Didactique des mathématiques et de la statistique

Cours de Jean-Claude Régnier

4 Mathématiques et usages sociaux

Une question récurrente touche le domaine des mathématiques particulièrement quand elles sont objets d'apprentissage : à quoi servent les mathématiques ?

4A. Les métiers des mathématiques

Récemment une brochure publiée par l'ONISEP **[I.4-1]** apporte une réponse en l'abordant du point de vue des métiers des mathématiques. Dans les présentations introductives, il nous est rappelé que les mathématiques sont omniprésentes dans l'industrie comme, par exemple, dans les domaines de l'aérospatiale, de l'imagerie, de la cryptographie, dans les services tels ceux des banques ou des assurances, mais aussi dans ce qui touche directement chaque individu dans la vie quotidienne tels que les télécommunications, les transports, la médecine, la météorologie et même la musique. Des grandes problématiques actuelles comme, par exemple énergie, santé, environnement, climatologie, développement durable, etc. requièrent des modèles mathématiques dans les tentatives de résolution mises en œuvre par les êtres humains qui s'y confrontent. Cette actualité s'inscrit d'ailleurs dans une continuité historique, car dès l'Antiquité les mathématiques constituaient un outil efficace pour mesurer la Terre comme le donne à entendre l'étymologie de géométrie, et se constituer en un langage efficace pour connaître le monde physique.

En d'autres termes, les réponses à cette question cruciale : à quoi servent les mathématiques ?, qui bien souvent détermine en partie les rapports que les individus construisent dans le cours du processus d'apprentissage dans les situations scolaires d'enseignement, peuvent s'articuler autour des finalités suivantes :

- Fournir aux autres sciences un langage efficace et des outils ;
- Jouer un rôle essentiel dans le développement des technologies qui transforment le quotidien ;
- Défier les grandes problématiques d'aujourd'hui et de demain ;
- Développer la rigueur et le raisonnement, mais aussi l'intuition, l'imagination, voire le rêve !

4B. L'orientation scolaire vers des filières scientifiques universitaires ou supérieures

Lorsqu'on s'intéresse aux usages sociaux des mathématiques, on peut aussi explorer la variable « orientation scolaire » en particulier du point de vue de la place des mathématiques dans le processus. Nous nous appuyons sur une analyse conduite par Jean-Louis Piednoir, Inspecteur Général Honoraire de Mathématiques, sur cette question de l'« orientation scientifique ». La baisse du nombre des jeunes qui choisissent une orientation vers des études scientifiques ou industrielles est depuis quelques années un motif d'inquiétude pour qui se préoccupe de l'évolution de la société française. En 2001 le Ministre de l'éducation a demandé à deux personnalités : Guy Ourisson, chimiste et Maurice Porchet, biologiste, de réaliser des rapports sur cette question.

Dans le passé, des politiques éducatives volontaristes ont été menées pour développer ce que nous appellerons *l'orientation scientifique*. Ainsi la réforme de 1902 visait à instaurer la parité *humanités/culture scientifique* dans l'enseignement secondaire. À partir de 1982, Claude Pair, Directeur des Lycées au Ministère de l'éducation nationale (MEN), a impulsé une politique volontariste poursuivie par ses successeurs, avec sur le terrain, l'action menée par Jean-Louis Ovaert, Inspecteur général de mathématiques. C'est cette politique d'éducation et les conséquences de la rénovation pédagogique des lycées, avec la création de la Terminale S et l'état actuel de l'orientation scientifique et industrielle que nous analysons ici pour mieux comprendre ce que nous vivons en 2007. Dans diverses publications, nous trouvons des statistiques illustrant le phénomène. Toutefois leurs comparaisons sont souvent difficiles, car la base statistique change d'un tableau à l'autre. Ici, nous limitons la base de référence aux jeunes admis en Seconde générale et technologique, entrant en I$^{\text{ère}}$ puis Terminale dans une filière générale ou technologique.

4B1. La période de 1982 à 1992

Le contexte

Le début de la période est caractérisé par une véritable explosion scolaire. Une demande spontanée de scolarisation exprimée par les familles fait voler en éclats les prévisions faites avant 1981 par les services du ministère MEN. Toutes les effectifs sont à revoir à la hausse : nombre de classes, importance des recrutements de professeurs à opérer, etc.. Le slogan « 80% d'une génération au niveau du baccalauréat » est lancé en 1984, en même temps que la création du baccalauréat professionnel.

Durant la période, les effectifs des classes de I$^{\text{ère}}$ générale et technologique passent de 269 000 à 414 000, soit 54% d'augmentation, d'où une croissance annuelle moyenne de 4,4%, ce qui est considérable. Ces nouveaux lycéens se seraient orientés, les années précédentes, en lycée professionnel. Les effectifs de ce dernier fléchissent mais ne s'effondrent pas. En fait, ils scolarisent, en fin de période, des élèves qui, autrefois, quittaient le système éducatif et qui étaient, le plus souvent, issus des milieux sociaux les plus défavorisés de la société. La croissance du nombre moyen de parts de bourse par lycéen professionnel illustre ce phénomène.

La demande sociale a été stimulée par le chômage croissant qui touchait particulièrement les jeunes générations. Un diplôme était vu, pour un nombre de plus en plus grand de familles, comme une assurance contre le chômage. Le discours officiel sur la nécessaire requalification de la population active entretient le phénomène qui a des causes objectives.

Cette croissance des effectifs comportait le risque que les jeunes ne s'orientent pas massivement vers les filières réputées les plus difficiles ou plus austères, comme C, D, E ou F. De plus, on constatait à l'époque un déséquilibre entre les effectifs des séries C et D qui se traduisait par des orientations scientifiques ne correspondant pas aux besoins de la société : trop d'étudiants en biologie, pas assez en mathématiques ou en physique.

Une politique volontariste

Claude PAIR fixe trois objectifs :

- ouverture de sections S en I$^{\text{ère}}$
- croissance de la filière E
- rééquilibrage du rapport des effectifs entre les Terminales C et D.

Pour les atteindre, les moyens suivants sont déployés :

- un discours ferme et sans ambiguïté vis à vis des chefs d'établissements, qui sera assumé de 1982 à 1988, au delà donc des alternances politiques ;

- des crédits et des postes spécifiques sont attribués aux proviseurs développant l'orientation en I^{ère} S et en I^{ère} E ;
- une action de conviction est menée sur le terrain par Jean-Louis Ovaert par la mobilisation du corps des IA-IPR et une action sur les sujets du baccalauréat à partir de l'argument suivant : *on ne peut attirer les élèves vers la Terminale C quand une des disciplines principales de la série (les mathématiques) voit sa moyenne être au Baccalauréat C inférieure aux moyennes de la même discipline dans les autres séries*.

Les résultats

Les résultats de la politique menée sont loin d'être négligeables. En I^{ère}, la part des séries S et E passe de 34 à 37% sur la période. En particulier, la série E est en pleine ascension, passant de 2,9% des bacheliers à 3,1% (et même 3,4% en 1993). Cela est obtenu en même temps que la croissance des effectifs de I^{ère} qui passent de 268 700 élèves à 413 800 en France métropolitaine. C'est sur le rééquilibrage des effectifs entre les séries C et D que le résultat est le plus spectaculaire, le rapport des effectifs C/C+D passe de 0,38 à 0,51, quasiment du tiers à la moitié, conformément à l'objectif affiché. On peut noter que les résultats obtenus dans les filières scientifiques ne s'effectuent pas au détriment des séries littéraires. La I^{ère} A passe de 15% à 14,6% des effectifs. En revanche, en Terminale littéraire, la série A1, avec ses 5 heures de mathématiques par semaine, voit ses effectifs croître (au détriment de A2 et A3). Le rapport des effectifs A1/A passe de 0,39 à 0,46 (culmine à 0,48 en 1994).

Le lycée en question

Dès 1984, la structure des séries du lycée est objet de débat. Les ministres de l'Éducation, CHEVENEMENT puis MONORY, feront élaborer des projets de réforme qui seront victimes des alternances politiques. Ces projets avaient d'ailleurs des présupposés très différents l'un de l'autre et différent de celui qui sera élaboré ultérieurement. Dans certains milieux, on critique le fonctionnement de l'orientation, davantage déterminée par des considérations de prestige social que par les goûts et aptitudes. En particulier la série C regroupe beaucoup d'élèves ayant de bons résultats, et sont issus, en majorité, de milieux sociaux favorisés.

La présence de 30% de bacheliers C dans les hypokhâgnes, classes préparatoires littéraires, (soit 1000 élèves en France !) est dénoncée comme un scandale. Des biologistes se plaignent d'avoir, dans la série D, des élèves qui ont choisi D par défaut. Pour de nombreux participants à la décision, dont la majorité n'a pas fait d'études scientifiques, la responsable de la situation est la discipline mathématique, hégémonique et facteur de sélection. Les scientifiques consultés sont essentiellement issus d'un courant des sciences expérimentales qui pense que le primat de l'expérience est essentiel dans l'apprentissage scientifique. L'idéologie dominante a remplacé l'examen objectif des faits. On a entendu des affirmations comme celle-ci: "maintenant on sélectionne les futurs médecins par les mathématiques", en arguant du fait que les reçus au concours en fin de première année d'études médicales étaient, en majorité des bacheliers C. C'était oublier que le coefficient de l'épreuve de mathématiques au dit concours était faible et que la réussite des bacheliers C était due au fait qu'ils étaient au départ scolairement performants et que leurs professeurs, sachant qu'ils avaient de bons élèves, étaient avec eux plus exigeants, renforçant ainsi leur aptitude à la réussite.

En 1989, le comité des programmes présente une nouvelle architecture des séries, avec la création d'une série S regroupant les anciennes séries C, D et E. Après de nombreuses discussions, le projet chemine sous les ministres de l'éducation, JOSPIN, LANG puis BAYROU. En 1993, la nouvelle structure rentre en application. L'essentiel du projet de départ est retenu. L'instauration d'une spécialité avec un horaire de deux heures par semaine vient apporter une certaine diversification des choix possibles. Les horaires de mathématiques subissent une baisse importante, ceux de biologie sont renforcés.

Curieusement, lors des discussions sur la mise en place de la nouvelle structure, aucun bilan n'a été tiré de la politique éducative menée antérieurement et les conséquences sur l'orientation des élèves n'ont pas été abordées sérieusement. On peut noter que les séries technologiques ont été maintenues en dehors de la réforme, sauf en ce qui concerne leur dénomination (STI – STL)

4B2. La période de 1993 à 2002

Les élèves et leur orientation au lycée

Trois phénomènes influent sur le nombre d'élèves en formation et leur répartition dans les diverses filières des lycées et des lycées professionnels :

- phénomène démographique : le nombre des naissances 17 ans auparavant
- phénomène sociologique : la fin de la demande spontanée de poursuite d'études
- phénomène scolaire : la réforme des études en lycée.

Le nombre des naissances varie assez fortement entre 1976 et 1986.

Années	1976	1981	1983	1986
Nombre de naissances (milliers)	715	808	756	782

Tableau 1 : naissances entre 1976 et 1986

Ces données statistiques sont nécessaires pour interpréter correctement le nombre de bacheliers 18 ans après. Concrètement, on s'aperçoit que la proportion de jeunes d'une génération titulaires d'un Baccalauréat général ou technologique reste relativement fixe dans la période, autour de 54%. Cela illustre le phénomène sociologique mentionné plus haut. En 2001-2002, avec le regain d'intérêt pour les lycées professionnels, le ratio précédent est alors en baisse.

En 1994, la réforme des études au lycée est arrivée en classe Terminale. Elle a profondément changé le visage des sections générales, les sections technologiques se contentant de changer de nom. Cela a eu des incidences sur le choix des filières par les élèves. On prendra pour base les effectifs des classes conduisant aux Baccalauréats généraux et technologiques.

Années

t	1990	1995	2001	2005	2007
A *puis* L	17,7	16,8	13,9	11,9	11,9
B *puis* ES	16,6	18	18,6	20,9	21,6
C, D, E *puis* S	34,1	32,7	31,1	33,1	33,8
F *puis* STI	7,5	8,3	8,8	8,4	8,2
G *puis* STT	19,9	18,6	19,2	17,8	16,4
Autres (SMS, etc.)	4,2	5,7	8,4	7,9	8,2
Totaux (%)	100	100	100	100	100
de bacheliers (milliers)	366,7	425,3	406,3	413,3	418,4

Tableau 2 : Répartition en % des bacheliers

Une première analyse du tableau permet de dégager de grandes tendances :

- diminution importante du nombre de littéraires ;

- tassement du nombre de scientifiques ; avec une reprise très récente dont l'interprétation est difficile compte tenu de l'élévation des taux de réussite.
- accroissement en ES et dans les filières « autres » avec une part dominante pour le baccalauréat SMS qui sera intitulé STSS en 2009.

Il est difficile de déterminer les causes de ces phénomènes, de déterminer ce qui tient à des tendances de fond de la société, ce qui provient des modifications de l'offre scolaire. Certains observateurs calculant le ratio en I^{ère} ou en Terminale des élèves scientifiques par rapport aux élèves des sections générales, observent que celui-ci, sur la longue période, se situe autour de 51% ou 52% et concluent que l'impact sur l'orientation de la rénovation pédagogiques des lycées est plutôt faible. C'est oublier que la baisse importante des effectifs en section littéraire abaisse la part des élèves suivant des études générales dans le second cycle long. Il est probable que des élèves qui auraient choisi la section A avant la réforme se soient, pour une part, orientés en ES, pour une autre part en STT, voire en SMS.

En ce qui concerne les études scientifiques, la rénovation du second cycle s'est traduite par une baisse des effectifs. En 1992, il y avait 13 500 élèves en I^{ère} E et 133 400 en I^{ère} S. En 1994, la I^{ère} S-TI (S-SI) accueillait 10 800 élèves et la I^{ère} S-SVT 107 800. La chute est brutale

En deux ans, les orientations scientifiques sont passées de 36,5% à 33%, soit une chute de 3,5% représentant une baisse de 28 000 élèves sur les 37 000 en moins que les classes de I^{ère} enregistraient. Après ce décrochement lié à la réforme des lycées, une certaine récupération s'observe depuis 1997, elle s'est accélérée depuis 2004. Il n'est pas exagéré de dire que la réforme des lycées a effacé les efforts faits les années précédentes pour développer la formation scientifique des jeunes. Toutefois l'évolution des orientations scientifiques varie d'une académie à l'autre. En 1999, le poids des élèves en séries scientifiques parmi les élèves de I^{ère} générale varie de 46,3% dans l'académie d'Amiens à 54,3% à dans l'académie de Lille. Globalement, quand on examine le passé, on observe que, de ce point de vue, des académies progressent tandis que d'autres régressent. Il serait intéressant de voir si des politiques éducatives rectorales actives peuvent expliquer ces variations.

A l'intérieur de la section S, le choix de la spécialité est important pour déterminer les orientations post-baccalauréat. Rappelons que les élèves de S-SI peuvent ne pas choisir de spécialité. Or sur la période, le poids des mathématiques ne cesse de baisser. Comparons les choix des spécialités en S-SVT et S-TI en % des élèves :

	Spécialité	**1995**	**1999**	**2005**
S-SVT	Mathématiques	38%	34%	23%
	Sciences Physiques Chimie	24%	30%	37%
	SVT	34%	36%	40%
S-TI (S-SI)	Mathématiques	43%	29%	34%
	Sciences Physiques Chimie	21%	17%	22%

Tableau 3 : Répartition en % des choix de spécialité

En section L et en section ES, il existe des enseignements de mathématiques. En L, en 1993, l'ex-A1 représentait avant sa suppression 48% des effectifs de la série A. En 1998, dernière année de la spécialité mathématique dans cette filière L, celle-ci représentait 23% des effectifs de la filière L; elle a été rétablie en 2003 et regroupait 11% des élèves de la série en 2006 . Il est à peu près certain que la fin de l'ex-A1 et de ses héritiers explique largement la baisse très forte des effectifs de la filière littéraire. En Terminale ES, la spécialité mathématique a également fléchi, passant de 49% des effectifs en 1994 à 42% en 1998 et 32% en 2005.

Avec la structure mise en place en 1993, les horaires de mathématiques ont fortement baissé. En première S on est passé de 6 heures hebdomadaires à 5 heures. En terminale S, 53% des élèves en avait 9, maintenant 24% en ont 7,5, les autres passant de 6 à 5,5. Il n'est pas étonnant que les professeurs de l'enseignement supérieur, et pas seulement ceux de mathématiques se plaignent de la baisse de niveau dans la discipline.

Comme on ne change pas par décret la hiérarchie des disciplines, c'es la spécialité mathématiques qui attire les meilleurs élèves de première, cela se repère par les performances au baccalauréat selon les spécialités. A titre d'exemple voici ce que l'on observe dans l'académie de Lille en 2006

Spécialité bac.S	Mentions B &TB	Refusés
SVT, mathématiques	42%	7%
SVT, physique	24%	12%
SVT, SVT	12%	18%
SI, mathématiques	41%	2%
SI, physique	20%	7%
SI sans spécialité	7%	18%

Tableau 4 : Performance au baccalauréat selon la spécialité

Les différences sont importantes. Dans toutes les disciplines les candidats ayant choisi la spécialité mathématiques ont obtenu, en moyenne, de meilleurs notes que leurs camarades des autres spécialités.

Les poursuites d'études après le Baccalauréat

Si l'orientation vers les études scientifiques a faibli dans les lycées, la désaffection relative des jeunes pour ces études après l'obtention du Baccalauréat se reflète dans le choix des études poursuivies. Attention dans le tableau ci-dessous les pourcentages sont calculés sur les inscriptions, or un même individu peut avoir plusieurs inscriptions. En particulier beaucoup d'élèves des classes préparatoires sont aussi inscrits à l'université, les effectifs des élèves suivant des études en première année d'université (DEUG 1 puis L1) sont plus faibles que l'indique le tableau, surtout en sciences.

	1990	1995	2001	2006
Droit	8,8	8,7	7,2	8,0
Sciences Economiques	8,6	7	6,6	6,3
Lettres	21,2	23,8	22	20,8
Sciences	13,6	13,5	10,5	8,8
STAPS	0,5	1,3	2,7	2,4
Santé	4,2	5	4,4	7,9
IUT	8,4	10,6	11,3	11,1
CPGE	8,7	8,2	8,3	8,8
STS	26	23,6	27,2	25,6
TOTAL	100%	100%	100%	100%
Nb d'inscrits en milliers	401,3	470,3	430,7	430,7

Tableau 5 : Flux d'entrée en I^{ère} année d'enseignement supérieur (en %)

Outre l'engouement pour les activités physiques et sportives, ce tableau montre le recul de l'orientation scientifique. La montée des formations supérieures courtes (IUT + STS) est frappante, toutefois cette croissance ne se produit pas dans les secteurs industriels, sauf en informatique. La baisse des effectifs touche surtout les DEUG et, pendant 10 ans, dans une moindre mesure les classes préparatoires scientifiques. Depuis 2005 on assiste à un boom en médecine provoqué par une augmentation du nombres de places offertes au concours. Cette baisse des orientations scientifiques hors secteur santé est principalement due au moindre choix par les bacheliers scientifiques ou industriels (S + STI) des filières de même nature dans l'enseignement supérieur.

		1995	2000
études scientifiques ou industrielles		86,3	76,3
répartition	DEUG	32,5	24,4
	IUT	11,2	12,8
	CPGE Sc1	13,8	12,4
	STS Second	15,3	14,9
	Autre scientifique	13,5	12,3

Tableau 6 : Poursuite d'études des bacheliers S + STI (en %)

Les études disponibles ne permettent pas d'actualiser ce tableau. Par contre il est possible de donner la répartition des inscriptions des seuls bacheliers S en sachant qu'il existe des doubles inscriptions (CPGE+L1) et que l'on ignore ceux qui poursuivent leurs études ailleurs: paramédical, secteur social etc.

Année	1995	2000	2004
% de bacheliers S	105,8	98,3	100,5
Droit	2,8	2,7	2,9
Sc. Eco+ AES	3,3	3,4	3,3
Lettres +sc. humaines	5,3	5,5	6,6
Sciences	39,9	30,2	25,8
STAPS	2,0	3,8	4,2
Santé	14,5	12,3	17,5
CPGE sciences	16,8	15,2	16,1
CPGE économique	2,9	3,1	3,1
CPGE lettres	0,9	0,8	1,1
IUT secondaire	8,8	10,1	9,1
IUT tertiaire	2,4	4,5	4,7
STS	6,2	6,7	6,1

Tableau 7 : Répartition des bacheliers S inscrits dans une des filières du supérieur

Le désengagement des élèves ayant un Baccalauréat S (éventuellement STI) par rapport aux études scientifiques longues est frappant. Cela a une influence sur les effectifs d'élèves en premier cycle supérieur.

		1995	2000
DEUG		150	119
dont	Physique	46	24
	SVT	54	39
	SI	8	11
	Informatique	0,4	1,3
Santé		56	47
IUT Scientifique		55	62
CPGE Scientifique		48	44
STS secondaires		87	90
Ecoles d'Ingénieurs		8	10

Tableau 8 : Effectifs des premiers cycles scientifiques (en milliers)

Le passage au système LMD et l'apparition de nouveaux intitulé comme "pluri-sciences" ne permet pas d'actualiser ce tableau

La situation est surtout dramatique pour le DEUG de Sciences physiques qui perd près de la moitié de ses effectifs en cinq ans. Mais on observe aussi que les classes préparatoires scientifiques avaient perdu 10% de leurs effectifs, un rattrapage s'est effectué depuis 2004. Les poursuites d'études après obtention d'un DUT et, dans une moindre mesure, après un BTS, permettront peut-être de combler une partie du déficit en licence et en Master1-Maîtrise.

Les conséquences de cet état de fait commencent à inquiéter les responsables. Il est vrai que la France n'est pas le pays le plus touché et que beaucoup de pays développés voient baisser leurs effectifs d'étudiants des disciplines scientifiques, surtout dans les filières académiques longues.

Ainsi, en Allemagne, les effectifs d'étudiants en première année de Chimie ont chuté de 54% entre 1990 et 1994, ceux de Sciences physiques ont été divisés par trois. Mais les causes ne sont pas les mêmes dans tous les pays. Pour l'Allemagne la courbe des inscriptions en chimie est étroitement liée à celle des offres d'emplois dans le secteur, avec évidemment un décalage dans le temps. Aux Pays-Bas, à l'université libre d'Amsterdam, les étudiants de première année en mathématiques étaient 800 en 1989 et seulement 105 en 1994. Aux États-Unis, les asiatiques deviennent majoritaires dans les laboratoires !

Regardons plus en détail les orientations des bacheliers S selon le choix de la spécialité et la performance du Baccalauréat en 2000 : Les choses ont peu évoluées depuis.

		Spécialité			**Mention**		
	Total	Maths	Phys.	SVT	TB ou B	AB	P
Classes Préparatoires	24	42	22	7	68	36	8
DEUG M, P, C	14	20	20	4	5	14	16
DEUG SVT	10	4	6	24	3	8	13
Santé	12	9	11	20	13	14	12
IUT-STS	20	11	23	15	3	16	25
Etudes non scientifiques	20	14	18	30	8	13	36

Tableau 9 : Répartition des bacheliers S- SVT après le Baccalauréat (en %)

On voit que le choix de l'orientation dépend largement du choix de la spécialité et de la performance scolaire. Les deux variables sont d'ailleurs liées. Les moyennes aux épreuves du Baccalauréat décroissent quand on passe de la spécialité Mathématiques à la spécialité SVT, la spécialité Physique ayant une position intermédiaire. La baisse du nombre de bacheliers S ayant choisi la spécialité mathématiques rend plus difficile le recrutement d'étudiants dans les filières scientifiques longues.

Par rapport à la situation qui prévalait avant la réforme des lycées, l'évolution est frappante : un sociologue du CNRS, Bernard Convert, a analysé les premiers vœux d'orientation faits par les élèves de l'Académie de Lille en 1987 et en 2001, pouvant ainsi mettre en évidence les évolutions. Il ressort une augmentation relative des vœux d'orientation vers les études non scientifiques ou vers les études courtes, et une baisse relative des vœux vers les classes préparatoires et les DEUG scientifiques. Bernard Convert donne de cette évolution les déterminants suivants : par rapport à la Terminale C, la Terminale S spécialité *mathématiques* est à la fois plus féminisée (42% de filles en 2001 contre 35% en 1987), moins bourgeoise (50% d'enfants des catégories cadres supérieurs ou cadres intermédiaires, contre 56% en 1987). Or, ces filles, comme les catégories sociales populaires, ont une propension moindre à postuler une classe préparatoire ou des études universitaires longues. L'autre facteur important est la capacité que le jeune se donne de réussir dans des études jugées prestigieuses ; en particulier, pour les jeunes de milieu populaire, l'accès en filière E était un gage de réussite future. Un effet « noblesse oblige » jouait. Être dans une classe prestigieuse incitait à faire des études prestigieuses. En 1987, le choix par les élèves de Terminale C ou E d'une classe préparatoire était indépendant de son origine sociale. En 2001, seuls les enfants des milieux favorisés ont maintenu le taux de premier vœu vers des classes préparatoires. Ce choix, parmi les bacheliers S, est maintenant davantage dépendant de l'origine sociale.

On peut ainsi être surpris de constater que l'institution d'une spécialité *Sciences physiques* en Terminale a contribué à vider le DEUG de Sciences physiques de ses étudiants. L'explication donnée par Bernard Convert est simple : les élèves ayant fait choix de cette spécialité sont surtout, sociologiquement et scolairement, attirés par des études courtes, en tout cas ils redoutent le DEUG et envisagent éventuellement, des études longues par le passage par un IUT ou une STS. Il y a là une stratégie du contournement des deux premières années d'université. Il en résulte une fuite de l'université en première année. Comme les élèves choisissant les spécialités *mathématiques* ou *SVT* n'envisagent pas de faire un DEUG de Sciences physiques, on observe une baisse de recrutement d'étudiants. Ainsi des phénomènes sociologiques, d'ailleurs internationaux tel que un moindre attrait pour les sciences se conjuguent avec les effets, évidemment non voulus, de la réforme des lycées, pour aboutir à une baisse de l'orientation vers les filières scientifiques, préoccupante pour l'avenir du pays.

4C. Essais pour déterminer des causes possibles.

Les analyses statistiques précédentes et les faits rapportés ont montré que la désaffection pour les études scientifiques est un phénomène complexe qui touche la plupart des pays industrialisés. Seul le Québec voit ses effectifs d'étudiants croître, sauf en Sciences physiques où il fléchit. Mais, si la désaffection globale est présente partout, dans le détail elle varie fortement d'un pays à l'autre. En France, les effectifs d'étudiants dans les filières scientifiques générales sont en baisse importante mais ils augmentent dans les filières technologiques, alors qu'on observe le contraire en Allemagne. A partir d'un paysage commun en gros, il existe de fortes différences selon les pays. On a vu qu'en France, la réforme des études des lycées a été un facteur d'accélération du phénomène.

Les auteurs des rapports officiels sur la question avancent des causes possibles pour expliquer la désaffection pour les études scientifiques. Disons qu'il s'agit d'hypothèses, mais le lecteur est dubitatif sur leur pouvoir d'explication. Tout d'abord, on n'observe pas d'attitude anti-scientifique dans la population ; les enquêtes d'opinion ne mettent pas en évidence un rejet de la science jugée mauvaise par ses conséquences : armement nucléaire, pollutions diverses… Par contre, la liaison entre sciences et technologie est mal perçue ; peu de gens imaginent que, derrière INTERNET, le téléphone portable, le DVD, le TGV, il y a un substrat scientifique important.

La désaffection semble liée à la réputation de difficulté et d'austérité des études scientifiques. Du lycée aux études supérieures, il est plus facile de décrocher un niveau de qualification par d'autres voies que la voie scientifique, un bachelier S a plus de chances de décrocher une licence autre que scientifique qu'une licence scientifique. En particulier, le lycéen juge la réussite en mathématiques fondamentale pour s'estimer capable de poursuivre des études scientifiques et cela est encore plus vrai pour les filles que pour les garçons. Reste à savoir si les scientifiques sont trop exigeants ou les autres études trop laxistes !

Les sciences sont peu présentes dans les médias et les discours politiques très discrets en matière de politique scientifique, sauf quand il s'agit de bioéthique. Une science peu présente dans les médias n'attire pas.

Certains observateurs tel que Maurice Porchet, contrairement à d'autres, mettent en cause les contenus de l'enseignement scientifique, de la maternelle au Baccalauréat. Au primaire, peu de maîtres ont une culture scientifique suffisante pour présenter avec attrait des phénomènes scientifiques. Au collège et au lycée, l'enseignement des sciences physiques serait trop mathématisé, abstrait, insuffisamment expérimental. Les enquêtes d'opinion montrent que l'image des sciences physiques se dégrade dès la classe de $3^{ème}$. Au collège, les programmes de biologie seraient trop ambitieux, selon d'autres. En mathématiques, on montre des objets tout faits en faisant l'impasse sur la façon dont ils ont été mis en place. Bref, le sens manque et la scolastique envahit la pratique pédagogique.

Les jeunes, dans leur choix d'orientation, recherchent aussi un avenir professionnel. Il est connu, par les médias, que les emplois les mieux rémunérés ne sont pas des emplois de scientifiques. Par contre, il est peu connu que les taux de chômage ou d'emplois précaires sont beaucoup plus faibles à la sortie des études scientifiques qu'à la sortie des études en sciences humaines ou en activités physiques et sportives.

L'engouement des jeunes pour les études supérieures courtes (DUT + STS) est, certes, lié à ces préoccupations d'emploi futur, mais aussi à l'attractivité très faible des premiers cycles universitaires. La faiblesse de l'encadrement en DEUG et le taux d'échec important font fuir les futurs étudiants. On passe d'abord son DUT puis ensuite on rejoint une filière longue à l'université. La moitié des titulaires d'un DUT poursuivent leurs études.

La stratégie de contournement explique aussi le nombre important de bacheliers S s'orientant vers des études non scientifiques. Elle était connue depuis longtemps. L'une des critiques faite à la section C avant la réforme des lycées était d'être la classe des bons élèves et on citait la proportion des bacheliers C en hypokhâgne (1/3). On peut remarquer que la réforme a amplifié le phénomène qui a des bases objectives : 55% des bacheliers S obtient un DEUG autre que scientifique en deux ans, contre 38% des autres bacheliers. Elle avait été faite pour diversifier les voies de réussite. Cela avait, provisoirement, réussi pour les classes préparatoires littéraires, pas pour les DEUG. Actuellement on est revenu à la situation de 1995.

A noter que les études scientifiques restent, globalement, dans l'opinion publique, comme des études pour les garçons en mathématique, informatique, sciences physiques, chimie. Par contre, la biologie est vue comme ouverte aux filles.

Cette énumération des causes possibles de la désaffection pour les études scientifiques montre que des études plus approfondies, dépassant le cadre français, sont indispensables pour mieux comprendre le phénomène. Un chapitre d'une publication **[I.4-2]** aborde cette question de la désaffection des étudiants pour les études scientifiques avec un regard critique sur les méthodes de construction, de traitement et d'analyse des données

4D. Au sein de l'OCDE.

En juillet 2003, au Forum mondial de la science, un groupe de travail s'est constitué sur la thématique du désintérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques (S&T), à partir d'une proposition de la France et des Pays-Bas. De là une analyse au sein de l'OCDE a été mise en œuvre afin de préciser le niveau de réalité de phénomène et les causes possibles. Nous rapportons les quatre grands constats issus de cette analyse

4E. Les mathématiques dans la vie quotidienne et la vie citoyenne.

A quoi et à qui d'autres que les mathématiciens, les mathématiques servent-elles ?

Nous reprenons à notre compte le point de vue de Georges Glaeser, un des fondateurs français de la didactique des mathématiques exprimé dans **[I.4-4]**. Voilà ce qu'il écrit : « Succédant à l'âge de fer, l'ère de la mathématique et de la science couvre les trois derniers millénaires de l'histoire de l'humanité. Que l'on se réfère aux plus grands exploits de l'humanité. Le 20 juillet 1969 l'homme prend pied sur la Lune, à trois mètres de but assigné, à quelques secondes de l'instant choisi. Cette prouesse n'est pas que le résultat des tous derniers progrès accomplis au XX^{ème} siècle. Elle couronne beaucoup d'efforts théoriques et techniques poursuivis pendant des siècles. Certes la construction du premier ordinateur ENIAC en 1946 contribua largement à cet exploit mais n'est-il pas aussi le fruit de la lente élaboration de la numération arabe de position ? Tout reposait sur une connaissance précise des lois de la mécanique, de la biologie, de la chimie et de l'électricité. Et rien de cela n'aurait été possible sans une maîtrise du calcul différentiel et intégral. Il fallait posséder de bonnes connaissances des grandeurs astronomiques : or, la première estimation du rayon de la Terre fut donnée à 10% près par Erathostène, contemporain d'Archimède. La première évaluation de la vitesse de la lumière est due à Olaüs Römer qui, en 1675 fournit la valeur 210.000 km/s. Ainsi la premier alunissage est bien plus qu'un événement important de l'année 1969. C'est par contre le succès le plus éclatant des 3000 dernières années !

Les mathématiques sont la base de l'édification des cathédrales. L'inspiration mathématique est avouée dans les œuvres de Phidias, Léonard de Vinci, Albert Dürer, Jean-Sébastien Bach. De là, elle diffuse son influence vers de nombreux artistes, même ceux qui se piquent d'ignorance en matière de science. Ainsi, la musique de jazz s'appuie sur des structures rythmiques, mélodiques, harmoniques transmises par des traditions dont les germes apparaissent déjà chez Pythagore.

Mais la civilisation mathématique ne se manifeste pas uniquement dans ses réussites les plus spectaculaires. Elle imprègne notre vie quotidienne, dans ses aspects les plus humbles, par accumulation de détails dérisoires et insignifiants. Prenons, comme exemple, un objet particulièrement banal, un simple pot de moutarde ! La forme du récipient, son dispositif de fermeture, son emballage, ses conditions de transport et de stockage... portent l'empreinte d'une pensée humaine. Les ingrédients y ont été dosés du point de vue gastronomique, nutritif, médical et commercial. Le choix des matières premières, de la main d'œuvre, de l'outillage, débouche sur une évaluation du prix de revient et sur une stratégie anticipatrice de publicité et de promotion. Tout est d'abord planifié sur le papier. Pourtant, nous ne pouvons pas déclarer à nos élèves: "*Vous allez apprendre des mathématiques pendant dix ans pour comprendre ce qu'est un pot de moutarde !".* Il est presque impossible de trouver un bon exemple, suffisamment global pour que la grande masse de l'humanité scolarisée se sente directement concernée.

Les mathématiques sont localement inutiles. En effet, si l'on passe en revue divers alinéas des programmes scolaires, et que l'on demande à l'infirmière, au notaire, à la boulangère et même à l'ingénieur: "A quoi ça sert ?", la réponse sera évidemment "A rien". La plupart de nos contemporains n'ont jamais eu à calculer l'aire d'un trapèze ou à résoudre une équation du second degré et encore moins à participer au lancement d'un vaisseau spatial. Parfois quelques individus auront l'occasion d'utiliser une notion mathématique subtile au cours de leur vie. Mais alors, il la réapprendront quand elle leur sera nécessaire.

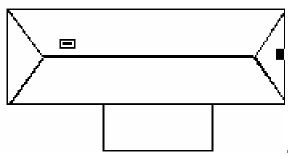
En revanche, les mathématiques sont globalement indispensables à nos contemporains. Plusieurs fois par jour, face à des situations inhabituelles, ils sont amenés à réfléchir avant d'agir. S'ils ne le font pas, ils manquent d'efficacité dans beaucoup d'occasions. Deux mille ans d'assimilation de notre héritage culturel fécondés par des progrès techniques ont révélé à l'homme l'importance pratique de l'abstraction. Jadis, l'homme préhistorique construisant un pont de lianes pour franchir un torrent constatait que le dispositif était solide si le pont ne s'effondrait pas. Aujourd'hui toute construction est préalablement pensée, calculée, anticipée et les risques sont probabilisés. On réalise des plans, des maquettes. On substitue des symboles aux choses pour éprouver, à l'avance, la réalité. Toute notre vie repose sur des prévisions théoriques : notre nourriture, nos vêtements, nos logements, nos transports, notre santé, nos assurances... sont conçus avant d'être mis en œuvre. Nous vivons dans un monde calculé. »

4F. Les mathématiques parfois localement utiles.

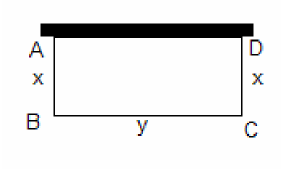
Nous reprenons l'idée suggérée par Yves Chevallard **[I.4-6]** qui a développé un exemple dans le but de donner appui aux raisons de l'utilité des mathématiques et donc à l'intérêt tant individuel que social de leur apprentissage à l'école. Il s'agit de s'opposer à des représentations sociales qui alimentent une phobie culturelle.

Voici une situation tout à fait réaliste de la vie quotidienne. « *Vous désirez enclore une partie de votre jardin adossée au mur d'un bâtiment avec une palissade dont vous disposez déjà d'un rouleau de 60 mètres. Évidemment vous souhaitez que la surface du jardin soit la plus grande possible* »

Cette situation se constitue très vite en situation-problème car la réponse à la question : *comment allez-vous réaliser cette construction pour obtenir une superficie la plus grande possible du jardin sachant que le mur du bâtiment peut être utilisé comme palissade ?* n'apparaît pas immédiatement. Une première façon de construire la solution consisterait à procéder directement à la construction sur le terrain en déroulant la palissade et en l'installant par tâtonnement. C'est alors que le recours à une représentation symbolique : faire un dessin sur le papier, tout comme le recours au langage mathématique peuvent apporter une aide précieuse à la résolution de ce problème qui se traduit par une construction concrète.

Nous procédons alors à la modélisation mathématique du problème. Ainsi pouvons-nous imposer la forme géométrique simple et facilement réalisable qu'est celle du rectangle. Par une représentation graphique, le problème s'énonce alors :  . Nous pouvons voir que le problème revient à connaître la largeur et la longueur du jardin rectangulaire.

Le recours au langage symbolique permet de désigner les sommets du rectangle par les lettres A, B, C, et D ainsi que la largeur par la lettre x et la longueur par y.



La question centrale du problème s'énonce de la manière suivante :

Comment choisir la largeur x et la longueur y pour que l'aire du rectangle soit la plus grande possible ?

Plus précisément, il y a lieu de s'interroger sur l'existence même de valeurs pour x et y respectant les contraintes données. *Quelle(s) valeur(s) doit-on attribuer à x et à y pour que l'aire du rectangle soit la plus grande possible ?*

Il est sans doute possible de donner des réponses intuitives. Toutefois nous allons développer une réponse que les mathématiques nous donnent les moyens de construire.

Il faut d'abord nous rappeler que la longueur totale de palissade dont nous disposons, vaut 60 mètres. Cette palissade doit être disposée le long des côtés AB, BC et CD. Dans le langage symbolique, cette information est traduite par la relation algébrique : $x + y + x = 2x + y = 60$. Cette relation met en évidence le fait que la largeur et la longueur sont mutuellement déterminées et par exemple la connaissance de la largeur détermine celle de la longueur puisque $y = 60 - 2x$.

Une seconde information réside dans le lien entre l'aire, la largeur et la longueur. Si nous désignons l'aire par la lettre z, nous avons $z = xy = x(60 - 2x)$

Une troisième information est donnée par l'intervalle des valeurs possibles pour la largeur. Pour cela nous prenons en compte le lien entre la largeur et la longueur, $y = 60 - 2x$. La longueur est obtenue en retranchant deux fois la largeur à la longueur totale du rouleau de palissade. Nous ne pouvons donc pas retrancher plus que la valeur 60, ce qui nous conduit à considérer que *la largeur x est forcément comprise entre 0 et 30*.

Ainsi la situation-problème concrète initiale est traduite dans le langage mathématique par le problème abstrait suivant : *Existe-t-il dans l'intervalle [0 ; 30] au moins une valeur de x pour laquelle la valeur z est la plus grande possible ?*

Une réponse à cette question est à chercher dans le monde formel des mathématiques. Dit autrement, la solution de ce problème est contenue dans les propriétés mathématiques de l'expression algébrique $x(60 - 2x)$. Évidemment une telle expression nécessite des connaissances en mathématiques. Son traitement s'effectue au sein du domaine mathématique avec ses règles propres.

Une idée pourrait laisser penser qu'une forme particulière de rectangle, à savoir le carré, avec ses quatre côtés isométriques. Mentalement, nous pouvons raisonner ainsi : la palissade serait alors divisée et pliée en trois segments d'égale longueur dont la totalité vaudrait 60. De là le carré obtenu aurait ses quatre côtés de mesure égale à 20. De là l'aire vaudrait 400 m^2 en faisant le produit 20 par 20.

Si nous avions appliqué la formule donnant z quand x=20, nous aurions obtenu $z = 20(60 - 40) = 400$

Mais nous ne savons pas si 400 m^2 est la plus grande valeur possible. Il faudrait faire le calcul avec toutes les valeurs de l'intervalle [0 ; 30], ce qui est impossible puisqu'il y en a une infinité.

Nous pouvons cependant, en utilisant un logiciel de type tableur, réaliser le calcul de z pour plusieurs valeurs comme le montre le tableau suivant :

Valeurs de x	**0**	**0,5**	**1**	**1,5**	**2**	**2,5**	**3**	**3,5**	**4**	**4,5**	**5**	**5,5**	**6**	**6,5**	**7**	
Valeurs de z	**0**	**29,5**	**58**	**85,5**	**112**	**137,5**	**162**	**185,5**	**208**	**229,5**	**250**	**269,5**	**288**	**305,5**	**322**	
Valeurs de x	**7,5**	**8**	**8,5**	**9**	**9,5**	**10**	**10,5**	**11**	**11,5**	**12**	**12,5**	**13**	**13,5**	**14**	**14,5**	
Valeurs de z	**337,5**	**352**	**365,5**	**378**	**389,5**	**400**	**409,5**	**418**	**425,5**	**432**	**437,5**	**442**	**445,5**	**448**	**449,5**	
Valeurs de x	**15**	**15,5**	**16**	**16,5**	**17**	**17,5**	**18**	**18,5**	**19**	**19,5**	**20**	**20,5**	**21**	**21,5**	**22**	
Valeurs de z	**450**	**449,5**	**448**	**445,5**	**442**	**437,5**	**432**	**425,5**	**418**	**409,5**	**400**	**389,5**	**378**	**365,5**	**352**	
Valeurs de x	**22,5**	**23**	**23,5**	**24**	**24,5**	**25**	**25,5**	**26**	**26,5**	**27**	**27,5**	**28**	**28,5**	**29**	**29,5**	**30**
Valeurs de z	**337,5**	**322**	**305,5**	**288**	**269,5**	**250**	**229,5**	**208**	**185,5**	**162**	**137,5**	**112**	**85,5**	**58**	**29,5**	**0**

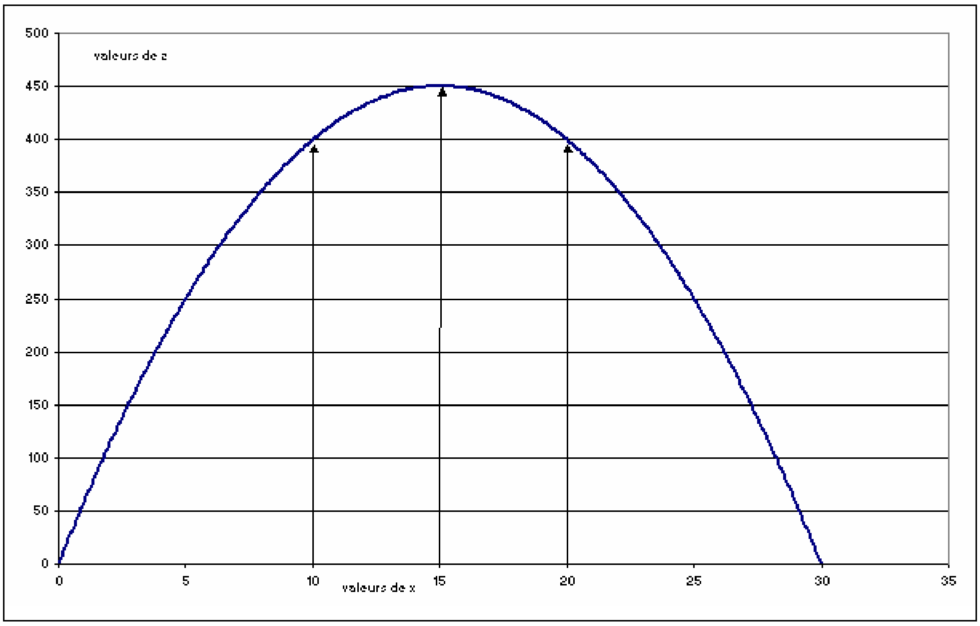
Tableau 10 : Valeurs associées (x, z)

Nous pouvons traduire ce tableau dans un autre registre, celui de la représentation graphique. Les points dont les coordonnées sont (x ; z), se répartissent sur une courbe que les mathématiciens connaissent et qu'ils nomment un arc de parabole.

L'analyse conjointe du tableau et de la représentation graphique nous montre deux propriétés intéressantes :

- une seconde valeur de x permet d'obtenir une valeur de z=400, à savoir x=10 ;
- il apparaît que la plus grande valeur de l'aire donnée par le tableau est z=450 ; elle correspond à x=15. Sur la représentation graphique, elle correspond au sommet du segment parabolique.

À ce stade du raisonnement, nous pouvons énoncer une **conjecture** : *il semble que l'aire la plus grande possible soit 450 m^2 qui n'est obtenue qu'avec la largeur 15 mètres.*



La mise à l'épreuve de la **conjecture** consiste à la soumettre à une argumentation que les mathématiciens appelle la **démonstration**.

Cette démonstration est réalisable en faisant usage de la représentation dans le langage symbolique algébrique qui en facilite le traitement. L'idée qu'eurent certains mathématiciens par le passé et qui est maintenant transmise par l'enseignement des mathématiques, consiste à réaliser une transformation de l'écriture de l'expression algébrique de z comme nous allons le voir ci-après. Certes chacun peut retrouver de lui-même cette transformation, mais la transmission culturelle permet aussi de gagner du temps.

L'expression algébrique de z, à savoir $z = x(60-2x)$, rappelle une forme classique d'expression algébrique du second degré qui renvoie à des formes standards nommées *identités remarquables* telles

- $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
- $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$

L'expression $z = x(60-2x) = 60x - 2x^2 = (-2)(x^2 - 30x)$ peut être vue comme le début d'une identité remarquable. La plus proche est du second type. $x^2 - 30x$ est le début d'une expression du type $(x-b)^2 = x^2 - 2bx + b^2$. Ce qui nous indique que $2b = 30$ et $b = 15$. En retournant à l'identité, nous avons $(x-15)^2 = x^2 - 30x + 15^2 = x^2 - 30x + 225$ ou encore $x^2 - 30x = (x-15)^2 - 225 = (x-15)^2 - 15^2$

De là nous obtenons une autre écriture équivalente de z à partir de laquelle nous pouvons tirer des conclusions certaines.

$$z = x(60-2x) = (-2)(x^2 - 30x) = (-2)\left((x-15)^2 - 225\right) = 450 - 2(x-15)^2$$

En effet nous constatons que la valeur de z peut aussi être obtenue en soustrayant à la valeur 450 une quantité positive car elle est le double d'une quantité élevée au carré. La plus grande valeur possible de z est donc 450 qui est obtenue quand $2(x-15)^2 = 0$ c'est à dire quand x=15.

Cette fois il ne s'agit plus d'une conjecture mais bien d'un résultat certain et vrai. Une sorte de théorème attaché à notre problème particulier. En choisissant l'unique solution possible pour la largeur, c'est à dire 15 mètres, il en ressort que la longueur correspondante, elle-même unique, est de 30 mètres car $60 - 2(15) = 30$ et par conséquent l'aire maximale de 450 m^2 obtenue par le produit 15x30.

La résolution de ce problème est rendue d'une manière particulièrement efficace par le moyen des outils mathématiques. Il y a évidemment différents **niveaux de conceptualisation** qui sont sollicités pour cette résolution.

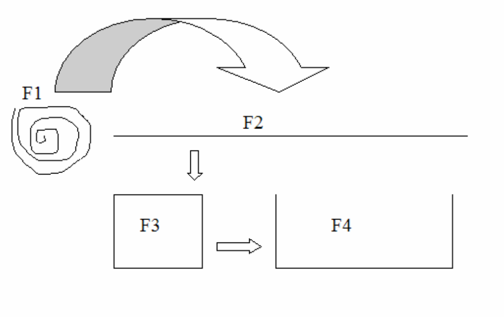
Nous pouvons aussi rappeler la puissance opératoire de cette approche mathématique en ce qu'elle ne dépend pas de la valeur attribuée à la longueur du rouleau de palissade, ni encore de la nature du rouleau. Si la longueur du rouleau était une valeur quelconque positive, la notation symbolique autorise alors de la désigner efficacement grâce à l'usage de la notation littérale, choisissons la lettre r, il en ressort que $z = x(r-2x)$. Par une démarche analogue en raisonnant avec r au lieu de 60, nous obtenons : $z = rx - 2x^2 = (-2)(x^2 - \frac{r}{2}x)$. Après quoi, $x^2 - \frac{r}{2}x$, début d'une expression du type $(x-b)^2 = x^2 - 2bx + b^2$, nous indique que $2b = \frac{r}{2}$ et $b = \frac{r}{4}$. En retournant à l'identité, nous avons $(x - \frac{r}{4})^2 = x^2 - \frac{r}{2}x + \left(\frac{r}{4}\right)^2 = x^2 - \frac{r}{2}x + \frac{r^2}{16}$ ou encore $x^2 - \frac{r}{2}x = (x - \frac{r}{4})^2 - \frac{r^2}{16} = (x - \frac{r}{4})^2 - \left(\frac{r}{4}\right)^2$

De là nous obtenons une autre écriture équivalente de z à partir de laquelle nous pouvons tirer des conclusions certaines.

$$z = x(r-2x) = (-2)(x^2 - \frac{r}{2}x) = (-2)\left((x-\frac{r}{4})^2 - \frac{r^2}{16}\right) = \frac{r^2}{16} - 2(x-\frac{r}{4})^2$$

Par ailleurs il est clair que la propriété relationnelle : *la longueur est obtenue en retranchant deux fois la largeur à la longueur totale du rouleau de palissade* est elle-même indépendante de la valeur même de longueur totale. Et donc, nous ne pouvons pas retrancher plus que la valeur r, ce qui nous conduit à considérer que *la largeur x est forcément comprise entre 0 et r/2*. Dit dans le langage des mathématiques, la valeur x est à rechercher dans l'intervalle [0 ; $\frac{r}{2}$]. La valeur x qui produit la valeur optimale $z = \frac{r^2}{16}$, est donc obtenue par la résolution de l'équation : $2(x-\frac{r}{4})^2 = 0$ c'est à dire si $x = \frac{r}{4}$ et $y = r - 2x = r - 2\left(\frac{r}{4}\right) = r - \frac{r}{2} = \frac{r}{2}$.

Autrement dit la solution optimale à ce problème, « obtenir la plus grande surface rectangulaire », est produite avec un rectangle dont la largeur vaut le quart de la longueur du rouleau et la longueur, la moitié. Le schéma ci-contre indique une procédure générale applicable concrètement. Le rouleau de palissade F1 est déroulé pour être mis dans la forme rectiligne F2. Après quoi, il suffit de plier en quatre parties isométriques pour réaliser un carré F3. Enfin il suffit d'ouvrir le carré pour aboutir à la forme rectangulaire recherchée F4.



Encore plus généralement, nous pouvons constater que la mesure de la surface rectangulaire recherchée est donnée par la fonction numérique réelle que nous pouvons noter par la lettre grecque (psy) Ψ. Ainsi à une valeur initiale x correspond la valeur z=Ψ(x) avec $\Psi(x) = x(r-2x)$. Pour chaque valeur de r, nombre réel positif, que le mathématicien nomme paramètre, il y a une fonction dont la représentation graphique est un segment de parabole sur l'intervalle [0 ; $\frac{r}{2}$]. Mais nous pouvons encore placer cette modélisation à un niveau de généralité plus élevé. La fonction Ψ est définissable sur tout l'ensemble des nombres réels $\Re$ et pour toute valeur du paramètre r prise elle aussi quelconque sur $\Re$. Dans tous les cas, la représentation graphique est une parabole.

Nous voyons que le problème concrètement posé n'est qu'un cas particulier d'un ensemble de situations que le langage mathématique rend traitable.

Pour aller plus loin…

[I.4-1] O.N.I.S.E.P.-M.E.N. (2007) *Zoom sur les métiers : Les métiers des mathématiques*, Publication réalisée à la demande et avec la collaboration des 4 associations suivantes : la Société mathématique de France (SMF), la Société de mathématiques appliquées et industrielles (SMAI), la Société française de statistique (SFdS), *femmes et mathématiques*. ISSN : 1772-2063 ISBN : 978-2-273-00695-8 Internet : http://www.onisep.fr

[I.4-2] *PARCOURS et ORIENTATIONS* http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/pdf/rapport_JD0604_chap2.pdf

[I.4-3] *Évolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques* Rapport d'orientation Forum mondial de la science Organisation de Coopération et de Développement Economiques (4 mai 2006)

[I.4-4] Glaeser G. (1999) *Une introduction à la didactique expérimentale des mathématiques*, B. Blochs, et JC Régnier (Eds) Grenoble : La Pensée Sauvage Éditions, (pp. 28-29)

[I.4-5] Glaeser G. (1971) *Mathématiques pour l'élève-professeur.* Paris Hermann.

[I.4-6] Chevallard Y. (1992) Pour en finir avec une phobie culturelle. Sciences à l'école : les raisons du malaise. *Sciences & Vie* (HS 180 –sept 1992 pp 60-69)

[I.4-7] Hennequin P-L., (2007) Mesurer la terre avec des élèves. *Bulletin de l'A.P.M.E.P.* (470) PARIS : A.P.M.E.P. (pp 300-310)