

S o m m a i r e

numéro



Avril 2000

Éditorial.....	2
Repères.....	3
L'aide individualisée en seconde et les Sciences Physiques.....	3
Activités pour la classe.....	6
Réactions chimiques en collège (Quatrième).....	6
La combustion d'une bougie.....	8
La combustion du fer.....	10
Outils pour l'enseignant.....	12
Test électricité en 3 ième.....	12
Quelle est la distance entre les sillons d'un CD ?.....	15
Mots croisés.....	23

Ce numéro devait être un numéro spécial consacré à des activités expérimentales de physique pour la classe de seconde, devant l'abondance des activités proposées par les documents d'accompagnement du GTD, nous avons préféré vous faire part d'un seul TP assez original et expérimenté avec succès; il s'agit de la mesure du pas d'un CD.

Vous trouverez également des activités en chimie pour la classe de quatrième, un test en électricité pour la classe de troisième.

Plusieurs thèmes font l'objet de débats en ce moment : les travaux croisés et le carnet de compétences au collège, l'aide individualisée en classe de seconde, les travaux personnels encadrés en première et terminale, ce numéro vous propose une piste pour entrer dans une dynamique d'aide aux élèves de seconde; si vous avez des questions, des idées à faire partager sur ces thèmes n'hésitez pas à nous en faire part par courrier traditionnel ou courrier électronique.

Bernard Pallandre

INTERNET ...



Site du cepec : <http://www.cepec.org>

Courrier électronique :
ultrasons@cepec.org



L'aide individualisée en seconde et les Sciences Physiques

Bernard Pallandre

L'aide individualisée mise en place à la rentrée scolaire 1999-2000 en classe de seconde, concerne tous les professeurs.

Certes cette aide, conformément au B.O. n° 25 du 24 juin 1999, est proposée en mathématiques et en français¹ à des "élèves qui rencontrent des difficultés ponctuelles ou qui présentent des lacunes plus profondes".

Mais dans le même B.O., on peut également lire que cette aide est mise en place "à partir d'une réflexion pédagogique d'ensemble émanant notamment des professeurs principaux et des conseils d'enseignement, un travail approfondi est mené par l'ensemble de la communauté éducative sur l'organisation de l'aide aux élèves".

..."Le chef d'établissement... favorise la réflexion et le travail en commun d'équipes d'enseignants, au sein des différents conseils ... Un plan de travail est proposé à chaque élève concerné dans le cadre d'un dialogue qui doit permettre l'acceptation d'un "contrat pédagogique".

Les enseignants font périodiquement un bilan de l'aide et peuvent réorienter la nature de celle-ci en fonction des besoins spécifiques de leurs élèves".

Les professeurs de sciences physiques qui n'ont pas directement en charge l'aide individualisée sont tout de même concernés par :

- la "réflexion pédagogique d'ensemble".
- l'organisation des groupes .
- la "pédagogie de contrat" dans laquelle devaient se situer les élèves aidés et également les autres.

La grille proposée constitue un outil pour entrer dans cette dynamique de l'aide aux élèves, elle permet entre autres :

- De recueillir des informations sur les réussites et les difficultés des élèves utiles dans une réunion avec les collègues en vue de constituer des groupes. Il est en effet nécessaire de disposer de critères d'évaluations précis et transversaux sur lesquels peut s'appuyer l'aide proposée, les notes et l'appréciation souvent subjective de l'attitude des élèves face au travail ne peuvent bien entendu suffire.

¹-Une heure en mathématiques et une heure en français, en groupes de huit élèves au maximum, avec possibilité d'extension à d'autres disciplines.

-D'aider l'élève à repérer ce qui est important pour réussir, prendre conscience de ses besoins et de ses progrès afin d'être si possible demandeur d'aide sur des points précis et sur lesquels il a prise. C'est pourquoi il est demandé à l'élève de relever des faits précis plutôt qu'une appréciation.

-D'infléchir sa pédagogie vers une pédagogie de contrat dans laquelle l'élève est le plus actif possible.

J'utilise cette grille depuis la rentrée, j'ai constaté que plusieurs élèves avaient déjà pris l'habitude de faire ce travail d'analyse au collège. Il m'a semblé que, curieusement, ce sont les élèves les plus en difficulté qui ont eu du mal à entrer dans cette logique d'évaluation.

Enfin, lorsqu'une équipe se donne pour projet d'aider les élèves qui en ont besoin, le dispositif d'aide individualisé de deux heures ne peut suffire, il doit être inscrit dans une dynamique d'ensemble, une pédagogie dans laquelle l'aide et l'accompagnement de tous les élèves sont des comportements naturels du professeur.

Compétences générales TSP-Sciences Physiques	Nom:		Prénom:		
	T1 Auto évaluation	T1 Prof.	T2 Auto évaluation	T2 Prof.	T3 Auto évaluation
Lire un énoncé, dégager les données d'un problème de physique. Bilan :					
Utiliser des notations scientifiques usuelles ou imposées par un énoncé. Bilan :					
Organiser la réponse dans un exercice comportant des calculs. Bilan :					
Connaître et utiliser les unités de mesure du programme, leur symbole. Bilan :					
Faire sans erreur, un calcul comportant les quatre opérations en utilisant la notation scientifique. Bilan :					
Utiliser correctement les unités dans un calcul, faire les transformations nécessaires. Bilan :					
Rédiger une réponse en une phrase simple, correcte avec les conjonctions et, donc, or, ou.... Bilan :					

Comment remplir votre fiche de compétences ?

Il vous est régulièrement proposé des évaluations.

- 1- sous forme de petits exercices qui vous permettent de voir si vous avez compris l'objet de la leçon (cours, travail dirigé ou activité expérimentale).
- 2- sous forme de devoirs écrits à la fin d'un apprentissage.
- 3- sous forme de travaux pratiques évalués par le professeur.

CEPEC - ULTRASONS - N°16

Vous pouvez également vous "tester" vous même en utilisant les documents qui vous sont fournis, votre livre en particulier.

Lorsqu'une note vous est attribuée, elle reflète la "performance" que vous avez réalisée dans une activité donnée mobilisant généralement plusieurs compétences et aussi des connaissances dans un domaine précis. Pour prendre en charge votre travail et faire des progrès, vous ne pouvez pas vous contenter d'observer l'évolution de vos notes, vous devez, sur des points très précis noter ce que vous avez bien fait ou mal fait.

Pour chaque compétence générale, dans la case prévue, vous noterez le devoir ou la situation où la compétence a été évaluée et votre position.

Le professeur indiquera un avis dans la case qui lui est réservée.

Par exemple :

Lire un énoncé, dégager les données d'un problème de physique.

DS du 10-10 Difficulté question n°5

DS du 8-11 Très bien

Utiliser des notations scientifiques usuelles ou imposées par un énoncé.

J'utilise les notations imposées mais j'ai du mal à retrouver les notations usuelles

Pas de Pb au DS du 8-11

Organiser la réponse dans un exercice comportant des calculs.

DS du 10-10 je n'ai pas su présenter , surtout la question 4

DS du 8-11 Progrès mais encore des réponses embrouillées et incomplètes.

Connaître et utiliser les unités de mesure du programme, leur symbole.

unité oubliée deux fois DS du 10-10

Une erreur DS du 8-11

Faire sans erreur, un calcul comportant les quatre opérations en utilisant la notation scientifique.

Exo du 17-10 difficulté quatre erreurs.

DS du 8-11 Progrès, deux erreurs.

Utiliser correctement les unités dans un calcul, faire les transformations nécessaires.

Oublié de transformer le 10-10

Pas de Pb

Rédiger une réponse en une phrase simple, correcte avec les conjonctions et, donc, or, ou....

Je n'y ai pas pensé le 10-10

Un peu difficile le 8-11

N'ECRIVEZ PAS DE FORMULES QUI NE VEULENT RIEN DIRE...

"à travailler" préférer besoin d'entraînement pour faire telle chose précise.

"moyen", "assez bien", "" , écrivez plutôt combien d'erreurs, dans quelles questions.

"des difficultés", précisez la question et l'erreur.



Activités pour la classe

Réactions chimiques en collège (Quatrième)

Dominique Wojylac

Citations

• *L'étude des réactions chimiques souligne l'universalité de la conservation de la masse. Au cours des transformations physiques cette propriété est une conséquence de la conservation des molécules. Pour ce qui est des transformations chimiques, elle résulte de la conservation des atomes. Dans les deux cas elle a pour conséquence la conservation de la masse. La compréhension claire de cette loi doit être considérée comme un acquis fondamental de cette partie du programme.*

(Programme de Physique Chimie, B.O. 13/2/97).

• *Nous voudrions tout de suite relever une erreur très répandue qui fait de Lavoisier l'auteur du fameux principe de conservation de la matière. Certes, le grand chimiste a écrit incidemment, à propos de la fermentation alcoolique :*

«Rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et on peut poser en principe que, dans toute opération, il y a égale quantité de matière avant et après l'opération. C'est sur ce principe qu'est fondé l'art de faire des expériences en chimie.»

Mais aussi importantes que soient ces réflexions, elles ne traduisent pas un fait essentiellement nouveau. Lavoisier lui-même n'a jamais prétendu avancer ici une idée originale. Mais son grand mérite - et ce mérite est incontestable - a été d'avoir su apprécier l'extrême importance d'un principe que ses devanciers n'utilisaient qu'occasionnellement.

... Pour tout dire, personne avant Lavoisier ne concevant l'étonnante efficacité de cet instrument (la balance, ndr), n'avait songé à en faire un véritable appareil de recherche et de contrôle. Lavoisier fut le premier à faire profiter la chimie de ce qu'on a appelé "la vertu mathématique de la balance".

Extrait de Chimie et Chimiste, Robert Messain, Magnard

Les expériences proposées dans les manuels de Quatrième font peu appel à la balance, sauf pour "l'illustration" de la conservation de la masse par la réaction du vinaigre sur la craie. Le projet est ici, au contraire, de se servir de cet instrument pour provoquer des "conflits cognitifs" et ébranler quelques représentations qui tiennent encore de la théorie du phlogistique. Il s'agit donc de trouver des expériences simples où la pesée est relativement facile.

Les deux TP présentés ici se déroulent aisément en une heure trente y compris les mises en commun intermédiaires sur les mesures. Les expériences ne présentent pas de difficultés particulières, le matériel utilisé reste simple et courant. Ils peuvent faire l'objet d'un compte-rendu d'observations de la part des élèves, ce compte rendu pouvant éventuellement être ramassé à la fin de la séance.

La combustion du fer

Le matériel est simple. Les tampons de fer sont constitués de laine très fine (magasins de bricolage) ce qui permet de déclencher la combustion par court-circuit et donc de ne pas "parasiter" l'expérience par la présence d'une flamme annexe.

Les bocaux sont du type bocaux en verre avec couvercle métallique (type 500 grammes de ...). Prévoir plus de couvercles que de bocaux. Leur large ouverture permet d'introduire la laine de fer facilement. La masse de l'ensemble permet d'utiliser des balances au dixième de portée 400 grammes.

Expérience 1. Pas de remarque particulière, expérience pour voir.

Question 1. La plupart des élèves pensent que "ce sera plus léger après" ou dans une moindre mesure que "ce sera la même chose". Dans le premier cas la raison est simple, il y a eu combustion, le fer a perdu quelque chose donc la masse diminue au cours de la combustion. Pour les autres la combustion ne change que l'aspect du fer. Aucun élève sur les 4 classes où cette séquence a été expérimentée n'a proposé le fait que la masse allait augmenter. La théorie du phlogistique est donc bien une représentation spontanée vivace.

Expérience 2. Il est important de procéder à la mise en commun des résultats de tous les groupes. En effet par suite d'erreurs de relevés ou de perte de produit certains groupes trouvent la même masse. Il me semble important de ne pas laisser croire que le résultat d'une seule expérience suffit. La mise en commun au tableau des mesures de chaque groupe conduit sans contestation possible à la conclusion que la masse a augmenté. (Au pire un groupe sur 8 ou 9 trouve une masse égale).

Personne n'est capable de proposer une explication à ce stade mais l'enjeu n'est pas là. Il faut simplement faire remarquer que c'est le contraire de ce qui était pensé initialement qui s'est produit.

La variation théorique de masse est de 38% soit pour environ 1 g de paille de fer 0,3 à 0,4 g d'augmentation.

La suite du TP n'appelle pas de remarques particulières. Pour les combustions le couvercle sera simplement percé en son centre d'un petit trou permettant d'y suspendre le fil de fer destiné à recevoir la paille de fer.

Pour l'ensemble du TP il faut compter un tampon de laine de fer qui sera divisé en trois parts égales pour les trois expériences.

La combustion de la paraffine

Cette expérience a été choisie pour la simplicité de mise en œuvre et surtout par le fait qu'elle permet des pesées permettant de mettre en évidence la disparition de certains produits et l'apparition d'autres.

Question 1. Beaucoup d'élèves pensent au départ que la paraffine ne fait que se vaporiser et qu'elle disparaît ainsi simplement dans l'air ambiant. La pesée n'est pas contradictoire avec cette hypothèse, ce n'est qu'à la fin, lorsque la conservation globale de la masse aura été observée que cette hypothèse pourra être remise en cause.

Expérience 2. L'apparition de buée sur le flacon est nette mais la quantité recueillie est trop faible pour que l'eau puisse être caractérisée. Par contre l'apparition de dioxyde de carbone est très facilement mise en évidence.

Expérience 4. Les élèves pensent spontanément, sans qu'on les questionne sur le sujet, que "ça ne va pas s'arrêter" lorsque la bougie brûle dans le dioxygène pur. Alors que dans l'expérience précédente, ils proposent sans en douter que la combustion cesse "parce qu'il n'y a plus d'air".

La pesée ne peut être réalisée ici que entre le début de la combustion et la fin. Là aussi, il est nécessaire de procéder à la mise en commun des mesures de tous les groupes car la stabilité des balances produit des variations de 0,1 à 0,2 g en plus ou en moins. Cette mise en commun est la seule possibilité de conclusion valable, elle offre aussi l'intérêt de montrer qu'une véritable démarche scientifique ne peut prendre appui sur une seule expérience mais doit être vérifiée par d'autres résultats.

Remarques

Au long de ces deux séances on ne parle que de produits. Il s'agit ici du terme générique désignant un corps et non pas des produits produits par la réaction (produits de la réaction). Le terme de corps reste assez difficile à utiliser par les élèves. Avec la technologie ils sont plus familiers avec le mot matériaux. Il leur est simplement indiqué dans un premier temps que les mots produits, corps, ou matériaux sont synonymes et désignent "de quoi est fait" quelque chose.

Les autres expériences proposées (combustion du carbone, du méthane -gaz de ville-, ou la réaction du vinaigre sur la craie) pourront être réalisées en exemplaire unique par le professeur lors de la mise en commun ou dans les séquences ultérieures sur l'interprétation des réactions chimiques et l'écriture des équations bilans. La volonté dans ces deux séquences reste de déstabiliser des représentations sur les combustions et les réactions chimiques en général.

Une recherche peut être entreprise ensuite sur "les réactions chimiques qui nous entourent". Qu'est ce qui permet d'affirmer que tel phénomène est bien une réaction chimique ?

La combustion d'une bougie

OBJECTIFS EXPÉRIMENTAUX

Être capable de réaliser une combustion dans l'air ou dans le dioxygène pur.

Être capable de réaliser une pesée.

Être capable de caractériser le dioxyde de carbone

OBJECTIFS DIDACTIQUES

La combustion de la paraffine, exemple de réaction chimique.

Matériel.

Bougie, flacon, balance, couvercles, eau de chaux, bûchette.

Information

Une bougie est formée d'une mèche de coton entourée de paraffine. La paraffine est un corps pur.

PRÉ-REQUIS

Comment peut-on reconnaître le fait qu'un liquide est de l'eau ? De même comment reconnaître le dioxyde de carbone (gaz carbonique) ?

1. COMBUSTION D'UNE BOUGIE DANS L'AIR.

1.1. Question 1.

Est-ce que de la paraffine disparaît au cours de la combustion ? Proposez une expérience permettant de répondre à cette question.
Mise en commun des propositions. Réalisation de l'expérience retenue par le professeur.

1.2. Expérience 2.

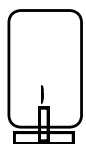
Approchez un flacon au-dessus de la flamme de la bougie et maintenez le ainsi pendant quelques minutes. Fermez ensuite le flacon à l'aide d'un couvercle.



- Notez vos observations.
- Ajoutez un peu d'eau de chaux dans le flacon, refermez et agitez. Observations, conclusion.
- Quels sont les produits qui se forment au cours de la combustion ?

1.3. Expérience 3.

Enflammez la bougie et posez la dans le couvercle du flacon. Posez le flacon sur le couvercle et fermez le flacon.



- Pourquoi la bougie s'éteint-elle progressivement ?

2. COMBUSTION D'UNE BOUGIE DANS LE DIOXYGÈNE PUR.

2.1. Expérience 4.

Procédez au remplissage d'un flacon avec du dioxygène pur. Maintenez le flacon bouché avec un couvercle.

Enflammez la bougie et mettez en marche la balance.

Procédez alors comme dans l'expérience 3 précédente, mettez le flacon au dessus de la bougie et fermez l'ensemble. Posez le tout sur la balance.

- Notez l'indication de la balance au début puis à la fin. Concluez.
- Maintenez le flacon bouché à la fin de cette première partie.

2.2. Expérience 5.

• Introduisez dans le flacon une bûchette dont seule l'extrémité est incandescente. Après avoir retiré la bûchette maintenez toujours le flacon bouché.

Observations, conclusions.

2.3. Expérience 6.

- Ajoutez un peu d'eau de chaux dans le flacon, refermez et agitez. Observations, conclusion.

3. CONCLUSIONS

• Lors de la combustion de la paraffine, quels sont les produits qui disparaissent ? Quels sont les produits qui apparaissent ? Citez à chaque fois les faits expérimentaux qui le prouvent.

La combustion du fer

OBJECTIFS EXPÉRIMENTAUX

Être capable de réaliser une combustion dans l'air ou dans le dioxygène pur.

Être capable de réaliser une pesée.

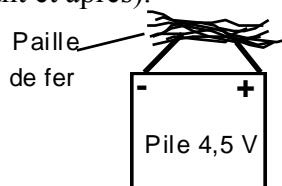
OBJECTIFS DIDACTIQUES

La combustion du fer, exemple de réaction chimique.

1. COMBUSTION DU FER DANS L'AIR.

1.1. Expérience 1. Matériel : pile 4.5 V, paille de fer, soucoupe.

Prenez un peu de paille de fer, placez là dans la soucoupe et mettez celle-ci en contact avec les deux lamelles de la pile de façon à faire un court-circuit (schéma ci-dessous). Soufflez légèrement sur la paille de fer jusqu'à la fin de la combustion. Observez et notez vos observations. (Phénomène, aspect avant et après).



1.2. Question 1.

À votre avis, la masse du produit obtenu après la combustion est-elle plus grande, égale ou plus petite que celle de la paille de fer ? Justifiez votre point de vue.

1.3. Expérience 2. Matériel : balance, paille de fer, pile 4,5 V, soucoupe.

Mettez en marche la balance et posez la soucoupe sur le plateau. Notez la masse m_1 .

Posez la paille de fer dans la soucoupe, notez la masse m_2 .

Réalisez l'expérience 1.

Pesez l'ensemble soucoupe produit, notez la masse m_3 .

Remplissez le tableau ci-dessous.

Pesée	Mesure	Valeur (g)
Soucoupe	m_1	
Soucoupe + paille	m_2	
Soucoupe + produit	m_3	
Produit	Calcul	Valeur (g)
paille de fer	$m =$	
produit	$m' =$	

1.4. Question 2.

Le résultat de l'expérience 2 est-il conforme à vos prévisions de la question 1 ?

Donnez une explication possible de ce résultat.

2. TEST DE RECONNAISSANCE DU DIOXYGÈNE.

Remplissez un tube à essais avec du dioxygène pur et maintenez le tube bouché.

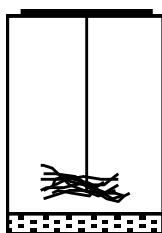
Enflammez une bûchette et faites en sorte qu'elle ne présente plus qu'un point incandescent rouge sans flamme. Introduisez là alors dans le tube à essais. Notez vos observations. Faites un schéma.

En quoi cette expérience permet-elle de tester la présence de dioxygène dans le tube ?

3. COMBUSTION DU FER DANS LE DIOXYGÈNE PUR.

3.1. Préparation du dispositif.

Mettez une à deux cuillères à soupe de sable au fond du flacon. Enroulez un peu de laine de fer autour du fil de fer et assurez vous que l'ensemble tient dans le flacon sans toucher le fond de celui-ci. (La laine de fer doit être à environ 2 à 3 cm du fond).



Procédez au remplissage du flacon avec du dioxygène pur par déplacement. Maintenez le flacon fermé.

3.2. Expérience.

Faites brûler la paille de fer à l'aide de la pile et rapidement introduisez l'ensemble dans le flacon de dioxygène.

À la fin de l'expérience, retirez la paille de fer brûlée et refermez le flacon. Faites à nouveaux le test de la bûchette incandescente dans le flacon.

3.3. Observations.

Notez vos observations. Faites un schéma.

4. CONCLUSIONS.

- Quelles sont les différences et les points communs entre la combustion du fer dans l'air et dans le dioxygène pur ?
- Grâce à quel gaz la combustion du fer dans l'air est-elle possible ?
- Quel est le fait expérimental qui montre que du dioxygène disparaît au cours de la combustion ?
- À votre avis, dans le cas de la combustion du fer dans le dioxygène pur, la masse du produit obtenu est-elle plus grande, égale ou plus petite que celle de la laine de fer initiale ? Pourquoi, proposez une explication.
- Cherchez la définition des mots "combustion", "comburant", et "combustible" dans un dictionnaire.



Outils pour l'enseignant

Test électricité en 3 ième

Thérèse Perrin-Marie Agnès Chebance-Jean Bernard

Ce test a été expérimenté dans plusieurs classes. Les analyses des réponses des élèves ne sont pas encore prêtes, nous les proposerons dans notre prochain numéro.

Ce n'est pas un test final d'électricité, ni un test seulement expérimental. Les différentes parties du test sont seulement liées par le thème du sèche-cheveux.

Ce test peut se passer en 2 fois :

- partie I, qui est la partie expérimentale en une demi-heure environ; puis correction, discussion.
- parties II. et III, correspondant à la partie théorique, au cours de la séance suivante en 35 à 40 minutes.

Autre possibilité : (expérimentée dans une classe de 23 élèves)

Les élèves viennent par groupe de 8 au laboratoire pour faire la partie expérimentale (25 min).

Pendant ce temps, les autres sont dans une salle avec un autre professeur et rédigent la partie théorique.

NOM : _____

note :

Tu disposes d'une résistance de sèche-cheveux; indique son numéro :

I. a) **Mesure** la valeur de cette résistance ; tu trouves :

b) **Imagine un montage électrique** permettant de déterminer d'une autre façon qu'au a) la valeur de cette résistance; tu disposes d'un ampèremètre et d'un voltmètre et du reste du matériel nécessaire.

Fais le schéma de ce montage ;

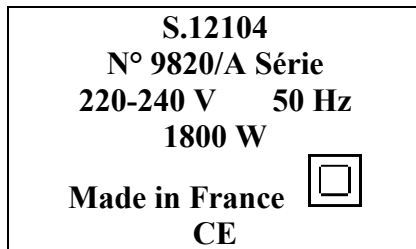
Réalise le montage.

A partir de tes mesures, **calcule la résistance** et compare avec la valeur trouvée au a) :

Quelle est la loi qui t'a permis de faire ce calcul ?

remarque : le générateur utilisé dans le montage du b) ne correspond pas à une utilisation normale du sèche-cheveux!

II. Voici la plaque signalétique de ce sèche-cheveux :



- a) * Sous quelle tension l'alimenterais-tu pour qu'il fonctionne normalement ?
- * Quelles précisions sont fournies sur cette plaque à propos de cette tension ?
- b) Quelle est la puissance de ce sèche-cheveux ?
- c) Calcule l'énergie électrique utilisée si tu mets un quart d'heure pour te sécher les cheveux
- d) Quel appareil domestique enregistre cette consommation ?
- e) Sous quelles formes d'énergie, cette énergie électrique est-elle transformée ?



f) Quelle est la signification du dessin :

et du symbole : 

g) Peux-tu brancher ce sèche-cheveux sur une prise protégée par un fusible de 10 A ? Justifie ta réponse par un calcul :

III. Le bouton de mise en route de ce sèche-cheveux comporte 3 positions : 0, I, II.

a) Que se passe-t-il quand ce bouton est en position 0 ?

Que se passe-t-il quand il est en position I ?

Que se passe-t-il quand il est en position II ?

b) ***Imagine*** le dispositif interne correspondant à ces 3 positions; tu ne tiens pas compte du ventilateur. Tu peux rédiger un texte ou faire un schéma électrique.

Compétences évaluées dans ce test final :

QUESTIONS

COMPÉTENCES

- I. a) mesurer une résistance avec un ohmmètre
présenter un résultat numérique avec la bonne unité
- b) réaliser un schéma expérimental
réaliser un montage à partir d'un schéma
mesurer une tension au multimètre
mesurer une intensité au multimètre
appliquer une connaissance théorique ($R = U/I$)
énoncer une connaissance théorique (*loi d'Ohm*)
- II. a) appliquer une connaissance théorique et expérimentale
traiter des informations, rechercher des informations, mettre en relation
- b) rechercher une information, choisir une unité
- c) appliquer une connaissance théorique
choisir une relation
choisir une donnée
- d) mettre en relation l'appareil et la grandeur qu'il mesure
- e) appliquer une connaissance théorique et expérimentale (*les élèves ont*
- f) rechercher une information à partir d'un pictogramme
- g) rechercher une information à partir d'une relation connue ($I = P/U$)
contrôler la vraisemblance d'un résultat.
- III. a) énoncer une connaissance expérimentale
- b) réaliser un schéma expérimental d'une situation nouvelle

Quelle est la distance entre les sillons d'un CD ?

Bernard Pallandre et équipe GRESPC

Introduction.

Les élèves de seconde savent généralement qu'un CD peut contenir un grand volume d'information numérique, ils ont remarqué que sa surface décompose la lumière blanche mais ils ne se doutent pas que ce phénomène de diffraction peut très facilement être mis à profit pour en savoir plus sur les CD et en particulier pour mesurer la distance entre deux sillons consécutifs qui est de l'ordre du micromètre.

Ce TP propose donc, dans l'esprit des programmes en vigueur à la rentrée 2000², de mesurer le pas du sillon par diffraction d'un faisceau laser³. Il a été expérimenté avec un groupe de 19 élèves de seconde en option TSP⁴, il a été réalisé en 1 h30 après un travail de 1h 30 également sur la nature de la lumière, la notion de longueur d'onde, les phénomènes de réflexion, réfraction et diffraction, ces dernières notions n'ont pas fait l'objet de développement, des spectres de la lumière blanche ont simplement été observés collectivement.

Compétences développées.

- Analyser des résultats expérimentaux, les confronter à des résultats théoriques.
- Respecter les consignes : protection des personnes et de l'environnement.
- Agir en suivant un protocole fourni (texte et schéma).
- Exprimer un résultat avec un nombre de chiffres significatifs compatibles avec les conditions de l'expérience.
- Faire l'étude d'une série de mesures indépendantes.
- Trier des informations.
- Utiliser les puissances de 10.

Protocole expérimental.

On utilise un laser He-Ne de longueur d'onde 633 nm ou une diode laser de longueur d'onde 670 nm. Il est également possible d'utiliser les diodes laser des portes- clefs, la fréquence varie entre 630 et 780 nm environ. Une source lumineuse pourrait aussi convenir, mais la mise en oeuvre est moins facile.

Il faut aussi se procurer des CD gravés ou non, un réseau de pas connu monté sur cadre de diapositive pour valider les courbes d'étalonnage du dispositif (courbes facilement réalisables avec un tableur)⁵ et enfin "bricoler" quelques supports et écrans ou tout simplement utiliser une boîte en carton avec une fente découpée sur un des côtés (type dessus de boîte de ramettes de papier), le CD ou le réseau peuvent être fixés avec un morceau d'adhésif sans problème.

Il est à noter que le faisceau utilisé pour la mesure, est de largeur très supérieure au pas du réseau, si le faisceau avait un diamètre de l'ordre du micromètre comme celui utilisé pour la lecture d'un CD, il serait simplement réfléchi (et transmis à travers le réseau transparent), le phénomène de diffraction ne serait évidemment pas observé.

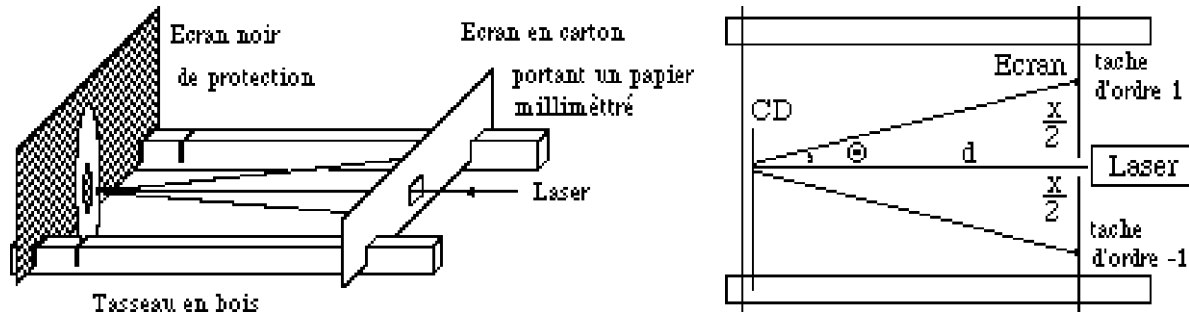
²- voir B.O. Hors Série n°6 du 12-08-99: "... lorsqu'il s'agit de mesurer des distances ... des techniques particulières doivent être mises en oeuvre... Il est souhaitable que plusieurs domaines de la physique soient illustrés dans le choix des travaux pratiques...L'enseignant "pique" dans l'échelle des longueurs en plusieurs endroits...L'utilisation de la diffraction ne doit pas conduire à un développement théorique."

³-Voir note de service du 12-09-99 à propos des dispositifs à laser susceptibles d'être en contact avec le public.

⁴-Techniques des sciences physiques.

⁵-Nous pouvons vous fournir des courbes pour d'autres longueurs d'onde, écrivez-nous.

On dirige le faisceau laser sur les sillons du CD, sous incidence normale, pour que le spectre soit horizontal, il faut que l'impact du faisceau sur le CD soit sur des traits pratiquement verticaux, c'est-à-dire sur une horizontale passant par le centre du CD.



Le formalisme utilisé est simplifié au maximum.

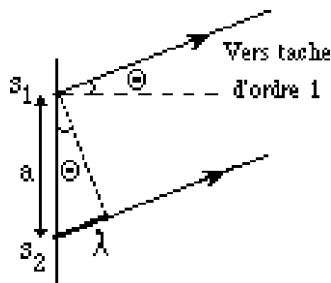
On considère l'interférence entre les rayons issus de deux sillons consécutifs jouant le rôle de sources secondaires.

Dans la direction où on observe la tache centrale (ordre 0) les ondes sont en phase, leur différence de marche est nulle. Dans la direction où on observe les premières taches de part et d'autre de la tache centrale (ordres 1 et -1) la différence de marche est égale à la longueur d'onde: λ

On mesure la distance entre les premières taches : x

L'écran est à une distance d du CD.

On calcule l'angle entre la direction d' une tache d'ordre 1 et la tache centrale. $\tan(\Theta) = x / 2.d$



La distance entre les deux sources secondaires (le pas) est a telle que $a = \lambda / \sin(\Theta)$

soit finalement : $a = \lambda \sqrt{1 + 4 \left(\frac{d}{x}\right)^2}$

Pour éviter aux élèves de seconde de faire ce calcul, peu formateur à leur niveau, il nous paraît préférable de leur fournir un réseau de courbes d'étalonnage donnant directement la distance entre les sillons en fonction de la distance entre les taches d'ordres 1 et -1, le calcul et la courbe sont réalisés avec la méthode précédente à l'aide d'un tableur-grapheur.

Des résultats.

La méthode est assez précise et peu dispersive, voici à titre d'exemple, quelques résultats bruts obtenus.

Avec un laser He-Ne on a trouvé $x = 17,3$ cm, $d = 20,0$ cm soit $a = 1,59$ μm .

Avec une diode laser on a trouvé $x = 18,8$ cm, $d = 20,0$ cm soit $a = 1,58$ μm .

Une mesure sur un réseau de 528 traits par millimètre a donnée .

Avec une diode laser , $x= 15,4$ cm, $d=20,0$ cm soit $a= 1,86$ μm .

La valeur attendue est $a= 1000 / 528 =1,89$ μm

Une mesure rapide sur un DVD, avec une diode laser, a donnée : $x= 25,2$ cm, $d=5,0$ cm soit $a= 0,72$ μm .

Le calcul des incertitudes confirme que la méthode est peu dispersive.

à partir de : $a = \lambda \sqrt{1 + 4\left(\frac{d}{x}\right)^2}$ on peut démontrer que $\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{1}{2} \left(2 \left(\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta x}{x} \right) \right)$
soit finalement $\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta x}{x}$

Si on considère une incertitude de 2 mm sur des distances d'environ 200 mm on obtient alors pour a une incertitude relative de 2% et il faudrait que l'incertitude sur la longueur d'onde soit de 10 nm pour qu'on ait 1% de plus d'incertitude. La méthode est donc bien très peu dispersive.

Proposition de stratégie pédagogique.

On pourrait engager l'activité en demandant aux élèves pourquoi un CD produit des irisations de couleur ?

Quel nom donne-t-on à ce phénomène ? (tenter de le distinguer des phénomènes de réfraction et de réflexion)

Peut-on mesurer la distance entre deux "traits" consécutifs ? Pourquoi ?

(Les élèves font part de leurs conceptions à propos des mesures de petites distances de leurs connaissances techniques à propos de la gravure des CD)

On en vient à la mise à profit du phénomène de diffraction d'un faisceau de largeur très supérieure au pas du CD, en utilisant une radiation monochromatique pour précisément mesurer cette distance difficilement accessible autrement.

Les élèves se mettent au travail expérimental, ils disposent de courbes d'étalonnage du dispositif. Ils valident une courbe en mesurant le distance entre deux traits d'un réseau de 528 traits par millimètre.

Ils mesurent le pas des sillons d'un CD.

Une réflexion sur la précision de leur mesure leur est proposée.

Documents à usage les élèves.

Fiche guide - compte rendu

Quelle est la distance entre les sillons d'un CD ?

Objectifs: -Savoir mettre en oeuvre un dispositif de mesure par diffraction d'un faisceau laser.
-Savoir exprimer le résultat d'une mesure.

But expérimental: Mesurer le pas du sillon d'un CD par une méthode de diffraction.

Matériel à disposition:

- Une diode laser ($\lambda= 670$ nm) ou un laser He-Ne($\lambda=633$ nm).
- Un réseau de 528 traits par millimètre monté sur un cadre de diapositive.
- Un CD audio.
- Des écrans et des supports.
- Des courbes d'étalonnage du dispositif.

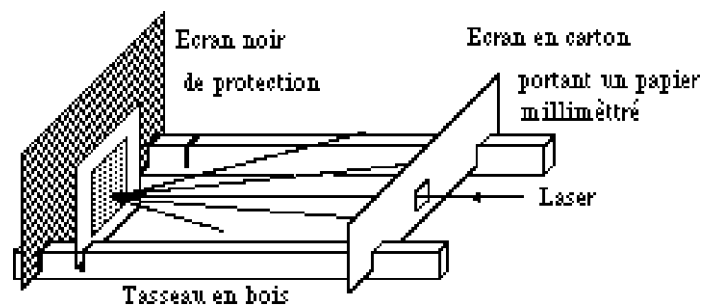
Observation du phénomène de diffraction.

Lorsqu'une onde rencontre une structure régulière, si les dimensions du motif répété de cette structure sont voisines de la longueur d'onde λ de cette onde, il se produit un phénomène de diffraction. On dit que l'onde est diffractée par la structure régulière qu'on appelle aussi un réseau.

C'est ce phénomène qui explique les irisations de couleur produites par un CD éclairé en lumière blanche. La lumière blanche composée d'ondes lumineuses de diverses couleurs (ou longueurs d'onde) est diffractée. Au moment où elle se réfléchit sur la surface du disque, les couleurs sont séparées (à chaque couleur correspond une longueur d'onde, voir le document n°1).

Lorsqu'on dirige un faisceau laser de longueur d'onde donnée sur un réseau (CD ou réseau monté dans un cadre de diapositive), ce faisceau est séparé en plusieurs faisceaux diffractés dans des directions très précises.

Si on place un écran sur leur trajet, on observe des taches repérées par leur ordre : 0 pour la tache centrale, 1 et -1 pour les deux premières, 2 et -2 pour les suivantes etc...



ATTENTION: Un faisceau laser, même de faible puissance, est dangereux pour les yeux.

-Bien utiliser les écrans.

-Suivre les consignes pour la mise en marche et l'extinction.

-Ne pas se placer dans l'axe d'un faisceau, même diffracté.

Réaliser le dispositif schématisé en veillant à ce que le sens des traits indiqués sur le cadre de la diapositive soit vertical, le sens du spectre (les taches) sera alors horizontal et sur l'écran.

Mettre en marche la source laser.

Repérer la tache d'ordre 0 qui doit être au milieu de la fenêtre pratiquée dans l'écran, c'est à dire sur la source laser, puis les taches d'ordre 1 et -1 qui doivent être sur une ligne horizontale sur l'écran, les taches d'ordre 2 et -2 peuvent être hors de l'écran. Si ce n'est pas le cas déplacer légèrement le faisceau ou le réseau.

Méthode de mesure.

La distance entre les taches dépend de la longueur d'onde du faisceau laser, de la distance entre le réseau et l'écran et de la distance entre deux traits consécutifs du réseau appelé: pas du réseau.

Les courbes fournies donnent le pas du réseau : a en fonction de la distance x entre les taches d'ordre 1 et -1.

La distance réseau - écran et la longueur d'onde sont fixées et indiquées sur les courbes d'étalonnage.

Pour mesurer le pas du réseau, il suffit donc de mesurer la distance x entre les taches d'ordre 1 et -1 et de lire la valeur de a correspondante.

Mesurer la distance x en se servant du quadrillage du papier millimétré, éteindre le faisceau. Lire la valeur du pas a sur la courbe d'étalonnage.

Mesure de x : $x =$ cm

Mesure de a : $a =$ μm ; soit
m

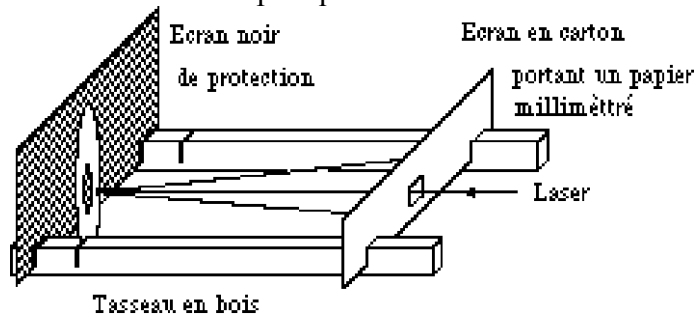
Vérifier que la valeur du pas a donnée par la courbe d'étalonnage est exacte.

Nombre de traits par millimètre du réseau : $n =$
Valeur de a calculée à partir de n : $a =$ = μm ; soit
m

Conclure.

Mesure du pas du sillon d'un CD

Remplacer le réseau par un CD, le placer avec soin de manière à ce que l'impact du faisceau laser soit sur une zone où les sillons sont presque verticaux et bien en face de l'écran.



ATTENTION: Un faisceau laser, même de faible puissance, est dangereux pour les yeux. Mettre en marche la source laser. Ajuster la position du CD et celle du faisceau, repérer les taches et mesurer x comme précédemment, déduire le pas du sillon a .

Mesure de x : $x =$ cm

Mesure du pas du sillon a : $a =$ μm ; soit m

Précision de la mesure.

Estimer la précision de la mesure de x , exprimer x par un encadrement.
 $< x \text{ (cm)} <$

En utilisant la courbe d'étalonnage, exprimer l'encadrement de a .
 $< a \text{ (}\mu\text{m)} <$

Comparer le résultat à la valeur fournie dans le document n°2.

Quelles sont les autres mesures dont la précision peut avoir une influence sur le résultat ? Faut-il les prendre en compte ?

Relever dans le tableau votre mesure de a et celle des autres groupes.

CEPEC - ULTRASONS - N°16

Groupe	1	2	3	4	5	6	7
Mesure de a (μm)	<a<	<a<	<a<	<a<	<a<	<a<	<a<

Groupe	8	9	10	11	12	13	14
Mesure de a (μm)	<a<	<a<	<a<	<a<	<a<	<a<	<a<

Commenter la précision des mesures.

Donner votre avis sur cette méthode de mesure ?

Document n°1 *Ordre de grandeur de la longueur d'onde des radiations visibles.*

Le rouge correspond à une longueur d'onde $\lambda = 800 \text{ nm}$ environ.

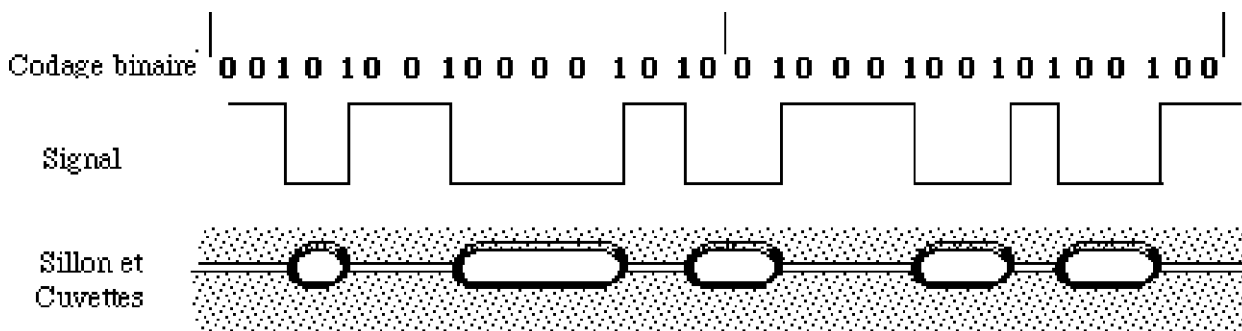
Le violet correspond à une longueur d'onde $\lambda = 400 \text{ nm}$ environ.

Les autres couleurs correspondent à une longueur d'onde comprise entre 400 et 800 nm.

La longueur d'onde d'un faisceau laser rouge se situe entre 600 et 700 nm environ.

Document n°2 *Informations sur les CD*

Sur un CD audio le son est codé en binaire (son numérique), l'enregistrement est réalisé sur un sillon en forme de spirale creusé sur la surface du disque.



Dans ce sillon, sont gravées des micro-cuvettes (pits) de $0,6 \mu\text{m}$ de largeur pour $0,12$ à $0,90 \mu\text{m}$ de longueur minimum.

Au cours de la lecture, le faisceau laser de $1 \mu\text{m}$ de diamètre passe sur le sillon à la vitesse de $1,25 \text{ m/s}$, il est réfléchi. Lors du passage d'une cavité à l'autre, il est "interrompu". le faisceau réfléchi est détecté sur une photo diode, le courant produit présente un front à chaque interruption et à chaque rétablissement, chaque front change l'état logique d'une porte, la succession de ces états logiques constitue le signal numérique porteur de l'information sur le son. Le pas de la spirale est de $1,6 \mu\text{m}$.(il est de $0,74 \mu\text{m}$ pour un DVD).

Bibliographie :

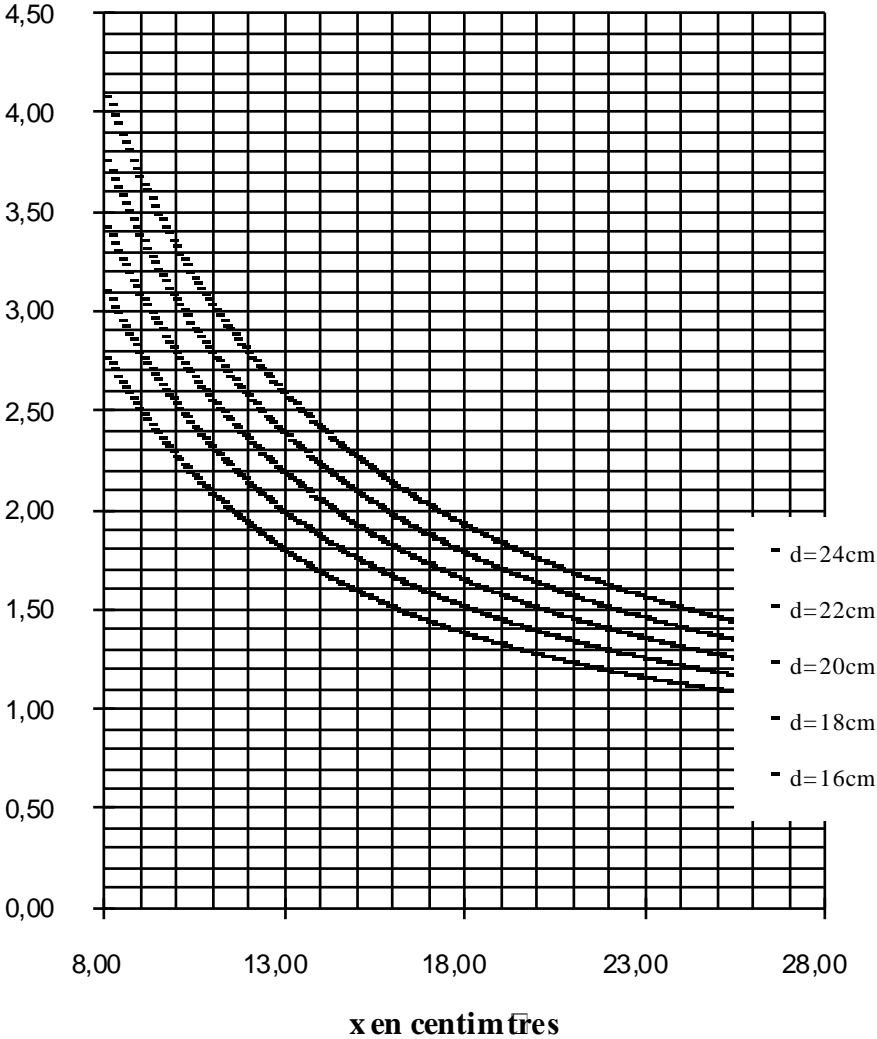
Le monde des ordinateurs - Éditions Time Life, Amsterdam.

Le DVD - Georges ZENATTI- Editions Hermès, Paris.

La Physique au quotidien - Istvan Berkès - Éditions Vuibert , Paris 1989.

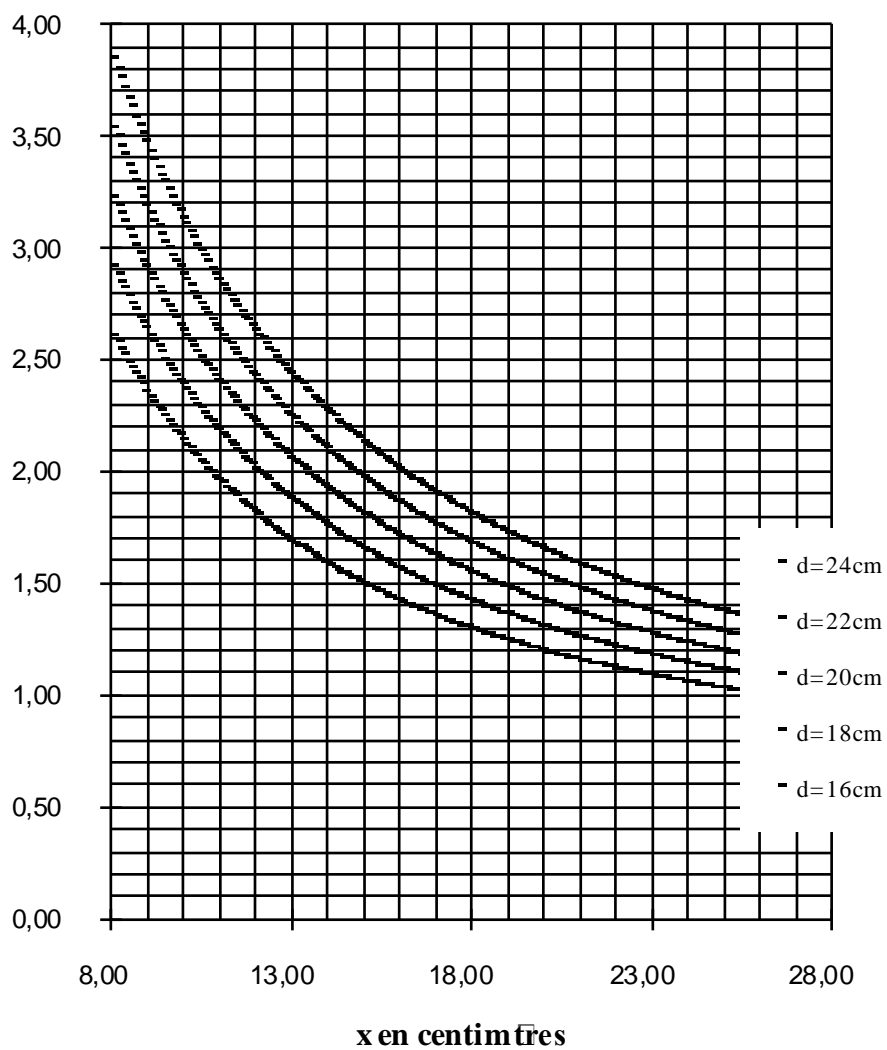
Site internet : <http://www.cst.fr/dtec.../dtech15.htm>

Courbes d'alignag



Longueur d'onde : $\lambda = 670 \text{ nm}$

Courbes d'étalonnage



Longueur d'onde : $\lambda = 633$ nm

Mots croisés

Jean Bernard

ÉLECTRICITÉ EN 4ème.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	■								■	
2										
3	■				■					
4					■					■
5			■	■			■			
6					■	■		■		
7	■								■	
8	■									
9								■		
10					■					

1. Ont deux bornes.
2. Présente une tension à ses bornes(ex: pile).
3. Transport parisien. - Prénom d'un célèbre voyageur italien.
4. Qui ne bouge pas . - Lettres .
5. En dérivation. - Cube. - Du pain renversé.
6. Forme d'une borne de pile plate. - Dans une diode.
7. Grandeur électrique mesurée en volts.
8. Se mesure avec un ampèremètre.
9. Circule dans un circuit. - A un petit courant.
10. Pour porter le panier. - Mal relié.

- A. Conducteur dans un circuit. - Calcium.
- B. Branchement d' un voltmètre.
- C. Index coupé au milieu. - Programmes d'électricité.
- D. Unité d'intensité am...putée ou papa . - Pénètre.
- E. Métal (utilisé pour certaines connexions). - Mer anglaise.
- F. Dipôle lumineux. - De naissance.
- G. Table de marché. - Lieu de travail (en électricité?).
- H. Type de montage. - Négation.
- I. Éléments de circuits en désordre. - Choix ou 3 ?
- J. Spécialiste en électricité. - Dipôle électrique : M