

Les Maths dans les Autres Disciplines Scientifiques

Martine Goueffon et René Drucker

Il était destiné à sensibiliser des collègues matheux aux utilisations des maths dans les autres disciplines scientifiques.

Nous avons abordé

- Fonction et variable : dépendance, variation ?
- Lectures graphiques : axe unique, axes multiples, bi-courbes.
- Interprétation graphique : que dit cette courbe ?
- Fonctions de référence : ajustements.

Nous avons installé un TP réalisé en SVT « *Intensité lumineuse en fonction de la distance* ».

Ce TP n'a pas pu fonctionner car les rideaux ne permettaient pas une obscurité suffisante pour effectuer les mesures mais nous avons fourni les résultats obtenus et mis en évidence les difficultés rencontrées par les élèves pour :

- traduire et interpréter les résultats expérimentaux sous forme graphique.
- Appréhender la notion d'échelle

Martine Goueffon a présenté le TP et justifié sa nécessité dans la progression pédagogique.

Le TP :

Matériel : une source lumineuse = projecteur diapo et un banc optique destiné à recevoir le luxmètre (mobile) qui permet de mesurer l'éclairement.

Mesures à faire : relever les indications du luxmètre en fonction de sa distance à la source lumineuse (tous les 10 cm).

A partir des données (voir *La démarche d'un matheux* : TP intensité lumineuse en fonction de la distance en fin d'atelier), les élèves doivent réaliser un graphique. Dès cet instant on constate une GRANDE différence entre les exigences des SVT (ADS) et des Mathématiques. (tableau *Méthodologie SVT* sur Internet.) et l'extrait du Bréal SVT 2^{nde} (ci-dessous) qui a été projeté :

Méthodologie SVT :

Comment réaliser et décrire un graphique?

1. Construction du graphique

Évolution du phénomène - y - en fonction de la variable connue - x - , soit $y = f(x)$.

- **Identifiez x et y** afin de déterminer quelles sont les **abscisses**, et quelles sont les **ordonnées**.
- **Recherchez le nombre de cadrans utiles dans le repère** par exemple, si toutes les valeurs du tableau sont positives, seul le cadran supérieur droit est nécessaire.
- **Prenez en compte** les plus petites et les plus grandes valeurs pour chaque axe trouvez une **échelle** adaptée, facile à utiliser au vu de l'espace nécessaire, prenez la feuille dans sa longueur ou sa hauteur.
- **Tracez les axes et légendez-les.**

C'est-à-dire **nommez-les**, donnez une **unité**, graduez les axes et figurez l'échelle. Placez les points selon leurs coordonnées et **reliez-les**.

2. Description du graphique

- Délimitez par des traits les différentes **parties du graphique**.
- Déterminez les **points particuliers** (maximum, minimum).
- Décrivez en utilisant le vocabulaire scientifique les **variations** de chaque partie du graphique.

Lorsque c'est possible, encadrez par des valeurs chacune des parties.

Mettre un titre !

in Bréal, SVT, 2^{nde}

Échanges dans la salle sur ces exigences et avis divers ou opposés...

Que ce soit pour construire une courbe ou pour l'interpréter :

Pour la notion de variable : lorsqu'une fonction f de la variable x est représentée, à la question « qu'est-ce qui varie ? » les élèves répondent aléatoirement x ou y !

Pour l'étude de variation les élèves disent « ça monte ou ça descend » avec les pièges que vous verrez plus loin : en SVT pour étudier une fonction f de la variable t on représente une fonction g de la variable x et $f = 1/g$ ou $x = 1-t$ par exemple.

Ensuite **Martine Goueffon** a présenté quelques « activités » (tous les documents peuvent être envoyés par Internet) comprenant des représentations graphiques comportant :

- Plusieurs courbes
- Des axes dans tous les sens
- Des interprétations de variation contraires à l'intuition
- Des cas où il fallait lire la légende ! (ils sont fous ces SVT)

Comme l'un des intervenants l'a dit pendant l'atelier, notre rôle est (peut-être) de nous limiter à la notion de fonction et aux fonctions « simples » mais l'histoire des maths montre que les idées et les théories se sont développées par un incessant va et vient entre la physique, l'astronomie et les maths !

Sans aller jusqu'à habiller systématiquement les maths par des exemples biologiques ou mécaniques ou autres, nous pourrions régulièrement, emprunter des supports fournis par les ADS pour mettre en œuvre les compétences que nous pensons enseigner.

En particulier la notion de fonction de référence qui est plaquée et non opératoire peut intervenir dans des TP de 2^{nde} par exemple:

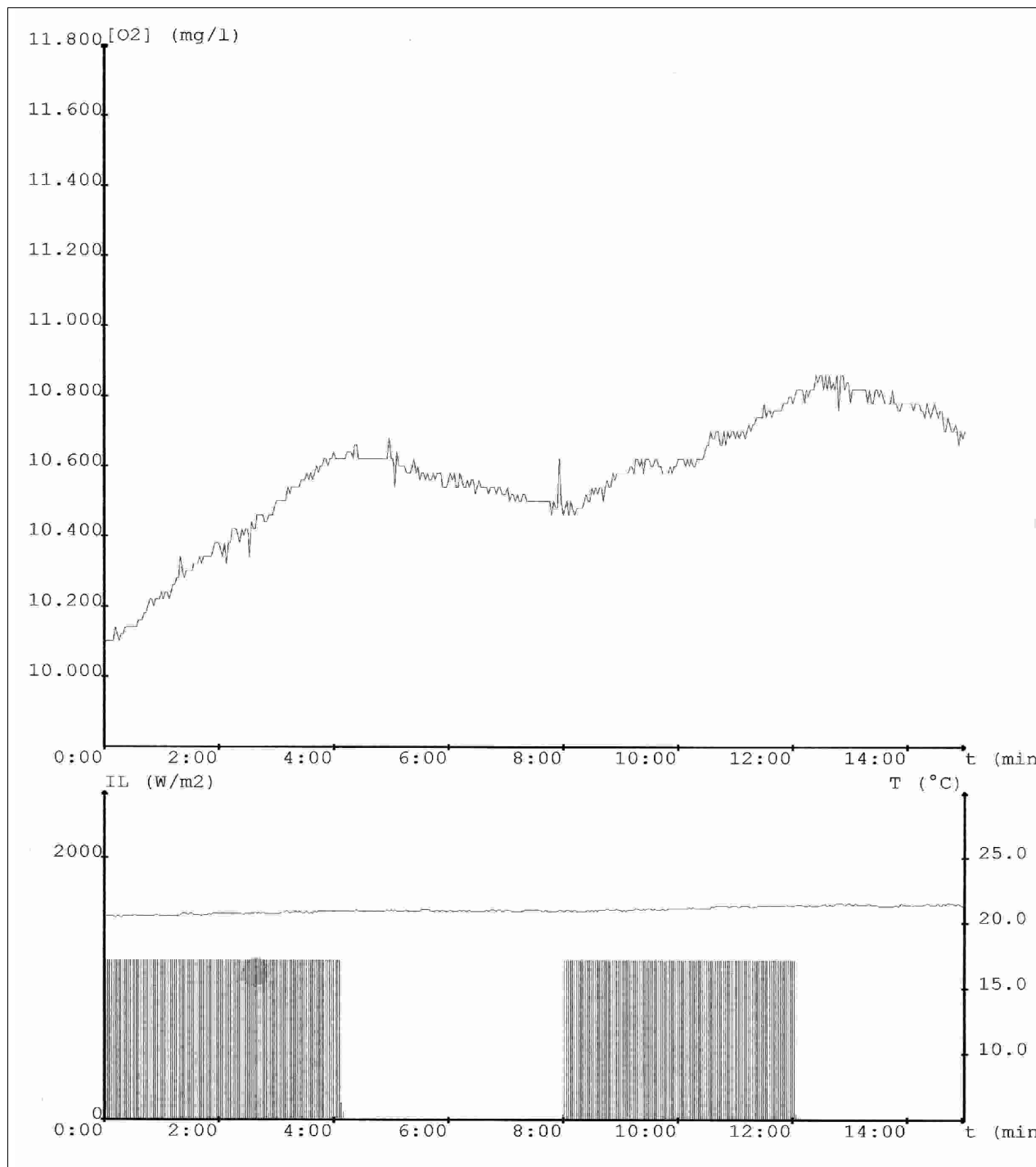
- *Évolution de la concentration du dioxygène du milieu en fonction de l'éclairement.* : fonction affine (voir Courbes page suivante)
- *Intensité lumineuse en fonction de la distance* : fonction $1/x^2$
- Pendule simple : fonction $\arcsin(x)$

(Les documents sont disponibles par Internet.)

Et enfin René Drucker a présenté un exemple d'ajustement et les problèmes rencontrés pour assurer la liaison Maths-ADS.

Évolution de la concentration du dioxygène du milieu en fonction de l'éclairement

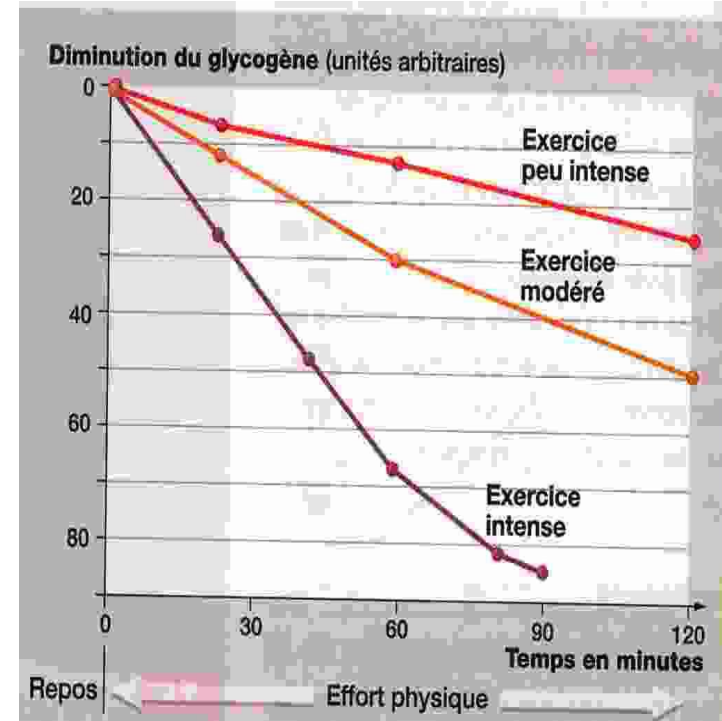
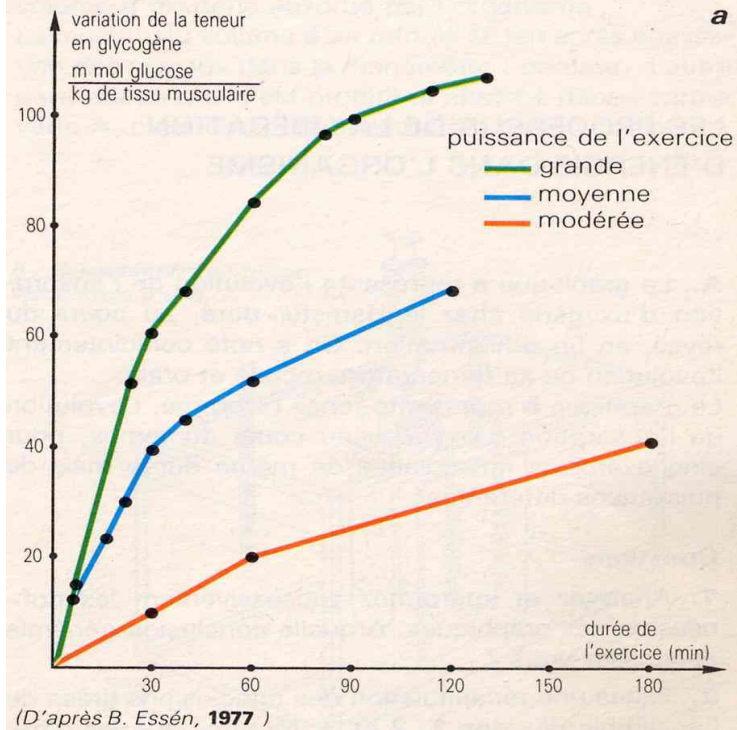
Résultats expérimentaux obtenus par les élèves :



Graphique du haut : Évolution de la concentration du dioxygène du milieu en fonction de l'éclairement.
Graphique du bas : variation de l'Eclairement et de la température au cours de l'expérience.

Ces deux graphiques montrent la même chose !

Observez les axes !



Variation de la teneur du muscle en glycogène.

Différence entre le teneur initiale et la teneur finale lors d'exercices de puissances différentes et/ou de durées différentes.

Puis

La Terre dans le système solaire.

La distance au soleil et la taille des neuf planètes du système solaire sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

On définit une unité astronomique (UA) comme étant la distance de la Terre au soleil ($150 \cdot 10^6$ de km).

- 1) Quelles **informations** peut-on extraire de l'analyse du tableau sur la situation des planètes ?
- 2) Quelles informations peut-on extraire de l'analyse du tableau sur la taille des planètes ?
- 3) Calculer la distance au soleil de chaque planète en unités astronomiques. Compléter le tableau.
- 4) Placer ces planètes sur un même axe gradué, en tenant compte uniquement de leur distance au soleil en UA. Discuter leur disposition.

planètes solaires	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Pluton
distance au soleil ($\times 10^6$ km)	57,9	108,2	150	227,9	778,3	1427	2871	4497,1	5913
rayon (km)	2439	6050	6378	3398	71492	60268	25559	25269	1192
distance au soleil (UA)	0,386	0,721	1,000	1,519	5,189	9,513	19,140	29,981	39,420

La question 4) qui demandait une représentation graphique sur UN axe permettait d'apprécier la difficulté rencontrée par les élèves et leur malaise devant l'absence d'axe Oy !

La démarche d'un matheux :

TP intensité lumineuse en fonction de la distance

J'ai utilisé deux logiciels pour obtenir un ajustement non linéaire de la série de données.

Regressi : utilisé en physique, mais son paramétrage m'est resté hermétique et son utilisation aléatoire.

Derive (pour Windows) que je connais mieux avec nonlinearRegression.dfw qui est un utilitaire.

Valeurs :

distance	salle ordinaire	salle optique
10	111100	160240
20	52300	67250
30	28100	32700
40	15930	18990
50	10790	12150
60	7730	8750
70	5740	6490
80	4415	4880
90	3570	3870
100	2930	3130
110	2420	2540
120	2080	2160

Les courbes obtenues sont semblables mais il a semblé judicieux d'écarter les 3 premières mesures (10, 20, 30 cm) car elles ont nécessité un calibre différent pour le luxmètre.

La discussion sur le choix du modèle mathématique doit être guidée par le prof de physique ou de SVT en raisonnant sur ce qui se passe lorsqu'on s'éloigne à l'infini et le lien entre la surface éclairée par un cône de lumière en fonction de sa « hauteur » (flux).

	Salle ordinaire	
Modèle	$f(x) = a +$	$g(x) = a +$
Valeurs de 10 à 120	$f(x) = -7484 +$	$g(x) = 6184 +$
Valeurs de 40 à 120	$f(x) = -412 + , R^2 = 0.9998$	$g(x) = 482 +$
	Salle optique	
Valeurs de 10 à 120	$f(x) = -6688 +$	$f(x) = 6011 +$
Valeurs de 40 à 120	$f(x) = -289 + , R^2 = 0.99975$	$f(x) = 164 + , R^2 = 0.99945$

Ces fonctions semblent « très différentes » mais leurs tracés sont voisins (?) et seul une valeur (la première) semble pathologique.