Travailler la compétence « valider » au lycée

Travaux du groupe de production de physique-chimie pour le lycée
Année scolaire 2017 – 2018

Académie de Rennes

CERTAINS DROITS RESERVES Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

Que recouvre la compétence « valider » ? …….. p. 3

Confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire…….. p. 6

Discuter de la validité d'un modèle…….. …… p. 10

Estimer l'incertitude d'une mesure unique ou d'une série de mesures
Rechercher les sources d'erreur…… p. 13

CERTAINS DROITS RESERVES

Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

Que recouvre la compétence « valider » ?

Les résultats de l'évaluation des compétences expérimentales pour l'épreuve du baccalauréat montrent régulièrement que la compétence « valider » est mal maîtrisée par les élèves.

Il est vraisemblable que certaines compétences sont trop souvent travaillées durant les séances alors que d'autres, dont la compétence « valider », sont trop peu présentes. Formaliser la progression en termes de compétences à acquérir par les élèves devraient permettre d'éviter cet écueil. Les objectifs visés en termes de compétences pour chaque séance sont ainsi identifiés. Chaque compétence est alors abordée plusieurs fois avec un niveau de maîtrise attendu qui est validé à chaque étape et qui augmente progressivement.

Comment travailler la compétence « valider » au lycée, de la seconde à la terminale, dans le cadre des activités expérimentales ou dans le cadre d'autres activités ?

Dans le document « activités expérimentales en physique-chimie : enjeux de formation » (disponible à l'adresse : http://eduscol.education.fr/physique-chimie/se-former/regard-sur-lenseignement-de-physique-chimie/evolution-de-lenseignement-de-la-physique-et-de-la-chimie.html ; octobre 2011), une explicitation des contours de la compétence « valider » est donnée p 29 :
« *L'élève identifie les sources d'erreurs, estime l'incertitude sur les mesures effectuées et analyse de manière critique la cohérence des résultats obtenus*. »
Un exemple de grille d'évaluation précise :

VAL. VALIDER

- Estimer l'incertitude d'une mesure unique ou d'une série de mesures.
- Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus.
- Analyser l'ensemble des résultats de façon critique et faire des propositions pour améliorer la démarche ou le modèle.
- Extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.

En annexe 4 de ce même document, un inventaire des activités réalisées par les élèves au laboratoire en regard des compétences mobilisées est proposé.
En ce qui concerne la compétence VALIDER, on lit :

CERTAINS DROITS RESERVES
Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

*« Compétence « **valider** » un résultat expérimental et activités amenant à porter un jugement sur la validité d'un résultat, à faire preuve de sens critique :*

1. Analyse des résultats
Interrogation de la vraisemblance des résultats expérimentaux (avec un esprit critique). Étude de ces résultats pour les confronter aux prévisions. Exploitation des résultats pour en déduire une modélisation possible.

2. Évaluation de la pertinence d'un protocole
Jugement porté sur la procédure manipulatoire mise en œuvre au vu des résultats obtenus.

3. Critique de la mesure
Réflexion sur l'exactitude de la mesure (justesse et fidélité) et sa précision. Regard critique sur l'ordre de grandeur du résultat de la mesure. Identification de causes d'erreur. Exclusion raisonnée d'une mesure erronée.

4. Distinction simulation / expérience
Capacité à faire la différence entre une simulation et une expérience. »

Élargissant le propos, l'IGEN de physique-chimie a mis à disposition en décembre 2013 un document de « Recommandations pour la conception de l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat S », également disponible à l'adresse ci-dessus. Dans son annexe 1, page 5, un tableau rassemble des exemples de capacités liées aux différentes compétences.

En particulier pour la compétence VALIDER :

- ✓ *« Exemples de capacités mobilisables dans les différentes questions des sujets d'écrit du baccalauréat :*
  - *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.*

- ✓ *Exemples de capacités associées lors d'une « résolution de problème » :*
  - *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.*

CERTAINS DROITS RESERVES
Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

- ✓ *Exemples de capacités associées lors d'une « analyse et/ou synthèse de documents » :*
  - *faire preuve d'esprit critique ;*
  - *confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire ;*
  - *repérer les points faibles d'une argumentation (contradiction, partialité, incomplétude,…) ;*
  - *Estimer des ordres de grandeur et procéder à des tests de vraisemblance. »*

Loin de se limiter au traitement des mesures et des incertitudes associées, la compétence « VALIDER » est au cœur de toute démarche scientifique. Sa mise en œuvre régulière contribue à la formation du futur citoyen qui devra être capable de jugement et d'esprit critique, ce qui suppose de savoir évaluer la part de subjectivité d'un discours, distinguer un argument rationnel d'une opinion, distinguer réel et virtuel. Dans une société où les informations foisonnent, il pourra ainsi agir avec discernement.

Lors d'activités expérimentales ou de résolution de problème par exemple, il est possible de proposer des situations ou les élèves sont amenés à exercer leur esprit critique.
Il est ainsi possible de demander aux élèves de proposer des améliorations à un protocole après en avoir fait une analyse critique. On peut aussi privilégier des situations où la mesure faite peut être comparée à une valeur attendue afin d'en vérifier la cohérence.
L'exploitation de données issues d'articles de presse, d'iconographies, de schémas est également une piste à explorer. Elle ne doit pas être systématiquement une vérification d'une information « vraie ». Il est judicieux de travailler avec des documents erronés ou imprécis.
La validation d'un modèle est également un axe de travail, le modèle n'étant pas uniquement mathématique.

Dans les pages qui suivent, quelques exemples d'activités illustrent la mise en œuvre de la compétence « valider » sous différents aspects.
Néanmoins, il convient de prendre appui sur toutes les situations qui se présentent pour développer l'esprit critique des élèves.

CERTAINS DROITS RESERVES
Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

Confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire

Philae

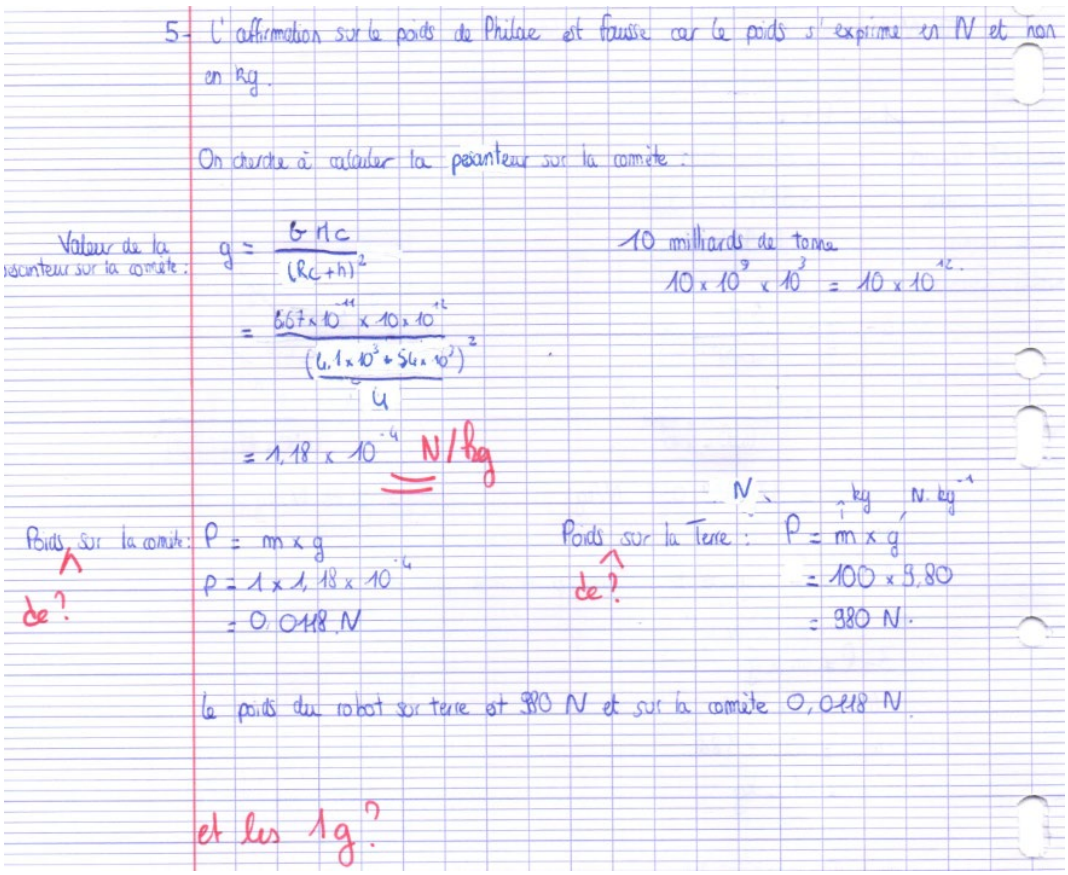
Critiquer le document ci-dessus et lui apporter les modifications éventuelles pour proposer un document scientifiquement correct.

Données :

- Dimensions du noyau de la comète : environ 4,1 km × 5,4 km ;
- Masse du noyau de la comète : 10 milliards de tonnes ;
- Constante de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ $N.m^2.kg^{-2}$;

Extraits de travaux d'élèves :

Les consignes n'étaient pas tout à fait les mêmes.



5- L'affirmation sur le poids de Philae est fausse car le poids s'exprime en N et non en kg.

On cherche à calculer la pesanteur sur la comète :

Valeur de la pesanteur sur la comète : $g = \frac{G M_C}{(R_C + h)^2}$

$= \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 10 \times 10^{12}}{(\underbrace{6{,}1 \times 10^3 + 54 \times 10^2}_{4})^2}$

$= 1{,}18 \times 10^{-4}$ N/kg

10 milliards de tonne

$10 \times 10^9 \times 10^3 = 10 \times 10^{12}$.

Poids sur la comète : $P = m \times g$

$P = 1 \times 1{,}18 \times 10^{-4}$

$= 0{,}0118$ N

de ?

Poids sur la Terre : $P = m \times g$ (kg, N.kg^{-1}, N)

$= 100 \times 9{,}80$

$= 980$ N.

de ?

le poids du robot sur terre est 980 N et sur la comète 0,0118 N.

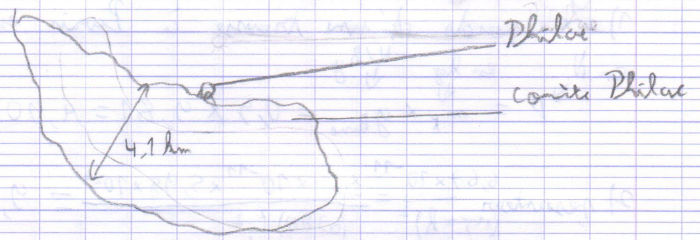
et les 1g ?

Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

5) Affirmation : L'affirmation est fausse, car le poids n'est pas en grammes mais en Newton. Ensuite la masse ne change pas, Philae sera toujours de 100 kg, mais c'est le poids qui change. Le document voulait dire maladroitement que le poids de Philae est 100 000 fois plus important sur la Terre que sur la comète.

Données : $M_{Philae} = 100\ kg$ $\quad M_{comète} = 1 \times 10^{13}\ kg$

$R_{comète}$ = environ 4,1 km



On doit d'abord calculer la pesanteur de la comète :

$$g_{com} = \frac{G \times M_{comète}}{(R_{comète} + h)^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 1 \times 10^{13}}{4100^2} = 3,97 \times 10^{-5}\ N/kg$$

Ensuite, on calcule le poids de Philae sur la comète :

$$P = m \times g = 100 \times 3,97 \times 10^{-5} = 3,97 \times 10^{-3}\ N$$

Pour vérifier l'affirmation, on calcule le poids de Philae sur Terre :

$$P = m \times g = 100 \times 9,80 = 980\ N$$

comparaison P sur terre et P sur comète

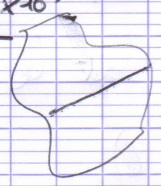
$$\frac{980}{3,97 \times 10^{-3}} = 246857$$

D'après le calcul, Philae est 246 857 fois plus lourde au niveau du poids sur la Terre que sur la comète.

Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

5) On cherche a savoir si la masse de Philae est bien égale à 1g sur la comète.

$$g_{comète} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 10 \times 10^{9} \times 10^{3}}{(4750 \div 2)^2}$$



$$g \approx 1{,}18 \times 10^{-4}\ N/kg$$

On considère la comète comme une sphère de ~~rayon~~ diamètre 4,750 km.

$$P_{robot/comète} = m \times g = (100) \times (1{,}18 \times 10^{-4})$$

$$P_{robot} = 0{,}018\ N$$

$$P_{robot/T} = m \times g = (100) \times (9{,}80) = 980\ N$$

$$\frac{980}{0{,}018} = 8{,}31 \times 10^{4}$$

Le rapport entre le poid du robot sur la comète et sur la Terre Ordre de grandeur : 10^5

$$\frac{100 \times 10^{3}}{1} = 10^{5}$$

Le rapport entre la masse du robot sur la comète et sur Terre

Il y a le même ordre de grandeur entre le rapport de la masse et du poids.
Donc l'affirmation est vraie.

le

Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

5) L'expression "Philae pèse 100 kg sur Terre" est fausse car on ne pèse pas une masse. Le verbe peser fait référence au poids et non à la masse. $P \neq m$ car $P = m \times g$.

La masse correspond à la quantité de matière constituant un corps et ne peut varier selon le milieu. L'affirmation "100 kg sur Terre" / "1 g sur la comète" est impossible. De plus, la masse d'un corps se calcule en kg et non en gramme.

Où se trouve l'orage ?

Il existe une technique simple pour estimer la distance (en km) à laquelle se trouve un orage : il suffit de compter le nombre de secondes entre l'éclair et le tonnerre et de diviser cette durée par trois. Info ou intox ?

Quelle relation pour la pression ?

D'après « force pressante et course à pied », Hélium 2de, p 210

Valeurs de la pression pour une force pressante de valeur $F = 6{,}9 \times 10^2$ N :

Pression p (N.cm^{-2})	$6{,}9 \times 10^2$	$3{,}5 \times 10^2$	$1{,}4 \times 10^2$	$4{,}6 \times 10^1$	$2{,}3 \times 10^1$
Surface S (m^2)	1,0	2,0	5,0	15	30

Ces valeurs sont-elles compatibles avec la relation trouvée sur internet : $p = \frac{F}{S}$? Justifier.

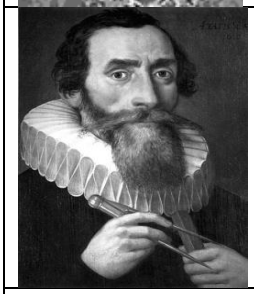
CERTAINS DROITS RESERVES

Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

Discuter de la validité d'un modèle

Réfraction

Les lois proposées par les physiciens suivants peuvent-elles modéliser le phénomène de réfraction ? À quelle(s) condition(s) ?

	Robert Grossetête L'angle de réfraction i_2 est égal à la moitié de l'angle d'incidence i_1 : $i_2 = \frac{i_1}{2}$
	**Johannes Kepler** L'angle de réfraction i_2 est proportionnel à l'angle d'incidence i_1 : $i_2 = k \times i_1$
	René Descartes Le sinus de l'angle de réfraction i_2 est proportionnel au sinus de l'angle d'incidence i_1 : $\sin(i_2) = k \times \sin(i_1)$

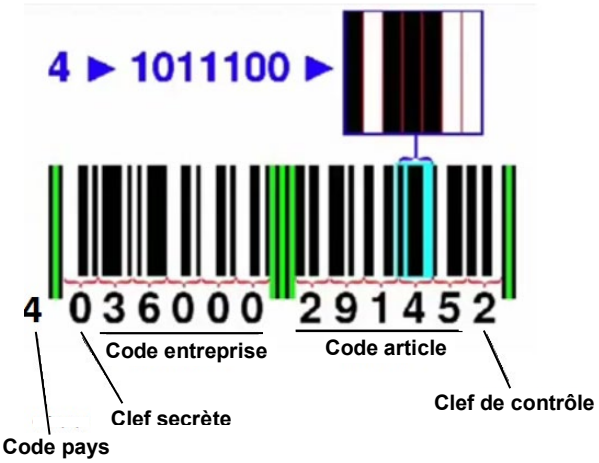
<u>Remarque :</u> cette activité très connue donne l'opportunité de discuter du domaine de validité d'un modèle.

CERTAINS DROITS RESERVES

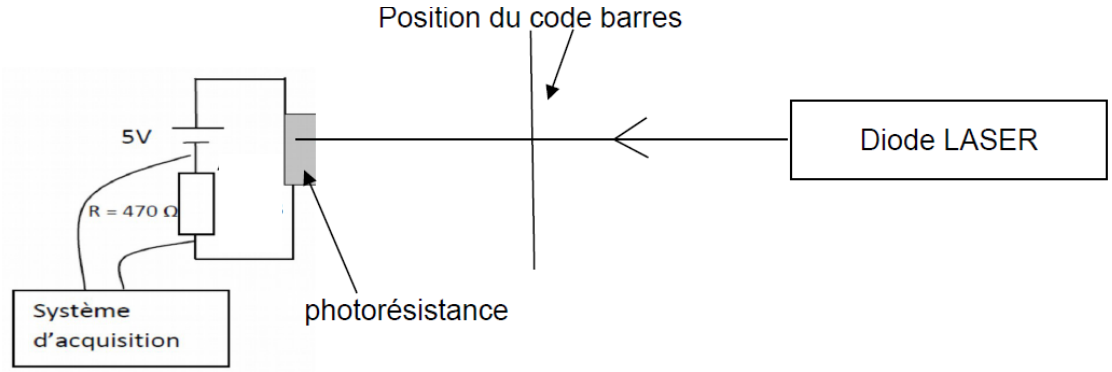
Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

Lecture d'un code barre

Inventé en 1949, initialement constitué de cercles concentriques, le code barre est un code permettant de représenter des caractères sous forme d'une suite de barres parallèles, d'épaisseur et d'intervalles variables.
Un code barre est lisible automatiquement par un dispositif de lecture optique balayant transversalement le symbole.
Mais comment passe-t-on de l'image d'un code barre à un signal électrique qui pourra être analyse pour reconnaitre le produit ?



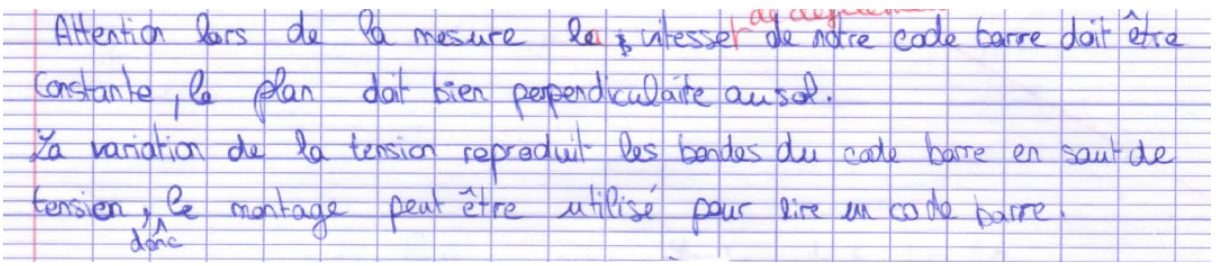
Dispositif expérimental : lecture du code barre en transmission.



Montrer que le montage ci-dessus permet d'illustrer le principe de la lecture d'un code barre. Expliquer ce principe.
Donner les conditions qui permettent de repérer un article donné ainsi que l'intérêt de la clef de contrôle.

Extraits de travaux d'élèves :

Les consignes n'étaient pas tout à fait les mêmes.


Attention lors de la mesure la vitesse de notre code barre doit être constante, le plan doit bien perpendiculaire au sol.
La variation de la tension reproduit les bandes du code barre en saut de tension, donc le montage peut être utilisé pour lire un code barre.

Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

• Lors du passage de notre code barre si la vitesse n'est pas constante la longeur d'un saut de tension risque de ne pas bien reproduire la longueur de la bande qu'il représente, le code barre risque alors d'être mal déchiffré, c'est donc util d'avoir une clefs de déchiffrage.

Cette clef permet de vérifier les précédents chiffres et permet de valider le code barre. Admettons que la clef de contrôle n'est pas correct alors le code ne sera pas valide. Dans cet expérience, le fait de ne pas garder une vitesse constante lors du déplacement changer la longueur des bandes et donc un code barre non valide.

• En déplacant le code barre à vitesse constante, la photorésistance est successivement éclairée et cachée et en réalisant une aquisition de la tension on peut capter les différents changement de tensions, correspondant aux moments où la photorésistance est éclairée ou cachée. On obtient ainsi un signal électrique représentant les différentes barres du code barre. On peut donc utiliser ce montage comme lecteur code barre.

• La clef de contrôle permet de vérifier que le code barre lu correspond bien à la suite de chiffre. Si le signal obtenu du code barre ne correspond pas à la clef de contrôle, c'est qu'il y a eu une erreur lors de la lecture du code barre. Cette erreur peut être liée à la vitesse de lecture du code barre ou à l'inclinaison du code barre.) A préciser

CERTAINS DROITS RESERVES
Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

Estimer l'incertitude d'une mesure unique ou d'une série de mesures
Rechercher les sources d'erreur

Les activités expérimentales peuvent donner lieu à la mesure de nombreuses grandeurs : longueur d'onde du laser utilisé pour une figure de diffraction, indice de réfraction, intensité de la pesanteur, concentration d'une solution, etc.
La notion d'incertitude est un outil qui permet de valider ou non le résultat.

La réalisation d'une série de mesures par chaque groupe, ou, a minima, la comparaison des mesures uniques réalisées par chaque groupe permettent de constater la dispersion des mesures qui doit être analysée.
Comment diminuer les écarts ?
Les erreurs susceptibles d'avoir été commises sont listées puis classées en deux catégories :

- celles que l'on peut corriger ou réduire (erreurs systématiques)
- celles que l'on ne peut pas éliminer (erreurs aléatoires)

Un travail progressif sur les mesures et incertitudes doit être envisagé tout au long du lycée, dans le prolongement de la sensibilisation faite au collège.
Le schéma suivant propose une progression dans les apprentissages à partager en équipe disciplinaire.

CERTAINS DROITS RESERVES
Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)

- Valeur vraie / valeur mesurée
- Identification des sources d'erreur lors d'une mesure
- Choix de la verrerie en fonction de la précision voulue

- Détermination des mesures à éliminer en fonction d'un critère donné

VALIDER : un travail progressif sur « mesures et incertitudes »

- Adéquation entre l'expression du résultat d'une mesure – chiffres significatifs) et l'appareil utilisé
- Utilisation des notations inscrites sur la verrerie
- Utiliser la notation m ± U(m)
- Évaluer U(m) comme étant par exemple la plus grande valeur de l'écart entre la moyenne

- Écart-type (introduit à partir à partir de la radioactivité par exemple)
- Chiffres significatifs et calculs
- Utilisation d'une formule fournie pour calculer l'incertitude d'une mesure ou de plusieurs mesures

CERTAINS DROITS RESERVES Ce document est mis à disposition par l'académie de Rennes sous licence Creative Commons BY-NC-SA (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/)