

Analyse d'une épreuve écrite de physique - chimie

L'évaluation des progrès et des acquisitions des élèves fait partie des compétences du professeur décrites dans le référentiel de compétences professionnelle des métiers du professorat et de l'éducation¹ publié au bulletin officiel du 25 juillet 2013 (confer annexe 1).

L'élaboration d'une épreuve écrite de physique-chimie, dans le cadre d'une évaluation formative (devoirs à la maison, par exemple) ou d'une évaluation sommative (devoirs en classe, par exemple), au collège, en lycée, en classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE) et en section de technicien supérieur (STS), nécessite, de la part du professeur, la prise en compte d'éléments qui vont être rappelés. Le professeur doit avoir la capacité d'effectuer une analyse réflexive de sa production. Ce document a pour objectif de présenter un outil conçu par des membres du GRIESP² pour analyser les évaluations ; il a été testé pour analyser des épreuves d'examen (baccalauréat) et des épreuves de concours.

1. Éléments à prendre en compte lors de la conception d'une évaluation

Ces éléments ont en partie déjà été décrits dans le document élaboré par le groupe de physique-chimie de l'inspection générale et relatif à la conception de l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat S³ ; sa lecture éclairera les développements qui vont suivre.

Lors de l'élaboration d'une situation d'évaluation, il convient de veiller à :

- identifier les **connaissances et capacités des programmes** qui vont être évaluées, celles-ci ayant été notifiées et explicitées en amont aux élèves. Hormis les restitutions de connaissance, chaque mobilisation de capacités peut être associée à au moins une des **compétences de la démarche scientifique** (s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer) ;
- diversifier la **complexité des tâches** proposées : tâches simples, tâches intermédiaires et tâches complexes dont les résolutions de problème ;
- maîtriser le **niveau de difficulté des tâches** qui peut être lié au degré d'autonomie laissé aux élèves (tâche complexe), mais aussi à l'abstraction, au formalisme ou au changement de registres mis en jeu ; cette difficulté doit être la plus progressive possible au cours d'un exercice ;
- faire appel à **des registres différents** : calcul littéral, représentation symbolique, raisonnement quantitatif, raisonnement qualitatif.

D'autres éléments peuvent aussi être pris en compte selon la position de l'évaluation dans l'année scolaire et dans le cursus de l'élève : part de la physique et de la chimie, variété des domaines abordés (optique, mécanique, électricité, analyse chimique, synthèse chimique, etc.), typologie des exercices (« classique », à caractère expérimental, résolution de problème, approche documentaire, etc.), longueur du texte à lire (nombre de documents dans chaque exercice), nature des informations à extraire (de textes, graphiques, schémas, photos, relations littérales, etc.) et bien entendu barème (établi avec le plus de rigueur possible *a priori* en fonction des difficultés relatives des tâches mais qui peut évoluer en fonction de l'analyse des réussites des élèves) .

¹ Référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation : <http://www.education.gouv.fr/cid73215/le-referentiel-de-competences-des-enseignants-au-bo-du-25-juillet-2013.html>

² GRIESP Groupe de recherche et d'innovation dans l'enseignement des sciences physiques ; groupe national piloté par l'inspection générale de l'éducation nationale

³ Recommandations pour la conception de l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat S :

http://eduscol.education.fr/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/Recommandations_pour_l_epreuve_ecrite_du_bac_S_15-12-2013.pdf

2. Analyse des différentes tâches proposées aux élèves dans une évaluation

Chaque item (question ou partie d'une question pour laquelle un certain nombre de point est attribué dans le barème) peut être caractérisé à l'aide de différents critères qui seront utilisés ensuite pour faire une analyse globale de l'évaluation. Les critères proposés dans l'outil fourni sont au nombre de 4 : les compétences mobilisées, la complexité, la difficulté et le registre de la réponse attendue.

a. Les compétences mobilisées dans une tâche

Au collège, comme au lycée, la formation des élèves ne se limite pas à la transmission de connaissances scientifiques mais a aussi pour objectif de développer des capacités et des compétences transférables d'une situation à une autre, d'un champ disciplinaire à un autre, etc. Vérifier régulièrement le niveau de maîtrise de ces compétences par les élèves consiste à mettre en œuvre une évaluation par compétences.

Des grilles ont été créées ces dernières années afin d'évaluer les différents domaines de compétences de la démarche scientifique. La première d'entre elles a été élaborée en vue des épreuves d'évaluation des compétences expérimentales (ECE) des baccalauréats S et STL SPCL. D'autres grilles ont ensuite été élaborées pour évaluer certains types d'exercices écrits : résolution de problèmes⁴, approches documentaires⁵.

En annexe 2 figure un tableau identifiant des exemples de capacités associées à chaque compétence de la démarche scientifique (s'approprier, analyser ou raisonner, réaliser, valider et communiquer) pour chaque type d'exercice écrit : exercice « classique », résolution de problème, approche documentaire.

Dans l'analyse de chaque item (question ou partie de question), il convient d'identifier la(es) compétence(s) mobilisée(s) parmi les cinq compétences de la démarche scientifique, s'ajoute à cela la restitution des connaissances.

b. La complexité d'une tâche

Une tâche simple ne mobilise qu'une capacité et permet de vérifier l'acquisition de savoir-faire ou de procédures. Il s'agit d'une opération classique régulièrement pratiquée durant la formation. La consigne délimite explicitement le domaine dans lequel la tâche est réalisée. La restitution de connaissance fait aussi partie de ce qui sera communément appelé tâche simple.

La tâche complexe est une tâche dont la résolution amène l'élève à utiliser, en les articulant, des ressources internes (culture, capacités, connaissances, etc.) et externes (documents, aides méthodologiques, protocoles, notices, recherche Internet, etc.) et ne correspondant pas à l'application d'une procédure automatisée.

Une tâche complexe est une tâche mettant en œuvre une combinaison de plusieurs procédures simples, automatisées, connues. Pour l'élève, elle nécessite l'élaboration d'une stratégie. Chaque élève peut adopter une démarche personnelle de résolution pour réaliser la tâche. Dans ce contexte, complexe ne signifie pas difficile.

La complexité d'une tâche est liée aux autres éléments caractérisant une tâche. En effet, un transfert de registre (passer d'une courbe à une valeur numérique puis à une interprétation qualitative par exemple) peut conférer à une question le caractère complexe. De même, une résolution de problème⁴, puisqu'elle met en œuvre la quasi-totalité des compétences, est, en tant que telle, une tâche complexe.

Pour chaque item, il sera établi le caractère simple ou complexe de la tâche demandée aux élèves.

⁴ « Résoudre un problème de physique-chimie dès la classe de seconde » GRIESP : <http://eduscol.education.fr/physique-chimie/actualites/actualites/article/resoudre-un-probleme-de-physique-chimie-des-la-seconde>

⁵ Document élaboré par le GRIESP (publication à venir) : « Les approches documentaires du collège aux CPGE »

c. Les différents niveaux de difficulté d'une tâche

Il est possible de classer le niveau de difficulté d'une tâche à l'aide d'une échelle ordinale à 4 niveaux ; échelle dont la description des niveaux est donnée ci-dessous :

- **niveau 1** : raisonnement quasi inexistant (extraction simple d'information par exemple) ;
- **niveau 2** : raisonnement peu élaboré (application directe d'une loi, etc.) ;
- **niveau 3** : raisonnement moyennement élaboré (raisonnement à étapes avec une place modérée du formalisme dédié) ;
- **niveau 4** : raisonnement élaboré (raisonnement avec de nombreux paramètres, éventuellement formalisme dédié).

Ces niveaux ont une valeur relative et dépendent bien entendu de la classe concernée et du degré de familiarisation des élèves avec le raisonnement effectué ; c'est le professeur seul qui peut attribuer ce niveau au cours de l'année.

d. Les différents registres

On peut qualifier la démarche sur laquelle se fonde l'élève pour répondre à la question en différents types de registres :

- **raisonnement qualitatif**
- **calcul littéral** :
 - o manipulation d'expression littérale ;
 - o analyse dimensionnelle ;
 - o ...
- **raisonnement quantitatif** :
 - o application numérique ;
 - o évaluation d'un ordre de grandeur ;
 - o tracé d'un graphique ou d'une trajectoire ;
 - o extraction de coordonnées ou d'une pente ;
 - o ...
- **schématisation symbolique** :
 - o schéma optique ;
 - o dispositif expérimental ;
 - o circuit électrique ;
 - o molécules ou équation de réaction ;
 - o mécanisme chimique ;
 - o ...

3. Mise en œuvre de l'outil d'analyse de l'évaluation

a. Principe de l'analyse

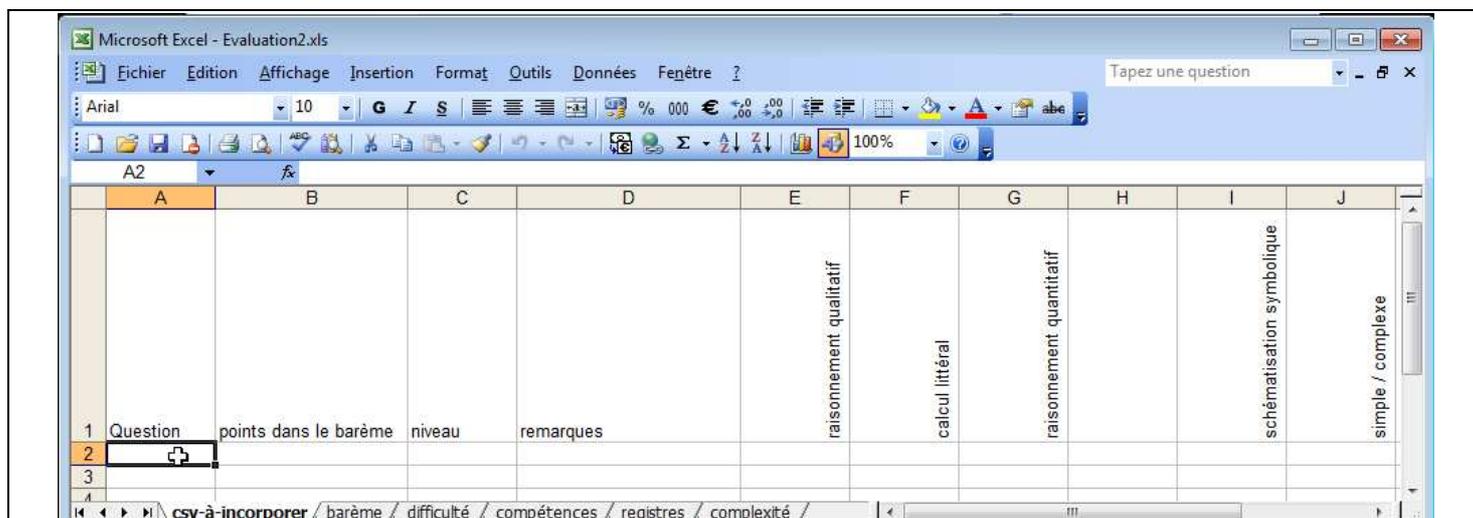
Pour ce faire, deux applications sont proposées, un tableur à compléter ou un outil en ligne sous forme de questionnaire.

Il s'agit pour l'enseignant, après l'analyse des différentes questions, de compléter les différentes cases de ces outils avec pour chaque question ou item :

- le nom (son numéro par exemple) de la question (ou de l'item) ;
- le nombre de points attribués dans le barème (1 si le barème n'est pas défini) ;
- toute remarque relative à la question (si nécessaire, connaissances ou capacités du programme, domaine, etc.) ;
- Les différentes caractéristiques de la question : niveau de difficulté, registre, complexité, compétences.

b. Utilisation d'un tableur

Le GRIESP a élaboré une application sur tableur (Evaluation2.xls) comportant plusieurs onglets. Le premier onglet (nommé « csv-a-incorporer ») est dévolu au remplissage par l'enseignant des divers champs relatifs à chaque question ou item.



Apparence de l'onglet « csv-a-incorporer » du fichier « AnalyseEvaluation2.xls »

Il convient de mettre « 1 » dans les colonnes correspondant aux registres, compétences et complexité quand cela correspond à la caractéristique de l'item.

Quant au niveau, il faut compléter la case en indiquant sa valeur : « 1 », « 2 », « 3 » ou « 4 », selon le cas.

c. Utilisation d'une application en ligne (avec exportation possible des résultats)

Un autre outil élaboré par le GRIESP est une application en ligne accessible provisoirement à l'adresse suivante : <http://griesp.free.fr>.

Après analyse du sujet, le professeur est conduit à compléter pour chaque item les divers champs prévus ; la page de saisie est reproduite à la page 5.

À l'issue de la saisie, le logiciel permet de visualiser graphiquement, en ligne, les caractéristiques de l'évaluation.

Il est aussi possible de rapatrier un fichier tableur (« export-csv.csv ») qui s'ouvre, par exemple, avec un tableur. Il suffit alors de copier la feuille « export-csv.csv » et de la coller dans l'onglet « csv-a-incorporer » du fichier « Evaluation2.xls ».

Analyse d'une question

Nom de la question: (?)

Nombre de points attribués à la question dans le barème: (?)

Remarque relative à la question: (?)

Niveau de difficulté:

- Niveau 1 - quasiment pas de raisonnement (?)
- Niveau 2 - raisonnement peu élaboré (?)
- Niveau 3 - raisonnement moyennement élaboré (?)
- Niveau 4 - raisonnement élaboré (?)

Compétence: (?)

- s'approprier (?)
- restituer ses connaissances
- analyser (?)
- réaliser (?)
- valider (?)

Formuler une hypothèse, proposer une méthode, choisir un modèle adapté

Registre: (?)

- raisonnement qualitatif
- calcul littéral (?)
- raisonnement quantitatif (?)
- schématisation symbolique (?)

Complexité: (?)

- Question simple
- Question complexe (?)

OK

Apparence de l'application en ligne

d. Résultats de l'analyse dans le tableur

Une fois l'onglet « csv-a-incorporer » du fichier « AnalyseEvaluation2.xls » complété, les autres onglets se remplissent automatiquement.

Un barème récapitulatif

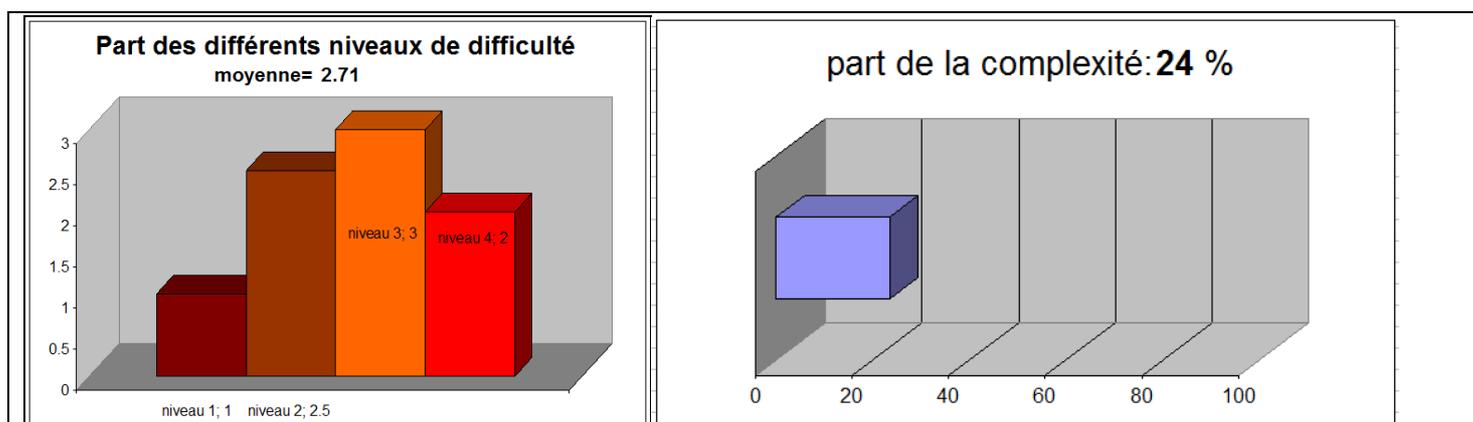
L'onglet « barème » du fichier « Evaluation2.xls » comporte le barème par question avec les différentes caractéristiques (difficulté, compétences mobilisées, typologie des tâches, complexité) de chaque item.

question	Restitution de connaissances et applications numériques	Raisonnement simple	Raisonnement à étapes	Raisonnement à la boné, démarche scientifique originale	Principales compétences mobilisées					Typologie des tâches				Complexité
					Restituer ses connaissances	s'approprier	analyser	réaliser	valider	raisonnement qualitatif	calcul littéral	raisonnement quantitatif	schématisation symbolique	
	★	★★	★★★	★★★★	RCO	APP	ANA	REA	VAL	qual	litt	quan	symp	
1a	/ 1.0					X				X				
1b		/ 1.5			X								X	
2			/ 2				X				X			
3		/ 1						X			X			
4				/ 2			X	X	X		X	X		X
5			/ 1						X		X			
0														
0														

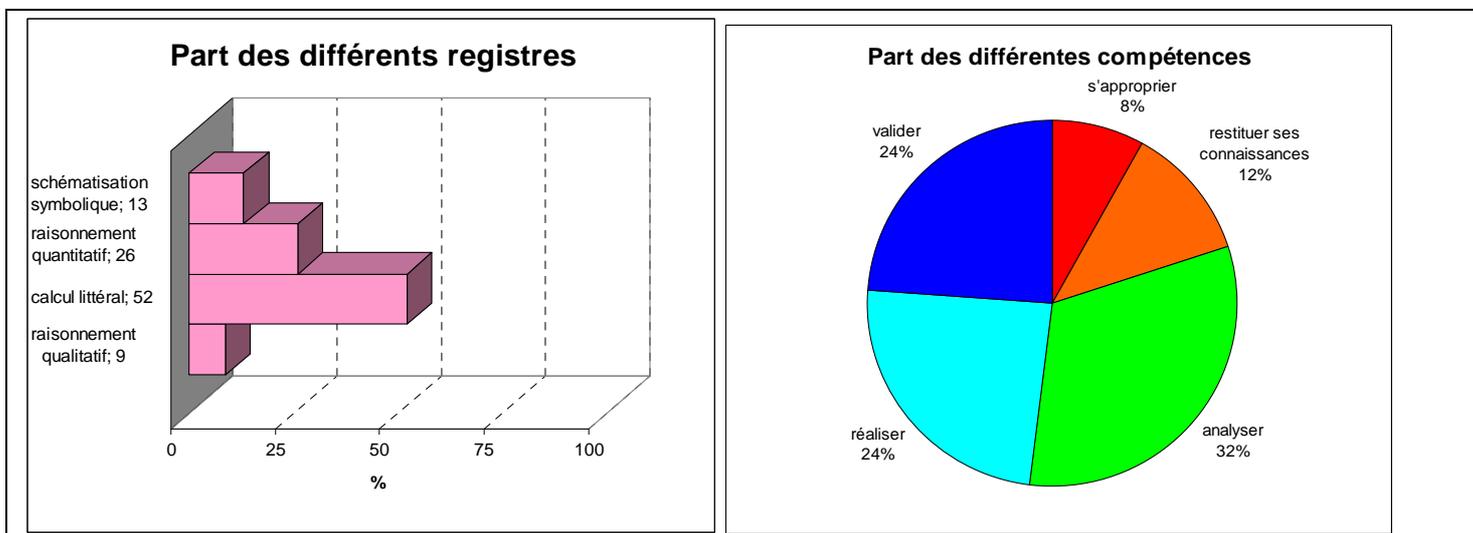
Apparence de l'onglet « barème » du fichier « AnalyseEvaluation2.xls »

Des statistiques

Les autres onglets du fichier « AnalyseEvaluation2.xls » présentent des graphiques statistiques par difficulté (onglet « difficulté »), complexité (onglet « complexité »), registre (onglet « registres ») et enfin compétence (onglet « compétences »).



Exemple d'apparence des onglets « difficulté » (à gauche) et « complexité » (à droite) du fichier « AnalyseEvaluation2.xls »



Exemple d'apparence des onglets « registres » (à gauche) et « compétences » (à droite) du fichier « Evaluation2.xls »

4. Exemple d'analyse

Les sujets de juin 2014 du baccalauréat de la filière S - sujet obligatoire et sujet de spécialité - ont été analysés suivant les critères proposés et en utilisant les outils numériques décrits précédemment. Les résultats sont consignés à la fin de ce document dans l'annexe 3. Cette analyse montre que sur l'ensemble du sujet, les compétences sont mobilisées de manière harmonieuse, que la difficulté et la complexité sont maîtrisées et que l'ensemble des registres est bien présent. Si les caractéristiques des deux sujets sont très voisines, la complexité du sujet de spécialité, qui comporte une résolution de problème, est plus élevée, ceci sans que la difficulté ne soit significativement plus importante.

5. Conclusion

L'intérêt principal de l'outil proposé est de permettre au professeur, concepteur ou utilisateur de situation d'évaluation, de disposer d'un regard global : équilibre des compétences évaluées, complexité et difficulté, variété de la typologie du questionnement proposée. Cette approche est utilisée avec profit et satisfaction par les certaines équipes en charge de l'élaboration de sujets de baccalauréat et de sujet de concours comme l'agrégation par exemple. Soulignons enfin que le fichier mis à disposition des professeurs sous la forme d'un tableur peut parfaitement être utilisé comme outil d'évaluation individuelle d'une activité d'élève.

Annexe 1

Extrait du référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation

P5. Évaluer les progrès et les acquisitions des élèves

- En situation d'apprentissage, repérer les difficultés des élèves afin de mieux assurer la progression des apprentissages.
- Construire et utiliser les outils permettant l'évaluation des besoins, des progrès et du degré d'acquisition des savoirs et des compétences.
- Analyser des réussites et les erreurs, concevoir et mettre en œuvre des activités de remédiation et de consolidation des acquis.
- Faire comprendre aux élèves les principes de l'évaluation afin de développer leurs capacités d'auto-évaluation.
- Communiquer aux élèves et aux parents les résultats des attendus au regard des objectifs et des repères contenus dans les programmes.
- Inscrire l'évaluation des progrès et des acquis des élèves dans une perspective de réussite de leur projet d'orientation.

Annexe 2

Compétences de la démarche scientifique

La restitution directe de connaissances est une compétence spécifique

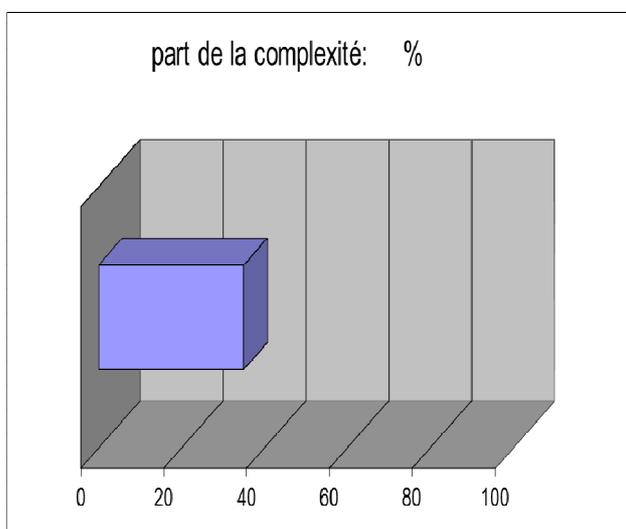
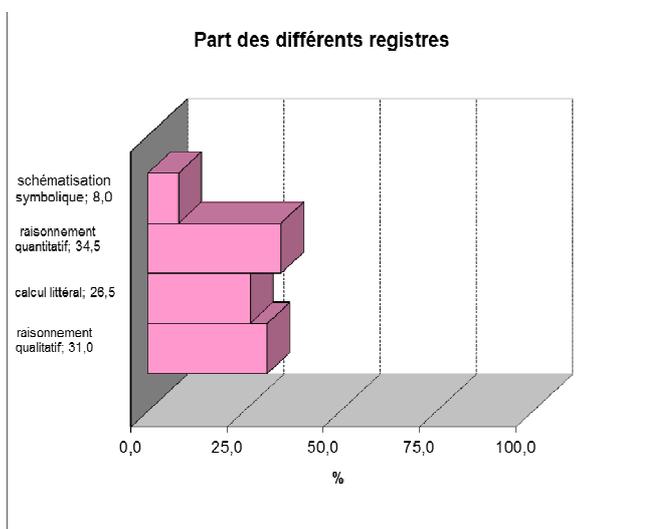
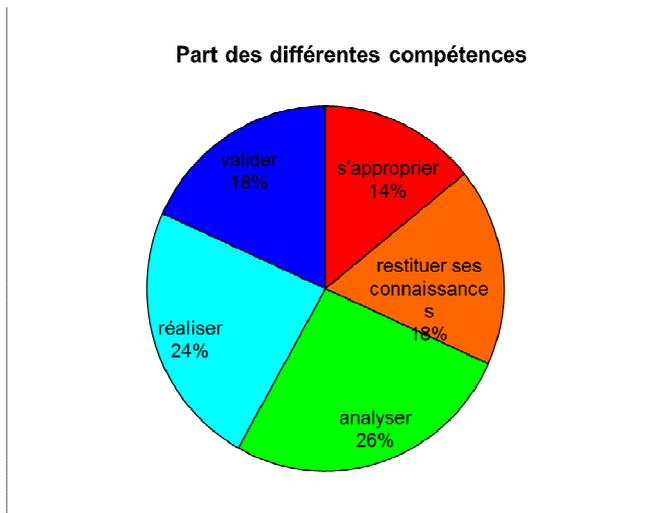
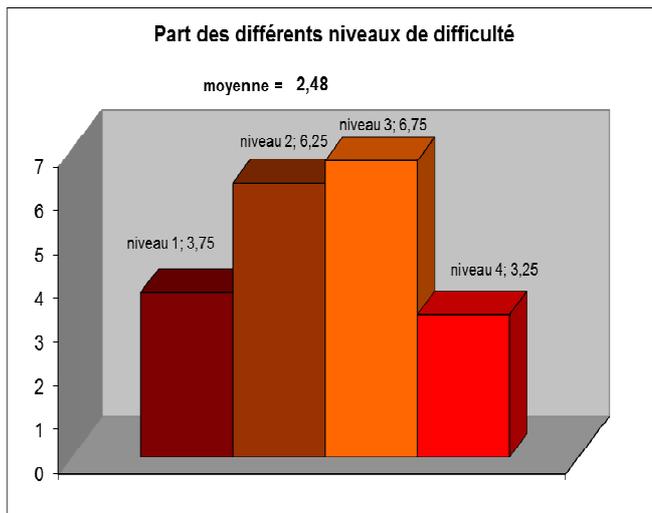
Connaître RCO Restituer une connaissance

Compétences	Exemples de capacités mobilisables dans les questions d'un exercice « classique »	Exemples de capacités associées lors d'une « résolution de problèmes »	Exemples de capacités associées lors d'une « analyse et/ou synthèse de documents »
S'approprier APP	Extraire l'information utile sur des supports variés Mobiliser ses connaissances Identifier un problème, le formuler	Faire un schéma de la situation. Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. Relier le problème à une situation analogue dans le cadre des compétences exigibles du programme.	Dégager la problématique principale. Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie. Identifier la complémentarité d'informations présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau,...) Extraire une information de différents documents scientifiques (texte, graphe, tableau, schéma, vidéo, photo,) Identifier la nature de la source d'un document.
Analyser ANA	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites Formuler une hypothèse Construire les étapes d'une résolution de problème Justifier ou proposer un protocole Identifier les paramètres influençant un phénomène Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse Proposer un modèle Évaluer des ordres de grandeurs	Elaborer une version simplifiée de la situation en explicitant les choix des hypothèses faites. Décrire la modélisation associée (définition du système, interactions avec l'environnement, comportement, ...). Proposer et énoncer les lois qui semblent pertinentes pour la résolution. Établir les étapes de la résolution à partir de la modélisation et des lois identifiées.	Identifier les idées essentielles et leurs articulations. Relier, trier et organiser qualitativement ou quantitativement différents éléments (données, informations...) du ou des documents. Identifier une tendance, une corrélation, une grandeur d'influence dans des documents faisant appel à des registres différents. Conduire un raisonnement scientifique qualitatif ou quantitatif. S'appuyer sur ses connaissances et savoir-faire et sur les documents proposés pour enrichir l'analyse.
Réaliser REA	Écrire un résultat de façon adaptée Effectuer des procédures courantes: calculs littéraux ou numériques, tracer un graphique, faire un schéma, placer une tangente sur un graphe, faire une analyse dimensionnelle... Utiliser un modèle théorique	Mener la démarche afin de répondre explicitement à la problématique posée. Établir les relations littérales entre les grandeurs intervenant dans le problème. Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques Exprimer le résultat.	Prélever la valeur d'une grandeur d'un document scientifique (graphe, schéma, photo, plan...). Utiliser une échelle Tracer un graphe à partir de données. Schématiser un dispositif, une expérience,... Décrire un phénomène à travers la lecture d'un graphe, d'un tableau,... Conduire une analyse dimensionnelle.

			Utiliser un modèle décrit. Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques Exprimer le résultat d'un calcul, d'une mesure, ...
Valider VAL	Faire preuve d'esprit critique Discuter de la validité d'un résultat, d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle... Interpréter les résultats, les mesures, rechercher les sources d'erreur	S'assurer que l'on a répondu à la question posée. Comparer le résultat obtenu avec le résultat d'une autre approche (résultat expérimental donné ou déduit d'un document joint ou résultat d'une simulation numérique dont le modèle est donné, ...). Discuter de la pertinence du résultat trouvé (identification des sources d'erreur, choix des modèles, formulation des hypothèses...). Proposer d'éventuelles pistes d'amélioration de la démarche de résolution.	Faire preuve d'esprit critique Confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire et/ou des ressources externes (bibliographie, Internet, pairs, professeur...). Repérer les points faibles d'une argumentation dans un document (contradiction, partialité, incomplétude,...). Estimer des ordres de grandeur et procéder à des tests de vraisemblance. Vérifier la cohérence d'un résultat Discuter de la pertinence scientifique d'un document Apprécier la validité d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle
Communiquer COM	Rédiger une explication, une réponse, une argumentation ou une synthèse. Décrire une observation, la démarche suivie ... Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux (vocabulaire de la discipline, de la métrologie...). Présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs, incertitudes ...)	Décrire clairement la démarche suivie. Argumenter sur les choix et/ou la stratégie. Présenter les résultats en utilisant un mode de représentation approprié.	Rédiger/présenter, une analyse, une argumentation,... (clarté, justesse, pertinence, exhaustivité, logique). Rédiger la synthèse d'un document scientifique en effectuant un changement de registres (textes, schémas, carte mentale). Illustrer son propos par des schémas, des graphes, des développements mathématiques. Utiliser comme support de présentation les outils numériques

Annexe 3

Analyse du baccalauréat de la filière S de juin 2014 - enseignement obligatoire



Analyse du baccalauréat de la filière S de juin 2014 - enseignement de spécialité

