

RENOVATION DE LA VOIE PROFESSIONNELLE : DEMARCHE D'INVESTIGATION ET
EVALUATION PAR COMPETENCES, DE L'ENSEIGNEMENT A LA CERTIFICATION

**Laurent GALLIEN (IREM Dijon), Benoit KERN (IREM Besançon),
Jean Luc PERNETTE (IREM Dijon)
CII Lycées Professionnels**

Résumé – La rénovation de la voie professionnelle est entrée en application en septembre 2009. Avec le passage de quatre à trois années de formation, la session 2012 est la première qui voit le passage de ce diplôme sous ses nouvelles modalités. De nombreuses modifications pour l'enseignement des mathématiques-sciences découlent de cette rénovation, tant dans l'organisation des savoirs que dans leur mode de transmission. Ainsi, les enseignants de lycée professionnel sont amenés à mettre en œuvre un enseignement basé sur la démarche d'investigation avec une généralisation de l'usage des TIC. Les modes d'évaluation ont eux aussi évolué, la certification se fait aujourd'hui en Contrôle en Cours de Formation (CCF) avec une obligation d'évaluation par compétences. Enfin aux heures d'enseignements se sont ajoutés deux dispositifs : l'Accompagnement Personnalisé (AP) et l'Enseignement Général Lié à la Spécialité (EGLS). Nous vous proposons de développer dans une première partie ces différentes évolutions et les implications en termes d'organisation des enseignements. Les deuxième et troisième parties sont consacrées à deux des principales nouvelles orientations précédemment citées : démarche d'investigation et évaluation en Contrôle en Cours de Formation. Nous tenterons de mettre en avant la nécessaire liaison entre ces deux approches et les difficultés rencontrées.

La réforme de la voie professionnelle

Cadre général

La mise en œuvre de la réforme de la voie professionnelle est définie par le BO spécial n°2 du 19 février 2009. Elle entre en application au premier septembre 2009 pour aboutir à une première session d'examen en 2012.

Parmi les modifications importantes, nous pouvons citer le passage de quatre années de formations (deux années pour le BEP /CAP et deux années pour le Bac) à trois années avec la mise en place d'une certification intermédiaire (BEP ou CAP) au cours de la formation.

Les grilles horaires ont été modifiées et tri-annualisées. Les seuils de dédoublement initialement présents et qui encadraient le nombre maximum d'élèves en groupe suivant les enseignements (que ce soit en enseignement général ou professionnel) ont été abandonnés au profit d'un volume horaire complémentaire permettant les activités en groupe à effectif réduit. Le calcul de ce volume horaire est effectué en fonction du nombre d'élèves et sa répartition est laissée à l'autonomie des établissements.

Enfin, deux nouveaux dispositifs apparaissent :

- L'Accompagnement Personnalisé (AP).

Des dispositifs d'accompagnement personnalisé sont mis en place pour tous les élèves selon leurs besoins dans les classes de seconde, première et terminale préparant aux baccalauréats général, technologique et professionnel. Ils comprennent des activités de

soutien, d'approfondissement, d'aide méthodologique et d'aide à l'orientation, pour favoriser la maîtrise progressive par l'élève de son parcours de formation et d'orientation. Ils prennent notamment la forme de travaux interdisciplinaires.¹

• Les Enseignements Généraux Liés à la Spécialité (EGLS).

Un horaire spécifique de 152 h dédiée aux disciplines qui contribuent à la professionnalisation. La contribution à la professionnalisation, c'est, par exemple :

- des activités visant à développer des connaissances et des compétences utiles à la pratique professionnelle etc. ;
- des activités s'appuyant sur un contexte professionnel, sur des matériaux utilisés par la profession ;
- des activités liées au suivi et à l'évaluation des PFMP ;
- des contenus disciplinaires qui s'ajoutent à un tronc commun (ex. modules spécifiques de mathématiques ou de sciences physiques, dont les contenus varient selon des groupes de spécialités).

Les 152 h sont donc attribuées à certaines disciplines (Français, maths, sciences, LV, arts appliqués). Le choix est fermé. Le volume horaire attribué à une discipline devrait être en cohérence avec l'importance de sa contribution à la professionnalisation. Cet horaire s'ajoute à l'horaire de base de la discipline.

Le choix des disciplines et la répartition des heures relèvent de l'autonomie de l'établissement.²

Cette réforme a laissé une grande place à l'autonomie des établissements mais cela n'est pas sans poser de réelles difficultés.

En effet, la disparition des seuils de dédoublements au profit d'un volume d'heures complémentaires ne permet pas, dans la majeure partie des cas, de travailler autant en groupes à effectifs réduits qu'auparavant. Certaines disciplines se sentent donc forcément lésées par les choix effectués par l'établissement. Cela amène souvent, lors de la répartition des dotations horaires, à envisager les heures d'accompagnement personnalisé et d'EGLS comme « *variables d'ajustement* » pour augmenter les possibilités de travail en groupe ou pour le maintien de postes dans un contexte de suppression massive de postes en lycée professionnel.

Leur caractère obligatoire est pourtant souligné.

L'accompagnement personnalisé figure au même titre et au même rang que les enseignements obligatoires.³

Cela peut aussi aboutir à des tensions non négligeables entre disciplines au sein des établissements, peu favorables au travail d'équipe nécessaire à la mise en place des EGLS...

1 Article D. 333-2 du Code de l'éducation.

2 Bernard Porcher, L'organisation des enseignements dans le cadre de l'autonomie des établissements : approches organisationnelles et pédagogiques, in Actes du séminaire - La rénovation de la voie professionnelle : présentation du baccalauréat professionnel en trois ans, Direction générale de l'Enseignement scolaire – 2009.

3 Circulaire n° 2009-068 du 20 mai 2009 - relative à la préparation de la rentrée 2009 - BO n°21 du 21 mai 2009.

En mathématiques sciences

Les programmes d'enseignement de mathématiques et de sciences physiques et chimiques pour les classes préparatoires au baccalauréat professionnel débutent par un préambule commun aux mathématiques et aux sciences physiques et chimiques ; notre bivalence nous amène en effet à enseigner ces deux matières.

Ce préambule définit les objectifs généraux de la formation, les attitudes développées chez les élèves. La démarche pédagogique à mettre en œuvre est explicitée autour de dix points :

1. Prendre en compte la bivalence.
2. Privilégier une démarche d'investigation.
3. S'appuyer sur l'expérimentation.
4. Identifier les acquisitions visées : connaissances, automatismes et capacité à résoudre des problèmes.
5. Prendre appui sur des situations liées aux champs professionnels.
6. Proposer des activités de synthèse.
7. Construire une progression adaptée.
8. Intégrer les TIC dans les apprentissages.
9. Mettre l'élève au travail, individuellement ou en groupe.
10. Diversifier les modes d'évaluation.

Les programmes sont remodelés.

En mathématiques

Les enseignements restent délimités par années et en 3 domaines (Statistiques et probabilités, Algèbre – Analyse, Géométrie). Chacun des domaines est divisé en modules de formations eux même déclinés en capacités, connaissances et commentaires.

3.2 Géométrie et nombres		
Les objectifs de ce module sont d'appliquer quelques théorèmes et propriétés vus au collège et d'utiliser les formules d'aires et de volumes. Les théorèmes et formules de géométrie permettent d'utiliser les quotients, les racines carrées, les valeurs exactes, les valeurs arrondies en situation. Leur utilisation est justifiée par le calcul d'une longueur, d'une aire, d'un volume.		
Capacités	Connaissances	Commentaires
Utiliser les théorèmes et les formules pour : - calculer la longueur d'un segment, d'un cercle ; - calculer la mesure, en degré, d'un angle ; - calculer l'aire d'une surface ; - calculer le volume d'un solide ; - déterminer les effets d'un agrandissement ou d'une réduction sur les longueurs, les aires et les volumes.	Somme des mesures, en degré, des angles d'un triangle. Formule donnant la longueur d'un cercle à partir de celle de son rayon. Le théorème de Pythagore. Le théorème de Thalès dans le triangle. Formule de l'aire d'un triangle, d'un carré, d'un rectangle, d'un disque. Formule du volume d'un cube, d'un parallélépipède rectangle.	La connaissance des formules du volume d'une pyramide, d'un cône, d'un cylindre, d'une sphère n'est pas exigible. Les relations trigonométriques dans le triangle rectangle sont utilisées en situation si le secteur professionnel le justifie.

Figure 1 – Exemple d'un module de seconde

Si le programme de seconde est commun à toutes les spécialités, en première et terminale, il est composé d'un tronc commun (TC) et d'une partie spécifique (SPE) dépendant du champ professionnel.

	Intitulé	Grpt A	Grpt B	Grpt C
TC	Statistique à deux variables.	x	x	x
	Probabilités.	x	x	x
	Suites numériques 2.	x	x	x
	Fonction dérivée et étude des variations d'une fonction.	x	x	x
SPE	Fonctions exponentielles et logarithme décimal.			x
	Fonctions logarithmes et exponentielles.=	x	x	
	Géométrie dans le plan et dans l'espace : consolidation.		x	
	Vecteurs 2.		x	
	Trigonométrie 2.	x		

Figure 2 – Exemple des modules de terminale

En plus de ces modules, l'année de terminale comporte des modules complémentaires pour les élèves envisageant une poursuite d'études.

Groupe A et B	Groupe C
* Produit scalaire * Nombres complexes * Calcul intégral	* Primitives * Fonctions logarithme népérien et exponentielle de base e.

Figure 3 – Des modules complémentaires pour les élèves envisageant une poursuite d'études

La mise en œuvre de ces modules complémentaires en classe de terminale implique la mise à disposition des volumes d'horaires d'accompagnement personnalisé.

Cela nous renvoie à la problématique énoncée précédemment concernant la répartition des moyens au sein des établissements.

Enfin, quelle que soit l'année, les modules doivent être développés au travers de cinq grands sujets contenant de quatre à six thématiques :

- Développement durable : Protéger la planète, Gérer les ressources naturelles, Transporter des personnes ou des marchandises, Comprendre les enjeux de l'évolution démographique.
- Prévention santé et sécurité.
- Evolution des sciences et techniques.
- Vie sociale et loisirs.
- Vie économique et professionnelle.

C'est une démarche nouvelle qui implique une réorientation profonde de nos pratiques. Cette approche est encore plus explicite en sciences comme nous le verrons dans le paragraphe à venir.

En sciences physiques et chimiques

L'organisation précédente des connaissances en domaines (chimie, électricité, mécanique...) a totalement disparu au profit d'une entrée par le biais de questions.

Ainsi, par exemple, l'oxydoréduction sera abordée dans le module « Comment protéger un véhicule contre la corrosion ? ».

T 3	COMMENT PROTÉGER UN VÉHICULE CONTRE LA CORROSION ?		Cycle terminal Tronc commun
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
Mettre en évidence expérimentalement l'influence de certains facteurs extérieurs sur la corrosion du fer. Identifier dans une réaction donnée un oxydant et un réducteur. Classer expérimentalement des couples rédox. Prévoir si une réaction est possible à partir d'une classification électrochimique. Écrire et équilibrer les demi-équations Écrire le bilan de la réaction d'oxydoréduction.	Savoir que certains facteurs tels que l'eau, le dioxygène et le sel favorisent la corrosion. Savoir qu'un métal s'oxyde. Savoir qu'une réaction d'oxydoréduction est une réaction dans laquelle intervient un transfert d'électrons. Savoir qu'une oxydation est une perte d'électrons.	Observation et interprétation de l'expérience d'un clou plongé dans de l'eau de Javel. Action de l'eau de Javel sur un clou entouré de cuivre, de zinc, d'aluminium Protection cathodique d'un métal Protection à l'aide d'un inhibiteur, par anode sacrificielle, par dépôt électrolytique d'un métal (chromage, nickelage, ...), par peinture, voile plastique. Passivation d'un métal par l'acide nitrique fumant	

Figure 4 – Exemple d'un module de première / terminale

Tous les modules sont développés, comme en mathématiques, en capacités, connaissances et commentaires.

Ils sont par ailleurs rattachés à quatre grands thèmes : Transport (T), Confort dans la Maison et l'Entreprise (CME), Hygiène et Santé (HS) et Son et Lumière (SL).

En seconde, le programme est constitué d'un tronc commun. En première et terminale, au tronc commun s'ajoutent des modules spécifiques en fonction des spécialités professionnelles.

Ce programme de première et terminale est donné sur deux années, la répartition sur chaque année est à l'initiative de l'enseignant.

LES TRANSPORTS (T)	CONFORT DANS LA MAISON ET L'ENTREPRISE (CME)	HYGIÈNE ET SANTÉ (HS)	SON ET LUMIÈRE (SL)
<u>T 3</u> Comment protéger un véhicule contre la corrosion ?	<u>CME 4</u> Comment chauffer ou se chauffer ?		<u>SL 1</u> Comment dévier la lumière ?
<u>T 4</u> Pourquoi éteindre ses phares quand le moteur est arrêté ?	<u>CME 5</u> Peut-on concilier confort et développement durable ?		<u>SL 2</u> Comment un son se propage-t-il ?
<u>T 5</u> Comment se déplacer dans un fluide ?			<u>SL 3</u> Comment transmettre un son à la vitesse de la lumière ?
		<u>HS 4**</u> Comment peut-on adapter sa vision ?	<u>SL 4**</u> Comment voir ce qui est faiblement visible à l'œil nu ?

Figure 5 – Le tronc commun en première et terminale

LES TRANSPORTS (T)	CONFORT DANS LA MAISON ET L'ENTREPRISE (CME)	HYGIÈNE ET SANTÉ (HS)	SON ET LUMIÈRE (SL)
<u>T 6</u> Qu'est-ce qu'une voiture puissante ?	<u>CME 6</u> Comment fonctionnent certains dispositifs de chauffage ?	<u>HS 5</u> Quels sont les principaux constituants du lait ?	<u>SL 5</u> Pourquoi les objets sont-ils colorés ?
<u>T 7</u> Comment avoir une bonne tenue de route ?	<u>CME 7</u> Comment l'énergie électrique est-elle distribuée à l'entreprise ?	<u>HS 6</u> Quels sont le rôle et les effets d'un détergent ?	<u>SL 6</u> Comment reproduire un signal sonore ?
<u>T 8</u> Comment faire varier la vitesse d'un véhicule électrique ?			<u>SL 7</u> Comment une image est-elle captée par un système d'imagerie numérique ?

Figure 6 – Les modules spécifiques en première et terminale

Cette réorganisation en mathématiques et en sciences constitue une modification profonde du paradigme précédent d'organisation des connaissances. Cela implique une remise en cause des modalités d'organisation des séances de cours. Des formations ont été mises en place dans les différentes académies, il est regrettable que celles-ci n'aient pas été entreprises en amont de la réforme.

D'autant plus que les deux dispositifs que nous allons présenter dans la suite de cet article s'appuient directement sur cette réorganisation. Ainsi, la mise en œuvre de la problématique en sciences et l'intégration à une thématique en mathématiques doivent servir de support à une démarche d'investigation dans ces deux disciplines.

La démarche d'investigation

La démarche d'investigation a normalement été initiée au collège.

Elle s'appuie sur un questionnement des élèves par rapport au monde réel.

Elle permet la construction de connaissances et de capacités à partir de situations problèmes motivantes et proche de la réalité pour conduire l'élève à :

- définir l'objet de son étude ;
- rechercher, extraire et organiser l'information utile (écrite, orale, observable) ;
- inventorier des paramètres et formuler des hypothèses ou des conjectures ;
- proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de valider ces hypothèses ou de les infirmer (manipulations, mesures, calculs) ;
- choisir un mode de saisie et d'exploitation des données recueillies lors d'une expérimentation ;
- élaborer et utiliser des modèles théoriques ;
- énoncer une propriété et en estimer les limites. (B.O. du 19 février 2009)

Nous vous proposons ici quatre exemples de démarche d'investigation menées en classe de seconde et première, dans différents domaines mathématiques, afin de mettre en évidence une progressivité dans les attentes que nous pouvons avoir envers nos élèves.

Un exemple en probabilité en seconde

Lors d'un jeu de rôle, le seul moyen pour Marcel de ne pas perdre la partie est de faire un 1 avec son dé à huit faces pour délivrer son dragon, pris au piège de la sorcière.



Lulu, son adversaire, lui dit que ce n'est pas la peine de jouer, qu'il a perdu d'avance, le 1 ne sortant presque jamais.

Que pensez-vous de cette affirmation ?

Comment faire pour déterminer les chances qu'a Marcel de gagner ?

Figure 6 – Une première séance sur les probabilités en seconde

Les élèves sont ici amenés à formuler une hypothèse et à envisager un protocole de vérification de cette hypothèse.

On observe qu'une large majorité d'élèves considère l'équiprobabilité de la situation même si certains d'entre eux pensent effectivement que le « 1 » a très peu de chance de tomber.

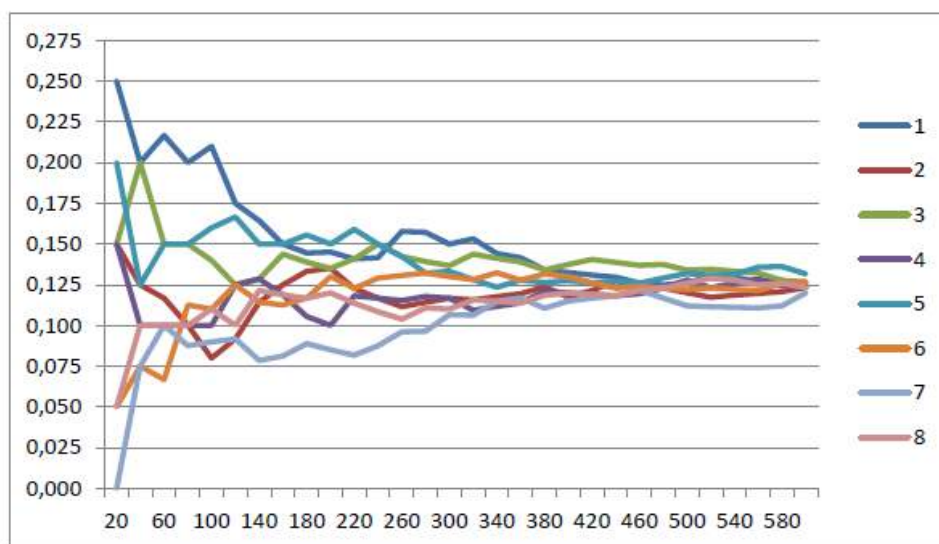
Il est intéressant de considérer les protocoles proposés. En effet, certains d'entre eux proposent une vérification en huit lancers et ainsi de vérifier que chaque valeur apparait une fois.

Aucune manipulation n'est effectuée par les élèves avant qu'ils aient tous formulé une hypothèse et proposé un protocole, même très basique.

Une discussion en classe aboutit à la proposition d'un protocole commun de vingt lancers successifs puis mise en commun de tous les résultats (soit, pour 30 élèves, 600 lancers) à l'aide d'un tableur.

L'objectif de la séance est la distinction entre les concepts de fréquence et de probabilité.

On aboutit au graphique suivant :



Fluctuation des fréquences d'apparition de chaque valeur du dé à huit faces en fonction du nombre de lancers.

Figure 7 – Un graphique auquel on aboutit

Suite à cette mise en commun, la discussion met en avant la notion de fluctuation des fréquences. Les élèves ayant envisagé huit lancers perçoivent que ce nombre était insuffisant pour conclure.

Une synthèse en fin de séance doit permettre la mise en place du concept de probabilité.

Deuxième séance

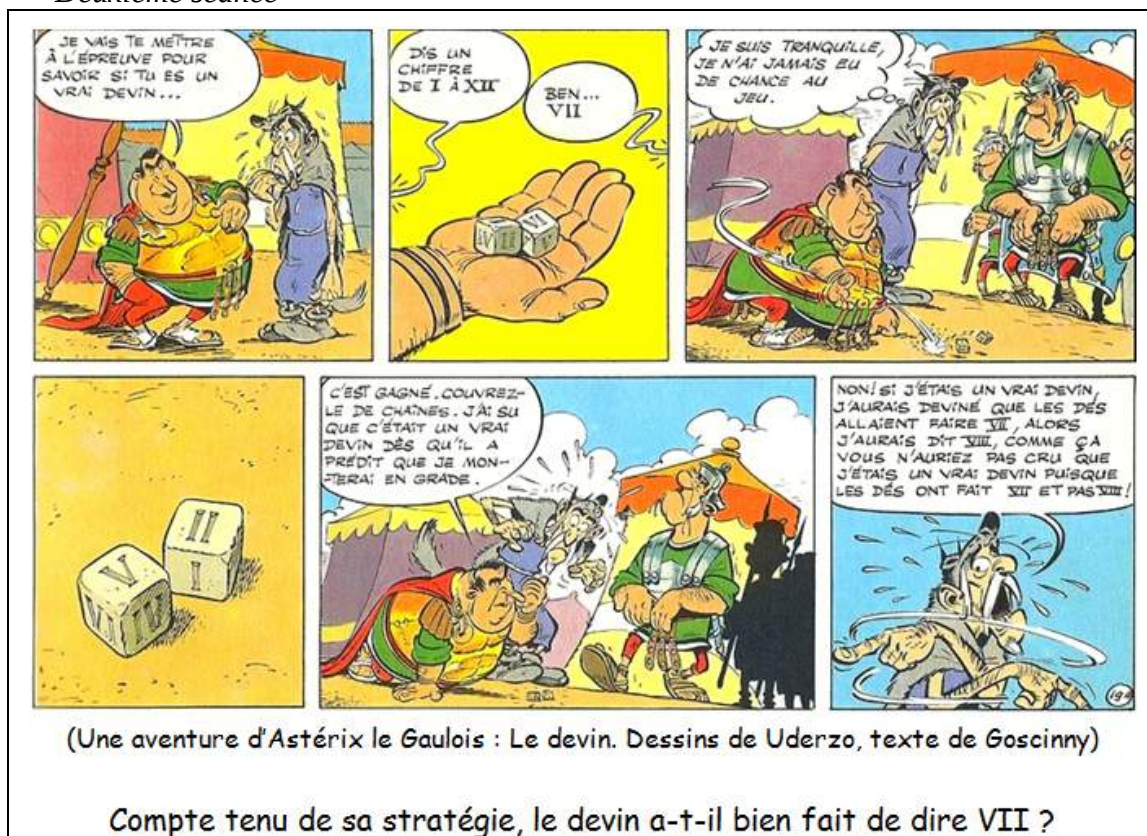


Figure 8 – Une deuxième séance sur les probabilités en Seconde

A la fin de la séance précédente, les élèves se sont vu remettre ce document et il leur a été demandé de réfléchir à la question posée.

Beaucoup d'élèves envisagent à nouveau la situation comme équiprobable (influence de la première séance ?).

Certains remarquent que lorsque le centurion demande un chiffre entre I et XII, le I ne peut être envisagé.

Il est proposé aux élèves un protocole informatique via un tableur pour modéliser 1000 lancers successifs.

Une partie du document est déjà mise en forme, les élèves doivent entrer les formules permettant de générer aléatoirement les lancers, d'obtenir le nombre d'occurrences de chaque somme et la fréquence que cela représente (un document ressource leur est fourni). Le graphique est déjà programmé et les élèves visualisent au fur et à mesure son évolution.

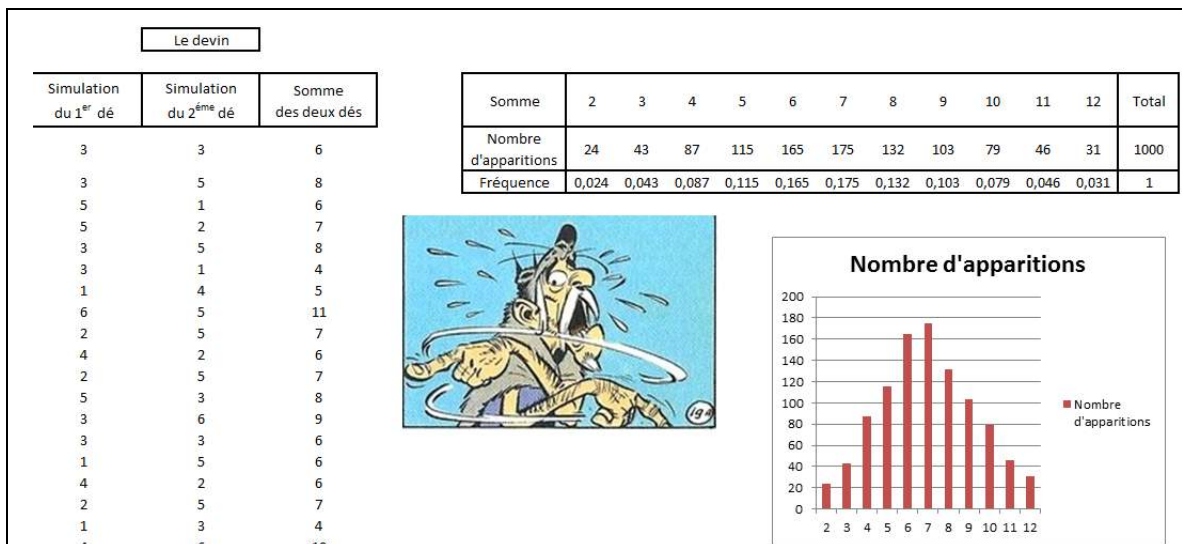


Figure 9 – Le graphique est programmé et les élèves visualisent au fur et à mesure son évolution

Beaucoup d'élèves sont étonnés des résultats obtenus.

Afin de les aider à comprendre, un document les invite à remplir un tableau à double entrée (une pour chaque dé) permettant de mettre en évidence les possibilités d'obtenir chaque somme et de déterminer leurs probabilités.

Ces démarches d'investigation peuvent être attachées à la thématique « Vie sociale et loisir. Jouer avec le hasard » et correspondent aux objectifs de la démarche d'investigation :

- inventer des paramètres et former des hypothèses ou des conjectures ;
- proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de valider ces hypothèses ou de les infirmer (manipulations, mesures, calculs) ;
- choisir un mode de saisie et d'exploitation des données recueillies lors d'une expérimentation.

Il est important dans ces situations de faire comprendre aux élèves que l'objectif n'est pas tant que l'hypothèse formulée soit exacte, mais bien plus d'être capable de mettre en œuvre un protocole et d'analyser les résultats d'une simulation pour être capable d'argumenter ses conclusions.

Un exemple lié au champ professionnel en statistiques en seconde

Le document ci-contre indique le nombre de voitures particulières (VP) immatriculés en juillet 2010 en France.

L'entreprise qui édite cette étude souhaiterait rendre plus lisible ce document en se concentrant uniquement sur les dix marques les plus représentées et en réalisant des graphiques.

Immatriculations de V.P en France juillet 2010				
Marques	Voitures particulières			
	juillet-10	Var. 10/09 en %	7 mois 2010	Var. 10/09 en %
Citroen	25 551	-16,9	206 067	-2,2
Peugeot	29 917	-13,2	247 251	6,8
Total PSA	55 468	-10,0	453 318	6,4
Renault	33 827	-15,9	307 622	4,8
Marques Fr.*	89 301	-15,3	760 978	3,4
Alfa Romeo	974	-15,5	6 843	-4,8
Audi	4 529	-2,7	30 432	-0,6
BMW	3 361	-17,6	27 907	9,3
Cadillac	6	+++	29	+++
Chevrolet	1 323	-32,4	12 006	12,4
Chrysler	46	-42,5	696	-8,5
Dacia	8 938	47,5	70 187	+++
Daihatsu	40	-72,2	512	-55,4
Dodge	37	-68,4	659	-33,2
Ferrari	34	13,3	225	-0,9
Fiat	5 484	-5,0	46 927	-5,7
Ford	8 712	-15,3	74 017	-2,6

Quel mode de représentation te semble le plus adapté ?

Figure 9 – Un exemple lié au champ professionnel en statistiques en Seconde

Le tableau fourni aux élèves comportait plus de 40 marques de véhicules. Compte tenu des quatre valeurs chiffrées par marque, il était important de délimiter le champ d'étude.

Une fois cette délimitation effectuée, une discussion autour des différents modes de représentations étudiés au collège permet d'envisager plusieurs possibilités avant de tenter une argumentation sur celle qui peut être la plus adaptée.

Cela peut s'inscrire dans les objectifs :

- définir l'objet de son étude ;
- rechercher, extraire et organiser l'information utile (écrite, orale, observable).

L'utilisation de supports du domaine professionnel peut ici s'avérer efficace pour montrer l'intérêt de l'enseignant de disciplines générales pour la formation professionnelle de l'élève. Cela permet d'organiser des ponts entre ces disciplines.

Il ne paraît pour autant pas judicieux de rendre cette démarche systématique. En effet cela peut aboutir à une lassitude des élèves et nous amener à créer des supports « superficiels » dans le seul objectif d'un lien disciplinaire. Il paraît donc important de la réserver à des thématiques réellement appropriées aux contenus de cours.

Suite à cette activité, les élèves étaient invités à mener une « étude statistique » auprès de leurs proches sur le thème qu'ils souhaitaient avant une organisation de ces données à l'aide d'un tableur.

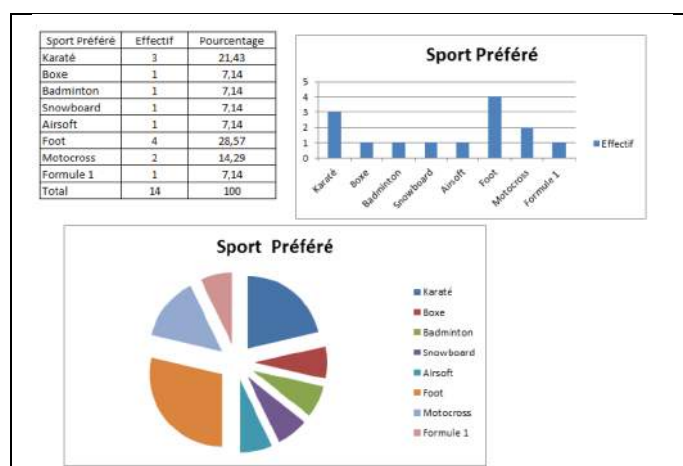
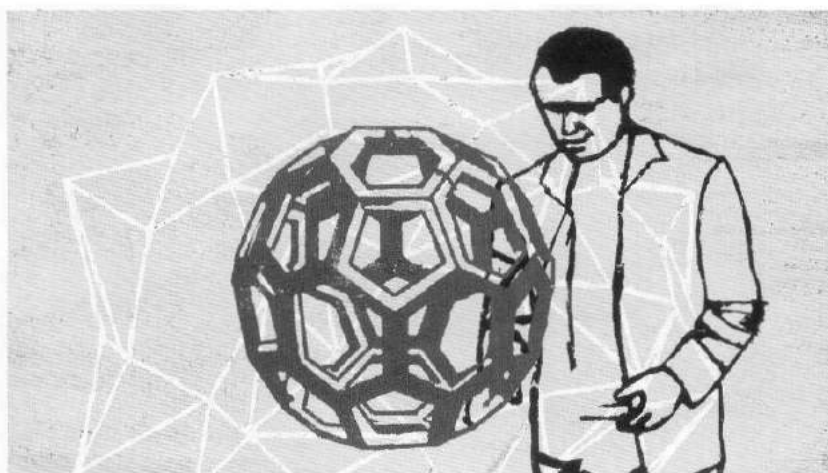


Figure 10 – Une étude statistique menée par des élèves



Nombre d'or La divine proportion

QUI EST-IL ? Le nombre d'or est le rapport, ou quotient, entre deux longueurs (L/l) tel que le rapport de la somme des deux longueurs ($L+l$) sur la plus grande (L) est égal au rapport de la plus grande sur la plus petite (L/l).

$$\frac{L+l}{L} = \frac{L}{l}$$

Il est souvent désigné par la lettre grecque ϕ , un usage que l'on doit au mathématicien Mark Barr. Il choisit ce symbole notamment en hommage au sculpteur Phidias, qui supervisa les travaux de décoration du Parthénon, et dont la tradition veut qu'il ait utilisé dans ce monument le nombre d'or.

Si l'on nomme $x = L/l$ le quotient que l'on recherche, on peut écrire : $x = 1 + 1/x$. Le quotient est donc la solution de l'équation $x^2 = x + 1$. Or cette équation du second degré a une unique solution positive.

OÙ EST-IL NÉ ? Euclide mentionne dans ses *Eléments* le « partage en moyenne et extrême raison » qui définit un rapport entre les segments d'une droite partagée par un point.

Ce rapport correspond au nombre d'or, mais il ne sera baptisé ainsi que bien plus tard. Si Euclide le définit, c'est qu'il lui permet de tracer plus facilement des figures géométriques régulières, tel le pentagone, ou des polyèdres, comme l'octaèdre (à 8 faces) ou le dodécaèdre (à 12 faces).

SES PETITES HISTOIRES. Toute une mythologie est née autour de la signification de ce nombre, de ses supposées propriétés esthétiques, mystiques ou divines.

Son histoire est sporadique. Après Euclide, un grand saut dans le temps jusqu'en 1498 nous amène au moine Luca Pacioli, qui publie dans son livre *La Divine Proportion* des dessins de polyèdres par Léonard de Vinci. L'ouvrage traite des mathématiques appliquées à la proportion artistique et de l'utilisation de celle-ci en architecture. Plusieurs personnages de la Renaissance l'utilisent, tel l'astronome Johannes Kepler, qui concevait l'Univers comme un empilement de polyèdres réguliers et y voyait un arrangement divin. Pas encore d'or dans ce nombre jusqu'au 1854, où le terme « section d'or » apparaît sous la plume du psychologue allemand Adolf Zeising, qui s'intéresse de près

aux mathématiques et à la philosophie. Il voit dans cette proportion le sommet de l'esthétique et la distingue partout : dans le frontispice du Parthénon, dans les sculptures grecques ou même dans les cathédrales.

L'idée, reprise et popularisée en 1931 par le diplomate Matila Ghyka, connaît un immense succès. Dans son livre *Le Nombre d'or* (première apparition de cette appellation), celui-ci invente une histoire mythique du nombre d'or qui aurait été découvert par les Egyptiens, glosant sur un savoir resté secret durant des siècles... Des théories qui ont un écho chez des architectes comme Le Corbusier (1887-1965), qui propose en 1949 le Modulor, un système de proportion basé sur ce nombre. Aujourd'hui, ϕ est surtout une curiosité mathématique. Il n'en reste pas moins que ses particularités géométriques et son lien avec la suite de Fibonacci lui confèrent un rôle singulier dans la zoologie mathématique.

PHILIPPE PAJOT

Figure 11 – Extrait de *Sciences et Avenir*, Hors-série Octobre / Novembre 2009
« La magie des nombres »

La question posée aux élèves : Saurais-tu trouver la valeur de ce « nombre d'or » ?

A partir du document et après lecture en classe, les élèves sont amenés à former des petits groupes afin de répondre à la problématique posée.

Plusieurs démarches sont envisageables :

- Recherche de valeurs approchées pour résoudre l'équation $x^2 = x + 1$;
- Construction géométrique ;
- Tracé de la fonction $f(x) = x^2 - x + 1$ et résolution graphique de $f(x) = 0$.

Des ordinateurs sont mis à disposition (pour le tracé de fonction...).

La mise en commun des différentes pistes empruntées met en évidence qu'aucune d'elles n'aboutit à une valeur exacte.

Il s'ensuit la proposition d'un protocole de résolution des équations du second degré et l'application de ce protocole à la détermination du nombre d'or.

Cette activité peut s'intégrer aux objectifs :

- rechercher, extraire et organiser l'information utile (écrite, orale, observable) ;
- inventorier des paramètres et former des hypothèses ou des conjectures ;
- élaborer et utiliser des modèles théoriques ;

Dans la thématique :

Evolution des sciences et techniques, découvrir les nombres à travers l'histoire des mathématiques.

La démarche demandée à l'élève est ici beaucoup plus complexe que dans les deux premières activités présentées en Seconde et l'autonomie est aussi plus importante. Ce type d'activité semblerait ainsi difficile à mettre en œuvre en Seconde.

Quelques réflexions sur la démarche d'investigation

Nous avons voulu montrer que la mise en œuvre de la démarche d'investigation peut prendre différentes formes en lycée professionnel, sans entrer dans des considérations épistémologiques quant à sa définition.

Elle se doit d'être mise en œuvre de façon progressive au cours des années de formation des élèves. On ne peut demander une autonomie des élèves sans leur avoir donné les moyens de la développer. Il est par ailleurs nécessaire de faire un choix judicieux de situations afin de ne pas tendre vers des activités où la démarche d'investigation ne serait qu'un « *emballage* » parfois superficiel par l'utilisation de supports pas toujours pertinents.

Nous pouvons constater qu'elle obtient globalement l'adhésion des élèves. Elle permet, considérant le public de lycée professionnel, de redonner du sens à des apprentissages dans nos disciplines où la motivation des élèves était parfois difficile compte tenu des situations courantes d'échecs dans les classes précédentes. Elle peut ainsi permettre de limiter la sempiternelle question : « *A quoi ça sert les maths ?* » en rendant l'élève plus acteur de ses apprentissages. L'impact sur les élèves en difficultés est cependant encore difficile à estimer par la nécessité de formalisation (tant orale qu'écrite).

Sa mise en place se révèle aussi très coûteuse en temps, surtout en Seconde où les élèves y sont peu familiers. Il est ainsi difficile de concilier démarche d'investigation et traitement du programme dans son intégralité. Nous ne pouvons que souhaiter un réel positionnement de nos institutions sur cette question.

Cette problématique est renforcée par le passage de quatre à trois années de formation. Beaucoup d'entre nous ont ainsi l'impression d'avoir largement réduit le champ des connaissances abordées et cette démarche peut donner l'impression d'amplifier cette situation.

Enfin, elle nécessite un repositionnement important de l'enseignant. Son rôle de médiation entre problématique, formulation d'hypothèse ou conjecture et mise en place d'un protocole devenant ici central.

La mise en œuvre de cette démarche d'investigation est par ailleurs nécessaire pour envisager une évaluation en contrôle en cours de formation telle que préconisée, dans un esprit d'évaluation par compétences...

Le contrôle en cours de formation : Evaluation par compétences ?

Nous sommes amenés à mettre en place deux types d'évaluation en CCF :

- La certification intermédiaire (BEP ou CAP) se déroule en deux phases au cours des deux premières années de formation avec deux épreuves d'une demi-heure en mathématiques et deux épreuves d'une demi-heure en sciences.
- La certification baccalauréat professionnel se déroule au cours de la dernière année de formation avec deux épreuves de 45 minutes en mathématiques et deux épreuves de 45 minutes en sciences.

Les compétences évaluées en mathématiques sont les suivantes :

- Rechercher, extraire et organiser l'information - (C1)
- Choisir et exécuter une méthode de résolution - (C2)
- Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat - (C3)
- Présenter, communiquer un résultat - (C4)
- Capacités liées à l'utilisation des TIC (expérimenter ou simuler ou émettre des conjectures ou contrôler la vraisemblance de conjectures) ;

Et en sciences :

S'approprier (rechercher, extraire et organiser l'information utile, comprendre la problématique du travail à réaliser, montrer qu'il connaît le vocabulaire, les symboles, les grandeurs, les unités mises en œuvre).

Analyser (analyser la situation avant de réaliser une expérience, formuler une hypothèse, proposer une modélisation, choisir un protocole ou le matériel / dispositif expérimental).

Réaliser (organiser son poste de travail, mettre en œuvre un protocole expérimental, utiliser le matériel choisi ou mis à sa disposition, manipuler avec assurance dans le respect des règles élémentaires de sécurité).

Valider (exploiter et interpréter des observations, des mesures, vérifier les résultats obtenus, valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi...).

Communiquer (rendre compte d'observation et des résultats des travaux réalisés, présenter, formuler une conclusion, expliquer, représenter, argumenter, commenter).

Les compétences évaluées sont ainsi très larges. Il est difficile de lier ces compétences aux capacités et connaissances du référentiel, autour d'une problématique issue de la vie courante ou professionnelle comme cela est préconisé.

Une part de l'évaluation se fait lors d'appels de l'élève. La capacité à communiquer à l'oral et à argumenter prend ainsi une part importante dans la note finale de l'épreuve.

Par ailleurs, les capacités expérimentales sont évaluées en sciences comme en mathématiques (usage des TIC) comme le montrent les grilles nationales d'évaluation.

● Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées			
Capacités			
Connaissances			
Attitudes			
Thématique utilisée :			
● Évaluation			
		Questions	Appréciation du niveau d'acquisition ⁴
Aptitudes à mobiliser des connaissances et des compétences pour résoudre des problèmes ²	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
	Choisir et exécuter une méthode de résolution.		
	Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat.		
	Présenter, communiquer un résultat.		
			/ 7
Capacités liées à l'utilisation des TIC ³	Expérimenter		
	ou Simuler		
	ou Émettre des conjectures		
	ou Contrôler la vraisemblance de conjectures.		
			/ 3
TOTAL			/ 10

Figure 12 – Grille nationale d'évaluation en mathématiques

Cette grille porte la mention suivante :

Le professeur peut utiliser toute forme d'annotation lui permettant de noter la première rubrique sur 7 points et la deuxième sur 3 points.

Cette évaluation nécessite donc un choix judicieux et précis de critères observables et d'indicateurs de réussite afin d'être la plus fiable et objective possible. La détermination de ces différents éléments représente un travail non négligeable mais indispensable à un déroulement de l'évaluation dans de bonnes conditions.

Les documents de cadrage publiés sur Eduscol mettent en avant les définitions et caractéristiques du CCF. L'on peut y lire :

L'évaluation par CCF est réalisée par sondage sur les lieux où se déroule la formation (établissement et milieu professionnel), par les formateurs eux-mêmes (enseignants et/ou tuteurs ou maîtres d'apprentissage), au moment où les candidats ont atteint le niveau requis ou ont bénéficié des apprentissages nécessaires et suffisants pour aborder une évaluation sommative et certificative.

Le CCF s'intègre naturellement dans le processus de la formation. Le formateur évalue, quand c'est possible et sans interrompre ce processus, ceux qui sont réputés avoir atteint les compétences et connaissances visées par la situation d'évaluation.

Ainsi nous évaluons nos propres élèves, dans nos classes, lorsque ceux-ci sont considérés comme prêts ou tout du moins préparés. Cette recommandation peut être perçue comme une obligation de réussite des élèves. En effet, en cas d'échec de l'élève, qui porte cette responsabilité ? L'évaluation a-t-elle été menée au bon moment ? L'élève était-il suffisamment préparé ?

Cela pose aussi bien évidemment des problèmes dans l'organisation des séances. Que faire des élèves non évalués ? Comment organiser un suivi efficace des élèves évalués en gardant en charge le reste de la classe ?

Un exemple de sujet en sciences :

Certification intermédiaire CAP métiers de l'automobile, première épreuve.

<u>Situation</u>	Un drôle de client !		
Marcel arrive au garage avec son tracteur dont il souhaite faire vérifier l'état de corrosion du pont arrière. Le garagiste, embarrassé, lui annonce qu'il doit vérifier si le pont de levage va résister...			
<u>Problématique :</u>	Sur la carte grise du tracteur de Marcel est indiqué 2 400 kg. Sur la plaque signalétique du pont de levage est indiqué « maximum 30 000 N »		
Nous vous demandons, au cours de ce TP, de retrouver expérimentalement la relation qui lie ces deux grandeurs afin de déterminer si le pont peut résister au tracteur.			

Figure 12 – Un exemple de sujet en sciences

Un sujet en mathématiques : Certification intermédiaire BEP, 2^{ème} épreuve

Un entrepreneur veut lancer un nouveau modèle. Il souhaite prévoir sa production mensuelle et ceci sur un an.

Différents points sont à prendre en considération :

- **Premier souhait** : La production du premier mois doit être de 1 010 unités et le douzième mois de 2 000 unités.
- **Deuxième souhait** : La production devra toujours augmenter au fil du temps.
- **Troisième souhait** : il préférerait qu'au début de l'année la production augmente moins vite qu'à la fin.

Trois tactiques lui sont proposées :

Tactique A : Commencer la production à 1010 unités et l'augmenter chaque mois de 90 unités.

Tactique B : Modéliser la production par la fonction f sur $[1 ; 12]$ par :

$$f(x) = 6,67x^2 + 3,33x + 1000$$

Tactique C : Modéliser la production par la fonction g sur $[1 ; 12]$ par :

$$g(x) = 13,33x^2 - 83,33x + 1080$$

Problématique :

Quelle est la tactique à adopter pour exaucer les trois souhaits ?

La tactique A est elle adaptée au premier souhait de l'entrepreneur ?



1

Présenter oralement une méthode pour vérifier si la tactique A est adaptée au premier souhait

Réponse :

Les tactiques B et C sont-elles adaptées au premier souhait de l'entrepreneur ?

Vérification pour les deuxième et troisième tactiques :

Par la suite x est le rang du mois et $f(x)$, $g(x)$ la production.

Elles sont toutes deux définies sur $[1 ; 12]$

La production suit la fonction :

2^{ème} tactique : $f(x) = 6,67x^2 + 3,33x + 1000$

3^{ème} tactique : $g(x) = 13,33x^2 - 83,33x + 1080$

Calculer à l'unité près : $f(1) = \dots\dots\dots$ $f(12) = \dots\dots\dots$

$g(1) = \dots\dots\dots$ $g(12) = \dots\dots\dots$

Que peut-on en conclure ?
.....
.....
.....

Quelle est la tactique à adopter au vue des souhaits 2 et 3 ?



2

Faire vérifier votre résultat et présenter oralement la méthode envisagée pour choisir la meilleure tactique au vue des souhaits 2 et 3

Figure 13 – Un exemple de sujet en mathématiques

A chaque appel, en fonction de la capacité de l'élève à répondre aux questions posées, un document lui est donné en cas de difficulté :

A NE DISTRIBUER AUX ELEVES QU'EN CAS DE DIFFICULTE AU NIVEAU DE L'APPEL N°1

Quelle est la nature de la suite de nombres définie par cette tactique ?

Donner son premier terme et sa raison :

Ouvrir Excel et utiliser la programmation des cellules pour déterminer le douzième terme de cette suite :

Cette tactique vérifie-t-elle le premier souhait ?

A NE DISTRIBUER AUX ELEVES QU'EN CAS DE DIFFICULTE AU NIVEAU DE L'APPEL N°2

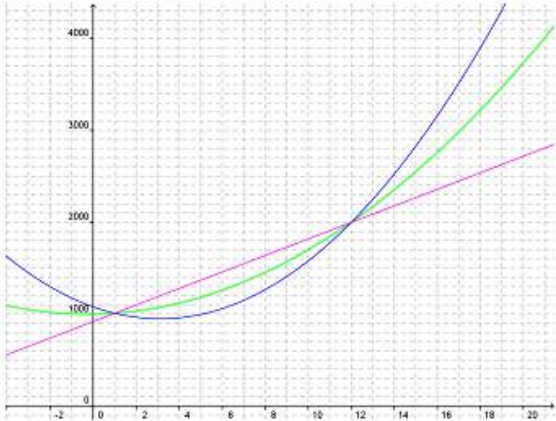
Toutes les fonctions sont définies sur $[1 ; 12]$.

A la première tactique A correspond la fonction h : $h(x) = 90x + 920$

Pour la tactique B : $f(x) = 6,67x^2 + 3,33x + 1000$

Pour la tactique C : $g(x) = 13,33x^2 - 83,33x + 1080$

Ci-dessous les représentations graphiques des fonctions h, f, g :



Toutes les tactiques vérifient-elles le deuxième souhait ? Justifier votre réponse en utilisant un vocabulaire mathématique.

Quelle est la tactique la plus adaptée au troisième souhait ? Justifier votre réponse textuellement.

Répondre à la problématique

Figure 13 – Des documents à distribuer aux élèves en cas de difficulté au niveau des appels

Un exemple de sujet en mathématiques :**Baccalauréat professionnel groupement B, première épreuve de terminale**

Un système de chauffage au gaz est régulé par l'intermédiaire d'un thermostat d'ambiance (intérieur) et d'une sonde externe. Afin de surveiller et d'estimer au mieux la consommation de gaz, on a relevé les écarts de températures intérieur/extérieur et la consommation journalière en gaz. Le thermostat d'intérieur reste fixé à 19°C.

Écart de températures (°C)	Consommation quotidienne de gaz (kWh)
15	250
16,5	255
17	268
18	285
19	292
19,5	304
20	311
20,5	319
21	320
22	338

Comment évaluer la consommation de gaz pour un mois où la température moyenne extérieure sera de -7°C ?

Vous présenterez en détails, une méthode rapide et fiable¹ qui permettra de répondre à la problématique ci-dessus.

La rigueur et la précision de votre démarche tiendra pour partie importante dans la notation.

1. Fiable : qui donnera le même résultat, quel que soit l'utilisateur.

Figure 14 – Un autre exemple de sujet en mathématiques : baccalauréat professionnel groupement B, première épreuve terminale

Sujet de l'évaluation : date : NOM Prénom	Classe :	Compétences	Rechercher, extraire et organiser l'information.	Choisir et exécuter une méthode de résolution.	Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat.	Présenter, communiquer un résultat.	TIC	Note /20
		Critères	Prise en compte du tableau de valeurs, tracé du nuage de points	Obtention de la droite d'ajustement affine	Détail de la méthode utilisée	Calcul de l'estimation	Utilisation du tableur	
		Indicateurs	Rien Saisie du tableau Saisie + nuage de points Aide du professeur	Tracé de la droite au jugé Courbe de tendance avec calcul des 2 points moyens Courbe de tendance sans équation Courbe de tendance avec équation affichée Aide du professeur	Aucune précision sur la méthode exécutée Quelques phrases manquant de détails Explicitations précises et suffisantes Aide du professeur	Aucun résultat Estimation sans calcul (graphique par exemple) Estimation avec présentation du calcul Aide du professeur	Tracé du nuage sans aide Obtention de la droite de tendance sans aide. Travail sur papier Aide du professeur	
								0
								0
								0

Figure 15 – Critères observables et indicateurs de réussite

Quelle évolution dans l'organisation d'un énoncé ?

Voici deux énoncés correspondant à une même situation :

CHAÎNE DE PRODUCTION

Le responsable de la production de fabrication de pieds de lit, fait un relevé de mesure toutes les demi-heures (voir ci-contre), pour contrôler les pièces fabriquées.

La pièce est correcte si elle se trouve dans l'intervalle [149,5 mm ; 150,5 mm].



- 1) Tracer le nuage de points.
- 2) Séparer le nuages en 2 groupes de points
- 3) Calculer les coordonnées de G_1 et G_2 les points moyens de chaque groupe.
- 4) Placer les points G_1 et G_2
- 5) Tracer la droite (G_1G_2)
- 6) Etablir l'équation de la droite (G_1G_2)
- 7) Rechercher sur le graphique l'heure à laquelle la tolérance de la mesure n'est plus respectée.
- 8) Vérifier votre résultat par le calcul.
- 9) En déduire l'heure à laquelle la mesure de la pièce sortira de l'intervalle proposé.

Heure du prélèvement	Rang du prélèvement	Longueur (mm)
06:00	1	150,40
06:30	2	150,50
07:00	3	150,40
07:30	4	150,30
08:00	5	150,20
08:30	6	150,20
09:00	7	150,30
09:30	8	150,20
10:00	9	150,10
10:30	10	149,90
11:00	11	150,00
11:30	12	149,80

Figure 16 – Dans ce premier énoncé, la démarche de résolution est guidée pas à pas.

AVANT QUELLE HEURE FAUDRA-T-IL FAIRE INTERVENIR L'ÉQUIPE DE MAINTENANCE ?



Une chaîne de fabrication d'une société de menuiserie, réalise des pieds de lits.

Le cahier des charges fixe la longueur des pieds de la façon suivante :

$$150 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$$

Le responsable qualité de la chaîne de production effectue des relevés toutes les demi-heures afin d'estimer à quel moment, il doit faire intervenir l'équipe de maintenance.

Heure du prélèvement	Rang du prélèvement	Longueur (mm)
06:00	1	150,40
06:30	2	150,50
07:00	3	150,40
07:30	4	150,30
08:00	5	150,20
08:30	6	150,20
09:00	7	150,30
09:30	8	150,20
10:00	9	150,10
10:30	10	149,90
11:00	11	150,00
11:30	12	149,80

Figure 17 – Ce deuxième type d'énoncé pourrait correspondre à une évaluation en CCF

Ce deuxième type d'énoncé pourrait correspondre à une évaluation en CCF, en demandant à l'élève de proposer un mode de résolution, cela entrant dans son évaluation :

L'élève appelle le professeur pour lui présenter, à l'oral (lors d'un APPEL), l'expérimentation ou la simulation ou l'émission de conjectures ou le contrôle de la

vraisemblance de conjectures qu'il a réalisés. (Annotation aux grilles nationales d'évaluation).

La démarche d'investigation est ainsi privilégiée. Un document plus guidé peut ensuite être proposé en cas de difficulté.

L'évaluation en CCF sur le terrain

Nous ne pouvons que constater qu'il existe de réelles différences d'exigences entre les collègues. Il nous paraît donc nécessaire de mettre en place des documents permettant d'harmoniser les sujets.

Beaucoup d'entre nous sont en « quête de sens » par rapport à ces modalités d'évaluation et ont l'impression de passer une grosse part de l'année à évaluer. En effet, les évaluations trimestrielles sont maintenues dans les établissements indépendamment des évaluations certificatives et la perte d'une année de formation renforce ce sentiment.

L'esprit CCF privilégie une évaluation « au fil de l'eau ». Cependant, pour des raisons d'organisation, les élèves sont souvent évalués de façon quasi-ponctuelle, en banalisant quelques jours au sein des établissements pour faire passer les épreuves.

Chaque élève est susceptible d'être évalué sur un thème différent. Il est donc important de prendre le temps de leur expliquer les modalités de cette évaluation afin d'anticiper l'impression d'injustice parfois ressentie. Il est cependant positif de voir ce mode d'évaluation permettre de s'affranchir de l'inévitable bachotage lié au baccalauréat.

Les appels peuvent permettre de contourner des difficultés liées à l'écrit et le dialogue élève-enseignant est un moyen très efficace pour « débloquer » les élèves et observer le degré d'acquisition des compétences. Mais il est difficile de gérer des appels simultanés, les élèves qui n'appellent pas, ceux qui n'osent pas ou qui ont besoin de plus de temps...

Conclusion

La réforme de la voie professionnelle a modifié en profondeur les pratiques enseignantes ainsi que les modalités d'évaluation des élèves.

Il faudra du temps pour que, sur le terrain, ces évolutions soient totalement prises en compte.

Il peut être paradoxal d'observer que la mise en place de démarches devant donner du sens aux apprentissages s'accompagne d'une quête de sens chez les enseignants. Mais ce paradoxe ne sera résolu sans une réelle réflexion et un positionnement institutionnel sur la place des connaissances en lycée professionnel.

C'est un vaste débat que nous n'avons pas ici pour objectif de développer.

Nous avons souhaité faire apparaître que la modification des pratiques, des modes d'évaluation et de l'organisation des connaissances étaient liées de façon indissociable. Nous pensons que ce n'est que par la prise en compte de cette globalité et de toutes les problématiques inhérentes que cette réforme pourra avoir une chance de représenter une évolution positive au sein des lycées professionnels.

TEXTE OFFICIEL

Bulletin Officiel spécial n°2 du 19 février 2009.

REFERENCES EDUSCOL

Séminaire « Le livret de compétences au collège »

<http://eduscol.education.fr/pid24097-cid51939/les-enjeux-pedagogiques.html>

Définition et caractéristiques du CCF.

<http://eduscol.education.fr/cid47717/definition-et-caracteristiques-du-ccf.html>

Des réponses aux questions d'organisation.

<http://eduscol.education.fr/cid47720/des-reponses-aux-questions-d-organisation.html#reponses>

L'organisation des enseignements dans le cadre de l'autonomie des établissements : approches organisationnelles et pédagogiques.

<http://eduscol.education.fr/cid45841/l-organisation-des-enseignements-dans-le-cadre-de-l%19autonomie-des-etablissements%C2%A0-approches-organisationnelles-et-pedagogiques.html>

A PARAÎTRE :

Évaluer par compétences en classe de baccalauréat professionnel. *Repères IREM* juillet 2012

