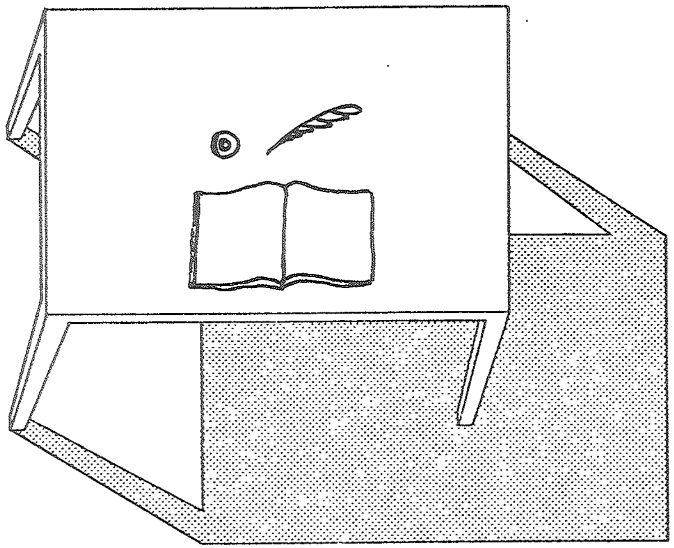
Propositions 8

ECRIRE DES MATHS



Groupe d'Enseignement
Mathématique
Louvain-la-Neuve

Sous le titre général

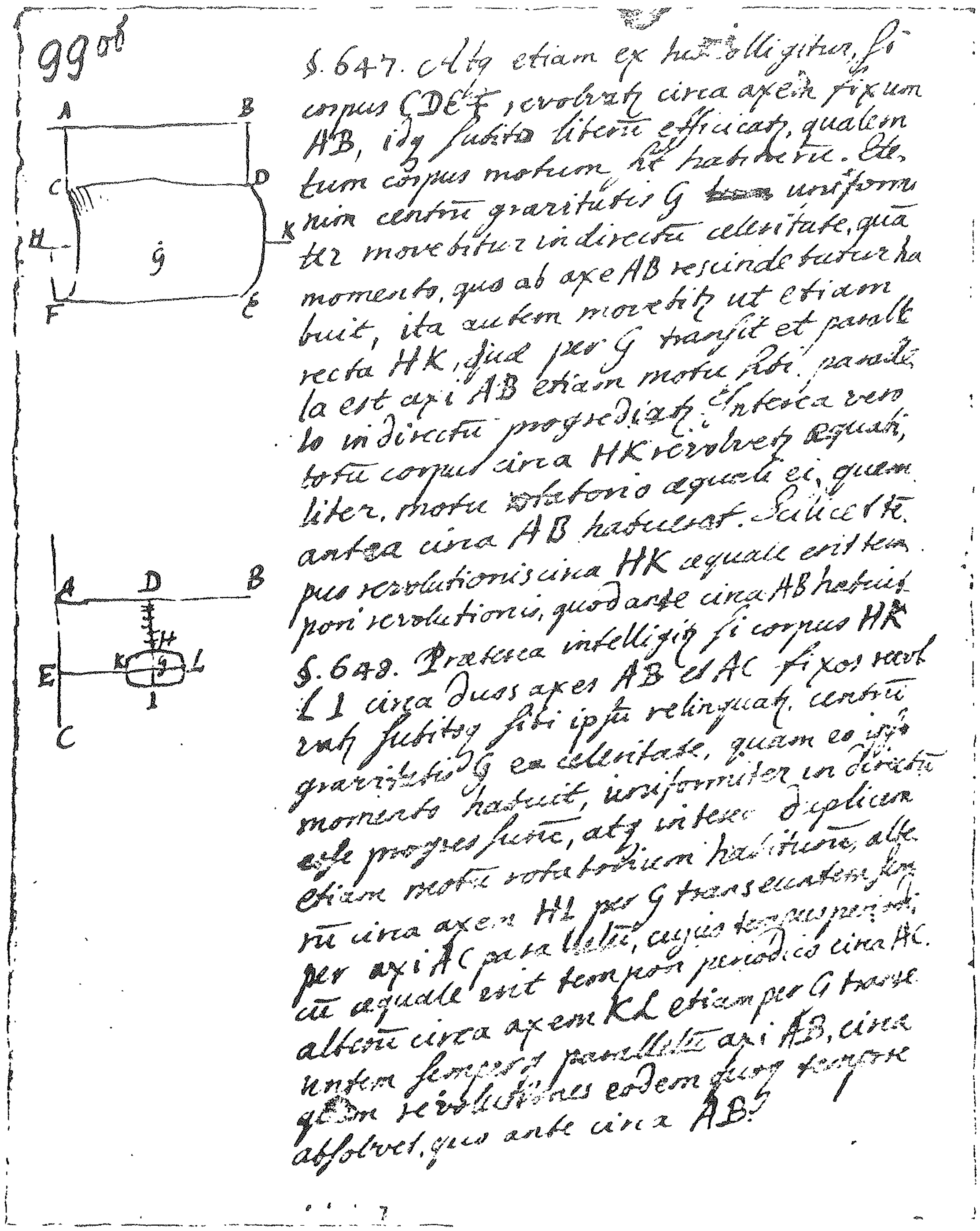
PROPOSITIONS

le GEM diffuse des textes divers à l'intention des professeurs de mathématiques des écoles secondaires. Celui-ci fait exception à la règle : il a été écrit à l'intention de toute personne, élève, étudiant, professeur, mathématicien, amenée à écrire des textes mathématiques. Les lecteurs sont cordialement invités à envoyer leurs critiques et commentaires relatifs à cette brochure, au GEM, chemin du Cyclotron 2, 1348 Louvain-la-Neuve.

Ce n° 8 des Propositions résulte de la collaboration de Christine De Block-Docq, Christiane Hauchart, Hugues Masy et Nicolas Rouche, avec l'aide, pour la deuxième partie, de Magali Boulvin, Cécile Goossens, Danièle Legrand, Dominique Moinil, Patricia Santarelli-Vandeputte, Françoise Schepens, Luc Terryn et Joëlle Van Causenbroeck.
La dactylographie a été assurée par Suzanne D'Addato et les dessins sont dus à Wilfried Smets.

Août 1983 Prix : FB.

TABLE DES MATIERES



Une page manuscrite d'Euler (Mechanica seu scientia motus, environ de 1730).

1. AVANT-PROPOS : LE FOND ET LA FORME

Beaucoup de gens écrivent des mathématiques. Les élèves et les étudiants rédigent des devoirs et des copies d'examen, ou mettent en ordre leurs notes de cours. Les étudiants font des travaux, un mémoire, une thèse. Les professeurs préparent des documents pour leur enseignement : cela va d'une feuille volante à polycopier jusqu'à un texte détaillé de leurs leçons, voire un manuel à publier. Les chercheurs écrivent des articles, des monographies, des livres.

Dans tous les cas, l'essentiel est d'avoir quelque chose à dire, et de le dire clairement. Sauf exception, il faut expliquer le fond du message, et donc ne pas se contenter d'en produire le déroulement technique. Il faut exposer les intentions du texte et ses moyens, le situer, l'illustrer d'exemples et d'applications, plus généralement le nourrir de sens.

Les parties techniques seront rédigées aussi en pensant au sens. L'ordre des matières demeurera proche de l'enchaînement de pensée le plus naturel. Les démonstrations seront articulées sur leurs passages-clés.

Et puis si on écrit, c'est pour quelqu'un. Le style et le niveau de l'exposé doivent être adaptés à la maturité du lecteur. Il n'est pas généralement vrai que plus on s'explique en détail, plus on est clair. On noie le poisson à force de justifications minutieuses.

UN DEROULEMENT TECHNIQUE A L'ETAT PUR

6.43. Proposition :
Toute isométrie est un homéomorphisme.
Démonstration :
Par 6.39.1.1, 6.39.1.3, 6.42 *et* 6.16.

UNE THEORIE EST COMME UN VOYAGE

" [...] je dirai qu'une théorie mathématique doit être un voyage, parsemé de faits plus ou moins importants, et comme dans tout voyage profitable on doit savoir, à chaque instant, où l'on en est, où l'on cherche à aller, pourquoi l'on tourne à droite et non à gauche au prochain carrefour."

C. Mutafian [9]

La présente brochure est divisée en deux. La *première partie* rassemble quelques conseils sur la présentation des documents mathématiques, qu'ils soient manuscrits, dactylographiés ou typographiés. On y donne pour commencer des indications utiles pour tous les types de textes, depuis la feuille hâtivement écrite à la main jusqu'aux documents les plus longs. La suite concerne les brochures, mémoires et livres qui, vu leur ampleur, posent des problèmes particuliers d'organisation. On n'y a pas insisté sur les techniques de préparation à l'impression (sur ce sujet, voir E. Swanson [14].)

La géométrie synthétique de l'espace pose un problème spécifique : comment présenter en plan des figures de l'espace lisibles, pas trop ambiguës ? C'est le sujet de la *seconde partie* de cette brochure. Elle concerne donc les lecteurs qui enseignent cette géométrie, mais aussi ceux qui cherchent à exprimer graphiquement des situations tridimensionnelles d'origines diverses. On y trouvera quelques remarques curieuses sur la perception des figures.

Donner des indications pour s'exprimer clairement est notre objectif unique au long de ces pages. Or la clarté, c'est beaucoup plus que l'univocité du sens : c'est ce qui fait qu'on comprend avec un minimum d'effort, que les enchaînements du discours sont les plus apparents possible.

Tous les moyens sont légitimes pour atteindre à la clarté, pour faire passer le sens. Souvent des groupes de personnes, élèves, étudiants, professeurs, développent spontanément des moyens de communication familiers, non reconnus par la communauté des mathématiciens. Si cela les aide, il est très important de leur en laisser l'usage. Il faut pourtant aussi qu'ils aient conscience que, pour être compris par beaucoup de gens, le mieux est encore souvent d'aligner ses moyens d'expression sur ceux de la majorité des mathématiciens.

C'est de ces moyens qu'il est question ci-après sous la forme, inévitablement un peu sentencieuse, de recommandations et de conseils. Celui qui serait agacé de se voir ainsi chapitré pourra toujours n'en faire qu'à sa tête ... pourvu qu'il arrive à *être clair*. Le lecteur est par ailleurs invité à critiquer les défauts du présent texte, dont les

APERCEVOIR D'UN COUP D'OEIL LE RAISONNEMENT

"Une démonstration mathématique n'est pas une simple juxtaposition de syllogismes, ce sont des syllogismes placés dans un certain ordre, et l'ordre dans lequel ces éléments sont placés est beaucoup plus important que ne le sont ces éléments eux-mêmes. Si j'ai le sentiment, l'intuition pour ainsi dire de cet ordre, de façon à apercevoir d'un coup d'oeil l'ensemble du raisonnement, je ne dois plus craindre d'oublier l'un des éléments, chacun d'eux viendra se placer de lui-même dans le cadre qui lui est préparé, et sans que j'aie à faire aucun effort de mémoire."

H. Poincaré [11]

UN PRINCIPE D'INCERTITUDE

"Si, dès le départ, nous essayons de lever les ambiguïtés en insérant des détails "éclairants", les efforts supplémentaires nécessaires pour comprendre laissent pourtant le message obscur - un *principe d'incertitude* fondamental dans l'enseignement mathématique."

H.B. Griffiths [4]

auteurs prennent la responsabilité sans complexe, la perfection n'étant pas de ce monde. (On trouvera dans N.E. Steenrod *et altr.* [13] beaucoup de compléments utiles aux conseils rassemblés ici. Ce bref ouvrage a été écrit par quatre mathématiciens passés maîtres dans l'art d'écrire).

N.B. Outre diverses citations, on trouvera dans les marges des pages ci-après des exemples de textes mathématiques bien ou maladroitement présentés. Ces exemples sont encadrés. Ils n'ont pas été composés pour les besoins de la cause, mais proviennent au contraire de documents existants. Il nous est arrivé de les modifier quelque peu, sans les dénaturer, pour les besoins de la mise en page. Nous avons pris le parti de ne pas mentionner leurs auteurs, pour ne pas désobliger ceux d'entre-eux qui sont cités comme contre-exemples plutôt que comme modèles.

PREMIERE PARTIE :

COMPOSER DES TEXTES MATHEMATIQUES

2. LES MATHEMATIQUES S'ECRIVENT DANS LA LANGUE COMMUNE

On n'a pas encore trouvé de meilleure façon, pour s'exprimer sur un sujet mathématique, que d'employer la langue commune entrecoupée de formules. Il s'agit de formules *complètes*, qui peuvent toutefois se réduire à un seul symbole.

Et puisque c'est la langue commune qui sert, on contribue à la clarté en en respectant l'usage. On veillera en tous cas à ce que chaque formule soit insérée dans une phrase *complète*, c'est-à-dire comportant généralement un sujet, un verbe, et un attribut ou un complément d'objet selon le cas. Les formules peuvent jouer les rôles grammaticaux les plus divers. Elles peuvent être sujet, attribut ou complément. Une formule peut aussi constituer à elle seule une proposition subordonnée.

On utilisera des symboles mathématiques chaque fois que la clarté y gagne, c'est-à-dire pas trop souvent. Il n'est nullement souhaitable de proscrire *pour tout* au bénéfice de $\forall$, ni *égale* au profit de =, ni *et* pour $\wedge$, etc. Le symbolisme de la logique formelle est utile dans les textes de logique mathématique, mais souvent désagréable dans les autres exposés.

La langue commune a des ressources qu'on ne trouve pas dans les formules. Ainsi, par exemple, il peut être éclairant d'écrire une démonstration par l'absurde au conditionnel : supposons que telle proposition soit vraie. Alors on aurait ...

SYMBOLES ISOLES

> *Lorsque* f *est* p *fois différentiable sur* V *pour tout entier* p *supérieur à* 1, *on dit que* f *est indéfiniment différentiable sur* V.

PROSCRIRE LES FORMULES INCOMPLETES

> *La* $\sum_{r=1}^{p}$ *des éléments de la suite* = 0.

FORMULES COMPLETES JOUANT DANS UNE PHRASE DES ROLES GRAMMATICAUX DIVERS

> *On montre que*
> $$x = \frac{2a^2X}{X^2+Y^2+a^2},\ y = \frac{2a^2Y}{X^2+Y^2+a^2},\ z = \frac{X^2+Y^2-a^2}{X^2+Y^2+a^2},$$
> *c'est-à-dire que* (x,y), (y,z) *ou* (x,z) *sont fonctions différentiables de* (X,Y) *sur les ouverts voulus.*

CECI ...

> *Pour tout entier* $i=1,2,\ldots n$ *il existe une unique application affine* $\varphi_i : [0,1] \to \mathbb{R}^2$ *telle que* $\varphi_i(0) = M_i$, $\varphi_i(1) = M_{i+1}$, *et l'image* $\varphi_i([0,1])$ *du segment* [0,1] *est le segment* $[M_i,M_{i+1}]$ *de* $\mathbb{R}^2$.

... EST PLUS LISIBLE QUE CECI :

> $(\forall i \mid i \in \{1,2,\ldots,n\})\ (\exists!\ \varphi_i : [0,1] \to \mathbb{R}^2,\ \varphi_i\ \textit{affine})$
> $[\varphi_i(0) = M_i] \wedge [\varphi_i(1) = M_{i+1}] \wedge [\varphi_i([0,1]) = [M_i,M_{i+1}] \subseteq \mathbb{R}^2$.

Par ailleurs, quand on recourt à un symbole, il faut en respecter le sens conventionnel : les symboles ne peuvent pas être utilisés librement comme abréviations.

Quant aux autres abréviations, si on en utilise, il faut les définir. Et en tous cas ne pas en abuser : il est trop ennuyeux de devoir décrypter des textes qui ressemblent à des notes prises au vol pendant une leçon.

Les abus de notation et de langage mathématique doivent être signalés (sauf ceux que l'usage a consacrés) et leur nombre sera réduit au minimum nécessaire pour que la clarté y gagne.

3. PONCTUATION, ORTHOGRAPHE ET SYNTAXE

La ponctuation, si elle est bonne, aide à la clarté. Il est parfois difficile de placer les virgules dans une phrase. En cas de doute, on pourra utiliser la règle suivante : on met des virgules aux endroits où le débit marque un arrêt dans la lecture à voix haute. On n'en mettra en tous cas jamais entre un verbe et son sujet, ni entre un verbe et son complément d'objet direct, même si ce dernier est très long. Chaque proposition incidente est encadrée par des virgules. L'absence de l'une d'entre elles perturbe la lecture et même souvent le sens.

Nous avons vu que chaque formule fait partie d'une phrase. Il en résulte que la ponctuation doit s'étendre aux formules. Il faut un point après une formule qui termine une phrase. De même si plusieurs formules sont citées à la suite, il faut les séparer par des virgules.

Il est prudent de ne jamais commencer une phrase par un symbole, et ceci pour deux raisons. D'abord parce qu'il est utile que le début de chaque phrase soit signalé par une majuscule. Ensuite parce que si la phrase précédente finit par une formule, les deux formules enchaînées par le point de fin de phrase constituent une bizarrerie et parfois un contresens.

NE PAS ABUSER DES ABREVIATIONS

Le m̂ nb est $\sqrt{\ }$ *de l'éq* (2).

DEUX VIRGULES EN TROP

En effet, ce théorème nous dit, qu'un groupe b *quelconque, peut toujours être représenté comme un groupe de permutations.*

UNE PROPOSITION INCIDENTE SANS VIRGULES

On part d'un carré. A l'intérieur de ce carré, on construit un octogone régulier. A l'intérieur de cet octogone, on construit un 16-gone; et ainsi de suite. Que deviennent si on continue les aires des polygones ainsi construits ?

NE PAS COMMENCER UNE PHRASE PAR UN SYMBOLE

Il suppose d'abord que l'aire S *du segment parabolique est supérieure à* $\frac{4}{3}$ A. *Il doit alors exister n triangles tels que la somme* $U = A \sum_{1}^{n-1} \frac{1}{4^i}$ *de leurs aires soit inférieure à* S *et supérieure à* $\frac{4}{3}$ A. U *étant égal à* $\frac{4}{3} A - \frac{1}{3} \cdot \frac{A}{4^{n-1}}$, U *est aussi inférieur à* $\frac{4}{3}$ A, *ce qui est contradictoire, et l'hypothèse* $S > \frac{4}{3} A$ *est rejetée.*

Et l'orthographe ? On en distingue deux : l'orthographe grammaticale et l'orthographe d'usage. La première surtout contribue au sens : on comprend moins bien quand il y a des fautes de genre, de nombre, etc. Mais sans doute vaut-il mieux respecter les deux, car on n'empêchera pas la société de dévaloriser ceux "qui ne savent même plus l'orthographe". Il est utile d'avoir à sa portée un Larousse [10] ou un Robert [11].

A propos des problèmes de syntaxe, pour lesquels on consultera utilement M. Grevisse [3] ou J. Hanse [7], contentons-nous de signaler deux gaucheries communes.

La première consiste en un mauvais usage du participe présent : on écrira "En majorant a, on confirme l'inégalité" plutôt que "En majorant a, l'inégalité se confirme". Dans tous les cas de ce type, le sujet du participe présent doit être le sujet de la proposition principale.

La seconde consiste à utiliser, dans la même phrase, les pronoms *on* et *nous* pour désigner les mêmes personnes.

4. SYMBOLES ET FORMULES

Il est vrai que le choix des symboles est libre ... en principe : la seule condition est qu'il faut définir univoquement chacun d'eux. Néanmoins, on facilite beaucoup la lecture en adoptant les conventions les plus communes, ce qui donne au texte une allure familière et rassurante, et permet parfois au lecteur de combler une lacune dans la fixation des notations.

On s'efforcera de ne pas affecter un même symbole à plusieurs usages. Cette règle, qui est impérative pour les textes courts, peut admettre des exceptions dans les exposés de longue haleine : l'essentiel est de s'expliquer clairement.

Pour ce qui est de la composition des formules, la règle unique est qu'il faut disposer les symboles comme convenu et ne pas en oublier. Si on a décidé que les vecteurs seraient surmontés d'une flèche, il faut la

ON ET NOUS

Si nous nous plaçons dans un contexte plus géométrique, on peut parler de groupes cycliques engendrés par une rotation.

UN SYMBOLE A DOUBLE USAGE

Soient m_i, $1 \leqslant i \leqslant m$, *les masses des* m *points, et soit*

$$m = \sum_{1 \leqslant i \leqslant m} m_i$$

la masse totale du système.

MAUVAISE DISPOSITION DE LA BARRE DE FRACTION

$$\frac{\frac{3^n - 1}{2}}{3^n} \quad ou \quad \frac{3^n - 1}{2.3^n} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}.3^n$$

mettre, et au bon endroit. Les indices doivent être en position d'indice et les exposants en position d'exposant. Les barres de fraction principales doivent être en face des signes "=". Il faut fermer les parenthèses qu'on a ouvertes. Etc.

On évitera enfin de situer dans une formule le chiffre qui renvoie à une note de bas de page.

5. LA CONCISION DU STYLE

Il est bon de se demander à tout moment si on n'aurait pas pu écrire aussi clairement la même chose en moins de mots. On peut parfaitement s'entraîner à dépister les mots à faible contenu de sens, ceux qui ne servent qu'à faire ronronner les phrases.

On s'efforcera par exemple de chasser le style "substantif" : c'est celui où les verbes servent seulement de lien et où le sens se réfugie dans des substantifs. Soit la phrase suivante : "Procédons maintenant à l'étude de la variation de la fonction". Pourquoi "procéder à l'étude" et pas plus simplement "étudier" ? On arrive ainsi à "Etudions maintenant la variation de la fonction". On peut aussi éliminer le substantif "variation" au profit du verbe "varier", ce qui donne : "voyons comment la fonction varie". En ce faisant, on élimine un des deux substantifs en -tion (ils sont toujours assez lourds). Dans cette dernière toilette de la phrase, on a aussi écarté l'adverbe "maintenant" qui ne servait sans doute pas à grand chose.

Une autre manière d'alléger le style consiste à éliminer, autant que possible, le style indirect avec son cortège de "que". Au lieu de "nous pouvons affirmer que la matrice est diagonalisable", autant écrire tout de suite "la matrice est diagonalisable". Dans "nous pouvons affirmer que", il y a peu de substance.

CHIFFRE QUI RENVOIE A UNE NOTE DE BAS DE PAGE DANS UNE FORMULE

$$(n-1)! \leqslant n^n \, . \, e^{-n} \, . \, e \leqslant n!^2$$

Le ², qui renvoie à une note de bas de page, peut être interprété comme un exposant portant sur la factorielle de n.

o. LA MISE EN PAGE

Il faut réserver des marges tout autour du texte, pour éviter plusieurs accidents. Le premier est la disparition lors de la photocopie d'une partie du texte trop proche du bord. Le second est une mutilation semblable lors du rognage, si le document doit faire partie d'une brochure ou d'un livre. Le troisième concerne la marge de gauche du recto et celle de droite du verso, si la feuille doit être percée pour être disposée dans un classeur : il ne faut pas que les trous fassent disparaître des lettres.

Il ne faut pas aller à la ligne après chaque phrase, ou en des endroits arbitraires du texte, ce qui est un défaut très commun. Au contraire, il faut diviser le texte en alinéas qui ne soient ni trop longs, ni trop courts, et dont chacun délimite une unité de sens. Leur articulation sert à exprimer celle de la pensée.

La première ligne de chaque alinéa doit être rentrée, c'est-à-dire qu'elle doit débuter un peu plus à droite que les autres lignes. Une manière de bien distinguer les alinéas consiste à sauter chaque fois une ligne entre eux.

Pour marquer l'importance d'un paragraphe et attirer l'attention sur lui, on peut le rentrer tout entier, c'est-à-dire lui réserver une marge de gauche un peu plus large que la normale. Mais on fera bien de ne pas abuser de ce procédé, ni surtout de l'utiliser en cascade. A force de rentrer des parties importantes de paragraphes déjà rentrés (vu leur importance), on ne distingue plus du tout ce qui est ... important, et on obtient une vilaine marge de gauche en zigzag.

Il faut centrer le titre principal, et éventuellement aussi les titres secondaires. On évitera de terminer une page par le titre d'une section débutant à la page suivante.

Les formules un peu longues seront sorties de la ligne et centrées elles aussi. Si on juge utile de les numéroter, on situera tous les numéros les uns en dessous des autres, soit près de la marge de gauche,

NE PAS ALLER A LA LIGNE A CHAQUE PHRASE

Il existe $z \neq z' \in \Pi : a^z = a^{z'}$.
On peut supposer, sans perte de généralité $z < z'$.
Il existe donc un entier strictement positif $z' - z$ *tel que* $a^{z'-z} = 1$.
Soit n, *le plus petit entier positif ayant cette propriété* $(a^n = 1)$.
Dans ce cas, $a, a^2, \ldots, a^n = 1$ *sont* n *éléments distincts 2 à 2 de* v *(car sinon, on trouverait* $0 < m < n$ *tel que* $a^m = 1$, *ce qui contredirait la minimalité de* n*).*
Soit $P = \{1, a, a^2, \ldots a^{n-1}\}$
on va montrer que $G = P$.

"Alinéa : séparation entre la phrase terminée et la phrase nouvelle, celle-ci étant commencée en retrait, à la ligne suivante, après un petit intervalle laissé en blanc. Par extension, passage compris entre deux alinéas. [Robert]."

"Paragraphe : division, section généralement courte d'un écrit en prose, offrant une certaine unité de pensée ou de composition. [Robert]."

TROP DE MARGES DIFFERENTES A GAUCHE

Examinons maintenant l'utilisation faite de ce principe d'exhaustion d'Archimède dans le problème qui nous intéresse.

- *L'aire du cercle est approximée par un polygone régulier avec un nombre* n *de côtés "suffisamment grand". Cependant, il existe toujours une différence entre l'aire du cercle et l'aire du polygone inscrit, et donc le mystère du processus infini demeure non justifié rigoureusement.*
- *Ce mystère du passage à l'infini est absorbé, chez les Grecs, par l'"Axiome de Continuité" mis au point par Archimède et dont voici l'énoncé :*

  Soit $a > \varepsilon$
  Si on diminue a *d'au moins la moitié de lui-même, et le reste également de la moitié de lui-même, et ainsi de suite ...*
  Alors il existe un moment où le reste sera plus petit que ε

  Cet axiome signifie que : $\exists n$ *tel que* $n\varepsilon > a$

  or $\varepsilon < 2\varepsilon$

  $3\varepsilon < 2^2\varepsilon$

  $4\varepsilon < 2^3\varepsilon$

  d'où $a < n\varepsilon < 2^{n-1}\varepsilon$*, c'est-à-dire que* ε *peut être doublé suffisamment de fois pour devenir plus grand que* a*, ou encore,* a *peut être divisé en* 2 *suffisamment de fois jusqu'à ce que le reste soit inférieur à* ε

  Cet axiome de continuité apparaît en analyse moderne parmi l'axiomatique des réels sous le nom d'axiome d'Archimède énoncé ci-dessous :

  $(\forall x > 0)\ (\forall y \geqslant 0)\ \exists n$ *tel que* $y \leqslant nx$

De plus, le trait vertical placé à la gauche de la dernière ligne pour en souligner l'importance peut prêter à confusion.

DES NUMEROS DE FORMULES DIFFICILES A LOCALISER

Par la proposition 3, on a les relations suivantes :

$\Gamma B.BK = \Lambda B.B\Delta$ *(cercles* $BE\Delta$ *et* $EH\gamma$*)*

$B\Gamma.\Gamma\Lambda = \Gamma K.\Gamma\Delta$ *(cercles* $\Delta\gamma\Gamma$ *et* $EH\gamma$*)*

De la première, on tire $\frac{B\Lambda}{BK} = \frac{B\Gamma}{B\Delta} \Rightarrow \frac{B\Lambda - BK}{BK} = \frac{B\Gamma - B\Delta}{B\Delta}$

$\Rightarrow \frac{K\Lambda}{BK} = \frac{\Delta\Gamma}{B\Delta}$ (1).

De la seconde, on tire $\frac{\Gamma K}{\Gamma\Lambda} = \frac{B\Gamma}{\Delta\Gamma} \Rightarrow \frac{\Gamma K - \Gamma\Lambda}{\Gamma\Lambda} = \frac{B\Gamma - \Delta\Gamma}{\Gamma\Delta}$

soit près de la marge de droite : le lecteur doit savoir où chercher.

Une autre manière de marquer l'importance d'un passage est de le souligner (ou de le dactylographier en italique). C'est ce qu'on fait souvent pour les énoncés des théorèmes. De même, c'est une bonne règle que de souligner les mots et les locutions techniques lors de leur première apparition, c'est-à-dire là où on les définit. Dans ces circonstances, on ne soulignera jamais les symboles mathématiques : la clarté exige qu'on puisse toujours distinguer + et $\underline{+}$, | et $\perp$, ou encore a, α et $\underline{a}$.

Il est parfois commode d'utiliser des notes de bas de page. On évitera d'en abuser, car elles provoquent des difficultés de mise en page faciles à imaginer : par exemple quand il n'y a plus assez de place au bas de la page pour y situer une note et qu'on doit en reporter une partie au bas de la page suivante.

Enfin, ceci ne concerne pas à proprement parler la mise en page, mais c'est un conseil utile : on fera bien d'écrire toujours en noir, ou sinon de ne jamais écrire en bleu, de sorte que les photocopies soient claires. Les textes bleus fournissent généralement des copies pâles. Par contre, l'usage du crayon n'est pas contre-indiqué, si la dureté de la mine est correctement choisie. Les meilleures sont les HB = N°2. Le crayon possède l'avantage décisif de pouvoir être effacé. Il est de ce fait le meilleur instrument pour les brouillons.

Une feuille lignée (telle que celle reproduite à la p. 24 pour la facilité du lecteur) glissée sous la feuille d'écriture aide par transparence à obtenir une bonne mise en page : elle indique les marges, la position du numéro de la page, le début des alinéas, et enfin elle est traversée en son milieu par une ligne qui aide à centrer les formules.

Une remarque pour terminer : il n'est jamais grave de raturer un texte manuscrit à la condition, à vrai dire essentielle, que la rature soit claire. Et le moins qu'on puisse dire est qu'il faut beaucoup d'attention pour raturer sans ambiguïté.

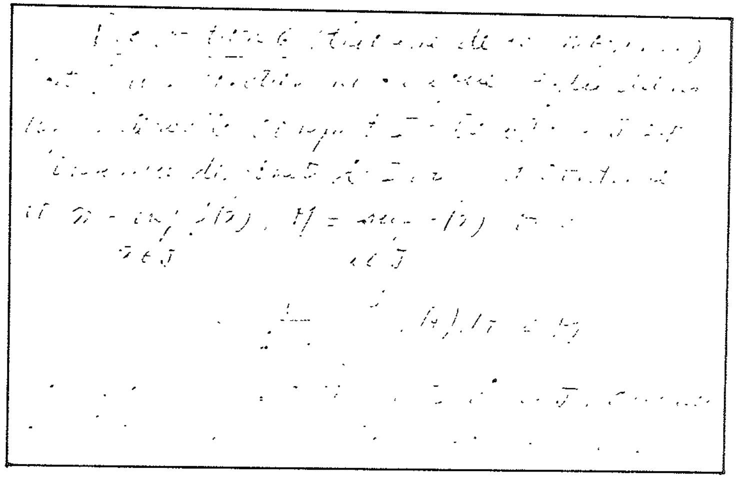
$\Rightarrow \frac{K\Lambda}{\Gamma\Lambda} = \frac{B\Delta}{\Gamma\Delta}$ (2).

(1) *et* (2) $\Rightarrow \frac{K\Lambda}{\Lambda\Gamma} = \frac{BK}{K\Lambda} = \frac{B\Delta}{\Delta\Gamma} \Rightarrow BK.\Gamma\Lambda = K\Lambda^2$ (3).

Or on peut aussi démontrer que $BK.\Gamma\Lambda = AM^2$ (4). *En effet, les triangles* $B\theta K$, θHZ *et* $Z\Lambda\Gamma$ *sont semblables (car équiangles)* $\Rightarrow \frac{Z\Lambda}{\Lambda\Gamma} = \frac{BK}{K\theta} \Rightarrow BK.\Lambda\Gamma = K\theta.Z\Lambda \Rightarrow BK.\Lambda\Gamma = AM^2$ *car* $K\theta = \Lambda Z = AM$.

Critiquer ci-dessus l'usage du symbole "⇒".

AU DEPART D'UN TEXTE ECRIT EN BLEU



UN TEXTE RATURE N'EST PAS FORCEMENT ILLISIBLE

Finalement, bien que ~~les élèves aient été induits~~ leur intuition fausse les ait induits en erreur, ~~après avoir rectifié~~ les élèves ~~ne prennent pas~~ n'en prennent pas conscience ~~conscience de l'origine de celle-ci~~ ~~et ne remettent donc pas en doute~~ et cette nouvelle situation ne provoque ~~pas~~ non plus à elle seule la remise en question désirée.

7. LES DIVISIONS DU TEXTE

Dans cette section, nous supposerons qu'il s'agit d'un texte long tel qu'une dissertation doctorale, un mémoire de licence, un manuel, un livre. Les indications données sont faciles à adapter à des textes plus courts comme un article ou une brochure.

La règle essentielle est que les divisions du texte expriment clairement les articulations de la pensée. Chaque division doit exprimer une unité de sens. Un découpage trop fin brouille la vue des choses. Une division adoptée par beaucoup d'auteurs consiste à répartir le texte en chapitres, les chapitres en sections et les sections en sous-sections. Ces dernières se décomposent en alinéas.

Les chapitres et sections de chapitre commenceront par un titre. Ce dernier ne peut pas être trop long, et il importe de le choisir pour qu'il exprime au mieux le contenu du texte : il faut faciliter la tâche du lecteur qui lit en diagonale, à la recherche d'une information. Les sections intitulées "introduction" méritent souvent un titre plus précis, évocateur de l'idée maîtresse du chapitre.

On peut prévoir un titre pour les sous-sections. Il vaut mieux ne pas en mettre aux alinéas, car on n'en finit plus.

Il faut numéroter les divisions du texte (sauf les alinéas), pour faciliter les renvois de l'une à l'autre. On utilisera de bout en bout un système de numérotation unique et cohérent. Par exemple, on numérotera les chapitres à l'aide de chiffres romains. Puis on numérotera 1, 2, 3, ... les sections d'un chapitre. Enfin, on numérotera 4.1, 4.2, 4.3, ... les sous-sections de la section 4, et de même pour les autres sections. Pour renvoyer à une section ou sous-section dans un même chapitre, on écrira "voir Section 2", ou "cf. 4.3". Et si on renvoie à un autre chapitre, on écrira par exemple "cf. V 3.2" pour désigner la deuxième sous-section de la troisième section du chapitre V.

8. LES CITATIONS

Chaque fois qu'on expose un résultat ou une opinion d'un autre auteur, on doit en citer la source clairement et complètement. Cette règle ne souffre pas d'exception : il faut rendre à César ce qui est à César. Le plus simple est de renvoyer, par un nombre entre crochets, à la bibliographie qu'on situera en fin de texte.

Les citations textuelles doivent être assez longues ou assez bien resituées pour que le sens qu'elles avaient dans leur contexte d'origine ne soit pas dénaturé. Car il est bien connu qu'en choisissant des citations appropriées, on peut faire dire à peu près n'importe quoi à n'importe qui.

Toute citation doit être placée entre guillemets. Si on ne la connaît qu'à travers un autre auteur qui en avait fait lui-même une citation, on mentionne "cité par ...", suivi du renvoi bibliographique.

9. LA BIBLIOGRAPHIE

Pour que le lecteur s'y retrouve plus aisément, la bibliographie sera construite d'un bout à l'autre, et sauf exceptions, selon un modèle unique. Pour les livres on mentionnera, dans un ordre invariable, le nom et les initiales de l'auteur, le titre, l'éditeur, la ville de l'éditeur et l'année de la publication. On notera aussi tout de suite après le titre le numéro du volume, s'il y en a plus d'un, et le cas échéant le numéro d'ordre de la réédition. Pour les articles de revue, on donnera, également dans un ordre invariable, le nom et les initiales de l'auteur, le titre de l'article, le titre de la revue (en n'abusant pas des abréviations), le tome de la revue, l'année de la publication et enfin les numéros de la première et de la dernière page de l'article.

On soulignera les titres des livres, et, pour les articles, le titre de la revue (qui est le renseignement principal à fournir pour localiser l'article).

VOICI UNE PHRASE ISOLEE DE SON CONTEXTE ...

> *"Il me semble qu'il y a intérêt à familiariser le débutant le plus tôt possible avec les notions essentielles de cette discipline [l'algèbre linéaire], à lui apprendre à "penser linéairement", ce qui est d'autant plus facile qu'il y a peu de notions, en mathématiques, qui soient plus simples à définir que celles d'espace vectoriel et d'application linéaire".*

... ET VOICI POURTANT CE QU'ON PEUT LIRE UN PEU PLUS LOIN :

> *"En somme, l'enseignement des premières années secondaires devrait être un mélange savamment dosé d'"expériences géométriques" bien choisies et de raisonnements partiels sur les résultats de ces expériences : quelque chose d'analogue à l'apprentissage de la physique ou de la chimie, une sorte de "physique de l'espace".*
>
> J. Dieudonné [1]

UNE BIBLIOGRAPHIE BIEN REDIGEE

Bibliographie

[1] E. ARTIN, *Algèbre géométrique* (trad. M. Lazard), Paris (Gauthier-Villars), 1962.

[2] A. BLOCH, Sur les cercles paratactiques et la cyclide de Dupin, *Journ. de Math.*, (9), t. III (1924), p. 51-78.

[3] N. BOURBAKI, *Algèbre*, chap. II : *Algèbre linéaire*, 3e éd., Paris (Hermann), 1962.

[4] N. BOURBAKI, *Algèbre*, chap. IV-V : *Polynômes et fractions rationnelles. Corps commutatifs*, 2e éd., Paris (Hermann), 1959.

[5] H.S.M. COXETER, *Non euclidean Geometry*, Univ. of Toronto Press, 1957.

[6] J. DIEUDONNE, *Fondements de l'Analyse moderne* (trad. D. Huet), Paris (Gauthier-Villars), 1963.

[7] R. GODEMENT, *Cours d'Algèbre*, Paris (Hermann), 1963.

[8] N. TSCHEBOTARÖW, *Grundzüge der Galois'schen Theorie* (trad. Schwerdtfeger) Groningen (Noordhoff), 1950.

La bibliographie peut être classée suivant l'ordre d'apparition des ouvrages dans le texte, ou suivant l'ordre alphabétique des auteurs, ou suivant l'ordre chronologique de parution ... Elle peut être divisée en rubriques, et les ouvrages importants peuvent être commentés brièvement.

On trouvera de bons modèles de bibliographies dans les grandes revues. Le plus simple est peut-être de s'inspirer de *Mathematical Reviews*, qu'on trouve dans toutes les bibliothèques de mathématiques. On y découvrira sans trop de peine la façon de traiter de nouveaux cas spéciaux tels que les ouvrages collectifs, les comptes-rendus de congrès, les thèses, etc.

Ceci dit, il restera toujours l'un ou l'autre cas à problème. La règle est alors de décrire le document le plus clairement et complètement possible. En particulier, si l'un ou l'autre renseignement manque, plutôt que de laisser un blanc, on signalera la lacune. Par exemple, si un livre n'est pas daté, on écrira "[sans date]" à l'endroit de la bibliographie où la date aurait dû apparaître.

La bibliographie est un instrument de travail. Dès lors, il est bon pour chaque titre d'imaginer les difficultés qui peuvent se présenter au lecteur désireux de se procurer le texte décrit. Par exemple, certains groupes éditent des brochures ou rapports de recherche qui ne sont pas diffusés en librairie, et se trouvent difficilement en bibliothèque. On peut alors penser à préciser l'adresse adéquate.

Dès qu'on commence un travail d'une certaine ampleur, on fait bien de noter au fur et à mesure, sur des fiches (pour facilité de classement), l'identification bibliographique complète des documents qu'on consulte. A défaut de procéder ainsi, on perdra du temps à rassembler les renseignements oubliés, d'autant plus que certaines bibliothèques sont d'accès difficile et n'accordent pas de prêt.

10. LES ILLUSTRATIONS

Il est de règle de produire des raisonnements indépendants des re-

UNE BIBLIOGRAPHIE MAL REDIGEE

- CHOQUET : L'enseignement de la géométrie (Hermann).
- I.R.E.M. de Strasbourg : Le livre du Problème (CEDIC).
- Tous les manuels de 4ème.
- Et surtout : "La Pensée Irémique bordelaise".
- Marie-Hélène SALIN - Thèse de Troisième Cycle.
- Programmes de Mathématiques - 4ème.
- ROQUEPLO. Le partage du savoir. SEUIL - Paris 1974.

REFERENCE CORRECTE D'UNE CONTRIBUTION A UN SYMPOSIUM

Boone, W.W.; Collins, D.J.; Matijasevic, Yu. V.; Embeddings into semigroups with only a few defining relations, *Proc. Second Scandinavian Logic Sympos.* (*Oslo,* 1970), *pp.* 27-40. *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics, Vol.* 63, *North-Holland, Amsterdam,* 1971.

REFERENCE CORRECTE D'UN ARTICLE DE REVUE

Foias, Ciprian; Factorisations étranges, *Acta Sci. Math.* (*Szeged*) 34 (1973), 85-89.

présentations graphiques susceptibles de les illustrer (on trouvera dans I. Doubnov [2] des exemples de figures trompeuses). En particulier, il faut que toutes les hypothèses soient précisées dans le texte; on évitera ainsi de devoir recourir à la figure pour en prendre connaissance. Il ne faut pas pour autant proscrire les figures, surtout des textes destinés à l'enseignement.

Les possibilités de visualisation graphique de données abstraites sont multiples, comme en témoignent les exemples rassemblés par W. Herdeg [8]. En particulier les fonctions ne se représentent pas uniquement par des graphiques cartésiens ou polaires. Chaque auteur peut chercher des modes d'expression adaptés à son sujet. On trouvera dans [5] une comparaison critique de divers types de graphiques.

Pour faciliter les va-et-vient entre le texte et les figures, il est utile de numéroter ces dernières. On utilisera la mention "fig." suivie du numéro de la figure. Pour renvoyer à une figure du même chapitre, on écrira "voir fig. 2" ou "cf. fig. 2". Et pour renvoyer à un autre chapitre, on écrira "cf. fig. XII 3" pour désigner la troisième figure du Chapitre XII.

Il faut s'efforcer de placer chaque figure sur la page où le lecteur doit s'y reporter pour la première fois. En effet, lorsqu'on place une figure sur une page précédant l'endroit du texte où elle est évoquée, on étonne le lecteur. Par contre, si on la place plus loin, on complique sa localisation.

11. POUR LES TEXTES LONGS : AVANT-PROPOS, INDEX ET TABLE DES MATIERES

Lorsque le corps du texte est terminé, il reste à rédiger (dans l'ordre) l'avant-propos, l'index et la table des matières.

L'avant-propos sera la partie la plus lue du texte. Il faut donc le rédiger avec le plus grand soin. On y expliquera les intentions du travail et les grandes lignes de son contenu. C'est pourquoi, malgré son

UNE TABLE DES MATIERES BIEN PRESENTEE

nom, l'avant-propos ne s'écrit qu'à la fin du travail. Il est pourtant bon de rassembler, au fur et à mesure qu'on y pense, les matériaux pour l'écrire.

L'index contiendra au moins les noms propres cités dans le corps du texte, ainsi que les mots et locutions techniques qui y sont définis. On en facilite la consultation en sautant une ligne lors de chaque passage à un groupe alphabétique nouveau.

Quant à la table des matières, elle doit bien montrer la structure du texte. Si on peut la limiter aux chapitres et sections, on ne courra pas le risque qu'elle soit trop détaillée.

Lorsque le travail touche à sa fin, il reste quelques menus détails à mettre au point. En voici une petite liste non exhaustive :

- vérifier la pagination;
- vérifier les numéros des sections et sous-sections;
- vérifier la numérotation des figures;
- vérifier tous les renvois;
- vérifier que les pages sont dans le bon ordre;
-
-
-

UNE TABLE DES MATIERES ... SOMMAIRE ... ET VERIDIQUE

DEUXIEME PARTIE :

LA REPRESENTATION DES FIGURES DE L'ESPACE

12. LA PERSPECTIVE CAVALIERE

.es représentations planes de figures de l'espace sont faites le plus souvent en perspective cavalière. Celle-ci, au rebours de la perspective à point de fuite, conserve les parallèles et les rapports de longueurs sur une droite. C'est là un avantage décisif, car plus nombreuses sont les propriétés conservées et plus facile est le va-et-vient de la pensée entre la figure de l'espace et sa représentation.

La perspective cavalière est une projection parallèle non orthogonale sur un plan. Comme les rayons du soleil sont pratiquement parallèles, l'ombre portée sur un sol plan par un objet exposé au soleil donne une bonne idée d'une telle projection. La Fig. 1 (a) représente une table et son ombre. La Fig. 1 (b) a été obtenue en décalquant l'ombre et en rajoutant, à l'intérieur du contour ainsi obtenu, les images des arêtes de la table qui n'apparaissent pas dans l'ombre. Ce dessin est une perspective cavalière de la table.

L'image formée par l'ombre dépend de l'inclinaison des rayons solaires sur l'horizontale : le soleil du soir allonge l'ombre au point de déformer l'image considérablement, comme le montre la Fig. 2. En perspective cavalière, cn choisit l'inclinaison des projetantes de sorte que la représentation ne s'écarte pas trop de la perception visuelle.

La Fig. 3 montre trois projections parallèles d'un même cube possédant une face parallèle au plan du dessin. La projection (a) est obtenue à l'aide d'une direction de projection presque perpendiculaire au plan

(a)

(b)

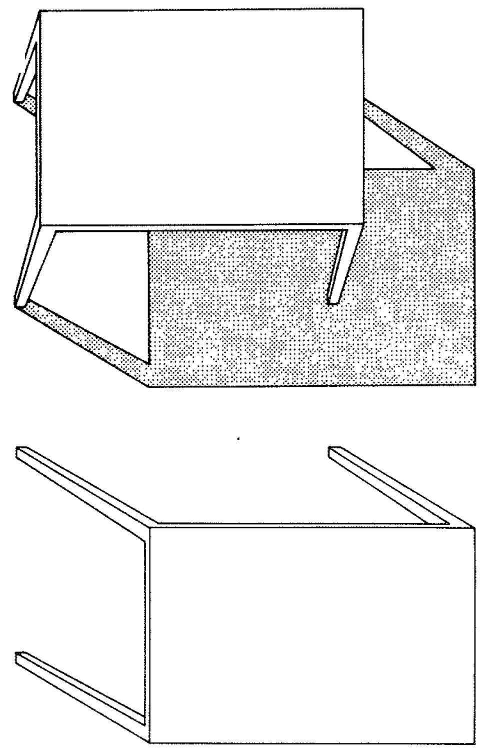


Fig. 1

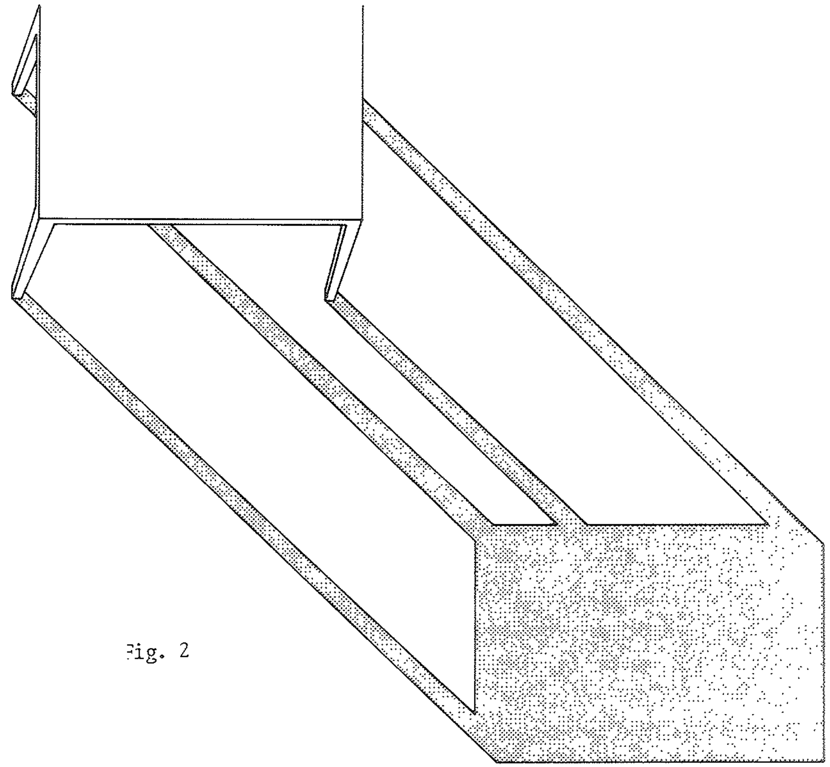
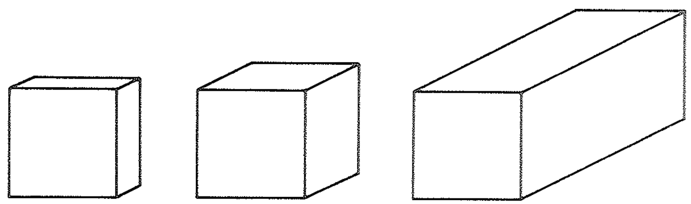


Fig. 2



(a) (b) (c)

Fig. 3

au dessin, et le cube semble réduit à une fine galette; (c) est une projection rasante, transformant le cube en une boîte allongée; la direction de projection pour (b) est intermédiaire entre les deux autres, et elle est plus acceptable que ces dernières pour représenter le cube.

Un choix qui facilite parfois bien les choses est celui qu'illustre la Fig. 4, sur laquelle les arêtes du cube qui sont perpendiculaires au plan du dessin sont présentées à 45° par rapport aux bords de la feuille et où une distance unité sur ces arêtes devient égale à $1/\sqrt{2}$ sur la feuille.

13. UNE EXCEPTION POUR LA SPHERE

Une sphère est représentée en projection parallèle par une ellipse d'autant plus allongée que la direction de projection est plus inclinée sur le plan du dessin. Néanmoins, à peu près tout le monde représente une sphère par un cercle, ce qui paraît plus naturel et plus réaliste (pour des raisons qu'il serait trop long d'analyser ici). Une projection orthogonale d'une sphère est un cercle. Acceptons donc cette option *de départ* : les sphères seront représentées en projection orthogonale. Voyons maintenant comment on présente en plan les figures dessinées sur la sphère ou qui lui sont liées.

Soit d'abord un axe des pôles parallèle au plan du dessin et un équateur perpendiculaire à cet axe. En projection orthogonale, on obtient la Fig. 5 (a) qui donne très peu l'impression du relief et ne suggère nullement que l'équateur est un cercle. On corrige souvent cela en recourant à une projection bâtarde (cf. Fig. 5 (b)) dans laquelle la sphère et l'axe des pôles sont représentés en projection orthogonale tandis que l'équateur est représenté par une ellipse résultant d'une perspective cavalière.

Quand on doit en outre dessiner des méridiens, on peut le faire en projection orthogonale, ce qui donne la Fig. 6 (a), facile à réaliser. Une solution plus réaliste mais malaisée à dessiner consiste, comme sur la Fig. 6 (b), à dessiner la sphère et l'équateur comme précédemment,

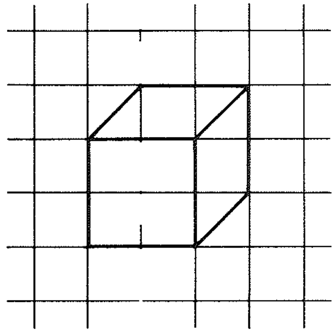
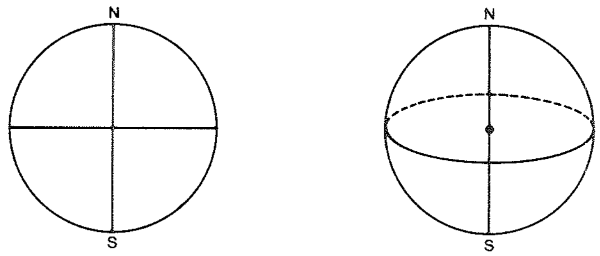
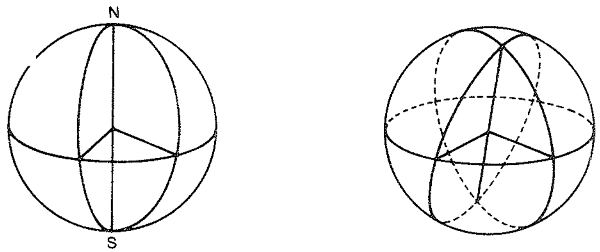


Fig. 4



(a) (b)

Fig. 5



(a) (b)

Fig. 6

mais à représenter l'axe des pôles incliné et les méridiens comme des ellipses se croisant aux projections des pôles : ce dessin résulte en fait d'une projection orthogonale correcte mais correspondant à un axe des pôles non parallèle au plan de la figure.

Une sphère tangente à un plan est souvent représentée comme sur la Fig. 7, qui un autre exemple de projection bâtarde si le parallélogramme est supposé être la projection oblique d'un rectangle de l'espace, le cercle étant comme ci-dessus une projection orthogonale de la sphère.

14. LA SENSATION DU RELIEF

La psychologie de la forme donne des indications (cf. par exemple P. Guillaume [6]) sur les caractéristiques des figures planes qui font qu'on les perçoit soit pour ce qu'elles sont (c'est-à-dire des figures planes), soit comme des représentations de figures de l'espace.

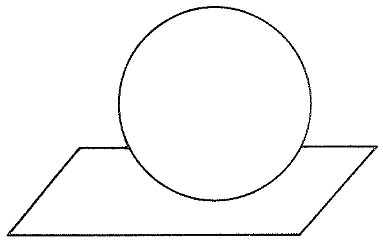
En parcourant la Fig. 8, on s'aperçoit que la sensation du relief va croissant quand on passe des figures de gauche à celles de droite. Pour savoir à quoi cet effet est dû, examinons successivement deux figures extrêmes : (e) et (h).

On peut discerner diverses sous-figures dans chacune des deux figures (e) et (h), comme le suggèrent respectivement les Fig. 9 et 10.

Les sous-figures qu'on distingue dans (e) sont simples et symétriques : deux triangles isocèles égaux, deux trapèzes isocèles, deux parallélogrammes égaux. La figure (e) est donc constituée par juxtaposition ou superposition de figures planes simples. Si on la considère comme représentation plane d'une figure de l'espace, cette dernière est constituée de deux morceaux simples eux aussi, à savoir deux rectangles jointifs se projetant chacun sur un parallélogramme.

Quant aux sous-figures qu'on distingue dans (h), elles sont moins simples et moins régulières : un triangle et un trapèze tous deux assez quelconques, deux parallélogrammes inégaux, et enfin deux pièces de for-

Fig. 7



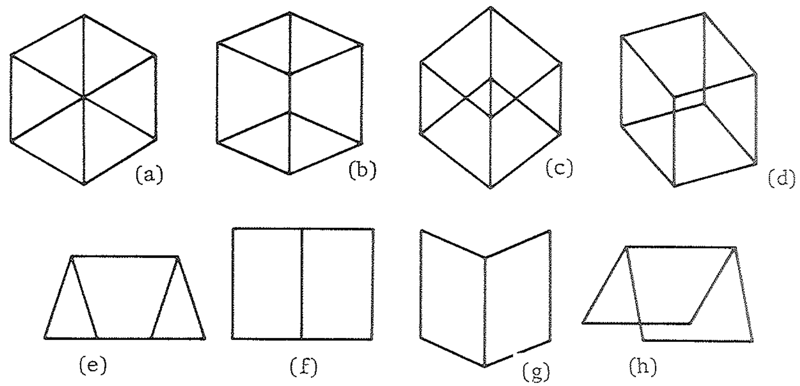


Fig. 8

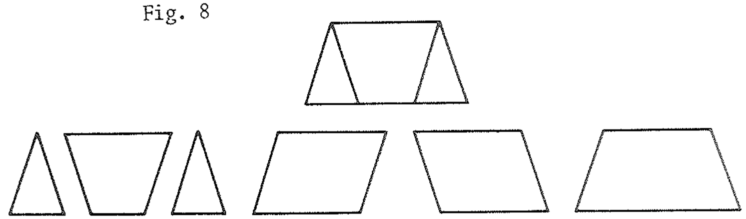


Fig. 9

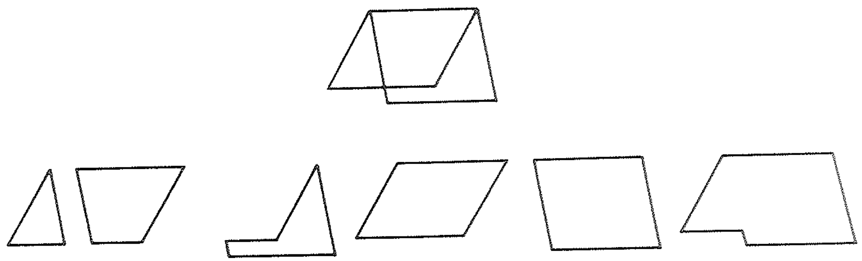


Fig. 10

mes bizarres, sans noms particuliers. La figure (h) est donc constituée par juxtaposition ou superposition de morceaux "assez vilains", et on voit mal pourquoi l'auteur de la figure se serait intéressé à ces choses vraiment quelconques. Interprétée par contre comme représentation plane d'une figure de l'espace, la figure (h) redevient simple : elle est constituée comme la figure (e) de deux rectangles jointifs se projetant chacun sur un parallélogramme.

On observe maintenant que si une figure, telle que (e), possède une interprétation plane simple et une interprétation en relief simple, alors la première est habituellement perçue comme plus simple que la seconde, du fait même qu'elle est plane : c'est elle qui prévaut, et la figure est vue plane. Par contre si une figure, telle que (h), possède une interprétation plane compliquée et une interprétation spatiale simple, c'est l'interprétation simple qui prévaut, et la figure est vue en relief.

Ainsi la figure perçue chaque fois est celle qui correspond à l'interprétation la plus simple. Cette explication de la vue en relief est une application de ce qu'on appelle en psychologie de la forme *la loi de la bonne forme* : la figure perçue à travers la représentation est celle qui a la "meilleure" forme.

15. PLANS SECANTS, TRIEDRES

Continuons à nous intéresser à deux plans sécants, ce qui est une configuration très commune. Les plans sont supposés matérialisés dans l'espace par des rectangles, et ceux-ci se projettent sur des parallélogrammes. Il faut, dans la mesure du possible, faire apparaître la droite d'intersection sur le dessin. Les Fig. 12 (a) et (b) sont plus expressives que la Fig. 11 (a) et surtout que la Fig. 11 (b).

Dans la Fig. 12 (a), la droite d'intersection est supposée être, dans l'espace, perpendiculaire au plan du dessin. Cette représentation des plans sécants semble donner une meilleure vue de la profondeur que la Fig. 12 (b), où la droite d'intersection est supposée, dans l'espace, parallèle au plan du dessin. Par contre, une représentation du type de

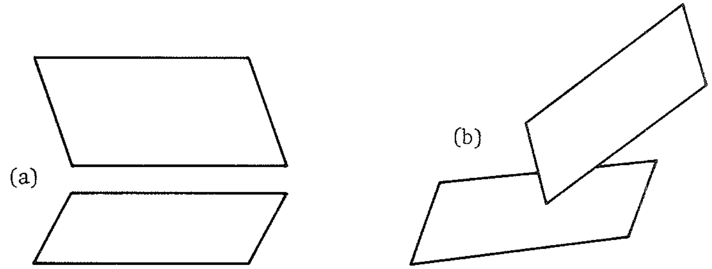
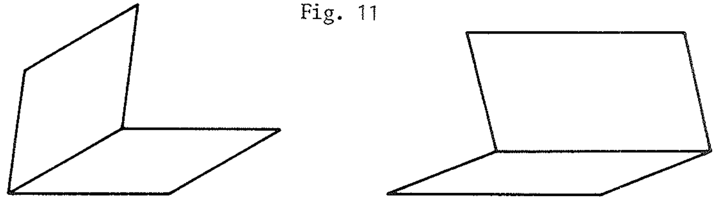


Fig. 11



(a) (b)

Fig. 12

Fig. 13

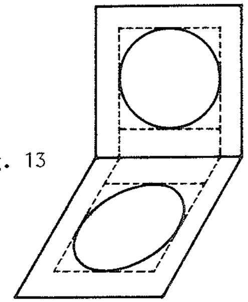
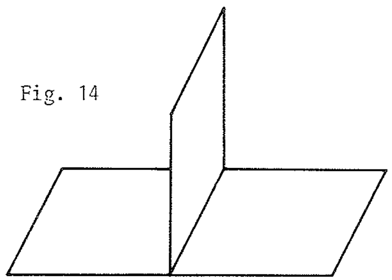


Fig. 14



la Fig. 12 (b) admet une variante dans laquelle un des deux plans est parallèle au plan du dessin, de sorte que ce qu'on y dessine s'y trouve en vraie grandeur. La Fig. 13 illustre cette façon de faire. On y a dessiné un cercle dans chacun des deux plans, pour faire voir le cercle qui se projette en vraie grandeur.

On peut augmenter la sensation de relief dans la représentation de deux plans sécants en prolongeant un des deux rectangles représentant les plans au-delà de la droite d'intersection et en considérant l'autre rectangle comme opaque. C'est ce qui a été fait sur la Fig. 14. On y voit le segment ab incident au point b du segment cd : ce segment ab est perçu comme se prolongeant, dans l'espace, derrière la surface bordée par cd.

Un détail suffit parfois à renforcer l'impression de relief. Les Fig. 15 (a) et (b) représentent chacune un triangle dessiné dans un plan et projeté parallèlement sur un autre. Les lignes pointillées sont les représentations des projetantes. La Fig. 15 (a) est meilleure que la Fig. 15 (b) du fait qu'une des projetantes sort des parallélogrammes représentant les plans et est donc plus facilement perçue comme extérieure aux plans.

Dans la Fig. 16, on a amélioré la Fig. 15 (b) en la complétant par une prolongation d'un des deux plans, selon la suggestion ci-dessus.

Une des configurations les plus communes en géométrie de l'espace est aussi celle de trois demi-droites orthogonales deux à deux et issues d'un point commun. Elles définissent aussi trois plans orthogonaux deux à deux, et matérialisent, dès qu'elles sont convenablement graduées, un repère de l'espace. La Fig. 17 propose trois solutions pour représenter un tel repère. En (a) les demi-droites sont représentées par trois segments faisant entre eux des angles de 120°. Le point représentant l'origine du repère est ainsi un centre de symétrie d'ordre 3 pour le dessin. En (b) et (c), un des plans de coordonnées est supposé parallèle au plan du dessin et deux des segments forment donc un angle droit. En (b), le troisième segment a la direction de la bissectrice de l'angle droit et le dessin est donc symétrique par rapport à cette bissectrice.

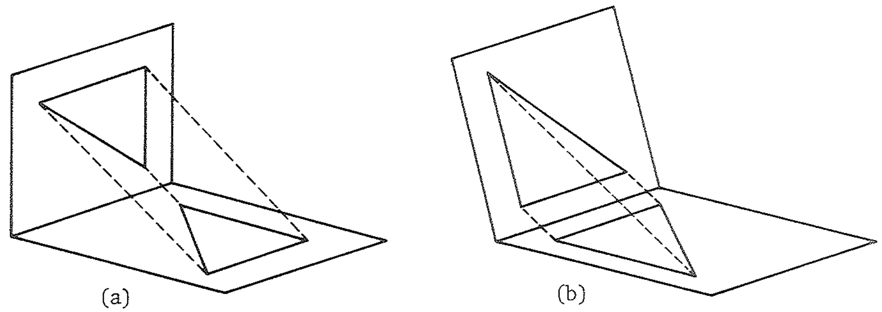


Fig. 15

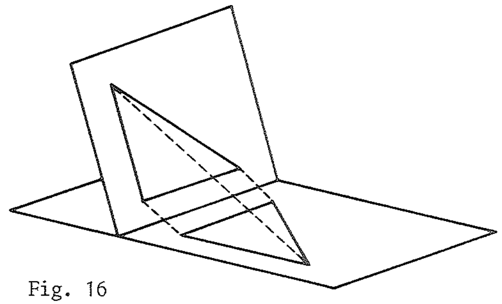


Fig. 16

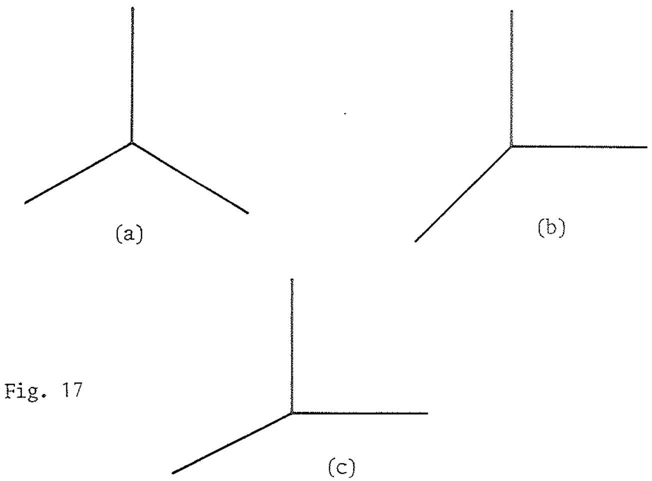


Fig. 17

La Fig. 17 (c) évite toute symétrie. C'est donc pour celle-ci que l'interprétation spatiale est la plus simple. En vertu de la loi de la bonne forme, la Fig. 17 (c) donne une meilleure impression de relief que les deux autres.

16. EVITER LES MAUVAIS HASARDS

La Fig. 18 représente trois plans parallèles coupés par deux droites sécantes au point O. Dans la version (a), les segments qui limitent les plans vers le dessus sont alignés sur le dessin, ce qui fait qu'on a tendance à les interpréter comme alignés dans l'espace. Et alors la figure s'aplatit. Cet effet est renforcé par le fait que les trois segments en question sont parallèles à l'une des droites sécantes et donnent ainsi l'impression d'appartenir tous trois à un plan contenant cette droite. La version (b) évite ce double défaut. Mais peut-être la Fig. 18 (c) est-elle encore mieux perçue ?

La Fig. 19 illustre la projection d'un rectangle sur un rectangle. Elle accumule les coïncidences génératrices d'ambiguïté. Non seulement elle est tout à fait symétrique par rapport à l'intersection DO, mais encore la projetante aa' est confondue avec la projetante bb', et qui plus est, cette droite passe par le point O situé sur l'intersection des deux plans. On imagine alors que aa' passe réellement par b, b' et O et on voit la figure plane. On laisse au lecteur le soin de composer une meilleure figure.

La Fig. 20 montre la projection d'un segment du plan π sur un segment du plan π'. Un hasard malheureux veut que la projetante aa' soit parallèle à un bord du plan π', si bien qu'on a tendance à voir aa' dans π'.

Enfin, la Fig. 21 montre trois plans sécants dessinés de deux façons. On en laisse la critique au lecteur.

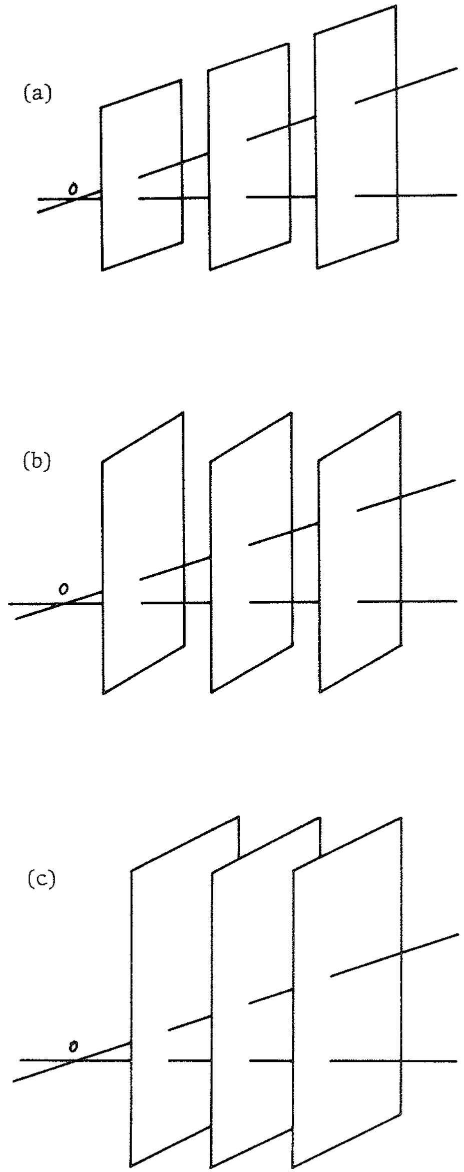


Fig. 18

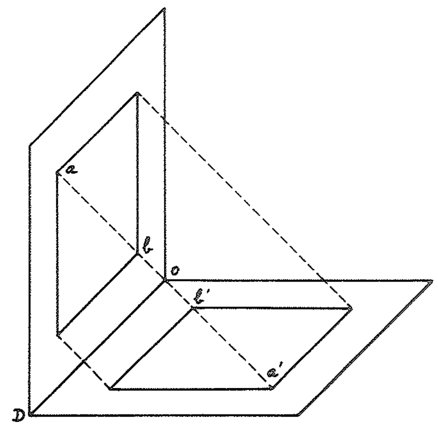


Fig. 19

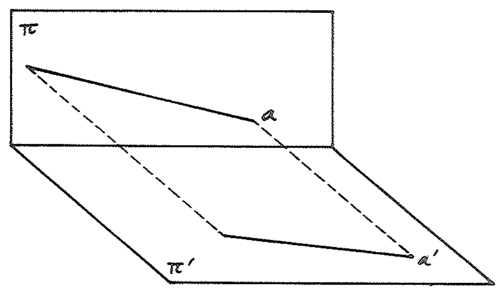


Fig. 20

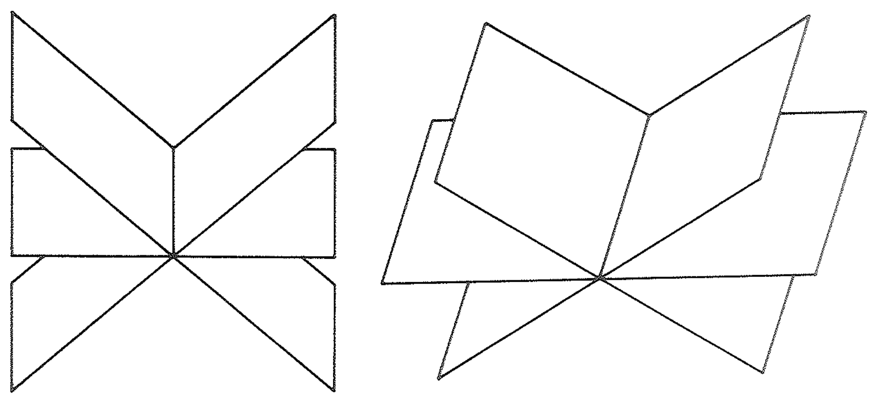


Fig. 21

BIBLIOGRAPHIE

[1] DIEUDONNE J., *Algèbre linéaire et géométrie élémentaire*, 3ème édition corrigée et augmentée, Hermann, Paris, 1964.

[2] DOUBNOV I., *Erreurs dans les démonstrations géométriques*, Mir, Moscou, 1974.

[3] GREVISSE M., *Le bon usage, grammaire française avec des remarques sur la langue française d'aujourd'hui*, 11ème édition revue, Duculot, Gembloux, 1980.

[4] GRIFFITHS H.B., A formal background to mathematics, *Bull. Amer. Math. Soc.* 5 (1981), 354-358.

[5] Groupe d'enseignement mathématique, *Les fonctions, c'est aussi autre chose ...*, Louvain-la-Neuve, 1981.

[6] GUILLAUME P., *La psychologie de la forme*, rééd. Flammarion, Paris, 1979.

[7] HANSE J., *Nouveau dictionnaire des difficultés du français moderne*, Duculot, Gembloux, 1983.

[8] HERDEG W., *Diagrams La visualisation graphique de données abstraites*, (ouvrage en 3 langues : anglais, allemand, français), 4ème édition, Graphis Press, Zürich, 1981.

[9] MUTAFIAN C., *Le défi algébrique*, tome 1, Vuibert, Paris, 1975.

[10] *Petit Larousse illustré*, Larousse, Paris, nombreuses éditions.

[11] POINCARE H., *Science et méthode*, Flammarion, Paris, 1947.

[12] ROBERT P., *Petit Robert*, Le Robert, Paris, 1981.

[13] STEENROD N., HALMOS P., SCHIFFER M., DIEUDONNE J., *How to write mathematics*, American Mathematical Society, 1975.

[14] SWANSON E., *Mathematics into type, copy editing and proof reading of mathematics* for editorial assistants and authors, American Mathematical Society, Providence, 1974.

La feuille ci-contre est un guide de mise en page (cf. p. 10).