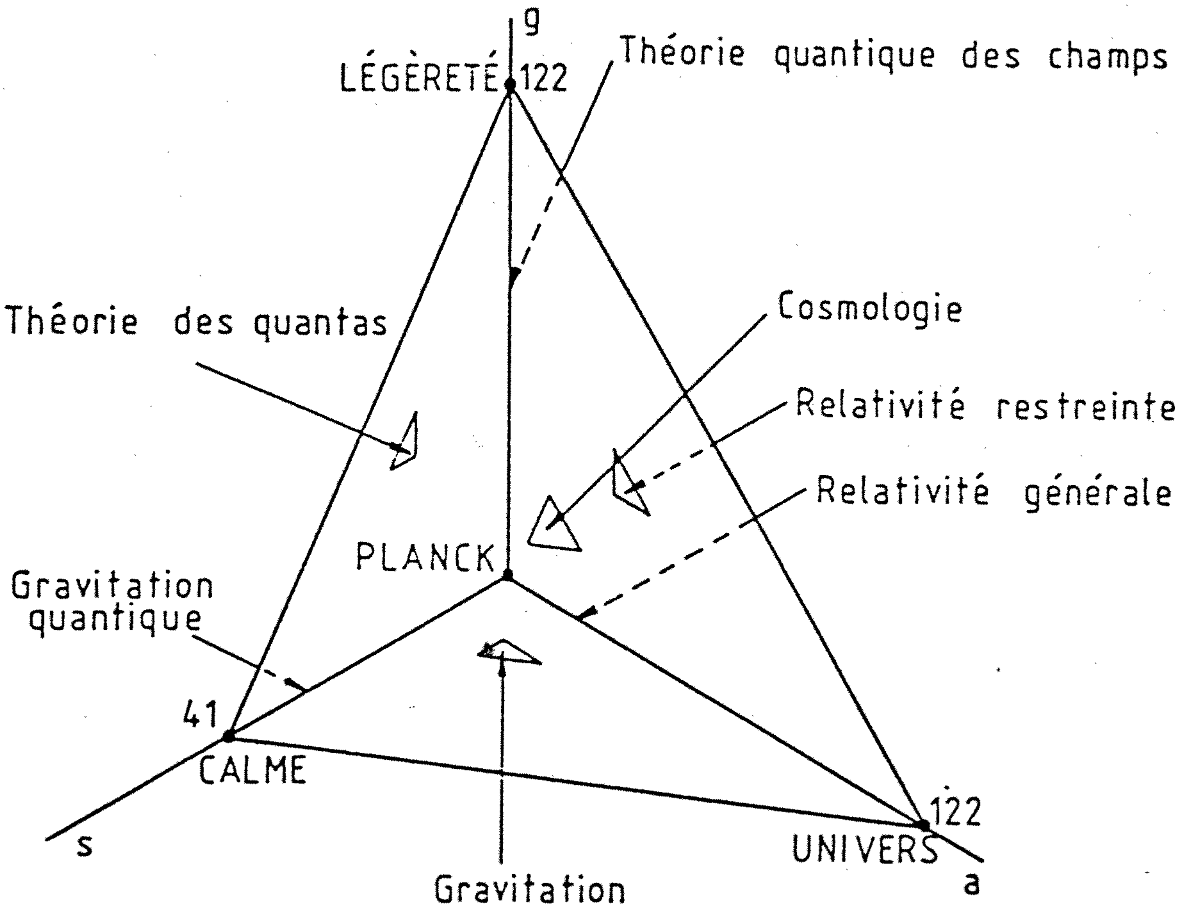
SOCIETE NEUCHATELOISE DES MAITRES DE MATHEMATIQUE, DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE



BULLETIN no 2, octobre 1988

Edition: Société neuchâteloise des maîtres de mathématique, de physique et de chimie.

Equipe de rédaction: Jacques-André Calame, Michel Favre, François Jaquet, Françoise Jeandroz, Jacques Méry, Luc-Olivier Pochon

Ont collaboré à ce numéro: André Calame, Louis Gagnebin, Pierre Huguenin, Jean-Pierre Launaz, Jean-François Perret.

Contact: Michel Favre, rte de la Jonchère 13a, 2208 Les Hauts-Geneveys

Couverture: figure extraite de l'article de Pierre Huguenin.

Délai pour transmettre vos contributions au prochain numéro: 15 fév. 1989

6ème Congrès international sur l'enseignement des mathématiques

Cet été, du 27 juillet au 3 août 1988, s'est tenu le 6ème Congrès international sur l'enseignement des mathématiques, Congrès qui a lieu tous les quatre ans. Plus de 2000 personnes se sont retrouvées cette fois-ci à Budapest pour présenter leurs travaux et en discuter au gré des contacts qui s'établissent tout naturellement en pareil lieu. Dès l'arrivée, une chose frappe, c'est la forte représentation de tous les continents. Il n'y a pas à en douter, les mathématiques s'enseignent vraiment sur toute la terre ! Le programme des communications est en soi un monde. Conférences, travaux de groupes, sessions thématiques en parallèle, présentations de posters, se succèdent, s'additionnent, s'entremêlent en un copieux menu. C'est un fait, la diversité des interventions et de leur intérêt ne manque pas !

Une des journées du Congrés s'est déroulée autour du thème "Mathématiques, Education, et Société". Consacrer une journée entière centrée sur un thème était une innovation. Le but en était d'élargir un peu le regard par rap-port aux questions proprement didactiques pour s'interroger sur le paysage social, culturel et politique dans lequel s'inscrit de fait l'enseignement des mathématiques. Dans cette perspective diverses thématiques ont été abordées: Enseignement des mathématiques et culture, Société et institutionalisation de l'enseignement des maths, Enseignement des maths et responsabilités sociales, etc.

Les intervenants n'ont de loin pas épuiser le sujet, on pourrait imaginer que l'un ou l'autre des thèmes soit repris sous d'autres formes, en d'autres lieux. Penser la place de l'enseignement des mathématiques dans le paysage culturel et pédagogique est sans aucun doute une tâche à reprendre périodiquement. jfp

EDITORIAL

LES PROBLEMES D'ARITHMETIQUES SOURCE DE REFLEXION

Dans le numéro d'avril 1988 de "Pour la science", Denis Bresson présente une panoplie d'énoncés de problèmes d'arithmétique en commençant par celui-ci:

"Une personne charitable rencontre des pauvres auxquels elle distribue le quart de l'argent qu'elle a dans sa bourse, moins 1/4 de franc; Dieu, pour la récompenser, double ce qui lui reste. Alors elle entre dans une église, et dépose dans un tronc le tiers de ce qu'elle a dans sa bourse, plus 1/3 de franc; Dieu triple ce qui lui reste. Elle se rend ensuite dans une prison, où elle distribue la moitié de ce qu'elle a, plus 1/2 franc. Dieu quadruple ce qui lui reste; et elle rentre chez elle avec 100 francs. Combien avait-elle en sortant ?" (tiré des leçons d'arithmétique de P.L. Girodde. Paris, 1872)

Les derniers exemples analysés par Bresson sont les fameux exercices de logique proposé par Godement (1963) qui concernent la guerre d'Algérie.

Ces cas caricaturaux devraient en principe, avoir disparu de nos manuels grâce aux commissions de lecture vigilantes et soucieuses de respecter croyances, opinions, sexes, etc. (On peut toutefois essayer d'imaginer ce qu'on retiendra de nos énoncés dans 100 ans).

Mais ces énoncés ne doivent pas être analysés au deuxième degré seulement. L'intention première était sans aucun doute de présenter de nombreux cas pratiques. Malheureusement, très vite, ces problèmes n'ont pas suffi pour aborder toutes les situations de la vie "courante" ou professionnelle. On a alors utilisé dans les manuels des questions plus générales, d'où les problèmes de robinets de triste mémoire. Dans les années 60, la tentative a été d'introduire plus systématiquement des problèmes abstraits. Ce qui ne semble pas avoir résolu le problème du transfert. Que faire alors ? Dans le cadre du Conseil de l'Europe, des équipes (principalement le professeur d'Hainaut) ont imgaginé le concept de capacité-clé. Mais là encore la méthode pour "enseigner" de telles capacités reste à découvrir.

La réponse ne peut qu'être multiple. Elle est certainement contenue en germe dans les diverses positions des collègues face aux réformes des programmes et des contenus d'enseignement. La formule magique doit certainement contenir quelques automatismes de base, mais attention à ne pas trop mélanger les épices. Un deuxième ingrédient est l'"activité". "Si vous n'avez pas d'idée pour la première phrase, commencez par la seconde" disent les (bons) maîtres de dissertation ! Et il ne faut pas négliger le liant. Il faut peut-être admettre que tout nouveau problème nécessite, un rappel, une mise en train, un brassage des idées !

Avez-vous une autre recette ?

L'équipe de rédaction

INFORMATIONS

Rencontres ESRN - Ecoles professionnelles (suite)

Le numéro précédent du bulletin donnait une information générale sur ces rencontres. On résume ici une partie des conclusions, plus particulièrement celles concernant la physique, du groupe chargé de la physique, chimie, biologie.

Il ressort du rapport, signé D. Carrard et D. Wessner, que, en ce qui concerne l'enseignement de la physique, le passage de l'enseignement obligatoire à l'enseignement professionnel n'est pas planifié au mieux ! En effet, alors que l'enseignement de la physique au niveau secondaire se déroule sur une année seulement et constitue une formation générale, les maîtres qui enseignent aux apprentis en mécanique ou en électricité souhaiteraient que leurs élèves arrivent mieux outillés "techniquement".

De plus, les élèves quittant l'école obligatoire à la fin de la 8ième n'abordent aucune notion de physique.

Savoir si le fait de devoir reviser des notions de base (force, travail, ...) doit être considéré comme normal, ou non, en début d'apprentissage, est un vaste problème; il semble naturel que l'on puisse parler d'acquis minimum en fin de scolarité obligatoire. Mais il va aussi de soi qu'une notion est toujours nouvelle lorsque le contexte dans lequel elle apparaît est modifié. Nos collègues qui ont planché sur le problème ne semblent pas, avoir abouti à une conclusion définitive, cela va sans dire. En revanche, ils ont pu mettre le doigt sur quelques problèmes pratiques. Tous concernent les unités de mesure:

Les maîtres de l'enseignement professionnel souhaitent que le SI (Système international d'unités) soit utilisé de façon généralisée dès le début de l'enseignement de la physique. Par ailleurs, il faudrait également que les élèves soient habitués à l'analyse dimensionnelle des unités.

Pour leur part, les maîtres de l'enseignement secondaire notent la grande difficulté des élèves à maîtriser des unités complexes (pression, travail, puissance, ...). Une grande énergie est déjà dépensée pour que les notions plus "concrètes" de longueur, temps, vitesse soient définitivement acquises.

Un constat simple (mais lourd de conséquence ?): l'unité d'accélération est donnée à l'école secondaire en N/kg (Newton par kilo) alors que dans les écoles professionnelles, on "démarre" avec des m/s^2 !

lop

Des exemplaires du rapport complet peuvent être obtenus auprès de la direction de l'ESRN, Collège du Mail (038/ 25 92 62).

PHYSIQUE

L'UNIVERS DIMENSIONNEL DE LA PHYSIQUE

ESSAI DE PHYSIQUE CONTEMPLATIVE

Pierre HUGUENIN
Institut de Physique
Rue A-L. Breguet 1
CH-2000 Neuchâtel

1. Introduction .

Si l'on veut appréhender une grandeur physique dans l'ensemble de ses réalisations possibles dans notre univers on est contraint d'utiliser des stratagèmes. Le plus utilisé est la représentation logarithmique dont nous ferons usage systématiquement dans cet essai.

Cette représentation permet d'appréhender, donc de comparer, simultanément la masse d'un électron, avec celle d'un proton, d'une voiture, du soleil, d'une galaxie ou de l'univers entier.

Sur la figure 1.1, nous avons reporté la variable m, avec la signification

$$\text{Masse de l'objet} = 10^{m} \cdot \underline{kg}$$

(Afin de pouvoir conserver les lettres minuscules ordinaires pour des variables réelles sans dimensions, les unités de mesures seront ici soulignées)

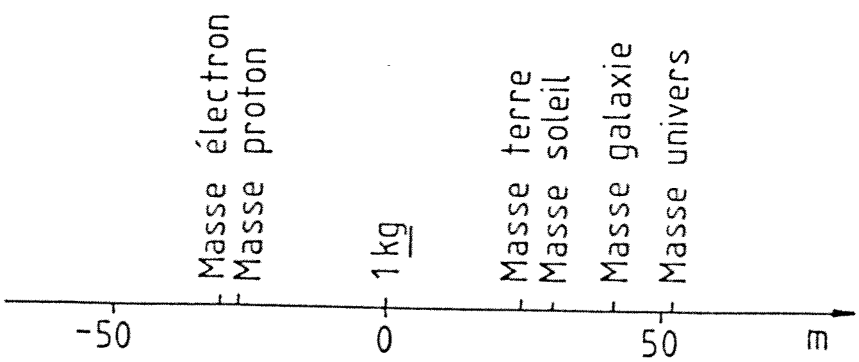


Fig. 1.1

Sur la figure 1.2, nous avons fait de même avec quelques longueurs caractéristiques mesurées en mètres.

$$\text{Distance} = 10^{\ell}\ \underline{m}$$

On peut remarquer que le rayon de la terre se trouve sur le diagramme à mi-distance entre le rayon du proton et celui de l'univers. Du moment que la représentation est logarithmique, cela signifie que le rayon de la terre correspond à la moyenne géométrique entre les rayons du proton et de l'univers.

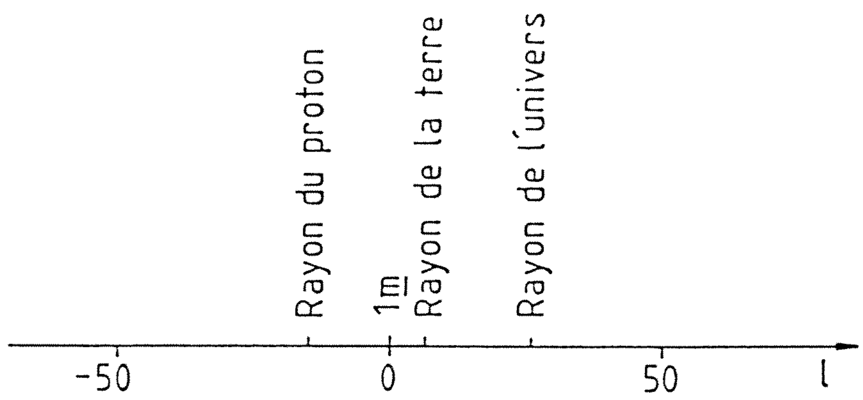


Fig. 1.2

Sur la figure 1.3, on peut comparer des intervalles de temps. La durée de vie de méson π^0 est typique d'un temps court du point de vue expérimental. Pour les interactions fortes le π^0 est considéré comme stable ! En effet, cette particule a le temps de sortir du noyau où elle a été créée pour se désintégrer par interaction électromagnétique "loin" au-dehors du noyau. Nous avons reporté :

$$\text{Intervalle de temps} = 10^{t}\ \underline{s}$$

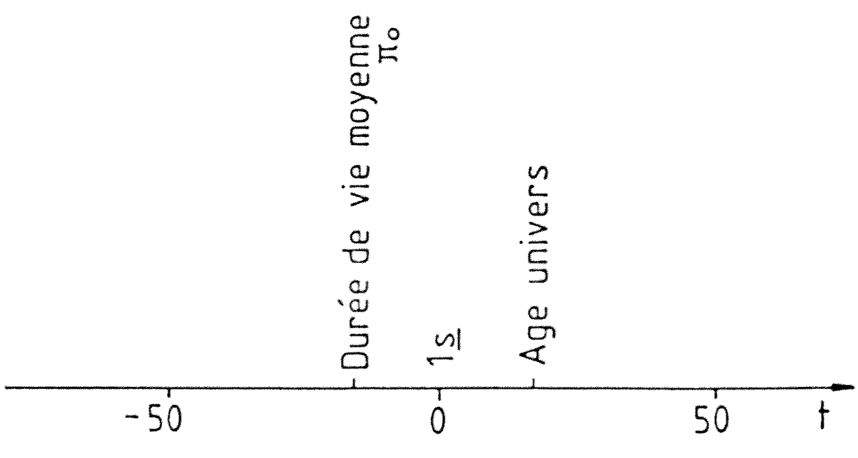


Fig. 1.3

L'idée du présent travail est de systématiser l'usage de telles représentations pour toutes les grandeurs physiques quelles que soient leurs dimensions et d'en tirer d'éventuelles conséquences.

Tout d'abord nous verrons que dans le cas de la mécanique il faut tenir compte de 3 unités physiques, ce qui conduit à considérer des variétés multidimensionnelles. Nous verrons sur l'exemple de l'électrodynamique que toute la physique actuelle peut être basée sur des systèmes à trois unités.

Nous choisirons de travailler avec une représentation projective des grandeurs physiques (ou plutôt de leurs logarithmes) où c, $\hbar$ et G sont pris comme unités fondamentales. Ceci permet d'ordonner les théories physiques autour d'un tétraèdre. Les détails techniques sont groupés dans les appendices A, B, et C.

Nous essaierons de comprendre pourquoi nous avons besoin de 3 unités physiques sur l'exemple historique du passage de la statique d'Archimède à la dynamique de Newton. Cette extension du champ d'application de la physique n'a pas fini de porter des fruits et aucune révolution de cette ampleur n'est apparue depuis lors.

2. Le cas de la mécanique et de ses limites de validité

On sait l'extraordinaire succès de la mécanique classique qui décrit le mouvement d'un grain de poussière aussi bien que celui d'une planète, voire des étoiles au sein des galaxies.

Il est important d'avoir une idée de ses limites de validité. On sait que l'équation de Newton doit être modifiée si la vitesse approche la vitesse de la lumière. D'autre part, pour de grandes distances, la géométrie de l'univers apporte d'autres corrections à l'équation de Newton.

Un diagramme longueur-vitesse est susceptible de délimiter des zones. (Figure 2.1)

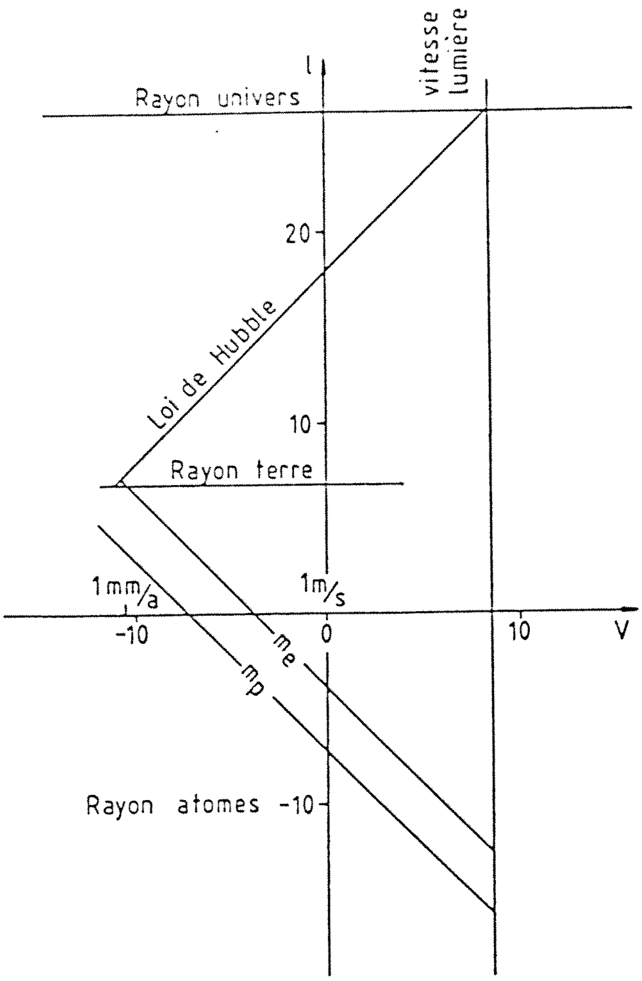


Fig. 2.1

L'axe vertical est une copie de la figure 1.2 alors que sur l'axe horizontal nous reportons v tel que

$$\text{vitesse} = 10^{v}\ \underline{m}\ \underline{s}^{-1}$$

v est donc limité par la vitesse de la lumière

$$v < \log 3 \cdot 10^{8} = 8{,}48$$

Pour les grandes distances, l'espace et le temps forment un espace courbe. La loi de Hubble entre aussi en jeu. Le prolongement de cette loi à des distances de l'ordre du rayon de la terre donne des vitesses géologiques (mm/an) Coïncidence ? Probablement.

Dans le bas du diagramme, ce sont les incertitudes d'Heisenberg qui limitent la validité de la mécanique classique. Cette limitation porte sur le produit quantité de mouvement x longueur. Pour obtenir la quantité de mouvement à partir de la vitesse, il faut connaître la masse. La limite ne peut pas être tracée par une seule droite. Nous en avons tracé deux. Celles du proton et de l'électron.

Pour appréhender complètement ces questions il faut passer à l'espace à 3 dimensions (au moins!). L'appendice C répertorie les grandeurs et les lois physiques en cause dans ce travail.
Considérons 3 axes liés respectivement à la masse, à la longueur et au temps

$$\text{masse} = 10^{m}\ \underline{kg} \qquad \text{longueur} = 10^{\ell}\ \underline{m} \qquad \text{temps} = 10^{t}\ \underline{s}.$$

Il est facile de représenter le plan qui correspond à l'âge de l'univers et celui de son rayon.

Nous savons qu'il faut encore tracer la limite due à la relativité (vitesse < c) et celle des incertitudes quantiques (masse · vitesse · longueur > ħ). En coordonnées logarithmiques ces deux limites donnent des plans obliques d'équations :

$$\log 10^{\ell} + \cancel{\log \underline{m}} - \log 10^{t} - \cancel{\log \underline{s}} = \log \cdot 3 \cdot 10^{8} + \cancel{\log \underline{m}} - \cancel{\log \underline{s}}$$

ou

$$\ell - t = 8{,}48$$

et

$$\log 10^{m} + \log 10^{2\ell} - \log 10^{t} + \log \underline{kg} + 2 \log \underline{m} - \log \underline{s}$$

$$= \log 1{,}05 \cdot 10^{-34} + \log \frac{\underline{kg}\ \underline{m}^{2}}{\underline{s}}$$

ou

$$m + 2\ell - t = -33{,}98$$

De la même manière, on peut reporter la loi de la gravitation universelle en traçant un plan qui corresponde à la constante G de la gravitation

$$10^{3\ell - m - 2t}\ \underline{m}^{3}\ \underline{kg}^{-1}\ \underline{s}^{-2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \underline{m}^{3}\ \underline{kg}^{-1}\ \underline{s}^{-2}$$

En prenant le logarithme

$$3\ell - m - 2t = 10{,}18$$

Les plans $\underline{\hbar}$, $\underline{c}$, $\underline{G}$ ne sont pas parallèles, ils forment un trièdre qui définit 3 arêtes qui se coupent en un point $\ell = 34{,}79$ $m = 7{,}66$ $t = -43{,}27$. Ce sont les logarithmes des valeurs des unités de Planck dans le système MKS.

La prespective de la figure 2.2 est très mal choisie parce que les plans des coordonnées sont en biais relativement aux plans liés aux constantes physiques fondamentales.

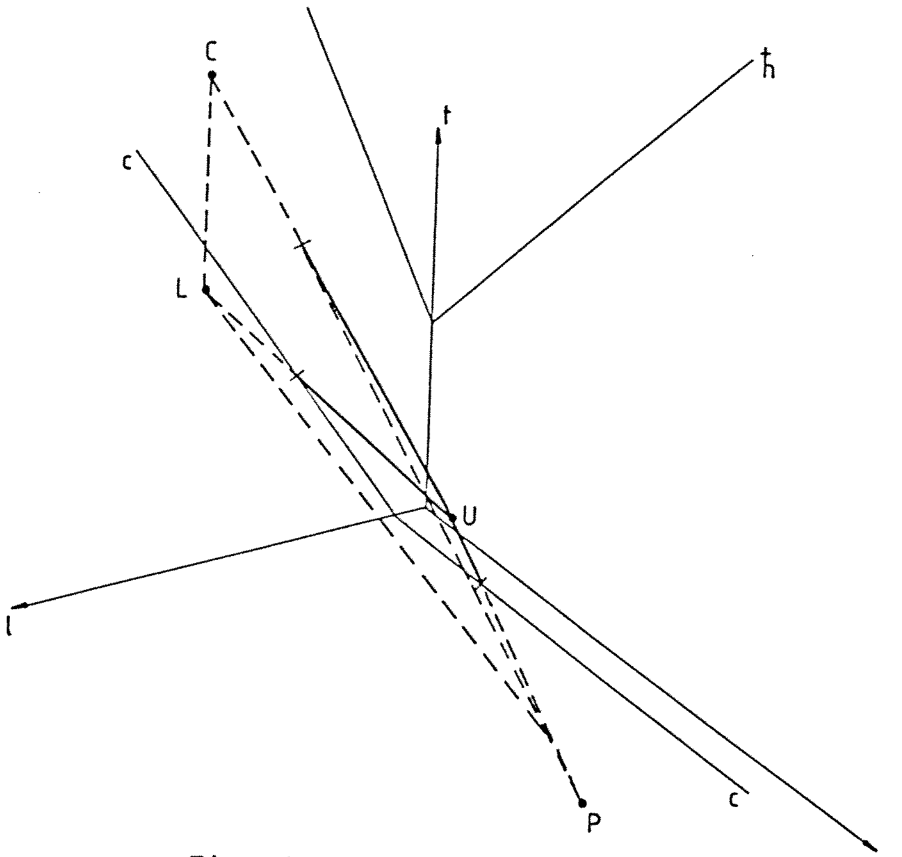


Fig. 2.2

Nous mettrons ce même dessin dans une meilleure perspective au § 3.

D'ores et déjà apparaît l'importance écrasante des concepts de la mécanique classique. Une théorie qui ne contiendrait pas cette dernière comme cas limite n'aurait aucune chance de s'imposer.

3. Le tétraèdre des théories physiques

Les diagrammes tridimensionnels basés sur le système MKS des paragraphes précédents sont peu lisibles. L'origine des coordonnées n'a aucune signification particulière, pas plus que les plans associés aux axes de coordonnées.

Rien n'empêche d'effectuer une transformation affine telle que les axes soient les intersections des plans associés à 3 constantes physiques fondamentales indépendantes. Nous choisirons ici la vitesse c de la lumière, la constante de Planck ħ et la constante de gravitation G.

On trouve en appendice le détail du calcul du changement de repère pour passer des variables m ℓ t aux variables s a g que nous allons introduire.

La variable s est le logarithme de l'inverse d'une vitesse exprimée en partie de vitesse de la lumière

$$v = 10^{-s} \underline{c}$$

La variable s représente une lenteur et pour des vitesses de propagation de signaux qui transportent de l'énergie, $s \geqslant 0$.

La variable a est le logarithme de moment cinétique ou de l'intégrale d'action exprimé en unités $\hbar$. Pour les phénomènes non quantiques $a > 0$

$$\underset{\text{(action)}}{\text{Moment cinétique}} = 10^{a} \underline{\hbar}$$

La variable g concerne une grandeur mécanique qui ne semble pas avoir de nom. Elle est liée à des combinaisons de grandeurs ayant la dimension de la constante de gravitation. Appelons "indice gravitationnel" toute grandeur de dimension $M^{-1} L^{3} T^{-2}$.

$$\text{Indice gravitationnel} = 10^{g} \underline{G}$$

De nouveau, on attend $g > o$ parce que la gravitation engendre les accélérations les plus faibles possibles : on ne sait pas écranter la gravitation, ce qu'il faudrait pouvoir faire pour mesurer clairement des accélérations plus faibles.

Sur la figure 3.1 nous avons représenté les axes (s,a,g) avec le plan sécant correspondant à l'horizon $R = 2 \cdot 10^{26}$ $\underline{m}$ de l'univers.

L'intérieur du tétraèdre ainsi défini correspond à des situations classiques. En revanche, les faces nécessitent en général des théories développées ce siècle.

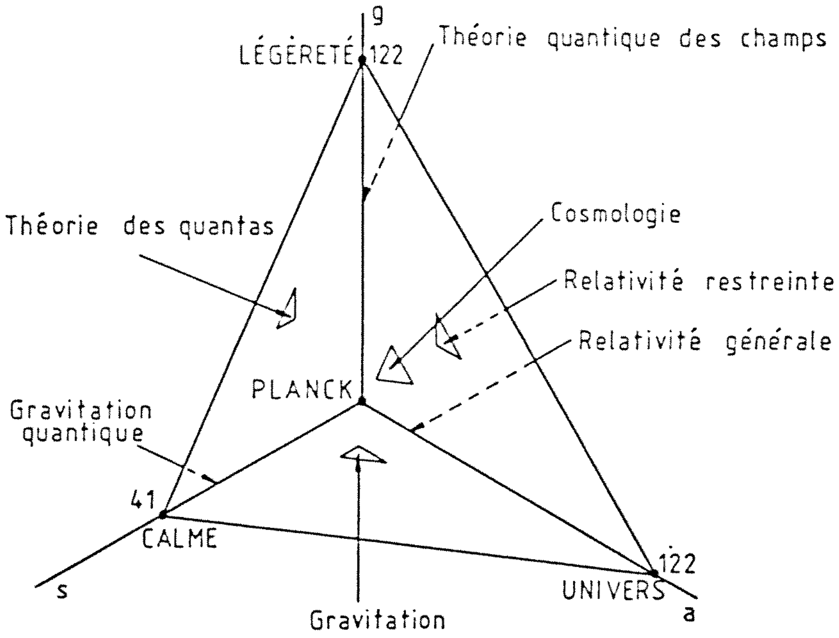


FIG. 3.1

Le voisinage du plan s = 0 nécessite des équations relativistes.
Le voisinage du plan a = 0 appelle la mécanique quantique.
Le voisinage du plan g = 0 est gouverné par la gravitation.
Le plan sécant correspond à la cosmologie contemporaine.

Le domaine d'adéquation de la mécanique classique comporte pratiquement tout le volume du tétraèdre, alors que les théories contemporaines ne sont indispensables que sur des surfaces ou des droites "de mesure nulle".

Ces 4 théories s'organisent démocratiquement autour de la mécanique classique qui reste à la fois un modèle de théorie et une limite nécessaire (Principes de correspondances).

On peut même classer certains scénarios de science fiction. Les tachions pour s < 0, les variables cachées pour a < 0, l'antigravitation pour g < 0. (Fig 3.2)

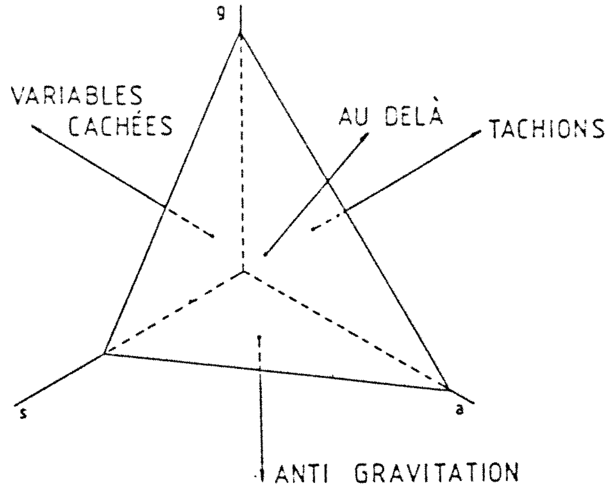


FIG. 3.2

Les arêtes nécessitent la synthèse des théories que les 2 plans qui les définissent comportent.

On aura la gravitation quantique sur l'axe s, la relativité générale sur l'axe a, la théorie quantique des champs sur l'axe g. Ces théories sont difficiles parce que les concepts mathématiques adéquats pour les 4 faces du tétraèdre sont de natures différentes.

Espaces fonctionnels pour la mécanique quantique, espace temps de métrique indéfinie pour la relativité restreinte, univers courbé 1) pour la cosmologie, géométrie pseudo Riemannienne pour la gravitation.
Si les arêtes sont des zones difficiles que dire des sommets ?

1) Si l'espace des théories cosmologiques est pratiquement plat, l'espace temps ou univers est courbe. (voisinage du rayon de Schwarzschild !)
Le point $s = s_{max}$ est un point de calme absolu.
Le point $g = g_{max}$ est un point d'extrême légèreté.
Le point $a = a_{max}$ est un point d'extrême lourdeur.

L'origine des axes correspond aux 3 unités de Planck. On peut l'appeler point de Planck. Beaucoup de cosmologues pensent qu'à l'origine du Big-Bang l'univers était concentré dans un volume caractérisé par les valeurs des coordonnées de Planck. C'est un point d'extrême agitation.

A. Structure géométrique de la représentation

Les grandeurs physiques peuvent s'écrire sous la forme :

$$q = 10^d \, \underline{m}^\alpha \, \underline{kg}^\beta \, \underline{s}^\delta \tag{A.1}$$

(Nous considérons uniquement les valeurs absolues)

Pour les représenter nous prenons le logarithme

$$\log q = \alpha \log \underline{m} + \beta \log \underline{kg} + \delta \log \underline{s} + d$$

$$= (\log \underline{m}, \log \underline{kg}, \log \underline{s}, 1) \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix}$$

Il y a une relation biunivoque entre la grandeur physique q et la liste de 4 réels :

$$q \leftrightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix} \qquad R_4$$

Nous avons un espace vectoriel parce que

$$q = q_1 \cdot q_2 \leftrightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \beta_1 \\ \delta_1 \\ d_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \alpha_2 \\ \beta_2 \\ \delta_2 \\ d_2 \end{pmatrix}$$

et

$$q = q_0^\lambda \leftrightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} \alpha_0 \\ \beta_0 \\ \delta_0 \\ d_0 \end{pmatrix} \qquad \lambda \in R$$

La somme de deux grandeurs physiques est plus compliquée. Si q_1 et q_2 sont de même dimensionnalité

$$q_1 \rightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d_1 \end{pmatrix} \qquad q_2 \rightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d_2 \end{pmatrix}$$

alors la somme a un sens et

$$q = q_1 + q_2 \rightarrow \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ \log\ (10^{d_1} + 10^{d_2}) \end{pmatrix}$$

Ce logarithme est donné en 1^e approximation par le plus grand $d \simeq \mathrm{Max}\ (d_1, d_2)$. En effet, supposons $d_1 > d_2$

$$d = \log\ 10^{d_1}\ (1 + 10^{d_2 - d_1}) = \underbrace{\log\ 10^{d_1}}_{d_1} + \underbrace{\log\ (1 + 10^{d_2 - d_1})}_{< \log 2 = 0,3}$$

<u>Représentation projective</u>

Pour visualiser les relations d'ordres de grandeurs il est nécessaire d'appréhender cet espace de dimension 4 au moyen de diverses projections. Il y aura nécessairement perte d'information. Je choisis de considérer le vecteur $(\alpha, \beta, \delta, d)$ comme les coordonnées homogènes d'un plan de coordonnées (ℓ, m, t) de l'espace R_3

(A.2) $$a\ell + \beta m + \delta t = d$$

Visiblement, le plan ainsi construit ne détermine pas complétement la grandeur physique q. En effet, si $\lambda \neq 0$

$$q^\lambda \rightarrow \quad a\ell + \beta m + \delta t = d$$

plan indépendant de λ.

Si $\alpha = \beta = \delta = 0$ (nombre pur) le plan dégénère en la droite à l'infini.

On obtient l'équation du plan qui correspond à une grandeur physique en étudiant les possibilités d'obtenir sa valeur par produits de grandeurs des différentes unités choisies comme base. Dans le système MKS, on écrira :

(A.3) $$q = (10^\ell\ \underline{m})^\alpha\ \ (10\ \ \underline{kg})^\beta\ \ (10\ \ \underline{s})^\delta$$

Qui doit être égal à (A.1). En prenant les logarithmes de ces deux écritures; on retrouve (A.2)

(A.2) $$d = \alpha \ell + \beta m + \delta t$$

Les expressions formelles log $\underline{m}$, log $\underline{kg}$ et log $\underline{s}$ disparaissent. Quant à d, il vaut

(A.4) $$d = \log \frac{q}{\underline{m}^{\alpha}\ \underline{kg}^{\beta}\ \underline{s}^{\delta}}$$

Au produit de deux grandeurs correspond un plan qui passe par l'intersection des plans correspondants aux facteurs. Cette intersection commune est un axe. Il n'est malheureusement pas possible de préciser davantage parce que la correspondance quantité physique - plan Euclidien n'est pas univoque. Les puissances d'une quantité physique sont appliquées sur le même plan.

Les points de notre espace sont donnés par l'intersection de 3 plans, donc par 3 grandeurs indépendantes. A un système d'unités, correspond donc un point.

B. Relations entre unités MKS et de Planck

Le système de Planck donne le rôle d'unités à la vitesse de la lumière c, à la constante de Planck $\hbar$, et à la constante de gravitation G. Physiquement c est une limite supérieure, alors que $\hbar$ et G sont des limites inférieures, aussi, c'est l'inverse de c que nous considérerons comme unité pour notre description. Pour les besoins de cet appendice, nous noterons par une barre supérieure la valeur numérique d'une grandeur exprimée en unités MKS. Les constantes physiques c, $\hbar$ et G prennent le statut d'unités et elles seront soulignées.

$$\underline{c} = \bar{c}\ \underline{m}\ \underline{s}^{-1} \qquad \bar{c} = 3 \cdot 10^{8} \qquad = 10^{8,477}$$

(B.1) $$\underline{\hbar} = \bar{\hbar}\ \underline{m}^{2}\ \underline{kg}\ \underline{s}^{-1} \qquad \bar{\hbar} = 1,0546 \cdot 10^{-34} \qquad = 10^{-33,977}$$

$$\underline{G} = \bar{G}\ \underline{m}^{3}\ \underline{kg}^{-1}\ \underline{s}^{-2} \qquad \bar{G} = 6,67 \cdot 10^{-11} \qquad = 10^{-10,176}$$

En analogie ave (A.3) on posera

$$q = (10^s \, \underline{c}^{-1})^{\xi} \, (10^a \, \underline{\hbar})^{\eta} \, (10^g \, \underline{G})^{\zeta}$$

(B.2)

$$= 10^D \;\; \underline{c}^{-\xi} \;\; \underline{\hbar}^{\eta} \;\; \underline{G}^{\zeta}$$

Ce qui livre l'équation du plan dans ces coordonnées en prenant le logarithme

(B.3) $$D = d \, \xi + a \, \hbar + g \, \zeta$$

A l'aide de (B.1) on peut exprimer log q dans le repère MKS et égaler au logarithme de (A.1)

$$\log q = D + \xi \log \frac{1}{\underline{c}} + \eta \log \underline{\hbar} \; 11 \; \zeta \log \underline{G}$$

$$= D + \xi(-\log \bar{c} - \log \underline{m} + \log \underline{s})$$

(B.4)

$$= \quad + \eta(\log \bar{\hbar} + 2 \log \underline{m} + \log \underline{kg} - \log \underline{s})$$

$$= \quad + \zeta(\log \bar{G} + 3 \log \underline{m} + \log \underline{kg} - 2 \log \underline{s})$$

$$= d + \alpha \log \underline{m} + \beta \log \underline{kg} + \delta \log \underline{s}$$

(B.4) est une identité symbolique et il faut annuler les coefficients des logarithmes des unités.

$$\begin{aligned} \alpha &= -\xi + 2\eta + 3\zeta \\ \beta &= \eta - \zeta \\ \delta &= \xi - \eta - 2\zeta \\ d &= -\xi \log \bar{c} + \eta \log \bar{\hbar} + \zeta \log \bar{G} + D \end{aligned}$$

C'est une relation linéaire que nou pouvons mettre sous forme matricielle

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & -2 & 0 \\ -\log \bar{c} & \log \bar{\hbar} & \log \bar{G} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi \\ \eta \\ \zeta \\ D \end{pmatrix}$$

D'inverse

$$\begin{pmatrix} \xi \\ \eta \\ \zeta \\ D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,5 & -0,5 & 2,5 & 0 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0 \\ 0,5 & -0,5 & 0,5 & 0 \\ \log \frac{\bar{c}^{3/2}}{\bar{\hbar}^{1/2} \; \bar{G}^{1/2}} & \log \frac{\bar{G}^{1/2}}{\bar{c}^{1/2} \; \bar{\hbar}^{1/2}} & \log \frac{\bar{c}^{\;5/2}}{\bar{\hbar}^{1/2} \; \bar{G}^{1/2}} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \delta \\ d \end{pmatrix}$$

On retrouve les expressions des unités de Planck

$$l = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2} \qquad m = \left(\frac{c\hbar}{G}\right)^{1/2} \qquad \tau = \left(\frac{\hbar\, G}{c^5}\right)^{1/2}$$

auxquelles on peut adjoindre l'unité de force qui en dévrive

$$f = \frac{c^4}{G} = 1{,}2 \cdot 10^{36} \text{ Newton}$$

Cette force est une limite physique supérieure.

C. Répertoire des lois et grandeurs physiques citées

$$\underline{c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} = \text{vitesse de la lumière}}$$

On sait qu'il s'agit d'une vitesse limite infranchissable qui peut jouer le rôle d'unité intrinsèque de vitesse. c domine la relativité.

$$\underline{\hbar = 1{,}0546 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1} = \text{constante de Planck}}$$

Cette constante domine la mécanique quantique. On se souviendra des incertitudes d'Heisenberg

$$\underline{\Delta p\, \Delta q = m\, \Delta v \cdot \Delta q \geqslant \hbar}$$

qui limitent l'applicabilité des concepts de la mécanique classique au niveau microscopique.

$$\underline{G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} = \text{constante de gravitation}}$$

Elle donne la force d'attraction entre 2 masses m_1 et m_2 distantes de r par la loi de Newton

$$f = -\frac{G\, m_1 m_2}{r^2}$$

$$\underline{H = 2 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1} = \text{constante de Hubble}}$$

Elle mesure la vitesse moyenne de fuite des galaxies en raison de leur distance selon la loi de Hubble

$$V = H\, d$$

Elle définit une distance (R = rayon de l'univers) à partir de laquelle aucun signal ne peut nous parvenir dès que $v > c$ = vitesse de la lumière. Ce rayon définit l'horizon

$$R = c\, H^{-1}$$

L'ordre de grandeur de l'âge de l'univers est donné par l'inverse de H. Sans plus de détails, on admettra ici

$$T = H^{-1} \cong 5 \cdot 10^{17} \text{ s} = \text{Age de l'univers.}$$

Certains nombres purs sont abordés au § 7. Je ne les discute pas à nouveau dans cet appendice.

* * * * *

Table des matières:

La fin de l'article paraîtra dans le prochain bulletin. Il traitera les points 4 à 9.

A suivre ...

LU POUR VOUS

LUBCZANSKI, Jacques. Comment réussir le triangle quelconque ... et douze autres friandises ! Cedic. Paris, 1986. Collection: chroniques mathématiques.

L'auteur qui a déjà fait paraître "Maths au jour le jour", présente dans ce nouvel ouvrage treize (!) "friandises" , c'est à dire des problèmes divers et leur solution ou modélisation mathématiques. Dans la préface, il précise que deux démarches sont à la source de ces friandises:

- celle du mathématicien curieux de voir où et comment son art s'applique;
- celle du pédagogue intéressé de faire partager, savoir, méthode, étonnement.

Voici quelques unes des friandises croquées par Lubczanski:

- Comment partager équitablement un gâteau ?
- La recette du "Kaprekar":
  Vous prenez un nombre de quatre chiffres (0028),vous ordonnez ses chiffres du plus grand au plus petit (8200), vous ordonnez aussi ses chiffres du plus petit au plus grand (0028), vous faites la différence entre les deux nombres obtenus (8172) et vous recommencez avec le résultat ...
- Un peu, beaucoup, énormément ... pas du tout ?
  Diverses recettes à base de polynomes pour trouver des nombres premiers.
- Le centre de gravité à toutes les sauces.
- Les abaques.
- Qu'est ce qu'un petit gros ?
  Cette friandise et la suivante abordent des problèmes de statistiques descriptives.
- Lutte des classes dans un nuage ...
- La recette du capitalisme sauvage !
  On aborde ici le calcul des risques. La suivante sensibilise à la théorie des files d'attente.
- Les caisses rapides des supermarchés.

Vous y trouverez également la méthode d'Ackermann, qui vous permet de prendre des virages à peu près corrects lorsque vous circulez dans un véhicule à quatre roues. D'autres sucreries encore ...

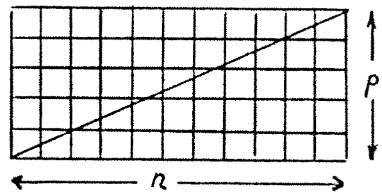
jpl

ATELIER MATH

UN PROBLEME OUVERT: LES CARRES TRAVERSES PAR LA DIAGONALE

A. Calame, J-A. Calame, F. Jaquet

"Peux-tu déterminer, en fonction de n et p, le nombre de carrés que traverse la diagonale ?"



Cet énoncé est tiré d'une publication récente de l'IREM de Lyon: "La pratique du problème ouvert". Un de ses auteurs, G.Arsac, était l'invité de l'Institut de mathématiques de Neuchâtel en mars 1987 pour nous dire ce qu'il entend par "problème ouvert" et nous parler d'expérimentations de leur pratique en classe.

Nous reviendrons en fin d'article sur la définition de ce type d'activité dont les ressemblances avec nos "ateliers" ou "situations" mathématiques ne sont pas fortuites, mais, dans un premier temps nous nous contenterons de décrire comment nos élèves, de trois classes de niveaux différents, s'y sont pris pour trouver ce nombre de carrés traversés par la diagonale du rectangle:

A. Elèves de 13 ans

- Classe 2S13, la Chaux-de-Fonds, François Jaquet.
- Deux séances de 35 à 40 minutes.
- La situation est présentée au tableau noir quadrillé, à partir de deux exemples (8x5 et 8x12) seulement, sans faire intervenir de lettres. Consigne donnée: "Trouvez le nombre de carrés traversés, pour d'autres rectangles".

Première question, immédiate, des élèves: "Faut-il compter les carrés des intersections ?" Après discussion, à propos de l'exemple 8x12, on convient de retenir l'acception stricte du mot "traverser" et, par conséquent, de ne pas compter les carrés qui ne sont que "touchés" en un sommet.

- Autres questions: "Faut-il chercher pour n'importe quel rectangle ?" "Doit-on trouver une règle ? pour changer!" (allusion à un des objectifs permanents du programme de 7ème)

- Cette introduction passée (10 à 15 minutes), les 21 élèves s'organisent librement en 6 groupes de 2, 3 ou 4. Un élève travaille seul.

- La répartition interne du travail s'organise. Dans deux groupes apparaissent des tableaux à double entrée; un autre envisage tous les rectangles de largeur 5: 5xn; un autre examine la série 2x3, 3x4, 4x5,...

- (Après 20 minutes) La première hypothèse énoncée vient du groupe "5xn": "Ca fait 5+n-1!". Puis, quelques secondes plus tard: "sauf dans quelques cas!".

- Un groupe non encore organisé, ameuté par les résultats des voisins, choisit aussi les rectangles 5xn.

- (Après 35 minutes) Tous les groupes ont été confrontés au problème délicat de la détermination des intersections: "Tu vois bien que ça passe juste sur le point!" "Mais non, chez moi elle passe un peu au dessous!"
Le comptage des carrés se fait par marquage, un à un. Les hypothèses fusent mais ne durent pas: "Ca fait longueur + largeur - 2!" etc.
Chacun a entre dix et vingt résultats.
Fin de la première séance

- La deuxième séance, le lendemain, commence par une mise en commun des résultats au tableau noir:
Deux groupes présentent des tableaux à double-entrée ($\mathbb{N} \times \mathbb{N}$), deux autres, des énumérations ordonnées.
Le groupe "5xn" a la formule "n+m-1 sauf pour les multiples de 5".
Un groupe a les résultats corrects pour la diagonale principale et les cases voisines de son tableau.
Un autre groupe, par une extension abusive, a une "seconde diagonale" de "8" dans son tableau.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2						8
2	2	2	4				8	
3		4	3	6		8		
4			6	4	8			
5				8	5	10		
6			8		10	6	12	
7		8				12	7	
8	8							

- Dans la discussion collective, le mot "multiple" apparaît plusieurs fois: "Non, ici il ne faut pas enlever 1 car c'est les deux des multiples de 3!"
On constate que la formule "longueur + largeur -1" ne convient que dans certains cas.

- (Après 15 minutes) Les recherches reprennent par groupes. Les tableaux à double entrée sont adoptés par tous et se remplissent avec fébrilité, mais sans rigueur. On complète les cases, de proche en proche, sans juger nécessaire de toujours contrôler ses résultats par un comptage effectif. Une hypothèse hâtive, vérifiée une ou deux fois seulement, est vite acceptée comme une règle valable pour tous les cas. Le travail du maître consiste à mettre en doute ces résultats non validés.
La détermination rigoureuse des sommets du quadrillage situés sur la diagonale est la pierre d'achoppement de tous les groupes. Comme cette détermination n'est pas possible graphiquement, il faut un certain temps de maturation pour que les élèves passent par les nombres: les mesures des côtés et leurs diviseurs communs.

- En fin de séance (40 minutes), il reste encore bien des erreurs dans les tableaux mais trois groupes ont trouvé la relation juste, même si sa formulation écrite laisse encore à désirer:
"n + m (- le pgdc de m+n)"
"(L + l) - pgdc(L;l)"
"N + M - le PGDC de (N et M)"

- L'activité est reprise quelques jours plus tard, collectivement, pour établir une formulation correcte de la relation, et corriger les tableaux, en rapport avec le thème "Calcul littéral". La détermination rigoureuse des sommets du quadrillage situés sur la diagonale est revue et largement exploitée quelques semaines plus tard, dans le cadre du thème "Fonctions" à propos de la pente et de la linéarité.

B.Elèves de 13 ans également

- Classe de S2P, Peseux, Jacques-André Calame
- Deux séances de 35 à 40 minutes
- la consigne est donnée de la même manière que dans la classe précédente.

Une seule différence au départ: certains élèves, -habitués à ce genre de recherche ? - , demandent s'il faut trouver une formule directement valable pour tous les cas. S'ensuit une discussion rapide sur l'avantage d'un formule générale, en prenant des exemples connus et proposés par les élèves (aire du rectangle, périmètre du triangle,...).

- La recherche démarre ensuite dans les 6 groupes de 4 élèves et on passe rapidement du cas général au cas particulier...en limitant son ambition à des cas simples (un exemple 13x17 dans tel groupe, un exemple de 18x20 dans un autre montrent qu'il est préférable d'avoir des dimensions plus petites au début).
- Après 30 minutes de travail, tous les groupes en sont, d'une manière ou d'une autre à la formule "large" suivante:

$$k = l + m - \text{"quelque chose" !}$$

- En début de deuxième séance, l'idée émise est la suivante: "si on se répartissait le travail par groupe pour trouver ce fameux "quelque chose" ?" La classe est divisée en trois fois deux groupes, qui décident de s'attaquer aux trois formules

$$k = l + m -1$$
$$k = l + m -2$$
$$k = l + m -3$$

L'objectif est simple et commun à tous les groupes: étudier quand et pourquoi le relation est vérifiée.

- Après une vingtaine de minutes et de nombreux essais consignés dans un tableau, on établit la synthèse des résultats obtenus:

$k = l + m -1$ valable si l et m sont premiers entre eux,
$k = l + m -2$ valable si l et m sont pairs et consécutifs,
$k = l + m -3$ valable si l et m multiples de 3,consécutifs.

- Que conclure à la vue de ces trois résultats ? Des idées intéressantes surgisssent, établissant des liens entre les trois familles étudiées:

" si l et m sont premiers entre eux, c'est que leur pgdc est forcément 1";

" mais alors..on peut aussi dire que si l et m sont pairs et sont consécutifs, leur pgdc vaut 2!";
" et ça joue encore pour la troisième famille avec un pgdc qui vaut 3!!"

- Et cette remarque pertinente de quelques "éveillés" qui ajoutent "mais c'est le fameux "quelque chose" qui nous manquait!".

Il ne reste plus qu'à conclure aux yeux des élèves...avec la formule $k = l + m - pgdc(l;m)$, ...et au maître de demander si on est bien sûr qu'on a trouvé une formule valable pour tous les cas! Moment de surprise pour beaucoup où le maître, resté relativement discret, revient semer le doute dans les esprits! On était tellement contents que ça fonctionne sur trois exemples, "faut faire confiance..ça doit marcher tout le temps".

Selon les élèves et, probablement, selon leur intérêt ou leur degré de maturité, la suite du travail est variable:
a) certains élèves vérifient encore la validité de la formule pour 4, 5 et quelques grands nombres piqués au hasard;
b) certains élèves reprennent la question des noeuds du réseau quadrillé...mais la discussion est assez ardue et il n'est pas certain que chacun ait vu l'enjeu!
c) on reprend la question du "carré" en examinant si la formule joue aussi...car le carré posait souvent problème dans la recherche de la formule:
on écrit alors $k = l+l-pgdc(l;l) = l$ (OK!)

Il n'est pas inutile de mentionner que les élèves, outre le plaisir manifesté dans cette recherche, ont eux-mêmes établi plusieurs liens avec d'autres thèmes abordés en mathématiques: par exemple ces deux remarques notées au passage:
"il y a deux choses qui peuvent changer en même temps, comme dans les fonctions" (allusion aux variables) et "c'est comme dans les dénombrements, il faut être systématique!" (allusion à certains ateliers portant sur les nombres)
Ces ponts entre diverses activités et mentionnés par les intéressés eux-mêmes reflètent bien l'unité dans la diversité au sein des domaines mathématiques abordés au cours de l'année par l'élève, et le sens qu'il y a à ne pas établir de cloisons artificielles entre eux.

C. Elèves de 17-18 ans

- Cours option "algèbre", Gymnase cantonal de Neuchâtel, André Calame
- Deux séances de 45 minutes

Les seize élèves, répartis par groupes de quatre, avaient le choix entre plusieurs problèmes. Deux groupes ont traité le problème de la diagonale du rectangle.
Nous ne donnerons pas description détaillée de la démarche de ces deux groupes pour la bonne raison qu'au moment de l'expérience, il n'était pas prévu d'en rendre compte par écrit.

Un des groupes a commencé par étudier le cas particulier très simple des carrés, tandis que l'autre examinait les rectangles n x 1, puis n x 2 en distinguant les cas où n est pair et où n est impair. Ce qui déroute les élèves, et ils le disent spontanément, c'est la présence de deux paramètres: la longueur et la largeur. Habitués à résoudre des problèmes par récurrence, ils se sentent démunis dans la situation proposée.

Après plusieurs essais, les deux groupes décident indépendamment de s'en tenir à des rectangles dont les dimensions r et s sont des nombres premiers entre eux. L'étude des autres rectangles qui paraît plus délicate est reportée en fin de séance.

L'essentiel de la deuxième séance a consisté à rédiger un résumé et à présenter le problème et sa solution aux autres groupes.
Voici le texte du résumé tel qu'il a été remis aux élèves:

1) Dans le plan des points à coordonnées entières ($\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$), dans un repère métrique, on dessine un rectangle dont les côtés sont parallèles aux axes et dont les sommets sont à coordonnées entières.

Longueur du rectangle : a
Largeur du rectangle : b
Nombre de carrés traversés par la diagonale: n

Trouver n en fonction de a et b.

2) <u>Deux cas sont à considérer</u> (voir figures)

a) La longueur r et la largeur s sont 2 nombres premiers entre eux.

On peut supposer r < s et la pente de la diagonale est < 1. Dans chaque colonne du rectangle, la diagonale traverse au moins 1 carré; dans chaque colonne du rectangle, la diagonale traverse au plus 2 carrés.

(Si la diagonale coupait plus de 2 carrés, sa pente serait supérieure à 1, contrairement à l'hypothèse).

Il y a 2 carrés traversés dans la même colonne quand la diagonale coupe une horizontale. Or le nombre des horizontales est s-1.

On a donc pour ce premier cas:

$$\underline{n' = r \cdot 1 + (s-1) = r+s-1}$$

(n': nombre de carrés traversés)

b) a et b ont un plus grand commun diviseur k supérieur à 1

$$\text{pgdc}(a;b)=k \quad k>1$$

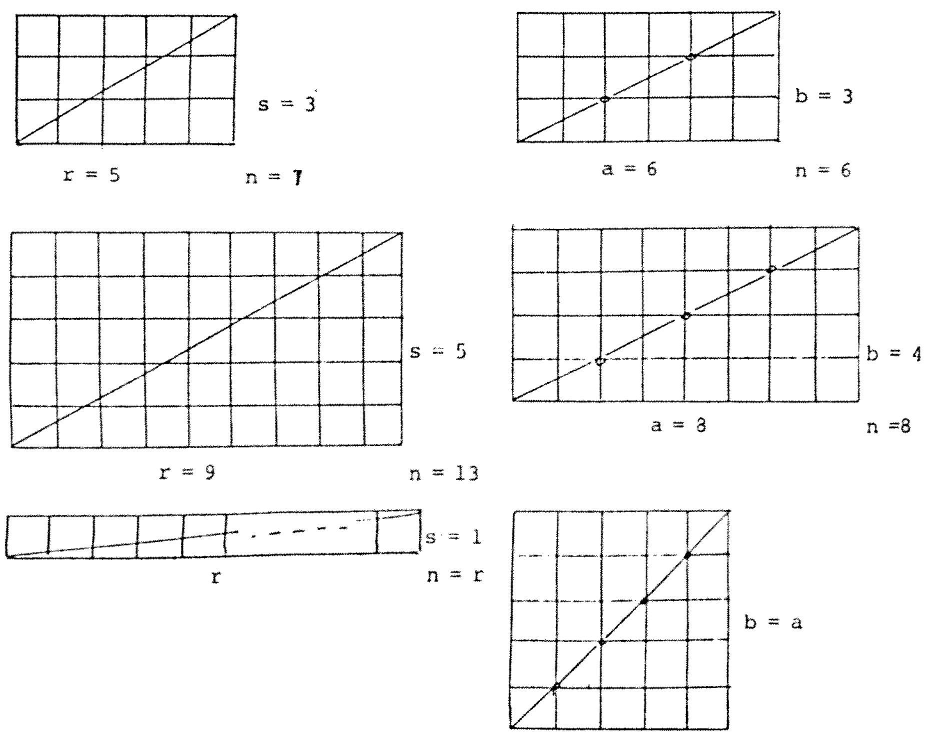
La diagonale passe par des points à coordonnées entières à l'intérieur du rectangle et on peut ramener ce cas à l'étude de k rectangles de dimensions r et s avec:

$$a = kr \quad \text{et} \quad b = ks$$

On a donc

$$\begin{aligned} n = kn' &= k(r+s-1) \\ &= kr + ks - k \\ &= a + b - k \end{aligned}$$

$$\underline{n = a + b - \text{pgdc}(a;b)}$$



En guise de conclusion

Une véritable activité mathématique est caractérisée avant tout par les ouvertures qu'elle offre, les pistes qu'elle suggère, les développements qu'elle propose. Tout article qui la relate devrait en conserver l'esprit: susciter l'intérêt pour de telles situations, donner l'envie d'essayer à son tour, de provoquer des interrogations.
Nous ne conclurons donc pas par des réponses ou des certitudes, mais par quelques réflexions à poursuivre:

- La recherche du nombre de carrés traversés par la diagonale est qualifiée de "problème ouvert" par nos collègues de l'IREM de Lyon. D'autres trouveront cette situation "fermée" puisqu'elle conduit à la solution unique: n + p - pgdc(n;p).
Il nous semble que l'ouverture se situe ici au-delà du problème mathématique lui-même: dans la conduite et l'organisation du travail par les élèves, dans la diversité des chemins qui conduisent au résultat, dans les différents développements ou exploitations offerts.

- Des élèves d'âges et de degrés fort différents peuvent travailler sur une même situation, chacun à son niveau. Doit-on voir là une constatation gênante pour les défenseurs d'une structure de l'enseignement des mathématiques par classes homogènes aux objectifs bien hiérarchisés ? Doit-on plutôt y voir un argument pour une véritable différentiation de l'enseignement?

- Dans les trois classes, les élèves se sont engaggés pleinement dans l'activité. La recherche était la leur, même si leurs cheminements n'étaient pas les plus directs, leurs démonstrations les plus élégantes. N'est-ce pas ainsi qu'on "fait" des mathématiques ?

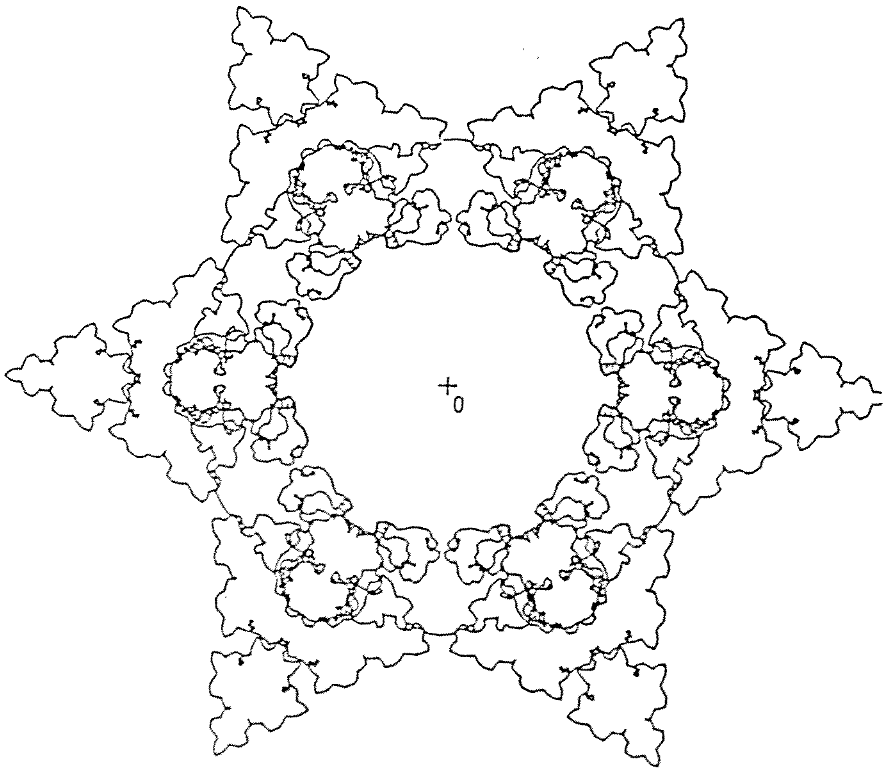
- Et le programme, qu'en a-t-on fait durant cette activité ?
A voir les élèves de 13 ans au travail, on a pu constater que la notion de pgdc, par exemple, n'avait jamais encore trouvé d'application pratique chez une majorité d'entre eux bien qu'elle ait été exercée. On a aussi pu observer des élèves qui ont appris à compléter des tableaux de proportionnalité mais qui étaient absolument démunis lorsqu'il fallait décider si le point (8;3) appartenait ou non à la diagonale du rectangle (13x5).

Ces observations montrent bien qu'il ne suffit pas de transmettre des connaissances à l'élève et de les lui faire exercer, il faut encore lui permettre de "se les reconstruire" pour qu'elles soient "opérationnelles". Les "situations mathématiques" ou des "problèmes ouverts" occupent certainement une place privilégiée dans ce processus de reconstruction des outils mathématiques par l'élève.

Bibliographie:

ARSAC, G., GERMAIN, G., MANTE, M., PICHOD, D. La pratique du problème ouvert. IREM de Lyon, 1985. 67p. A4.

Le numéro 4 (juillet 1988) de DCU-INFO est entièrement consacré à des réalisations statistiques et graphiques réalisées sur ordinateur. Avis aux amateurs de belles courbes (!). Adresse utile: Université de Neuchâtel, Département de calcul, Chantemerle 20.



Extrait de: Représentation de surfaces et courbes paramétrées
A. Robert. in: DCU INFO, No 4, juillet 1988

AGENDA

Séminaire de mathématiques élémentaires, Salle Argand, Institut de géologie, 2e étage,
Les mardis de 16h15 à 17h45: 1, 15, 29 novembre, 13 décembre, 10, 24 janvier 89,
7, 21 février 1989

Thème général: De l'expérimentation à la démonstration

Renseignements: André Calame, Ch. de Fresens, 2026 Sauges

Colloque du mardi, Institut de mathématique et d'informatique, Auditoire sud, 2e étage
Les mardis dès 16 h 15:

22 nov. : C. Weber (Genève)
Rubans dans l'espace (théorème de White)
et applications à la biologie

29 nov. : D. Bernardi (Paris VI)
Algorithmes de factorisation à l'aide de courbes elliptiques

6 déc. : J.-P. Gabriel (Fribourg)
Le début de l'épidémiologie mathématique: Bernouilli et la variole

20 déc. : A. Valette (IMI)
Le point sur le "théorème" de Fermat

Renseignements: Alain Robert, Inst. de mathématique et d'informatique, Chantemerle 20
cp 2, 2007 Neuchâtel.

Invité par le MIR et l' ESSOR, Albert Jacquard donnera une conférence sur le thème:
"Le paradoxe humain". 1er décembre, Aula du Palais de Rumine, Lausanne.
Renseignement: Luc Francey, 1422 Grandson, 024/ 24 36 84

Exposition-laboratoire: "le coin mathématique" (élèves de 10 à 12 ans)
Présentation de Y. Michlig et F. Jaquet, mercredi 9 novembre, Collège des Parcs
salle 4, 14h15. Rens.: F. Jaquet, Collège des Forges, La Chaux-de-Fonds (039/26 77 57)

Prochaines journées de réflexion des maîtres de mathématique: 14 décembre 1988,
18 janvier, 21, 22 avril 1989. Des informations ultérieures paraîtront dans les écoles
Renseignement: Service de l'enseignement secondaire, Château 23

S O M M A I R E , No 2

En échange de son Bulletin, la Société neuchâteloise des Maître de mathématique, de physique et de chimie reçoit quelques publications de Suisse et de l'étranger. Ces journaux sont déposés à l'Office neuchâtelois de documentation pédagogique (ONDP, Champréveyres 3, Neuchâtel /Serre 4, La Chaux-de-Fonds) où ils peuvent être consultés ou empruntés.

Bolletino dei docenti di matematica. Dipartimento pubblica educazione scuola media.

Bulletin des maîtres de mathématique vaudois, publié par le Centre vaudois pour l'enseignement mathématique (R. Mayor, 22, Rue Gambetta, 1815 Clarens)

L' Ouvert, Irem de Strasbourg (10, Rue du Gral Zimmer, F-67084 Strasbourg)

Tangente, l'aventure mathématique (76 Bd de Magenta, Paris 10e)

Quelques autres titres disponibles à l'ONDP:

ANIMAN, nature et civilisations
Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie
Bulletin de la Société neuchâteloise de sciences naturelles
Bulletin de liaision de la Société neuchâteloise des maîtres d'histoire et d'éducation civique
Cahiers de psychologie de l'Université de Neuchâtel
Cahiers pédagogiques de l'Université de Neuchâtel
Gymnasium Helveticum
La science appelle les jeunes
Math-école

Pour vous abonner au bulletin adressez-vous à (10 Frs pour une année):

Michel Favre, rte de la Jonchère 13a,
2208 Les Hauts Geneveys (038/ 53 38 81)

Pour demander votre adhésion à la Société neuchâteloise des maîtres de mathématique, de physique et de chimie prenez contact avec le président:

Gérard Gast, 5, rue Emile Argand, 2000 Neuchâtel (038/ 25 04 07)

CHAMPIONNAT DE FRANCE DES JEUX MATHEMATIQUES ET LOGIQUES

La finale de la deuxième édition s'est déroulée à Paris, les 8 et 9 juillet 1988. Notre représentant, Jacques Laesser, de 3e S de la Chaux-de-Fonds, s'est classé 17e sur les 50 finalistes de sa catégorie "collégiens". Bravo!

En route maintenant pour la troisième édition!

PARTICIPEZ!

FAITES PARTICIPER VOS ELEVES!

5 catégories: "Collégiens 6^e 5^e"(1^e 2^e NE)
"Collégiens 4^e 3^e"(3^e 4^e NE)
"Lycéens" (dès le degré 10 NE)
"Grand Public"
"Haute Compétition"

Eliminatoires: du 15 janvier au 28 février 1989, par classes ou individuellement.

Quarts de finale: du 13 au 18 mars 1989, par collèges ou districts.

Demi-finales: le samedi 22 avril 1989, de 14h à 17h. par centres régionaux (A Morteau l'an dernier pour les participants de notre canton. Pourquoi pas en Suisse romande si nous sommes environ 150 à accéder aux demi-finales?)

Finales: les 7 et 8 juillet 1989, à Paris, peut-être à la Cité des Sciences. (Voyage et logement payés, 400000 FF de prix pour les finalistes.)

Pour se préparer: Revues "Tangente", Jeux & Stratégie", "Sciences & Vie".

Pour participer: Les numéros de ces trois revues, de janvier 1989 et, par l'intermédiaire de notre bulletin: Michel Favre, Jonchère 13a, 2208 Les Hauts-Geneveys ou François Jaquet, Ecole secondaire des Forges, 2300 La Chaux-de-Fonds.

L'ONDP organise un grand concours d'informatique . Ce concours est ouvert à l'ensemble des enseignants et des élèves des écoles secondaires du canton, individuellement ou en groupe, sous la responsabilité d'un enseignant. Le règlement et des formules d'inscription peuvent être obtenus à l'ONDP, Champréveyres 3, 2008 Neuchâtel (038/ 22 39 25). Inscription préalable jusqu'au 31 décembre.