

# Références bibliographiques

1 ROEGIERS, X. (2000). Une pédagogie de l'intégration, compétences et intégration des acquis dans l'enseignement : De Boek, réédité en 2004

2. PERRENOUD, Ph. (2000). L'approche par compétences, une réponse à l'échec scolaire. Université de Genève. Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.

3. LE BOTERF, G. (1998). L'ingénierie des compétences. Editions d'organisation.

4. ROEGIERS, X. (2004). L'école et l'évaluation. Document de travail.

5 PERRENOUD, Ph. (1999). Construire des compétences, est-ce tourner le dos aux savoirs ? Pédagogie Collégiale (Quebec).

6 MILED, M.(2002). Un cadre conceptuel pour l'élaboration d'un curriculum selon l'approche par les compétences. La réforme de la pédagogie en Algérie - Défis et enjeux d'une société en mutation. Alger : UNESCO – ENSP ; pp 125-126.

# Recueil d'activités d'intégration

**NB** : Pour les masses molaires on consultera le tableau de classification périodique

## **ACTIVITE 1**    **Simulation du fonctionnement de l'œil.**

**Cette simulation sera faite en classe avec l'assistance du professeur.**

### **1 Rôle de l'œil**

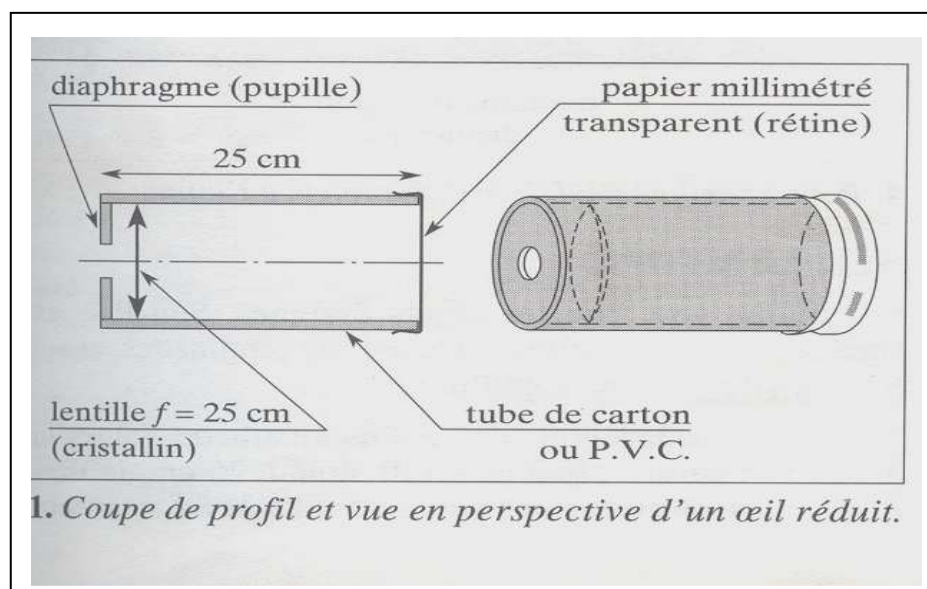
Un appareil de projection permet d'obtenir, à partir d'un objet (la diapositive), une image réelle, que l'on peut recueillir sur un écran.

De même, le rôle de l'œil est de donner d'un objet une image sur la rétine qui sera transmise sous forme d'influx nerveux au cerveau par le nerf optique.

Nous pouvons simuler le fonctionnement de l'œil par un œil réduit (*doc. 1*).

Dans l'œil normal, la convergence est assurée à la fois par le cristallin (qui est une lentille mince transparente), la cornée et l'humeur vitrée.

Pour réaliser l'œil réduit, utiliser une lentille de 25 cm de distance focale. La distance lentille-écran d'observation (papier millimétré transparent) est égale à la distance focale de la lentille. Dans l'œil normal, cette distance n'est que de 1,5 cm environ.



Faire l'obscurité dans la classe et placer l'œil réduit contre une fenêtre dégagée.

Décrire ce que l'on observe.

Noter alors qu'on peut simuler le fonctionnement de l'œil par un œil réduit constitué d'une lentille convergente et d'un écran (dans l'œil normal, c'est le cerveau qui retourne l'image).

## **2 Les fonctions de l'œil**

### **2.1. L'accommodation**

#### Expérience

A l'aide de l'œil réduit, viser maintenant un objet (flamme d'une bougie, filament d'une ampoule, quadrillage éclairé) à distance finie : 50 cm, par exemple. Observer l'image obtenue (faites un schéma au 1/10<sup>e</sup>).

#### Interprétation et correction

L'image obtenue est floue, car l'objet n'étant plus à l'infini, l'image ne se forme plus dans le plan focal image, où se trouve toujours l'écran.

Pour retrouver une image nette, deux solutions notées a) et b) sont possibles:

- a) Allonger l'œil réduit. Montrer que dans ces conditions l'œil réduit devrait mesurer 50 cm

au lieu de 25 cm.

**b)** Placer contre la lentille une autre lentille convergente. Vérifier et montrer qu'une lentille de 25 cm convient.

Dans l'œil normal, nous voyons nettement même des objets assez rapprochés. La distance cristallin-rétine étant invariable, ce sont les muscles qui agissent sur le cristallin; sa courbure change et sa distance focale est modifiée: l'œil accommode afin que l'image se forme toujours sur la rétine.

L'œil a une distance focale variable

Un œil normal n'accommode pas pour voir des objets situés à l'infini. Ainsi l'œil réduit est réglé sur une vision à l'infini, car la distance lentille-papier transparent est égale à la distance focale de la lentille.

Lorsque l'objet est très près, l'œil normal ne peut plus accommoder: l'objet est vu flou.

Un œil normal peut voir nettement des objets situés entre l'infini (le punctum remotum : P.R) et une distance minimale de vision distincte (le punctum proximum : P.P.) en accommodant de plus en plus

## 2.2 Le rôle de la pupille.

Le rôle de la pupille est double :

- Contrôler l'intensité lumineuse arrivant sur la rétine, afin que celle-ci ne soit pas endommagée. La pupille est presque fermée par forte luminosité; elle est largement ouverte dans l'obscurité.

- Utiliser le cristallin dans les conditions de Gauss et augmenter ainsi la netteté de l'image.

Placer un objet lumineux à 2,5 m de l'œil réduit, le diaphragme étant largement ouvert. Vérifier que l'image est floue. Diaphragmer fortement. Que se passe-t-il ?

## 2.3. Pouvoir séparateur

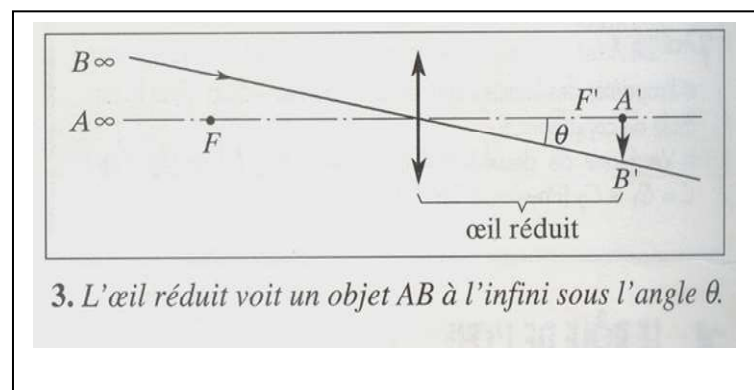
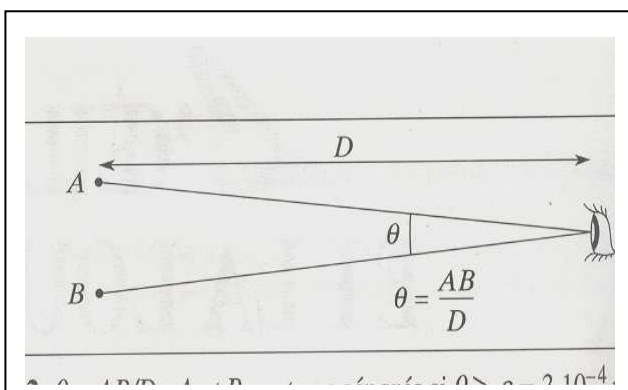
Les phares d'une voiture distants de 1,2 m paraissent confondus lorsqu'ils sont éloignés de plus de 4 km. L'angle  $\varepsilon$ , sous lequel nous voyons ces deux phares, est environ égal à  $3 \cdot 10^{-4}$  radian. Cela provient du fait que la rétine a une structure granulaire (cônes et bâtonnets) : pour que la rétine puisse séparer les images, il faut que la lumière des deux images excite des cellules séparées.

On appelle pouvoir séparateur de l'œil, l'angle limite  $\varepsilon$  sous lequel doivent être les deux points lumineux pour être séparés.

Il dépend des individus. On prendra une valeur moyenne  $\varepsilon = \theta = 3 \cdot 10^{-4}$  rad (doc.2).

Ainsi, sur l'œil réduit, les cellules sont représentées par les petits carrés du papier millimétré transparent. En admettant que, pour être vus, deux points d'une image doivent être séparés de 1 mm (distance entre deux petits carrés), évaluer le pouvoir séparateur  $\theta$  de cet œil réduit ( $\theta \geq \varepsilon$ )

L'œil réduit voit un objet AB à l'infini sous l'angle  $\theta$  (doc 3)



## ACTIVITE 2 Etude d'un rétroprojecteur

### I. A la découverte du rétroprojecteur.

Découvrez le rétroprojecteur avec l'assistance du professeur.

1 Le professeur utilise – t - il cet appareil en classe ?

a) Si oui, comment se présente l'appareil vu de l'extérieur ? Nommez ses différentes parties

b) Si non, faire des recherches sur l'appareil pour répondre à la question.

2 Quels constituants fondamentaux reconnaît on à l'intérieur de l'appareil? Quel peut être leur rôle ? (solliciter l'assistance du professeur).

### II Modélisation du rétroprojecteur

Le rétroprojecteur comprend une source de lumière, un système de lentilles, un miroir.

On considère un rétroprojecteur dont la lentille  $L$  est assimilable à une lentille mince convergente de distance focale  $f' = 30$  cm. L'ensemble lentille  $L$ - miroir donne d'un objet  $AB$  situé dans un plan horizontal une image  $A'B$  sur un écran vertical  $E$ . Le miroir plan est incliné de  $45^\circ$  sur l'axe optique  $AM$  de la lentille. La distance  $AM$  est égale à  $60$  cm ; la lentille  $L$  se déplace à l'aide d'une crémaillère. L'écran est à  $1,35$  m du point  $M$  situé sur le miroir ( $MA' = 1,85$  m).

1) Quelle est la fonction du groupe de lentilles situé avant le point  $A$  ?

2) Si l'on enlève le miroir, à quelle distance de  $A$  l'image  $A''$  de  $A$  va-t-elle se former?

3) On oriente alors l'axe optique dans le sens de la propagation de la lumière. On pose :

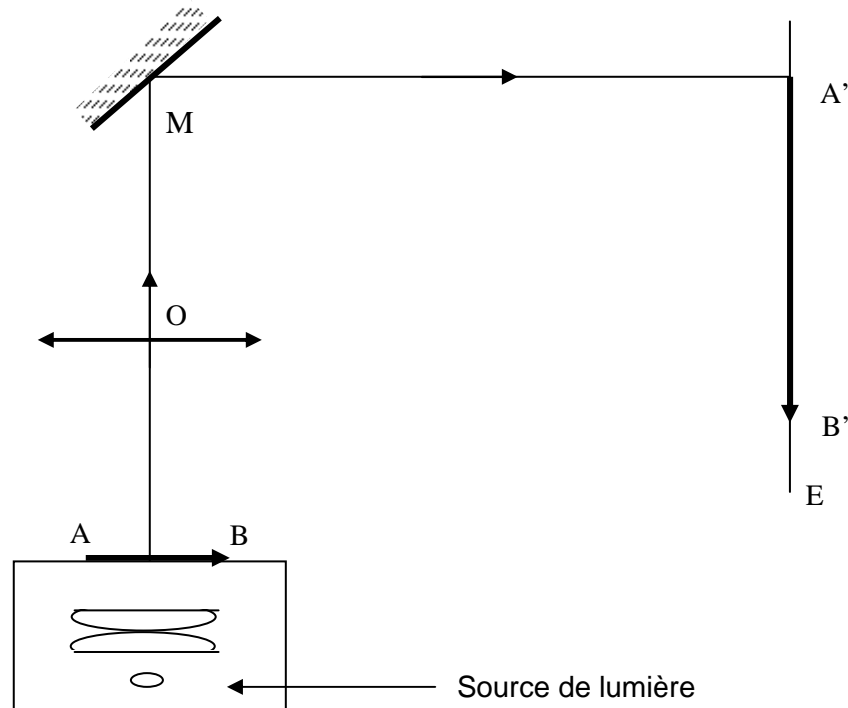
$$\overline{OA} = x \text{ et } \overline{AA''} = D.$$

a) Trouver la relation qui existe entre  $x$ ,  $D$  et  $f'$ .

b) Calculer la valeur de  $\overline{OA}$  qui donne une image sur l'écran.

c) Calculer le grandissement  $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$  de l'image.

4) Schématiser à l'échelle 1/10 ce rétroprojecteur. Tracer la marche d'un faisceau lumineux issu d'un point  $B$  de l'objet ( $AB = 10$  cm).



### **ACTIVITES 3 Imagerie médicale et isotopes radioactifs**

Voici un texte inspiré d'un article paru dans une revue scientifique O. Maublant, *bulletin de l'ADASTA*, n°50, avril 2001).

« La médecine nucléaire est une spécialité médicale à part entière, basée sur l'utilisation de substances radioactives. Elle est surtout utilisée dans un but de diagnostic (identification de la maladie), mais elle est appelée à jouer un rôle de plus en plus important en thérapeutique (traitement de la maladie). Dans les deux cas, le principe de base reste le même: une substance radioactive se concentre dans un organe ou un tissu particulier; les rayonnements qu'elle émet sont utilisés soit pour obtenir une image de la distribution de cette substance dans l'organisme (une image appelée scintigraphie), soit pour irradier ce même tissu; on parle alors de radiothérapie métabolique (de "métabolisme", qui représente l'ensemble des transformations physiques et chimiques dans les tissus vivants).

La substance radioactive idéale pour l'imagerie doit présenter:

- une émission gamma pure pour limiter l'irradiation (il faut éviter les bêta et les alpha) ;
- une énergie d'émission suffisamment élevée pour qu'une proportion suffisante des photons émis puisse franchir les tissus et être détectée sans encombre;
- une demi-vie suffisamment courte pour limiter l'irradiation du patient, mais suffisamment longue pour permettre l'enregistrement des images;
- enfin un comportement chimique autorisant l'établissement de liaisons chimiques avec les vecteurs (les molécules qui les transportent).

Il faut également que la production ne soit pas trop onéreuse. Toutes ces conditions font que le nombre de candidats retenus est faible, comme le montre le tableau suivant.

<b>Noyau radioactif</b>	<b>Demi-vie</b>
<i>technétium 99</i>	<i>6 heures</i>
<i>iode 131</i>	<i>8 jours</i>
<i>indium 111</i>	<i>2,8 jours</i>
<i>thallium 201</i>	<i>73 heures</i>

Parmi ces noyaux radioactifs artificiels, le technétium 99 présente le meilleur compromis vis-à-vis des propriétés énumérées ci-dessus.

Les activités administrées sont généralement comprises entre 30 et 1000 mégabecquerels (MBq). Comme chaque désintégration n'émet au maximum qu'un seul photon gamma utile (les autres missions sont d'énergie trop faible), il en résulte que le flux de photons issu du patient n'excède jamais un milliard par seconde. Ce chiffre peut paraître élevé, mais il ne correspond en fait qu'à une très faible fraction du flux de photons utilisé en radiologie (qui est  $10^{12}$  fois plus élevé).

Le technétium 99 présente en outre la particularité et l'avantage de pouvoir être produit dans un petit générateur portable par filiation d'un produit de réacteur, le molybdène 99 (la désintégration du molybdène 99 produit du technétium 99) ».

1. Quels sont les deux rôles de la médecine nucléaire?
2. Quelles propriétés doit posséder une substance radioactive pour être choisie en imagerie médicale?
3. Écrire l'équation de désintégration  $\gamma$  du technétium 99.
4. Au bout de combien de temps la quantité de substance radioactive injectée dans l'organisme a-t-elle diminué de 90 % pour les quatre exemples proposés dans le tableau précédent?
- 5.a. Exprimer le nombre de noyaux radioactifs contenus dans une source d'activité  $A$ , en fonction de la constante de radioactivité  $\lambda$ .
- b. Calculer le nombre minimal et maximal de noyaux radioactifs de technétium 99 que doit comporter la source, pour avoir une activité comprise entre 30 et 1000 MBq.

- c. En déduire la masse minimale et maximale de technétium 99 que doit contenir la source (on considère que la masse molaire des noyaux de technétium 99 est égale à 99 g. mol<sup>-1</sup>).
6. Justifier l'affirmation: « le flux de photons issu du patient n'excède jamais un milliard par seconde ».
7. Quel est le principal avantage de l'imagerie scintigraphique par rapport à la radiologie?
8. Écrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir du technétium 99 à partir de molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit.
9. Pourquoi est-ce un avantage de pouvoir produire le technétium sur place, à l'aide d'un générateur portable?
- Donnée :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

#### **ACIVITES 4 Etude d'une mission dans l'espace**

(D'après *Guadeloupe-Guyane-Martinique, septembre 2000.*)

Quelques éléments de la fiche technique du vol STS-85 de la navette spatiale américaine *Discovery* sont reproduits ci-après.

##### **Lancement**

Le 7 août 1997 à 10h41 depuis le *Kennedy Space Center*.

Masse totale au décollage:  $M = 2,041 \cdot 10^6 \text{ kg}$ .

##### **Vol orbital**

Masse du véhicule orbital (orbiteur):  $69,68 \cdot 10^3 \text{ kg}$ . Altitude moyenne: 296 km.

Vitesse:  $7,711 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Nombre d'orbites: 189. Durée de la mission: 11 jours, 20 heures, 28 minutes.

On se propose d'étudier quelques aspects des différentes phases du vol de la navette.

##### **1. Étude de la phase de lancement**

Le lancement débute lors de la mise à feu des propulseurs à poudre. Pendant la phase de décollage, on admet que l'éjection des gaz par les moteurs a les mêmes effets qu'une force extérieure de valeur  $F = 32,4 \cdot 10^6 \text{ N}$ , appelée poussée. L'intensité du champ de pesanteur au sol est  $g = 9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ; on suppose que la valeur de  $g$  reste constante pendant toute la phase de départ.

1. Faire l'inventaire des forces (poussée comprise) s'exerçant sur la navette à l'instant du décollage (il n'y a plus contact entre la navette et le sol) et représenter ces forces sur un schéma (au moment du décollage, on néglige les forces de frottements et la diminution de masse).

2. Calculer la valeur  $a_G$  de l'accélération au décollage.

3. Calculer la distance parcourue pendant les 2,0 s qui suivent le décollage, en négligeant la variation d'accélération pendant cette durée.

##### **2. Étude de Discovery en orbite autour de la Terre**

Dix minutes après le décollage, la navette est en mouvement circulaire uniforme autour de la Terre à l'altitude  $h = 296 \text{ km}$ . Sa masse  $m$  est égale à  $69,68 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

On assimile la navette à un point matériel. Sur un schéma, représenter son vecteur accélération  $\hat{a}_G$ . Que peut-on dire de cette accélération?

##### **3. Champ de gravitation à l'altitude $h$**

1. La force de gravitation exercée par la Terre sur la navette a pour valeur  $m G_h$ .

Démontrer que l'intensité du champ de gravitation  $G_h$  à l'altitude  $h$  est donnée par : -

$$G_h = G_0 \frac{(R_T)^2}{(R_T + h)^2} \text{ où } R_T \text{ est le rayon de la Terre et } G_0 \text{ l'intensité du champ de gravitation}$$

au niveau du sol.

2. Calculer la valeur de  $G_h$  à l'altitude de l'orbite de *Discovery*,

On prendra  $G_0 = g = 9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  et  $R_T = 6380 \text{ km}$ .

##### **4. Vitesse en orbite**

1. Monter que l'expression de la vitesse de la navette est  $v = \sqrt{Gh (R_T + h)}$ .
2. Calculer  $v$  et comparer à la valeur donnée dans la fiche technique. Vérifier la donnée concernant la durée de la mission.

### **ACTIVITE 5      Extraction de l'aluminium - traitement de la bauxite**

1. L'ion  $Fe^{3+}$  donne un hydroxyde insoluble dans un excès d'hydroxyde de sodium, alors que l'ion  $Al^{3+}$  donne un hydroxyde soluble dans un excès d'hydroxyde de sodium par formation de l'ion tétrahydroxoaluminate  $[Al(OH)_4]^-$ .

Proposer une série d'expériences permettant de vérifier: ces résultats. Écrire les équations des réactions correspondantes

2. On désire séparer les éléments fer et aluminium initialement présents dans un minerai sous forme de  $Al(OH)_3$  (s) et de fer  $Fe(OH)_3$  (s) ; les autres espèces présentes dans le minerai sont: insolubles quel que soit le pH.

a. Proposer un protocole permettant d'effectuer cette séparation, les éléments fer et aluminium étant isolés sous forme: d'hydroxyde.

b. Schématiser le matériel utilisé.

3. On traite une tonne de bauxite qui renferme, en masse, 27,5 % d'élément aluminium Al sous forme d'alumine  $Al_2O_3$  et 11,2 % d'élément fer Fe sous forme d'oxyde de fer(III)  $Fe_2O_3$  par une solution concentrée de soude.

a. Écrire l'équation de la réaction transformant l'alumine en ion tétrahydroxoaluminate  $[Al(OH)_4]^-$

b. Déterminer la masse d'aluminium, puis la masse d'alumine présentes dans la bauxite traitée.

c. En déduire la masse minimale d'hydroxyde de sodium nécessaire à cette extraction.

### **ACTIVITES 6      Formulation de savons**

Lire le texte suivant extrait de la publication « *Recherches : chimiques sur les corps gras* » de Michel Eugène Chevreul (1823) et répondre aux questions qui le suivent.

« On appelle savons durs ceux qu'on obtient en saponifiant l'huile d'olive et surtout les graisses animales par la soude, et savons mous, ceux qu'on obtient en saponifiant par la potasse les huiles de graines en général et les huiles animales plus ou moins fluides.

Quand on cherche en quoi consiste la propriété qu'ont les savons d'être durs ou mous, on trouve que ces propriétés dépendent de la manière dont ils agissent sur l'eau. En effet, les savons durs perdent la plus grande partie de leur eau de fabrication par l'exposition à l'air, et quand ils l'ont perdue, ils ne se dissolvent que lentement dans l'eau froide, et sans s'y délayer.

Les savons mous, au contraire, ne peuvent jamais être séchés par leur exposition à l'air ils retiennent plus ou moins d'eau qui les rend mous ou gélatineux.

Si on cherche maintenant pourquoi un savon est plus ou moins soluble dans l'eau on en trouvera les causes :

-dans la nature de sa base alcaline

-dans celle de la matière grasse qui est unie à cette base [...]

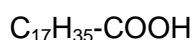
L' on observe que leur dureté est d'autant plus grande que le stéarate est plus abondant relativement à l'oléate [...], mes expériences ayant appris que ce sont la stéarine qui donne l'acide stéarique, et l'oléine qui donne l'acide oléique, il s'ensuit que, d'après la proportion de stéarine et d'oléine contenues dans les corps gras saponifiables, proportion qu'on peut déduire du degré de fusibilité de ces substances, il est possible de prévoir le degré de dureté ou de mollesse des savons que ces corps produiront. »

Données:

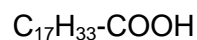
Formule du glycérol, de l'acide stéarique et de l'acide oléique :



glycérol



Acide stéarique



Acide oléique

1. Justifier que les savons *durs* et les savons *mous* constituent deux *formulations* des savons.
2. Les corps gras sont des triesters du glycérol avec des acides gras; écrire la formule de l'oléine et de la stéarine.
3. Repérer, dans la formule de l'ion oléate, la partie lipophile et la partie hydrophile, après avoir rappelé le sens de ces deux adjectifs.
4. Quelles sont les formules de la soude et de la potasse? Pourquoi Chevreul les qualifie-t-elles de *bases alcalines*?
5. Que désigne Chevreul par l'expression « degré de fusibilité »?  
En comparant les formules des acides oléique et stéarique, à quoi pourrait-on attribuer cette différence de fusibilité ?
6. On réalise la saponification de 500 g d'une huile d'olive, supposée constituée d'oléine pure, par de la potasse.
  - a. Écrire l'équation de la réaction.
  - b. En déduire la masse d'oléate de potassium alors obtenue.
7. Rappeler le mode d'action des savons.
  - a. sur des salissures ioniques;
  - b. sur des taches de graisses.

## **ACTIVITES 7 Synthèse des médicaments**

### Partie A

On lit sur des boîtes de médicaments : Algotrotyl, Dafalgan, Doliprane et Efferalgan.

Chercher ces boîtes. Lire les indications marquées sur les notices de ces médicaments

- 1 Ces médicaments ont-ils tous la même formulation ? Ont-ils tous le même principe actif ? (chercher le sens des mots formulation et principe actif).
2. Certains de ces médicaments se dissolvent facilement dans l'eau avec effervescence ; à quoi est due cette effervescence ?
- 3 Le paracétamol est antalgique et antipyrétique, alors que l'aspirine est antalgique, antipyrétique, anti-inflammatoire et antiagrégant plaquettaire. Chercher le sens de ces quatre propriétés.

### Partie B

Histoire de l'aspirine (extrait de la revue Molécules)

*L'aspirine est le plus parlant de ces exemples dont la découverte illustre, dans un saisissant raccourci, l'histoire de la pharmacie au cours des quatre derniers siècles (J.-M. Pelt). Ne remontons pas aux observations de Paracelse sur les saules peuplant les marécages infestés de malaria et pourtant habités par des populations qui ne semblaient pas en souffrir, et arrivons immédiatement à la communication de E. Stone, le 2 juin 1763, à la Royal Society de Londres, relative « aux succès de l'écorce de saule dans le traitement de la fièvre ».*

*Il y avait donc un « principe actif » dans l'écorce de saule. En 1829, le pharmacien Français H. Leroux extrait de celle-ci un constituant, la salicyline. De son côté, le Suisse Pagenstecher, en distillant des fleurs de reine-des-près (*Spiraea ulmaria* d'où vient le mot aspirine), obtient l'aldéhyde salicylique, oxydé en acide salicylique par l'Allemand Lowig. Reine-des-près et écorce de saule, même combat!*

*En 1844, Procter extrait le salicylate de méthyle d'une bruyère et Siredey l'utilise en embrocation pour soigner les arthrites. Dès 1877, ce dernier emploie le salicylate de soude dans le traitement du rhumatisme articulaire aigu, après que L. Riess et S. Stricker eurent montré son activité dans le traitement des fièvres rhumatismales.*

*C'est en 1874 que Kolbe réussit la synthèse de l'acide salicylique à partir du phénol. En 1853, Guerland avait obtenu l'acide acétylsalicylique dont Hofmann découvrit, en 1893, les vertus thérapeutiques.*

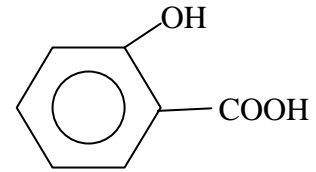
*Depuis, le principe de fabrication de l'aspirine, par réaction de l'acide acétique et de l'acide salicylique n'a pas varié.*

**I)** .Après avoir lu le texte, répondre aux questions suivantes.

1. Quels sont les « principes actifs » de l'écorce de saule et de Reine-des-près ?
2. On lit : « Reines-des-près et écorce de saule, même combat ! » De quel combat s'agit-il ?

3. La formule de l'acide salicylique est représentée ci-contre :

- Quel groupe caractéristique présente ce composé ?
- Écrire l'équation de l'estérification de l'acide salicylique par l'acide acétique, l'ester obtenu est l'acide acétylsalicylique.



4. Quelles sont les vertus thérapeutiques de l'acide acétylsalicylique ? En citer deux.

- Quels inconvénients l'utilisation de l'acide acétique dans l'aspirine présente-t-elle ?
- Donner le nom et la formule du produit dérivé, noté A par la suite, de l'acide acétique qui, par réaction sur l'acide salicylique, permet d'obtenir l'aspirine. Pourquoi le préfère-t-on ?

**II)** Dans la première étape d'une synthèse de l'aspirine, on utilise 4 g d'acide salicylique, 6 mL du composé A, soit 64 mmol et cinq gouttes d'acide sulfurique concentré.

- Écrire l'équation de la réaction de préparation de l'aspirine.
- Pourquoi utilise-t-on de l'acide sulfurique concentré ?
- On réalise un chauffage à reflux, faire le schéma légendé de ce dispositif
- Quel est le réactif limitant ? En déduire la masse maximale d'aspirine qu'on peut espérer obtenir.
- L'acide acétylsalicylique obtenu est impur. Quelle méthode utilise-t-on pour purifier ce composé ?
- Après purification, on obtient une masse  $m = 4,35$  g d'aspirine. Déterminer le rendement de cette synthèse.
- On lit sur une étiquette de médicament « Aspirine tamponnée effervescente ». Sachant que, dans l'excipient accompagnant l'aspirine, il y a de l'hydrogénocarbonate de sodium, expliquez pourquoi cette aspirine est effervescente. Justifier brièvement le mot tamponnée
- L'aspirine pH8 constitue une autre formulation de l'aspirine. Qu'appelle-t-on formulation d'un médicament ?

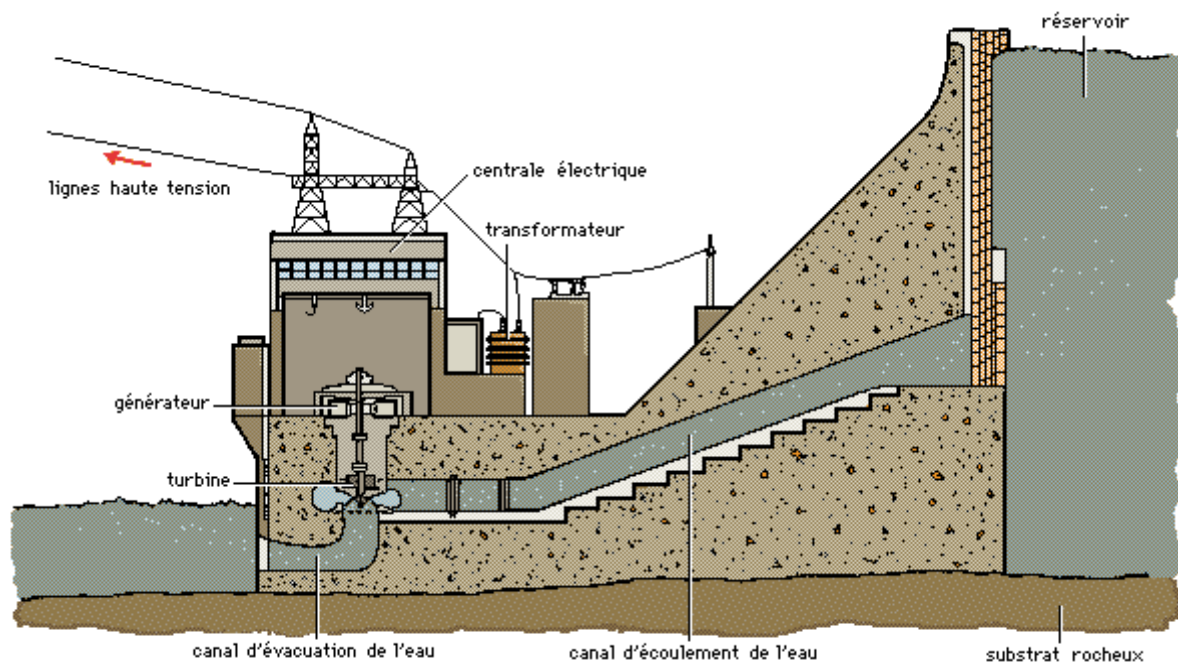
Données:  $pK_a$  des couples acide / base :  $CO_2, H_2O / HCO_3^-$  : 6,4

Acide acétylsalicylique / ion acétylsalicylate : 3,8.

### **ACTIVITE 8** Coupe d'un barrage hydroélectrique

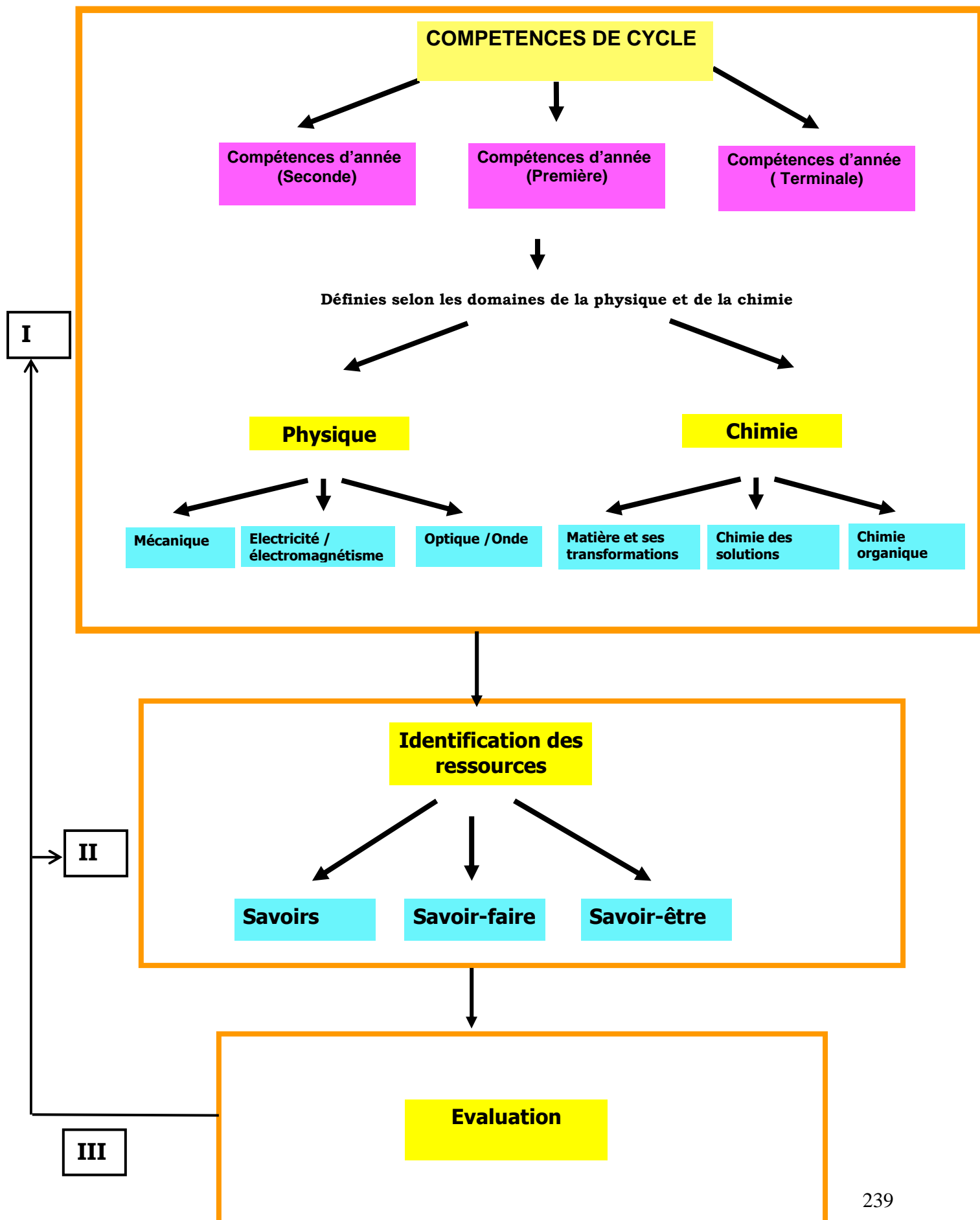
La figure ci-dessous représente la coupe d'un barrage hydroélectrique.

A partir de cette figure expliquer le fonctionnement d'un barrage hydroélectrique.



# Annexes

**ANNEXE 1** : Schéma de principe de la reconfiguration des programmes selon l'approche par compétences.



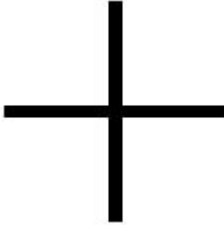

## ANNEXE 2

### ECHELLE TRIBOELECTRIQUE

Chargeons d'abord un électroscope pour tester différents matériaux.

Si on frotte ces matériaux différents de la même manière, on s'aperçoit que certains se chargent plus que d'autres. Les lamelles de l'électroscope sont alors plus ou moins éloignées. Les matériaux n'ont pas donc la même aptitude à se charger.

On peut donc les classer dans un tableau, appelé "Echelle Triboélectrique" (Tribo signifie "frotter" en grec).

Mains humaines (très sèches)	Matériaux perdant facilement des électrons, ils se chargent positivement.  
Fourrure de lapin	
Verre	
Cheveux humains	
Nylon	
Laine	
Papier	
Coton	
Acier	On ne peut le charger, c'est le point neutre.
Bois	Matériaux gagnant facilement des électrons, ils se chargent négativement.  
Ambre	
Polyester	
Polystyrène	
Polyéthylène (scotch)	
Polyvinyl (PVC)	
Silicon	
Téflon	

## ANNEXE 3

### GRANDEURS PHYSIQUES, MESURES ET CHIFFRES SIGNIFICATIFS

#### I GRANDEURS PHYSIQUES

Le monde physique comprend :

- l'espace (l'étendue qui nous entoure) ;
- la matière ;
- l'énergie (à l'état libre sous forme lumineuse par exemple, ou liée à la matière :c'est le cas de la chaleur et du mouvement).

Pour décrire les interactions de ces différents domaines, on définit ce qu'on appelle les grandeurs physiques.

La masse d'un corps, son volume, sa température, la durée de chute d'une bille, la puissance d'une ampoule électrique n'en sont que quelques-unes connues de tous.

**La mesure des grandeurs constitue un aspect essentiel du travail en physique expérimentale. Toute mesure nécessite l'utilisation d'unités.**

Mesurer une grandeur revient à la comparer à une autre de même nature choisie arbitrairement comme unité.

L'objet de la physique réside aussi dans l'établissement et la formulation des lois qui régissent les phénomènes étudiés et de prédire comment se produiront les transformations, toute cette structure s'édifiant à l'aide du puissant outil mathématique.

**La physique a pour but d'expliquer les phénomènes mais n'a pas la prétention d'en expliquer le pourquoi .**

#### GRANDEURS ET UNITES

La grande diversité des phénomènes rencontrés par les physiciens les a contraint à définir une multitude de grandeurs physiques. Ils ont choisi un minimum de grandeurs de base dites grandeurs fondamentales.

**Les unités choisies pour ces grandeurs sont appelées unités de base ou unités fondamentales et notées par des symboles.**

**Des considérations pratiques ont conduit au choix de 7 unités de base, c'est-à-dire indépendantes les unes des autres.**

**Les grandeurs dites dérivées sont celles que l'on définit à partir des grandeurs de base par des relations physiques ou mathématiques.**

Les unités correspondantes, dites unités dérivées s'obtiennent donc par combinaison des unités fondamentales par les mêmes relations mathématiques.

Ces unités composées sont donc beaucoup plus nombreuses que les unités fondamentales.

Le choix des grandeurs et des unités fondamentales détermine ce qu'il est convenu d'appeler un système d'unités.

**Le dernier système a été fixé par les dixième et onzième conférences générales des poids et mesures en 1960 et porte le nom de système international d'unités (SI).**

#### EQUATIONS AUX DIMENSIONS

Adoptons la convention de désigner par une lettre entre crochets une grandeur dont on envisage uniquement la nature et non la valeur numérique et par des lettres majuscules sans crochet les grandeurs fondamentales :

( L pour longueur, M pour la masse, T pour le temps ...)

Introduisons cette convention dans l'équation de définition d'une grandeur physique, mais en exprimant le second membre uniquement en fonction des grandeurs fondamentales.

**On obtient ainsi une relation exprimant une grandeur (dans le 1<sup>er</sup> membre) uniquement en fonction des grandeurs fondamentales (dans le second membre).** Cette relation est l'équation aux dimensions de la grandeur envisagée. Ces équations permettent donc de déterminer l'unité composée de la grandeur concernée en fonction des unités fondamentales uniquement. Elles permettent la résolution du problème éventuel de conversion d'unités et la détection d'erreurs dans une équation.

Equations aux Dimensions	unités
Vitesse : $[v] = \frac{L}{T} = LT^{-1}$	m / s
Accélération : $[a] = \frac{[v]}{[t]} = \frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$	m/s <sup>2</sup>
Force : $[F] = [m] \cdot [a] = MLT^{-2}$	kgm/s <sup>2</sup>
Travail : $[W] = [F] \cdot [\ell] = ML^2T^{-2}$	kgm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
puissance : $[P] = \frac{[W]}{[t]} = \frac{ML^2T^{-2}}{T} = MLT^{-3}$	kgm <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>

## DEFINITION DES UNITES DE BASE DU SYSTEME INTERNATIONAL

**Le mètre** (m) est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de  $\frac{1}{299792458}$  de seconde ( 17<sup>e</sup> CGPM(1983) ,résolution 1).

**Le kilogramme** (kg) est l'unité de masse; il est égal à la masse du prototype international du kilogramme (3<sup>e</sup> CGPM(1901).

**La seconde** (s) est la durée de 9192631970 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 (13<sup>e</sup> CGPM(1967), résolution 1).

**L'ampère** (A) est l'intensité d'un courant constant qui maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces deux conducteurs une force égale à  $2 \cdot 10^{-7}$  newton par mètre de longueur ( CIPM(1946), résolution 2 approuvée par le 9<sup>e</sup> CGPM(1948)).

**Le kelvin** (K), unité de température thermodynamique, est la fraction  $\frac{1}{273,16}$  de la température thermodynamique du point triple de l'eau (13<sup>e</sup> CGPM (1967),résolution 4)

**La mole** (mol) est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12. Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de telles particules (14<sup>e</sup> CGPM( 1971) résolution 3).

**La candela** (cd) est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \cdot 10^{12}$  hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est  $\frac{1}{683}$  watt par stéradian (15CGPM (1979) résolution 3).

*Le nom de l'unité s'écrit toujours comme un nom commun sans majuscule même lorsque l'unité provient d'un nom propre.*

*Les symboles sont en caractères romains minuscules. Toutefois, si les symboles dérivent de noms propres, la première lettre est romaine majuscule.*

Exemples : 25 newtons = 25 N ; 1200 joules = 1200 J. ; 500 mètres = 500 m

**Les symboles ne sont pas suivis de points et ne prennent pas la marque du pluriel.**

<b>UNITES SYSTEME INTERNATIONAL</b>		
Nom de la grandeur	Nom de l'unité	symbole
<b>Unités fondamentales</b>		
Longueur	mètre	m
Temps	seconde	s
Intensité de courant électrique	ampère	A
Température	kelvin	K
Quantité de matière	mole	mol
Force	newton	N
Angle plan	radian	rad
<b>Unités dérivées</b>		
Aire ou superficie	mètre carré	m <sup>2</sup>
Volume	mètre cube	m <sup>3</sup>
Vitesse	mètre par seconde	m/s
Vitesse angulaire	radian par seconde	rad/s
Moment d'une force	newton.mètre	N.m
Moment d'inertie	kilogramme.mètre carré	kg.m <sup>2</sup>
<b>Unités mécaniques</b>		
Travail, énergie, quantité de chaleur	joule	J
Puissance	watt	W
pression	pascal	Pa
<b>Unités électriques</b>		
Force électromotrice et différence de potentiel (ou tension)	volt	V
Résistance électrique	ohm	Ω
Intensité de champ électrique	volt par mètre	V/m
Conductance électrique	siemens	S
Quantité d'électricité, charge électrique	coulomb	C
Résistivité	ohm.mètre	Ω.m
<b>Unités thermiques</b>		
Capacité thermique	joule par kelvin	J/K
Capacité thermique massique	joule par kilogramme.kelvin	J/kg.K
<b>Unités optiques</b>		
Vergence	dioptrie	δ
<b>Unités de temps</b>		
Fréquence	hertz	Hz

<b>MULTIPLES</b>		
facteur	préfixe	symbole
10 <sup>18</sup>	exa	E
10 <sup>15</sup>	péta	P
10 <sup>12</sup>	téra	T
10 <sup>9</sup>	giga	G
10 <sup>6</sup>	méga	M
10 <sup>3</sup>	kilo	k
10 <sup>2</sup>	hecto	h
10	déca	da

<b>SOUS - MULTIPLES</b>		
facteur	préfixe	Symbole
10 <sup>-1</sup>	déci	d
10 <sup>-2</sup>	centi	c
10 <sup>-3</sup>	milli	m
10 <sup>-6</sup>	micro	μ
10 <sup>-9</sup>	nano	n
10 <sup>-12</sup>	pico	p
10 <sup>-15</sup>	femto	f
10 <sup>-18</sup>	atto	a

<b>AUTRES UNITES D'ENERGIE</b>	
<b>1 kW.h = 3, 6.10<sup>6</sup> J</b>	
1 W.h = 3600 J	
1 thermie = 239.10 <sup>3</sup> J	
1 erg = 10 <sup>-7</sup> J	
1 calorie = 4,185 J (ancienne unité)	
<b>1 eV = 1,602.10<sup>-19</sup> J</b>	
1 tonne de pétrole libère 4.10 <sup>10</sup> J	
1 tonne de charbon libère 3.10 <sup>10</sup> J	
1 mètre cube de gaz libère 3,7.10 <sup>7</sup> J	
1 g d'uranium 235 libère 8.10 <sup>10</sup> J	
1 tonne de TNT libère 1,5.10 <sup>10</sup> J	

Il existe des unités très utilisées en Physique et en Mathématique, mais qui ne font pas partie du système international.

Citons :

- Pour les angles :  
**le degré** ( $\pi \text{ rad} = 180^\circ$ ) ;  
la minute ( $1^\circ = 60'$ ) ;  
la seconde ( $1' = 60 \text{ s}$ ) .
- Pour le temps  
la minute ( $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ ) ;  
l'heure ( $1 \text{ h} = 60 \text{ min}$ ).

### Autres unités

Signalons à titre indicatif qu'il existe un certain nombre d'unités, qui n'étant pas utilisées en physique, restent légales dans des domaines d'application particuliers sans toutefois faire partie du S.I.

Le tableau ci-dessous donne quelques unités et des domaines d'application.

Unités	Domaine d'application
1 mille marin = 852 m	Navigation (maritime ou aérienne)
1 tonneau de mer = 2,83 m <sup>3</sup>	Tonnage des bateaux .
1 nœud = 1 mille marin/h	Navigation (maritime ou aérienne )
1 carat (ct) = 0,2 g	Masse de perles et de pierres précieuses .
1 tex (tex) = 10 <sup>-6</sup> kg/m	Masse linéique des fibres textiles
1 bar = 10 <sup>5</sup> pascals	Météorologie, aéronautique .

### Anciennes unités

Ci-dessous sont citées quelques unités faisant partie d'anciens systèmes d'unités et leur correspondance en unités SI.

La calorie : 1 cal = 4,18 J.

Le cheval-vapeur ; 1 CV = 735,5 W.

L'ångström : 1 Å = 10<sup>-10</sup> m.

L'atmosphère ; 1 atm = 101325 pascals.

L'erg : 1 erg = 10<sup>-7</sup> J.

## II ERREUR ABSOLUE, ERREUR RELATIVE

Si vous demandez à vos camarades de mesurer la longueur de votre table-banc, vous constaterez qu'ils ne trouvent pas tous le même résultat.

Des personnes compétentes, disposant d'appareils de mesure performants peuvent aboutir à des résultats différents car **toute mesure est entachée d'erreurs.**

La perfection n'est pas de ce monde comme le dit si bien l'adage.

La concentration, l'habileté de l'opérateur, la qualité des instruments influent sur la validité de la mesure.

Dès lors se posent certaines questions.

- Combien de chiffres doit contenir le nombre qui traduit le résultat d'une mesure ?

- Quelle est la validité de ces chiffres ?

- Comment exprimer les erreurs commises ?

- Est-il possible de connaître l'erreur commise ?

Il existe deux sources d'erreurs inévitables : les erreurs systématiques et les erreurs accidentelles.

-Les erreurs systématiques sont dues à des instruments imparfaits ou détériorés.

-Les erreurs accidentelles sont dues à l'imperfection de nos sens et à des imperfections non apparentes des appareils.

**Les résultats d'une mesure sont donc toujours approchés.**

On peut caractériser un appareil de mesure par : sa sensibilité, sa fidélité, sa justesse.

Nous reviendrons plus loin sur ces qualités.

La conception et le choix d'un instrument de mesure dépendent à la fois de la grandeur à mesurer et de la précision requise.

Lorsque vous donnez la distance entre deux villes, il est absurde de l'estimer à un mètre près.

Il est inconcevable de mesurer les dimensions d'un champ avec un double décimètre.

L'utilisation d'une chaîne d'arpenteur est plus judicieuse

On n'aura pas besoin de donner les dimensions du champ à 1 mm près.

Si au contraire, on veut déterminer l'épaisseur d'une feuille de papier, il faut disposer d'un instrument qui donne le résultat au 1/100 de mm près.

Lorsque nous mesurons la longueur du cahier à l'aide d'une règle graduée en cm, le nombre de mm ne pourra être qu'estimé.

Le résultat sera par exemple 18,7 cm ou 18,8 cm selon l'observateur.

Si la règle est au contraire graduée en mm, le nombre de dixièmes de mm ne pourra être qu'estimé : le résultat sera par exemple selon l'opérateur 18,75 cm ou 18,76 cm.

### III NOTATION SCIENTIFIQUE ET CHIFFRES SIGNIFICATIFS

Pour évaluer le nombre de chiffres dit significatifs d'une mesure ou valeur, on peut d'abord exprimer cette mesure à l'aide de la notation scientifique.

#### 1 Notation scientifique.

Elle consiste à écrire tout résultat sous la forme  $a \cdot 10^n$ , où « a » est la mantisse (*le terme correct est significande*) et « n » la puissance de 10 nécessairement entière (donc  $n \in \mathbb{N}$ ) ; et  $1 < a < 10$  (encadrement strict).

Par exemple  $239845 = 2,39845 \cdot 10^5$  et  $0,000000896807 = 8,96807 \cdot 10^{-7}$

#### 2 Chiffres significatifs

C'est le nombre de chiffres nécessaires à l'écriture de « a » (lorsqu'il est sous forme de l'écriture scientifique cela va sans dire).

Dans les deux exemples précédents, on a 6 chiffres significatifs sur 239845 et sur 0,000000896807 aussi !!

Par contre le second nombre le zéro compris entre 8 et 7 compte...

Remarque : 000000987452 autant de c.s. que 987452

Et ce n'est pas le seul, de manière générale, tous les zéros écrit avant (c à d à gauche) du résultat sont inutiles par contre ceux qui sont dans ou après sont utiles !!

Les chiffres significatifs sont constitués par tous les chiffres qui expriment un résultat à l'exception des 0 qui précèdent le premier chiffre différent de 0.

Exemples :

1,04 m : 3 chiffres significatifs,

2,040 : 4 chiffres significatifs,

0,032 : 2 chiffres significatifs,

0,00302 : 3 chiffres significatifs

#### 3 L'importance des chiffres significatifs

Pour un physicien 742 (Volt, Watt, radian ou Joule ou ...) n'est pas égal à 742,0 et encore moins à 742,000..... Cela semble contredire les mathématiques.

La différence repose bien sûr sur le nombre de chiffres significatifs utilisé dans les deux cas (3 pour le premier résultat et 6 pour la dernière mesure). Car pour mesurer 742 V ou 742,000 Volt on n'utilise sans doute pas le même appareil ou du moins pas avec les mêmes calibres.

La dernière mesure est beaucoup plus précise que la première !!! et c'est bien cela que

« mesure » le nombre de chiffres significatifs. Car tout résultat de mesure en physique donne de manière implicite sa précision...

Les notices techniques des instruments de mesures (du voltmètre au tachymètre en passant par un télémètre sans oublier la verrerie jaugée) donnent les précisions attendues lors d'une utilisation nominale. L'emploi de tel ou tel instrument n'est donc pas forcément équivalent pour effectuer une mesure au centième par exemple... de plus le prix des instruments grimpe avec la précision.

Autre exemple écrire  $\pi = 3,14$  ou  $3,14159$  ou bien  $3,141592654\dots$  avec des milliards de milliards de chiffres significatifs (il y a des mathématiciens qui se « battent » pour établir des records du nombre de décimales de pi *et d'autres nombres dits transcendants ...*) ce n'est pas du tout la même chose. En effet le nombre « pi » est utilisé dans des logiciels de cryptage, dans le premier cas votre cryptage sera casé par le premier hacker venu, par contre dans le second cas il risque (même avec des millions d'ordinateurs –utilisés à l'insu de la volonté de leur propriétaires légitimes bien sûr- en parallèle) d'y passer quelques milliards d'années ...ça décourage !

Dans les quatre opérations de base les chiffres significatifs se comporte différemment :

#### **4 Multiplication et Division**

Pour ces deux opérations, c'est toujours « le plus petit qui l'emporte », en effet une multiplication (ou une division car c'est la même chose !) **ne peut pas augmenter la précision sur une valeur.**

Par exemple :

**2,0007 × 5,4 = 11 !!!** la calculatrice affiche (si vous le lui permettez) 10,80378 mais il n'y a que deux chiffres significatifs « sur » 5,4 donc il ne peut pas y en avoir plus sur le résultat final d'où l'arrondi à 11 !

De même **8,841/2** donne **4 !** la calculette affiche 4,4205 ....

#### **5 Additions et Soustractions**

Pour les additions et soustractions, c'est un peu plus compliqué.....

On a par exemple

$8,3567 + 2,23 \neq 10,5867$  car c'est 2,23 qui impose son **non plus** son nombre de chiffres significatifs mais le nombre de chiffres **après la virgule !!!** d'où  $8,3567 + 2,23 = 10,59$  ! on obtient donc un résultat qui a quatre chiffres significatifs alors que ses « parents » en avaient respectivement 5 et 3 !!!

Et  $10\,000,1 - 2,0505$  donne 9998 ... car on ne peut retrancher 0,0505 à 0,1 .... Car on n'a pas assez de précision sur le « 0,1 » pour pouvoir effectuer la soustraction ! Ici le résultat a 4 chiffres significatifs alors qu'on partait de 6 et 5 !!!!

Ce qui sert de guide dans ce cas, c'est la notion de précision !! une addition ou une soustraction ne peut pas donner plus de précision (sur les chiffres après la virgule, car c'est là que le bât blesse) que ce que permettent les chiffres après la virgule des « parents »

Par contre quand il n'y a pas de chiffres après la virgule, les opérations s'effectuent de manière classique. Par exemple :

$25 + 3652$  est bien égal à 3677 !!!

#### **6 Opération avec les logarithmes**

Si l'intensité acoustique  $I_0$  vaut  $7,82 \cdot 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$ , le niveau acoustique  $N_0$  vaut 78,9321 ... soit 79 dB ... Oui mais vous allez me dire « il y avait 3 cs sur  $I_0$  et il n'y en a plus que deux sur  $N_0$  » .

Essayez de calculer  $N_1$  et  $N_2$  avec respectivement  $I_1 = 7,90 \cdot 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$ , , et  $I_2 = 7,80 \cdot 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$ ,

Vous obtenez  $N_1 = 78,9763$  et  $N_2 = 78,9209$  ... ce qu'on arrondi dans les deux cas à 79 dB  
Cela vient du fait que la fonction  $\log(x)$  « tasse » énormément les variations de  $x$  ... et d'ailleurs c'est pour cela qu'on l'a choisit (afin de ne pas raisonner avec des  $10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$ , - voire moins - et des  $10^{+2} \text{ Wm}^{-2}$ , - ce qui fait 14 ordre de grandeurs ....).

**La fonction log fait perdre de la précision !!!!!**

Donc n'essayez pas de noter des niveaux  $N$  avec plus de chiffres significatifs que  $l$  c'est carrément illusoire ....

Par contre dans l'autre sens si  $N_3 = 28 \text{ dB}$  vous avez  $I_3 = 6,3 \cdot 10^{-10} \text{ Wm}^{-2}$ . et si  $N_4 = 28,2 \text{ dB}$  vous avez  $I_4 = 7,1 \cdot 10^{-10} \text{ Wm}^{-2}$ , là les variations de la valeur de  $N$  se répercutent sur celle de  $l$