem.fr/>

1. — Introduction : une réforme ambitieuse.

Le lycée professionnel a connu en 2009 une réforme de grande ampleur dont l'une des mesures phares fut la création du « Bac Pro en 3 ans » (précédemment, le baccalauréat professionnel se préparait en deux ans, à l'issue de deux premières années de formation en BEP ou CAP ; on était donc sur le modèle d'un « bac pro 4 ans »).

En mathématiques, comme dans la plupart des autres disciplines, cette réforme s'est accompagnée de la mise en place de nouveaux programmes (évitant les redondances entre les anciens programmes de BEP et de baccalauréat) pouvant être traités en trois ans avec un horaire hebdomadaire pratiquement inchangé.

2. — Le cadre institutionnel :

Les programmes de mathématiques :

Les programmes de mathématiques et de sciences physiques (BO spécial n°2 du 19 février 2009) ont un préambule commun où sont présentés les objectifs généraux, les attitudes développées chez les élèves et la démarche pédagogique préconisée pour la formation et l'évaluation. Le programme de mathématiques est décliné par année de formation, ce qui constitue une nouveauté pour le lycée professionnel, habitué à composer avec des textes écrits pour les deux années de préparation précédant, jusqu'alors, chaque diplôme. Le contenu d'enseignement de l'année de seconde est identique pour toutes les spécialités professionnelles mais à par-

tir de la classe de première, le programme se décompose en un tronc commun (TC) et une partie spécifique (SPE) qui diffère suivant chacun des trois groupements (A, B et C) de baccalauréats professionnels. Enfin, deux programmes complémentaires en vue de poursuite d'études en STS (un pour les groupements A et B, un pour le groupement C) achèvent ce document.

L'organisation des contenus se fait suivant un découpage en trois domaines : la statistique et probabilités ; l'algèbre et l'analyse ; la géométrie. Chaque domaine est à son tour divisé en modules de formation décrits sous la forme de capacités (ce que l'élève doit savoir faire), connaissances (liste des savoirs) et commentaires (limite des contours des apprentissages).

Il est explicitement demandé que tout enseignement de mathématiques soit contextualisé ; le professeur doit utiliser, au cours d'une année scolaire, au moins deux des 23 thématiques regroupées en cinq des sujets (développement durable ; prévention, santé et sécurité ; évolution des sciences et techniques ; vie sociale et loisirs ; vie économique et professionnelle) listées au début du programme.

L'évaluation :

Dans le préambule commun aux programmes de mathématiques et de sciences, il est précisé que quatre compétences doivent être mises en œuvre par les élèves et évaluées par les enseignants :

- Rechercher, extraire et organiser l'information
- Choisir et exécuter une méthode de résolution
- Raisonner, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale, valider un résultat.
- Communiquer à l'aide du langage scientifique et d'outils technologiques.

Afin d'opérationnaliser cette évaluation lors des épreuves certificatives, une grille nationale a été publiée (l'actuelle grille date du printemps 2013 ; elle succède à deux précédents documents datant de 2009 et 2010). Cette grille reprend la notion d'évaluation par compétences présente dans les programmes avec une terminologie proche ; on a ici cinq les compétences : S'approprier – Analyser / Raisonner – Réaliser – Valider – Communiquer.

Chacune de ces compétences est décrite à l'aide de capacités (émettre une conjecture, exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler, critiquer un résultat...) permettant à l'examinateur de mieux cerner les exigences attendues.

Il est important de remarquer que le terme *capacité* apparaît dans deux textes différents, le programme et la grille nationale d'évaluation, sans que cette polysémie soit clairement relevée et explicitée ; dans le premier cas il s'agit de *capacités* liées à des *connaissances* et dans le second, de *capacités* liées à des *compétences*.

Afin de pouvoir réaliser cette évaluation par compétences (au vu des compétences choisies) un des grands changements accompagnant les nouveaux programmes, a été de placer les mathématiques dans le champ des sciences expérimentales.

Le baccalauréat est donc constitué, en mathématiques, d'une épreuve pratique que les candidats passent, suivant leur statut, en Contrôle en Cours de Formation (CCF) ou lors d'un examen ponctuel.

La place du numérique :

Une analyse des deux textes décrits précédemment (le programme de mathématiques et la grille nationale d'évaluation) amène à

faire le constat suivant : le numérique est présent à deux niveaux distincts, bien que parfois complémentaires, dans la formation mathématiques des futurs bacheliers professionnels.

- D'une part, les capacités du programme font, à plusieurs reprises, explicitement référence à l'utilisation des TIC (pour les calculs des paramètres d'une série statistique par exemple).
- D'autre part, la grille nationale d'évaluation impose que la partie expérimentale de l'épreuve (notée 3 points sur 10 pour le baccalauréat) se fasse à travers la réalisation de tâches nécessitant l'utilisation des TIC.

C'est donc, principalement autour de cette double approche que le numérique va être présent dans le cours de mathématiques.

3. — Mathématiques et numérique en bac pro :

Des compétences exigibles dans l'utilisation du numérique :

Les capacités mathématiques du programme de baccalauréat professionnel font référence au numérique à de multiples reprises ; leur utilisation peut être conseillée ou imposée suivant les cas. Exemples :

- Géométrie en seconde professionnelle : *Représenter avec ou sans TIC un solide usuel.*
- Statistique en première professionnelle : *Interpréter des indicateurs de tendance centrale et de dispersion, calculés à l'aide des TIC, pour différentes séries statistiques quantitatives.*
- *L'usage des TIC est nécessaire pour le calcul des indicateurs et les réalisations graphiques.*

Les élèves sont donc amenés à acquérir un certain nombre de capacités liées à l'utilisation d'outils numériques pour générer des termes d'une suite numérique, réaliser des figures géométriques, calculer des paramètres statistiques etc. La calculatrice ou le logiciel informatique (tableur, grapheur, lgd ...) prennent ainsi le rôle d'objets d'étude. Même si cet usage du numérique n'est jamais une fin en soi : toute étape de réalisation prenant appui sur le numérique est nécessairement suivie pendant la séance de cours, d'une exploitation ou d'une interprétation mathématiques, ce sont bien les fonctionnalités des logiciels informatiques qui sont utilisées lors de la réalisation de ces tâches ; cela nécessite, par conséquent, de consacrer du temps à l'apprentissage de ces logiciels.

Lors de l'évaluation certificative, cadrée par la *grille nationale*, ce type d'usage du numérique entrera dans les capacités d'exécution de la compétence *RÉALISER*.

*Mathématiques en bac pro :
une science expérimentale*

Le préambule du texte définissant les programmes de mathématiques et sciences physiques et chimiques des classes préparant au baccalauréat professionnel indique que : « *la classe de mathématiques et de sciences physiques est avant tout un lieu d'analyse, de recherche, de découverte, d'exploitation et de synthèse des résultats* ».

Pour faire vivre cette approche des apprentissages, il y est recommandé de s'appuyer sur une *démarche d'investigation* sans qu'un cadre strict (canevas) ne soit imposé pour la mise en œuvre de cette démarche. Parallèlement aux textes du programme, la *grille nationale d'évaluation* préalablement évoquée, donne, elle aussi, des indications sur ce que pourrait être ce *lieu d'analyse, de recherche, de découverte, d'explo-*

tation et de synthèse des résultats . Parmi les capacités à évaluer dans la grille actuelle (datant de 2013) on retrouve :

- Dans la compétence d'appropriation : *rechercher, extraire et organiser l'information.*
- Dans la compétence d'analyse et de raisonnement : *émettre une conjecture. Proposer une méthode de résolution.*
- Dans la compétence de réalisation : *choisir, exécuter une méthode de résolution. Expérimenter, simuler.*
- Dans la compétence de validation : *contrôler la vraisemblance d'une conjecture. Critiquer un résultat, argumenter.*
- Dans la compétence de communication : *rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.*

En partant de ces deux textes (le programme et la grille) on se propose de présenter et d'illustrer un schéma type comprenant un certain nombre d'étapes qu'un enseignant pourrait suivre pour construire et mener à bien une séance d'investigation avec sa classe.

1. Choisir les connaissances et capacités du programme à traiter dans la séance :

Par exemple, la statistique en première professionnelle, tableau ci-dessous. La fluctuation des fréquences d'échantillonnage est la variation des fréquences f_i de la valeur d'un caractère dans une suite d'échantillons E_i de même taille n . Pour les programmes de baccalauréat professionnel, cette étude doit préparer le calcul des probabilités en quantifiant la variabilité d'un phénomène aléatoire ; elle constitue de plus « un outil » pour favoriser la prise de décision dans un contexte aléatoire.

2. La situation : elle est choisie par l'enseignant. Elle doit obligatoirement se référer à un contexte extra mathématique en lien avec « la vie courante », la spécialité professionnelle des élèves ou l'une des 23 thématiques proposées dans le programme. Son support peut être varié (document(s), vidéo, audio, texte vidéo-projeté, ...). Elle comprend généralement toutes les données nécessaires à la réalisation du travail prévu par l'enseignant dans la séance.

3. La problématique : elle est issue de la situation et va généralement être présentée en

Capacités	Connaissances	Commentaires
<p>Calculer le pourcentage des échantillons de taille n simulés, pour lesquels la fréquence relative au caractère étudié appartient à l'intervalle donné $\left[p - \frac{\alpha}{\sqrt{n}} ; p + \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \right]$ et comparer à une probabilité de 0,95.</p> <p>Exercer un regard critique sur des données statistiques en s'appuyant sur la probabilité précédente.</p>	<p>Intervalle de fluctuation</p>	<p>Se restreindre au cas où $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$: la connaissance de ces conditions n'est pas exigible. La formule de l'intervalle est donnée.</p> <p>La connaissance de la « variabilité naturelle » des fréquences d'échantillons (la probabilité qu'un échantillon aléatoire de taille n fournisse une fréquence dans l'intervalle $\left[p - \frac{\alpha}{\sqrt{n}} ; p + \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \right]$ est supérieure à 0,95) permet de juger de la pertinence de certaines observations</p>

même temps (sur le même support) ou immédiatement après la situation.

Situation : Une grande entreprise internationale se targue de respecter la parité homme femme au sein de son personnel.

Une association de défense des droits de la femme décide de vérifier ces dires. Elle convoque,



au hasard, 100 salariés de cette entreprise. Or, seulement 42 femmes sont représentées. Elle affirme donc que la parité n'est pas respectée.

Problématique : L'association a-t-elle raison de dénoncer le non-respect de la parité dans cette entreprise ?

4. **Les conjectures :** elles doivent être formulées par les élèves, individuellement, en groupe de travail ou en classe entière, sous forme de listes.

Dans cet exemple, l'enseignant et les élèves constituent des groupes par affinité de proposition. Chaque groupe rédige une conjecture et le descriptif d'une expérimentation qui pourrait permettre sa validation. L'enseignant laisse le choix de l'outil aux élèves en veillant tout de même à ce que tout le monde parte sur une simulation informatique.

5. **L'expérimentation :** elle permet de modifier ou d'affiner les conjectures et d'amorcer la phase de résolution.

Ici on fait le choix de fournir les outils de simulation. Les élèves expérimentent. L'enseignant répond aux questions, amène un support technique et oriente les groupes vers une augmentation basée sur la taille des échantillons.

Expérimentation avec AlgoBox :

E-échantillons

Algorithme simulant E échantillons de taille N d'un lancer d'une pièce équilibrée.

Tester l'algorithme

Cliquer sur ce bouton pour exécuter l'algorithme : Lancer algorithme

Résultats

```

***Algorithme lancé***
0.4950.4910.5190.5120.4750.4560.50.5020.5110.4830.5370.480.5040.4820.
***Algorithme terminé***
                    
```

Code de l'algorithme

```

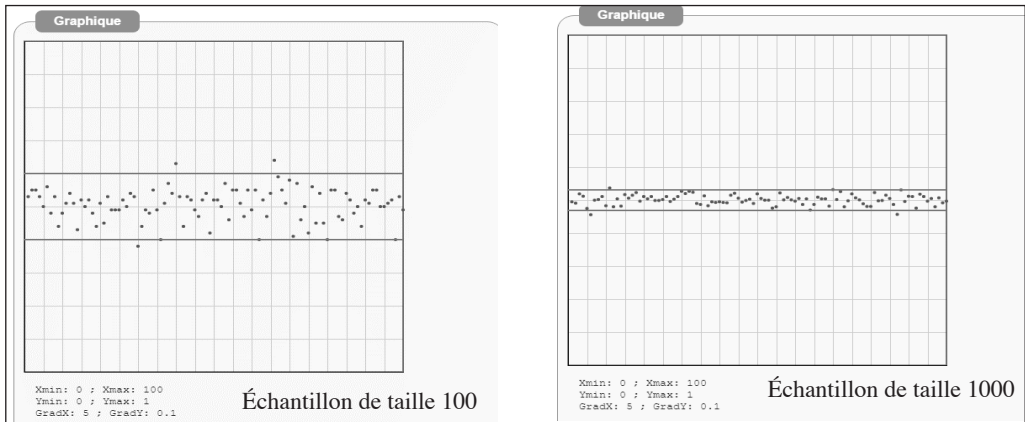
1  VARIABLES
2  E EST DU TYPE NOMBRE
3  N EST DU TYPE NOMBRE
4  I EST DU TYPE NOMBRE
5  somme EST DU TYPE NOMBRE
6  J EST DU TYPE NOMBRE
7  DEBUT_ALGORITHME
8  LIRE E
9  LIRE N
10 POUR I ALLANT DE 1 A E
11   DEBUT_POUR
12   somme PREND LA VALEUR 0
13   POUR J ALLANT DE 1 A N
14   DEBUT_POUR
15   somme PREND LA VALEUR somme + ALGOBOX_ALEA_ENT(0,1)
16   FIN_POUR
17 AFFICHERCALCUL somme/N
18 TRACER_POINT (I,somme/N)
19 TRACER_SEGMENT (0,0.5-1/sqrt(N)) -> (E,0.5-1/sqrt(N))
20 TRACER_SEGMENT (0,0.5+1/sqrt(N)) -> (E,0.5+1/sqrt(N))
21 FIN_POUR
22 FIN_ALGORITHME
                    
```

Graphique

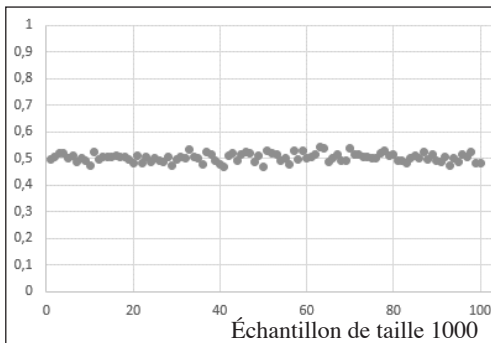
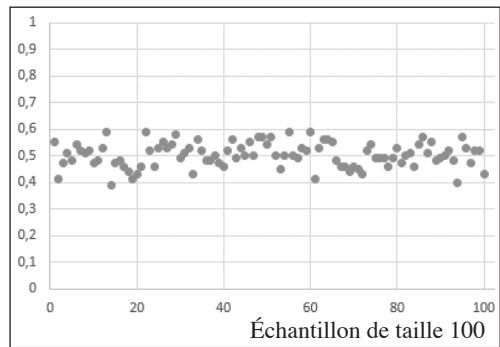
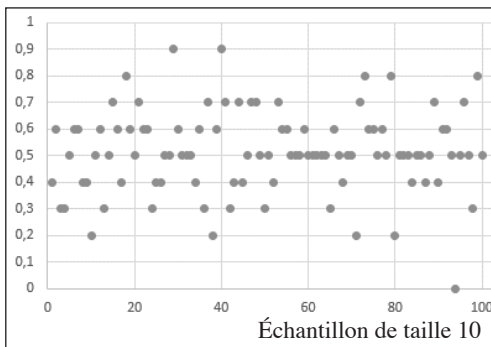
Xmin: 0 ; Xmax: 100
Ymin: 0 ; Ymax: 1
GradX: 5 ; GradY: 0.1

Échantillon de taille 10

MATHÉMATIQUES ET NUMÉRIQUE DANS LES CLASSES PRÉPARANT AU BACCALAUREAT PROFESSIONNEL



Expérimentation avec Excel :



6. **Le débat argumenté – La confrontation** : il a lieu entre les élèves ou les groupes d'élèves, sous la conduite de l'enseignant.

Chaque groupe présente l'interprétation qu'il fait des résultats de sa simulation. L'enseignant met alors en évidence (graphiquement) qu'il existe un intervalle dans lequel se situent les valeurs acceptables, intervalle se réduisant avec l'augmentation de la taille de l'échantillon.

7. **La validation** : elle peut aussi se faire à travers une expérimentation. Pour l'enseignant, il va être important de choisir une problématique qui amène les élèves à émettre des conjectures que l'on puisse éclairer et/ou valider à l'aide de l'outil informatique lors de phases expérimentales.

L'enseignant donne la formule de l'intervalle de fluctuation $\left[p - \frac{1}{\sqrt{n}} ; p + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$ et le fait calculer pour les différentes valeurs de n . À partir des différentes simulations effectuées, on fait calculer le pourcentage de valeurs situées dans cet intervalle ; ce qui permet d'introduire la valeur attendue de 95%. Les élèves peuvent maintenant conclure et répondre à la problématique.

8. **La structuration** : elle conclut la démarche d'investigation, permet de produire une synthèse et prépare un réinvestissement des apprentissages effectués, lors d'une autre séance.

Ici, on reprend les différents points évoqués pour en faire une synthèse correspondant aux attendus du programme.

Commentaires sur la partie expérimentation de l'exemple :

- On peut construire un outil de simulation à l'aide d'un tableur, mais cela oblige à utiliser une feuille de calcul particulièrement lourde et figée (l'élève a la possibilité d'effectuer plusieurs simulations, mais peut difficilement changer la taille et le nombre d'échantillons).

Le passage par un logiciel de programmation (ici Algobox) permet de contourner ces difficultés.

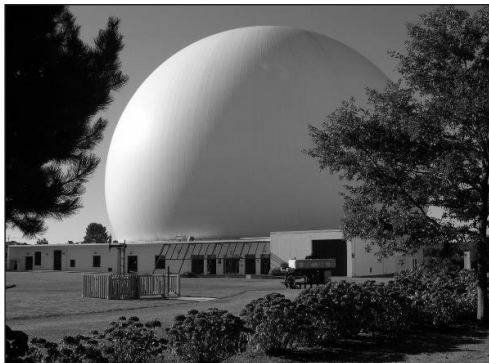
- Ce type d'activité peut aussi être l'occasion de faire construire un outil de simulation par les élèves.

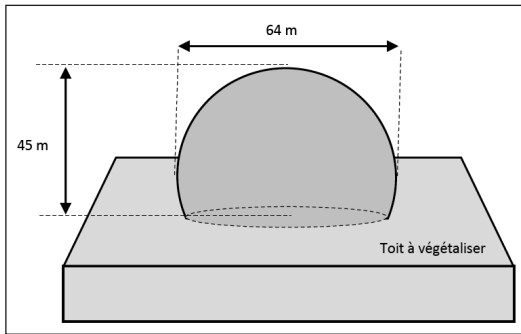
Là encore, le passage par un logiciel de programmation amène à donner davantage de sens aux grandeurs en jeu (taille de l'échantillon, nombre d'échantillons). L'imbrication de deux boucles « for » permet une mise en œuvre beaucoup moins lourde que le passage par un tableur.

Dans cette description, c'est dans les procédures de résolution mises en œuvre par élèves, que va se situer l'ouverture de la situation problème. On pourrait bien entendu tout à fait imaginer une situation ouverte par les données, avec au départ des éléments manquant mais nécessaire à la résolution. Les élèves pourraient aussi se trouver face à une situation dont ils devraient extraire et construire une problématique. Toujours est-il que quels que soient les choix de l'enseignant, la *démarche d'investigation* devra obligatoirement comporter une phase d'expérimentation.

Un exemple d'expérimentation inspiré du programme de géométrie de seconde (et adaptable en terminale) :

Situation : Un toit végétal pour l'antenne de Pleumeur-Bodou

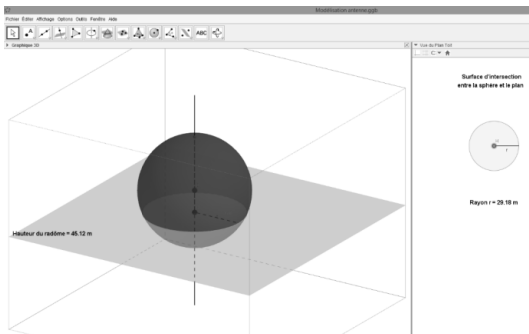




L'antenne de télécommunication de Pleumeur-Bodou, située en Bretagne, est placée sous un radôme sphérique de 64 m de diamètre, qui la protège de l'environnement extérieur. On souhaite végétaliser le toit du bâtiment qui supporte le radôme.

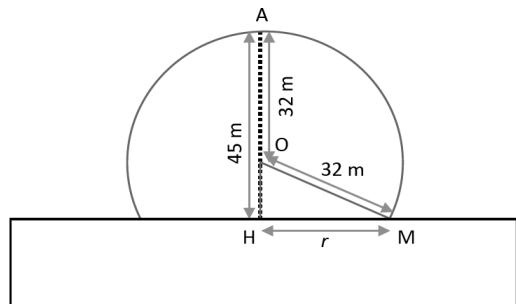
Problématique : Quelle superficie de végétaux sera nécessaire pour végétaliser le toit du bâtiment ?

Capacité expérimentale mise en jeu : *Expérimenter.*



Pour résoudre ce problème, l'élève a besoin de déterminer le rayon d'un cercle intersection entre une sphère et un pavé droit : d'abord expérimentalement, à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique ; puis par le calcul, en pas-

sant de l'espace au plan, pour construire une figure adaptée permettant l'utilisation du théorème de Pythagore :



Un autre exemple à partir du programme de probabilités de terminale, accès sur la validation/invalidation à partir d'un outil de simulation :

Capacité du programme visée : *Calculer la probabilité d'un événement contraire.*

Situation : Monty Hall. Un jeu télévisé oppose un présentateur à un candidat (le joueur). Ce joueur est placé devant trois portes fermées. Derrière l'une d'elles se trouve une voiture et derrière chacune des deux autres se trouve un chèvre. Il doit tout d'abord désigner une porte. Puis le présentateur doit ouvrir une porte qui n'est ni celle choisie par le candidat, ni celle cachant la voiture (le présentateur sait quelle est la bonne porte dès le début). Le candidat a alors le droit ou bien d'ouvrir la porte qu'il a choisie initialement, ou bien d'ouvrir la troisième porte.

Problématiques : Peut-on déterminer une stratégie gagnante pour le joueur ? Vaut-il mieux : conserver son choix initial ou le modifier suite à l'indication donnée par le présentateur ?

Capacité expérimentale mise en jeu : *Contrôler la vraisemblance d'une conjecture.*

Dans un premier temps, amener les élèves à émettre une conjecture sur la stratégie à adopter : « quoi que l'on fasse, on a une chance sur trois de gagner » ou « il vaut mieux modifier systématiquement son choix pour passer d'une chance sur trois (premier choix) à une chance sur deux (second choix) » ou tout autre conjecture formalisée à partir d'une réflexion sur la situation.

Valider, ou invalider la conjecture à l'aide d'un outil de simulation fourni (cf. tableau ci-dessous) et, le cas échéant, émettre une nouvelle conjecture « le joueur double ses chances de gagner lorsqu'il effectue un changement de choix (2/3 contre 1/3) ».

Pour les mathématiques, les quatre capacités : *émettre une conjecture, expérimenter, simuler et contrôler la vraisemblance d'une conjecture*, sont définies, dans la grille comme étant des *capacités expérimentales* et leur évaluation doit nécessairement se faire au travers de tâches utilisant les TIC. Il n'est pas demandé de savoir utiliser l'outil numérique pour produire des résultats (calculs, graphiques, figures...), mais pour mettre en œuvre des capacités expéri-

mentales. Ici, « l'outil TIC » peut être fourni « clé en main » ; il devient un outil pour l'enseignement d'un autre objet : la capacité expérimentale visée.

*Le numérique : objet d'étude –
Le numérique : outil pour l'étude*

Le numérique a donc un double statut dans l'enseignement des mathématiques en baccalauréat professionnel : celui d'objet et celui d'outil.

Dans les deux cas leur utilisation n'est jamais une finalité en soi. Les capacités TIC présentes dans le programme sont toujours là pour libérer les élèves de tâches longues et assez techniques (tracer de la représentation graphique d'une fonction, calcul de l'écart type d'une série statistique avec des opérations élémentaires de la calculatrice, réalisation d'un diagramme circulaire, dessin d'un solide complexe en perspective et sous différentes vues...) afin davantage axer l'activité de la classe sur l'analyse et l'interprétation des réalisations ainsi créés. Même lorsque le numérique a le rôle d'objet d'étude, c'est pour être immédiatement utilisé comme outil pour l'étude d'autres objets.

=NB.SI(E2:E101;"gagné")							
	A	B	D	E	F	G	H
1	Porte gagnante	Choix joueur	Porte ouverte	Choix changé	Choix confirmé		
2	1	2	3	gagné	perdu	Choix changé	67
3	3	3	2	perdu	gagné	Choix confirmé	33
4	3	3	2	perdu	gagné		
5	1	3	2	gagné	perdu		
6	1	1	3	perdu	gagné		
7	1	3	2	gagné	perdu		
8	1	1	3	perdu	gagné		
9	2	3	1	gagné	perdu		
10	1	3	2	gagné	perdu		

Pour l'enseignant de mathématiques, il sera nécessaire de clairement distinguer dans lequel de ces deux cadres il se trouve lorsqu'il utilise l'outil informatique. En effet, les exigences concernant la maîtrise des logiciels ne sont pas les mêmes quand il s'agit d'*exécuter* et lorsqu'il faut *expérimenter* ; de plus, pendant les épreuves certificatives, des points affectés à l'évaluation des capacités expérimentales doivent être attribués pour la réalisation de tâches nécessitant l'usage des TIC, mais des questions dont les réponses entraîneraient l'utilisation des TIC pour produire des résultats non expérimentaux, ne peuvent en aucun cas être comptabilisées dans cette partie spécifique du barème de l'épreuve.

Cette distinction entre ces deux fonctions de l'outil numérique et son utilisation dans une approche expérimentale de la résolution de problème mathématiques, amène à s'interroger sur ce qui crée le lien entre numérique et expérimentation : la simulation informatique.

Place et valeur de la simulation informatique

Les programmes de baccalauréat professionnel, ainsi que leurs documents d'accompagnement encouragent le recours à la simulation dans le cadre d'une pédagogie active, et les capacités de l'élève « à *expérimenter, simuler* » sont évaluées à l'examen.

Les recommandations institutionnelles incitent à positionner la simulation après l'expérience : par exemple en ce qui concerne le chapitre sur la fluctuation d'une fréquence, on trouve la préconisation suivante : « *Après une expérimentation physique pour une taille fixée des échantillons, la simulation à l'aide du générateur de nombres aléatoires d'une calculatrice ou d'un tableur permet d'augmenter la taille des échantillons et d'observer des résultats associés à la*

réalisation d'un très grand nombre d'expériences ». Il s'agit donc d'un outil utilisé pour venir appuyer, prolonger, ou valider l'expérimentation sur objets. Allant plus loin, Jacques Hebenstreit dit de la simulation qu'elle « *permet de se situer à un niveau d'abstraction intermédiaire entre le réel et le modèle abstrait* ». Elle peut ainsi constituer, comme le précisent Daniel Beaufils et Bernard Richoux, un plan intermédiaire entre le monde des objets et le monde des théories et des modèles, et aider les élèves à passer de l'un à l'autre.

Mais ceci suppose que la question du choix du modèle ne soit pas éludée.

Lorsque l'on effectue une expérimentation sur objets, on obtient des résultats qui nous permettent d'envisager un modèle, et c'est une simulation de ce modèle qui est ensuite programmée. Si les résultats de la simulation sont en contradiction avec ceux de l'expérience physique, c'est que le modèle choisi n'était pas le bon. Il est certes peu probable que nos élèves se trouvent confrontés à un tel cas, mais c'est justement pour cette raison qu'il semble essentiel de bien préciser que la simulation ne reproduit pas la réalité, mais qu'elle repose sur le fait que l'expérimentateur a fait le choix d'un modèle.

Un autre moyen d'empêcher cette confusion réalité – modèle peut évidemment être de demander à l'élève de construire l'outil de simulation. Le fait que le simulateur ne soit plus une boîte noire, mais un outil produit par l'apprenant lui-même, souvent après un tâtonnement, l'implique davantage dans l'activité de modélisation et peut ainsi constituer un levier de compréhension.

Quelle place pour les logiciels professionnels ?

Beaucoup de spécialités professionnelles utilisent l'ordinateur. La maîtrise de certains

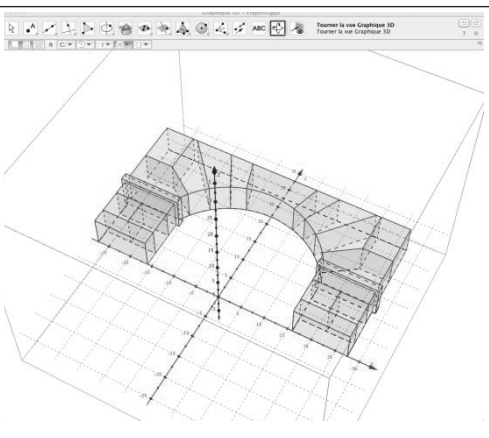
logiciels professionnels y est un enjeu d'étude à part entière. À partir de ce constat, on peut être tenté d'utiliser ces logiciels en cours de mathématiques (Excel, auto CAD, Solid-Works ...). Cela a le double intérêt de donner davantage de cohérence à la formation des élèves et de profiter d'une certaine dextérité qu'ils auraient acquise sur ces outils. Cette approche pédagogique est donc intéressante et souvent payante (en terme de résultats et de motivation) mais il est important de ne jamais oublier que les finalités ne sont pas les mêmes dans le cours de mathématiques et en enseignement de spécialité. Il faut également tenir compte du fait que certaines difficultés rencontrées par les élèves face à ces logiciels professionnels, peuvent être liées à un manque de base dans divers domaines (particulièrement en géométrie). Le lien entre mathématiques et logiciel professionnel peut, dans ce cas-là, être abordé *dans l'autre sens* : certaines fonctionnalités des « logiciels maths » (qui peuvent paraître peu professionnelles voire même obsolètes) s'avèrent, en effet, être très didactiques et permettent aux élèves d'acquérir les notions qui leur manquent pour réussir pleinement l'apprentissage de l'utilisation de leur « logiciel pro ».

On peut même observer le cas où, après avoir assimilé les fonctionnalités d'un logiciel de mathématiques, un élève peut faire preuve d'une maîtrise suffisante pour l'utiliser dans un contexte professionnel : un élève de baccalauréat professionnel *métiers de la pierre*, dont la section était engagée dans un projet Comenius, réalise lors d'une rencontre avec différents partenaires, la représentation d'un cryptoportique avec impostes en utilisant... GeoGebra !

Conclusion.

Il y a une spécificité de l'utilisation du numérique en mathématiques, comme dans chaque discipline. Dans les classes préparant au baccalauréat professionnel, s'ajoute à cette spécificité, une double fonction des usages numériques : l'automatisation de la réalisation de certaines tâches mathématiques d'un côté et l'usage de simulations informatiques pour mener à bien des expérimentations de l'autre.

Cette approche expérimentale des mathématiques, permet de définir l'activité mathématiques de la classe de baccalauréat professionnel autour d'un trinôme Modélisation / Simulation / Validation, qui viendrait remplacer une pratique



de la démonstration dont l'occurrence elle-même n'apparaît pas dans les textes des programmes. Au-delà de la classe de mathématiques, les outils numériques peuvent également s'avérer être un formidable vecteur de promotion de l'inter et de la transdisciplinarité ; le « détournement » de logiciels spécifiques (les logiciels professionnels mais aussi les logiciels d'ExAO en sciences physiques qui permettent d'étudier la notion de fonction à partir de relevés de mesures faites par les élèves en cours de sciences) permet de créer du lien et de la cohérence entre les différents enseignements.

Bien qu'il soit déjà potentiellement très riche, l'usage du numérique au lycée professionnel sera sans aucun doute encore amené à évoluer. L'activité de programmation qui pourrait, entre autres choses, aider les élèves à mieux appréhender le rôle de la simulation informatique, reste absente des programmes actuels. L'automatisation de certaines procédures ne concerne elle, pour l'instant, que les calculs numériques et les représentations graphiques ; là encore, on peut espérer la voir étendue, dans un proche avenir, au calcul formel, profitant ainsi de l'essor des outils numériques dans ce domaine.

Références

- Barberousse, A. (2012, août). *Simulations numériques : question épistémologiques*. Universités d'été du groupe mathématiques de l'IGEN, Sourdun. Page consultée le 7 mars 2016 : http://maths.ac-creteil.fr/IMG/pdf/_conference_3_anouk_barberousse.pdf
- Beaufils, D. & Richoux B. (2003). Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique. *Didaskalia*, 23.
- Brabant, M. (2014, 2015) TICE et maths-sciences-physiques en lycée professionnel. *MathémaTICE*, 42-43 et 44.
Pages consultées le 7 mars 2016 : <http://revue.sesamath.net/spip.php?article663> <http://revue.sesamath.net/spip.php?article687> <http://revue.sesamath.net/spip.php?article707>
- Hebenstreit J. (2004). Une rencontre du troisième type : simulation et pédagogie. *EpiNet*, 64.
- Henry, M. (2011). Simulation d'expériences aléatoires en classe, un enjeu didactique pour comprendre la notion de modèle probabiliste, un outil de résolution de problèmes. *MathémaTICE*, 26. Page consultée le 7 mars 2016 : <http://revue.sesamath.net/spip.php?article353>
- IEN MSPC de l'académie d'Aix-Marseille. (2014). *Repères pour la mise en œuvre d'une démarche d'investigation en lycée professionnel*. Page consultée le 7 mars 2016 : http://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2014-09/reperes_pour_la_mise_en_oeuvre_dun_demarche_dinvestigation_en_lp_v_sept_2014.pdf
- Moussavou, F. & Pernette, J.-L. (2012, août). *Mathématiques et ExAO*. Universités d'été du groupe mathématiques de l'IGEN, Sourdun. Page consultée le 7 mars 2016 : http://maths.ac-creteil.fr/IMG/pdf/mathematiques_exao_sourdun_2012.pdf
- Oriol J.-C. & Régnier J.-C. (2003). *Fonctionnement didactique de la simulation en statistique. Exemple de l'enseignement du concept d'intervalle de confiance*. Journées de statistique.
- Roussel, D., Poussou, J. & Moussavou, F. (2006). Les calculatrices formelles en classes de baccalauréat professionnel. *MathémaTICE*, 1. Page consultée le 7 mars 2016 : <http://revue.sesamath.net/spip.php?article27>
- Zacharoula, S. et Weil-Barais, A. (2004). Intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des sciences physiques. *EpiNet*, 70. Page consultée le 7 mars 2016 : <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0405c.htm>