

# LA VARIABILITÉ DE LA TAILLE ET DU POIDS CHEZ L'HOMME : MOYENNE STATISTIQUE, NORMALITÉ, NORMATIVITÉ. Une approche interdisciplinaire au collège

Monique Arrighi

*Les instructions officielles invitent les enseignants de la classe de 3<sup>e</sup> à travailler sur la variabilité du vivant humain notamment à travers le cours de génétique intitulé : "Unité et diversité des êtres vivants humains". Ce sujet d'étude fait naître chez les élèves un questionnement à propos des limites entre le normal et l'anormal dont la réponse n'est pas seulement dans le cours de biologie. En effet, la biologie doit utiliser des concepts mathématiques statistiques, servant également de référence dans le monde médical, qui définissent des frontières de la normalité. Mais les réponses statistiques ne résolvent pas le malaise des jeunes qui ne se trouveraient pas dans les normes reconnues à un instant donné et dans un lieu géographique défini. Nous proposons de chercher dans le domaine de la philosophie si la norme est la moyenne, si elle est un idéal, si elle est à construire par chaque personne. En s'appuyant sur les statistiques et sur la philosophie, il s'agit donc de présenter et de rendre accessibles des éléments de réponses et de réflexions au sujet de la norme. La démarche devrait apporter comme message, que chacun doit s'accepter tel qu'il est, et qu'il a la possibilité de vivre au mieux sa vie. Ainsi cette étude de la variabilité du vivant donne un sens aux concepts statistiques.*

à l'interface  
de la biologie, des  
mathématiques  
statistiques  
et de la  
philosophie...

L'enseignement de la variabilité du vivant humain et de ses limites se situe à l'interface entre trois disciplines d'enseignement : la biologie et plus spécialement la génétique, les mathématiques statistiques, et la philosophie. Nous pouvons en effet nous demander si cette variabilité présente des limites qui sont relatives à un contexte social et culturel donné ou bien relatives à une appréciation individuelle ou au contraire des limites absolues et universelles, car objectivables par un procédé scientifique comprenant mesures et modélisation.

... l'étude  
de la variabilité  
de la taille  
et du poids

Les professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre dans l'enseignement secondaire sont invités à traiter de la variabilité du vivant humain, notamment en classe de 3<sup>e</sup>, à travers les cours de génétique humaine dans le chapitre "Unité et diversité des êtres humains". Il s'agit d'étudier "l'influence du milieu... sur l'expression des caractères individuels... à travers un ou deux exemples simples choisis de sorte qu'ils ne renvoient pas essentiellement à des maladies..." (1999)

suis-je normal ?  
se demande  
l'élève

En effet, on peut affirmer que chaque être vivant humain est unique à cause de ses marqueurs génétiques par exemple. Il s'agit alors de concilier l'unicité de l'individu et l'analyse de la variabilité de certains caractères, tels la taille et le poids, au sein de l'espèce humaine. Le problème est que, tout en étant unique, une personne peut être cependant comparée aux autres sous l'angle des caractères de taille et de poids. Si l'individu devient trop différent des autres, il risque de devenir "hors norme". Il faudra alors se demander où se trouve la limite entre la norme et le "hors norme" et si le "hors norme" est anormal ou pathologique. Cette interrogation à propos de la normalité se traduit chez l'adolescent par une certaine inquiétude et parfois de l'angoisse, surtout quand il s'agit du corps (taille, masse et corpulence). Cette demande n'est donc pas une simple curiosité, mais correspond à un besoin profond, source de recherche personnelle ou d'assimilation d'un enseignement. Le champ disciplinaire de la biologie, à lui seul, ne peut répondre à ce questionnement sur la normalité.

Nous chercherons d'abord des éléments de réponses provenant du domaine médical, dans les carnets de santé individuels. Puis nous définirons les concepts statistiques utilisés dans ces carnets et nous les interpréterons grâce aux modèles mathématiques statistiques. En cours de Sciences de la Vie et de la Terre, en classe de 3<sup>e</sup>, nous proposerons de reconstituer les étapes de la démarche qui a permis aux médecins-chercheurs de tracer graphiquement des limites entre le normal et l'anormal. Puis nous discuterons de la limite entre le normal et le pathologique et de son utilisation médicale en faisant appel à la philosophie.

## 1. DESCRIPTION DES GRAPHIQUES DE CROISSANCE

### 1.1. Dans les manuels scolaires de SVT de 3<sup>e</sup>

de la  
difficulté dans  
l'interprétation  
des graphiques  
chez les  
enseignants

Il est fréquent de trouver, dans les manuels scolaires, une reproduction des graphiques insérés dans les carnets de santé (comme le document 1), mais leur interprétation ne semble pas évidente. Voici, à titre d'exemple, le commentaire d'un livre du professeur : *"le document présente un graphique de l'évolution de la taille au cours des vingt premières années de la vie. C'est une courbe de référence, que l'élève retrouvera dans son carnet de santé"*. Or il ne s'agit pas d'une courbe, ni de deux. La donnée mathématique pertinente concerne l'espace, et pas seulement la surface, compris entre les deux courbes (ceci est bien illustré plus loin dans le document 11). Dans l'esprit de l'auteur "une courbe" semble certainement plus accessible aux élèves, mais cela signifie que le sens exact de ces représentations pose problème. Quant à savoir en quoi

contribuer à  
une éducation  
à la pensée  
statistique

elle constitue une référence, ce n'est pas dit, et les valeurs d'encadrement ne sont pas précisées. Or, le professeur est confronté aux questions des élèves et il n'est pas si facile de répondre simplement à la question "ma taille est-elle normale ?" Nous serons obligés de faire un détour par les mathématiques statistiques pour trouver la signification des deux courbes qui encadrent cet espace. Ce pourrait être l'occasion de contribuer à une éducation de ces élèves de collège à la pensée statistique.

## 1.2. Dans les carnets de santé

À chaque consultation, le médecin mesure la taille et le poids d'un enfant et inscrit cette valeur dans le carnet de santé. Les courbes de références ont été établies par des travaux de recherche médicale dont la référence n'est pas toujours précisée, leur donnant ainsi un caractère faussement universel.

### • *Des tableaux de mesures individuelles des tailles et des masses*

Les médecins se sont intéressés d'abord à la croissance individuelle de chaque enfant pour elle-même. Jusque dans les années 1970, il y a simplement des tableaux de suivi individuel de croissance, de la taille et du poids en fonction de l'âge, jusqu'à vingt ans, sans aucune valeur de référence, donc sans comparaison possible avec d'autres enfants. Ces mesures, effectuées à intervalle de temps régulier, sont dites longitudinales.

### • *Des courbes de référence des variations de taille et de masse*

Pendant en 1945, on trouve dans un "livret de croissance" une courbe (unique) de croissance individuelle pour le poids et une courbe (unique) individuelle pour la taille en fonction de l'âge, servant de référence de la naissance à trois ans. Chacune de ces courbes présente d'abord une pente croissante puis se termine par un plateau (pente = 0). En ce sens, elles présentent une analogie avec la réalité de la croissance d'une personne. Mais si l'on s'écarte de ces courbes, la signification de l'écart n'est pas précisée.

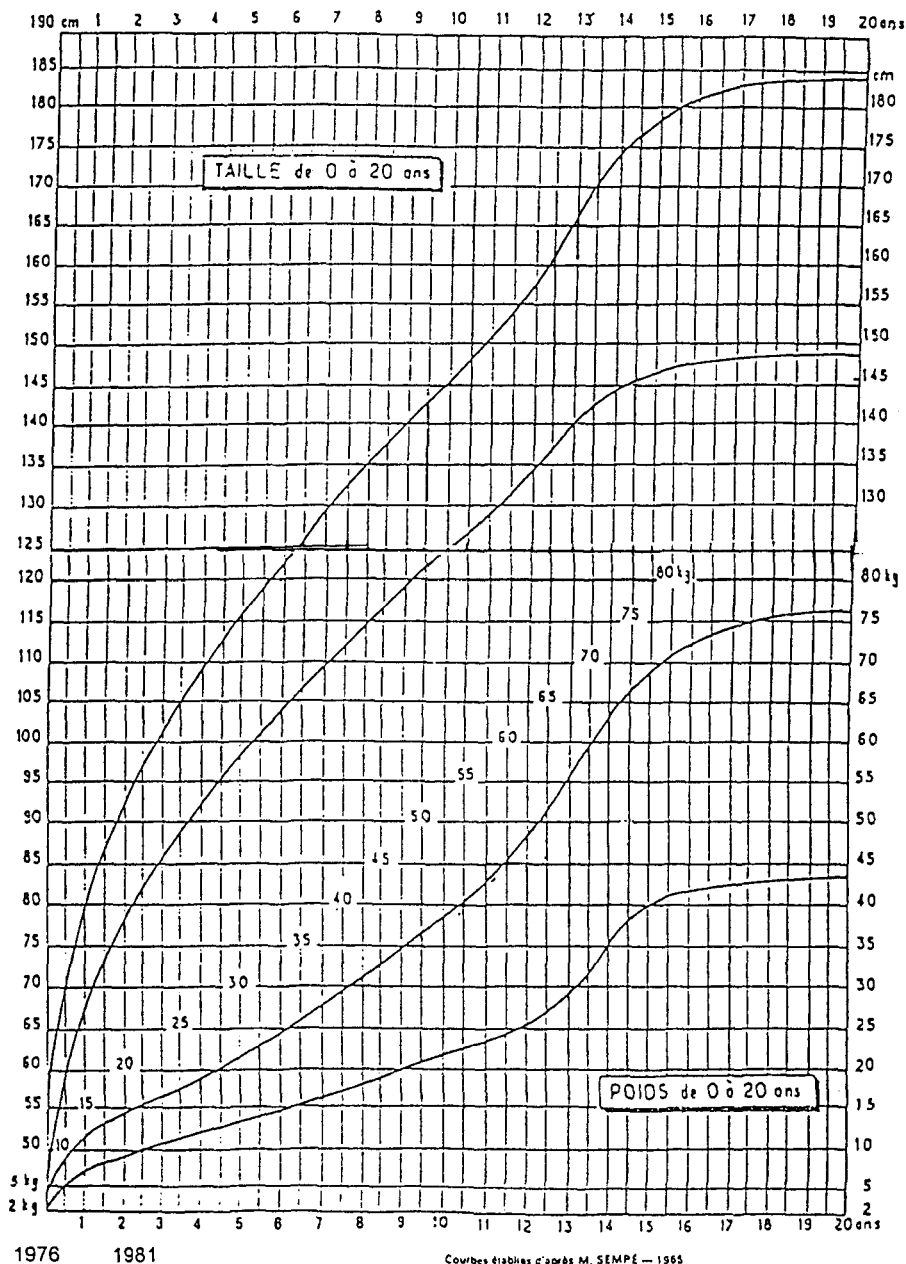
1945 :  
des mesures  
individuelles  
comparées  
à des courbes  
de référence  
"uniques"

### • *Des courbes de taille et de masse issues d'études de populations*

Quand, dans une population d'enfants de même âge, on mesure la taille et la masse de chacun des enfants, on obtient des mesures dites transversales.

À partir des années 1975, le médecin a la possibilité de comparer la taille de l'enfant à celle d'autres enfants à l'intérieur d'une population. C'est ainsi que deux courbes (sans distinction de sexe !) encadrent une "zone" de normalité (le document 1 propose un exemple relevé en 1976 et en 1981

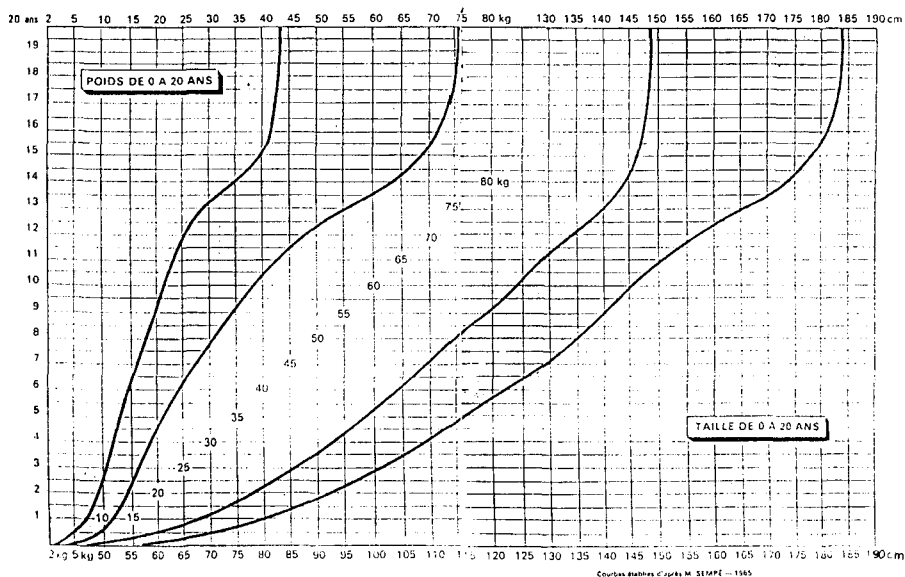
**Document 1. Courbes de poids et taille de 0 à 20 ans**  
**Carnets de santé (1976 et 1981)**



d'après M. Sempé, 1965) pour la taille et pour le poids, à un âge donné. Dans cet intervalle les variations de taille et de poids sont considérées comme "normales" sur le plan médical. La courbe des valeurs moyennes n'est pas tracée.

Au cours de cette période, il est surprenant d'observer des courbes d'encadrement inversées et non définies d'âges en fonction de la taille, ou d'âges en fonction du poids : la taille ou l'âge étant portés en abscisses comme si c'étaient des variables (x) et l'âge en ordonnées comme une fonction (y) (document 2, 1978, d'après M. Sempé, 1965). De plus elles ne peuvent être lues comme analogiques de la réalité de la croissance humaine, il semble difficile de comprendre la logique qui a guidé leur construction. Mais dans ces mêmes carnets, il est précisé que "ces courbes... doivent être interprétées en fonction du poids et de la taille des parents". Nous remarquons que, pour la première fois, la taille semble être mentionnée comme un caractère héréditaire. Mais s'agit-il du poids et de la taille des parents adultes ? ou du poids et de la taille des parents aux mêmes âges que leur enfant ?

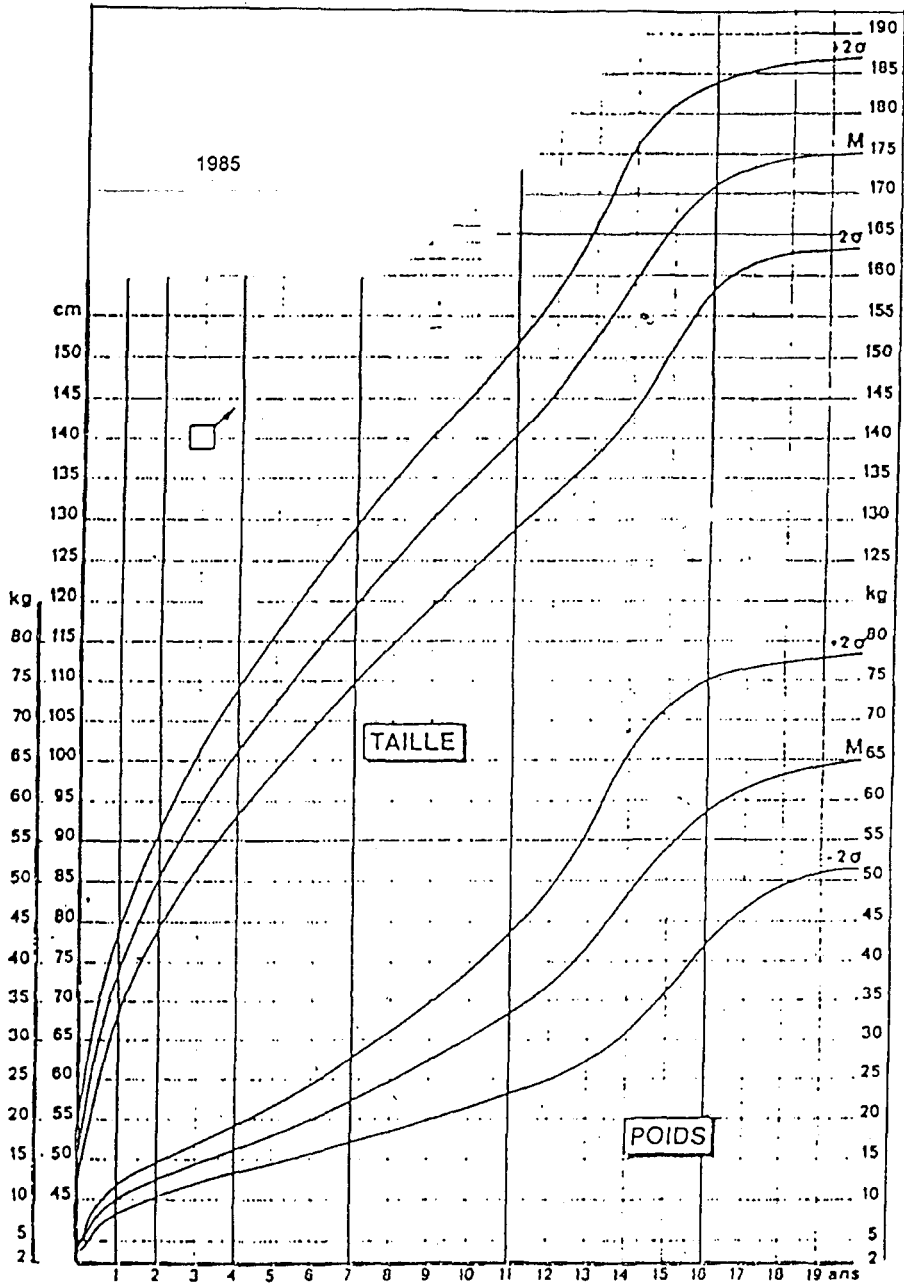
## Document 2. Courbes de poids et taille de 0 à 20 ans Carnets de santé (1978)



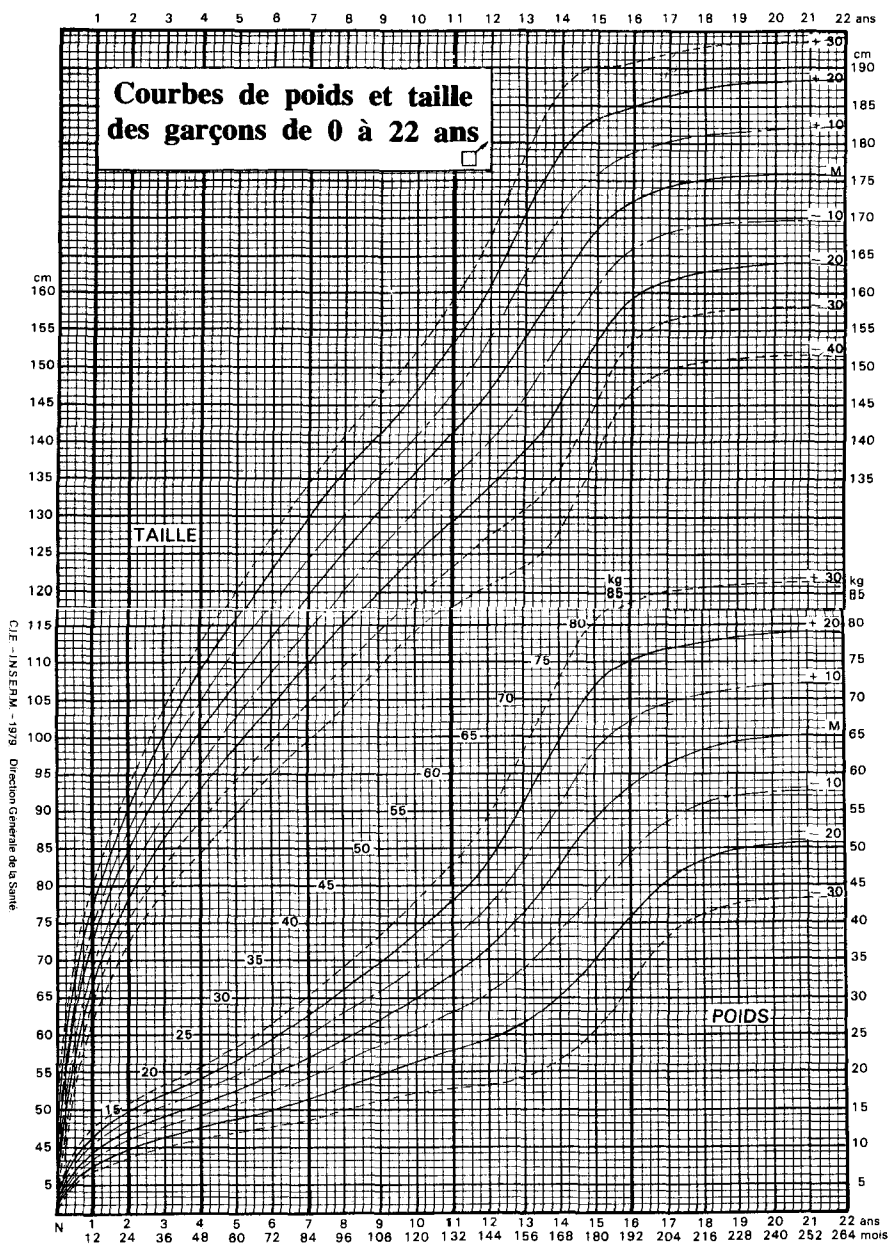
1985 :  
l'introduction  
des concepts  
statistiques,  
moyenne et  
écart type

En 1985, la zone de normalité est établie cette fois par la courbe des valeurs moyennes encadrée par une courbe des valeurs maximales correspondant à  $+2\sigma$  et une courbe des valeurs minimales correspondant à  $-2\sigma$  (document 3). Ces courbes sont réalisées aussi d'après les travaux de M. Sempé en 1965. Il y a donc

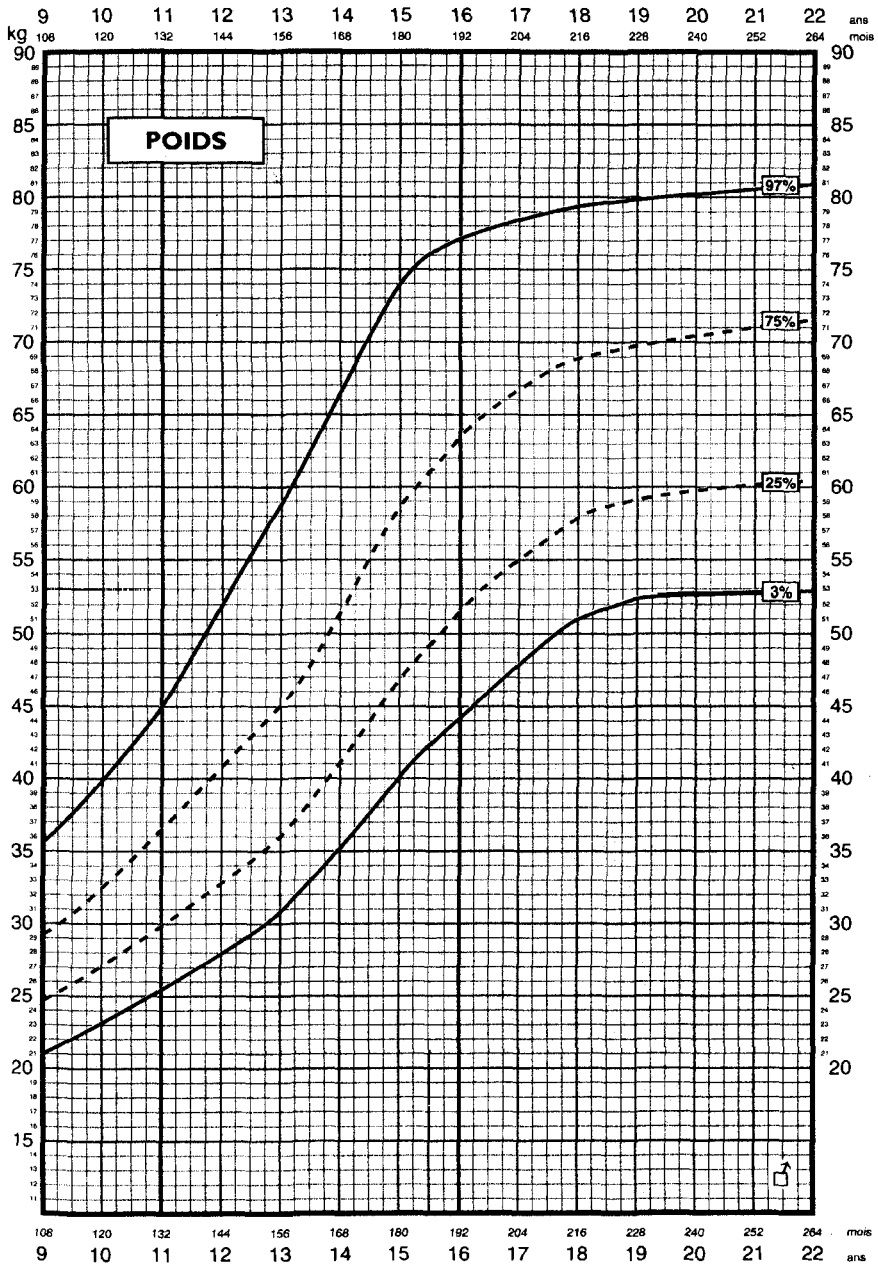
Document 3. Croissance somatique des garçons de la naissance à 19 ans  
Carnets de santé (1985)



**Document 4. Courbe de poids et taille des garçons de 0 à 22 ans**  
**Carnets de santé (1991)**



### Document 5. Croissance somatique des garçons de 9 à 22 ans Carnets de santé (1995)



Tracés établis en CENTILES modélisés J.P.P.S. C.S. - Pr. M. SEMPE 1995



ici un long décalage de temps avant leur insertion dans les carnets de santé. Les concepts de moyenne et d'écart type, que nous définirons plus loin, sont empruntés aux mathématiques statistiques mais ne sont pas expliqués dans le carnet donné aux parents.

1991 :  
des encadrements  
de plus en plus  
détaillés  
de  $+ou - 1$ ,  
2 ou  $3 \sigma$

En 1991, la courbe moyenne est encadrée par trois courbes de part et d'autre, correspondant à  $+ ou - 1$  écart type, à  $+ ou - 2$  écarts types et à  $+ ou - 3$  écarts types. La même représentation est également utilisée dans le dossier médical scolaire mis en place cette même année dans les collèges (document 4 : INSERM, 1979). Nous remarquons que les courbes sont nommées :  $+ 10$ ,  $+ 20$ ,  $+ 30$  au lieu de  $+ 1 \sigma$ ,  $+ 2 \sigma$ ,  $+ 3 \sigma$  ce qui serait vraisemblablement le résultat d'une erreur de copie  $\sigma$  étant confondu avec un zéro.

1995 :  
passage à  
une expression  
en centiles...

Depuis 1995, le tracé des graphiques est établi en centiles (on dit aussi percentiles). C'est ainsi que les quatre courbes tracées, sont appelées : "3 %, 25 %, 75 % et 97 %", correspondent respectivement au troisième, au vingt-cinquième, au soixante-quinzième et au quatre-vingt-dix-septième percentiles (document 5 du Pr. M. Sempé). Pour obtenir, les centiles, la population de référence a été dénombrée puis rassemblée par ordre de taille (ou masse) croissante, puis divisée en cent groupes de même effectif ; chaque groupe ainsi obtenu constitue un centile. Les auteurs pensent peut-être que la notion de pourcentage est plus "parlante" pour les enfants et les parents.

#### • **Des courbes représentant l'évolution de la corpulence**

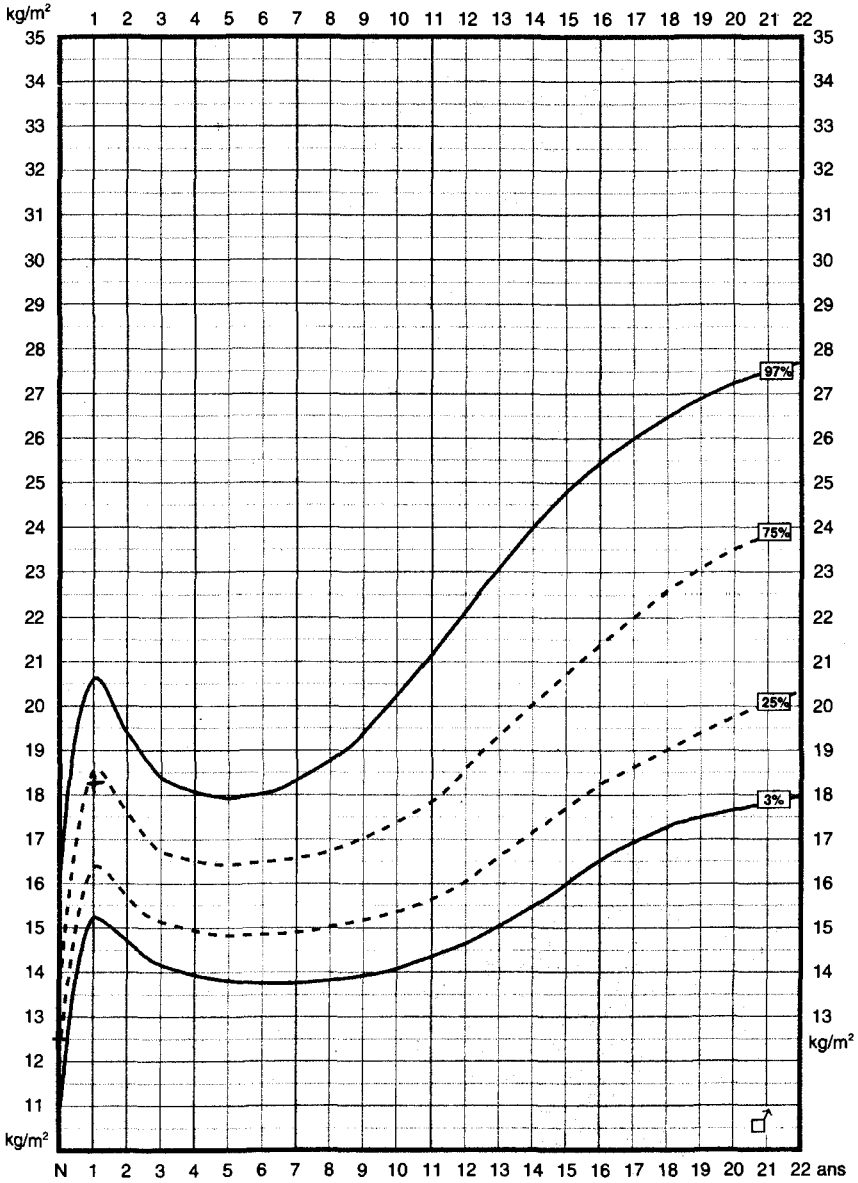
Dans les carnets de 1995 les deux variables de la croissance, jusqu'alors séparées, sont reliées par la corpulence exprimée par l'Indice de Masse Corporelle (IMC) ou indice de Quételet. C'est un indice que l'on calcule en divisant la masse (en kg) par le carré de la taille (en m). Les variations de l'IMC sont encadrées par les 25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> percentiles, puis les 3<sup>e</sup> et 97<sup>e</sup> percentiles. La courbe "augmente" la première année, puis "diminue" pendant quelques années et "augmente à nouveau". L'âge de la remontée, qui est appelé "rebond d'adiposité", se situe vers six ans (document 6).

... et  
évaluation de  
la corpulence  
par l'indice  
de Quételet

## **2. EXPLICITATION DES TERMES STATISTIQUES LUS DANS LES CARNETS DE SANTÉ**

L'individu ne peut savoir s'il est normal que s'il se compare aux autres individus dans une population. C'est grâce aux outils mathématiques statistiques que la comparaison sera possible.

**Document 6. Évolution de la corpulence chez les garçons au cours de la croissance  
Carnets de santé (1995)**



Tracés établis en CENTILES modélisés - Dr M.F. ROLLAND-CACHERA et Pr M. SEMPE - 1995

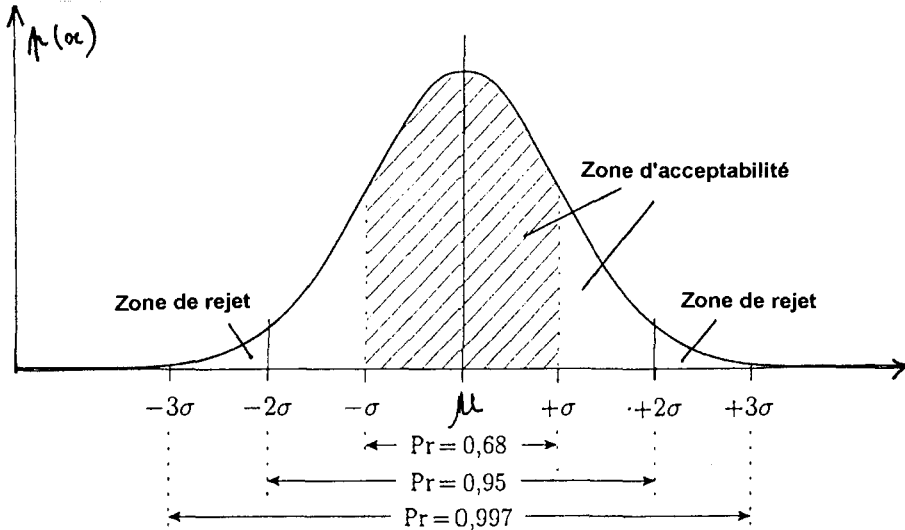
## 2.1. Moyenne et écart type, paramètres décrivant une répartition obéissant au modèle théorique de la loi de Gauss

en rapport avec les probabilités des différentes combinaisons alléliques intervenant dans la taille et le poids : la loi de Gauss

La taille et le poids dépendent de facteurs génétiques et de facteurs du milieu. En négligeant, les facteurs du milieu, nous pouvons supposer l'intervention d'au moins sept gènes existant chacun sous deux formes alléliques. Les probabilités des différentes combinaisons alléliques sont données par le développement du polynôme  $(A + a)(B + b)(C + c)$  etc. Le calcul devient vite difficile. La loi de Gauss est alors une approximation suffisante du développement de ce polynôme quand  $n$  est supérieur à 7. Nous disons ainsi que les variations quantitatives de la taille et de la masse "obéissent" à la loi de distribution normale de Gauss (document 7). La représentation graphique de la population se présente comme la surface comprise entre la courbe "en cloche" et l'axe des abscisses. On peut définir deux paramètres caractéristiques : la moyenne et l'écart type. Tous les élèves savent calculer leur moyenne, quant à l'écart type il correspond aux points d'inflexion de la courbe de part et d'autre de la moyenne.

Dans une population normalement distribuée, 68 % de toutes les variations dues au "hasard" se trouvent dans l'in-

Document 7. Représentation graphique de la loi de Laplace-Gauss



*Loi de Laplace-Gauss.* On a représenté les probabilités affectées à quelques intervalles autour de la moyenne. Ainsi la probabilité d'un écart inférieur à  $\sigma$  correspond à la surface hachurée soit 0,68.

On pourra retenir que selon cette loi, la probabilité d'un écart absolu inférieur à  $2\sigma$  est 0,95.

zone  
d'acceptabilité  
limitée par  
2 écarts types  
de part et  
d'autre de  
la moyenne

tervalle [moyenne + ou - 1 écart type], 95 % se trouvent dans l'intervalle [moyenne + ou - 2 écarts types] et 99,7 % dans l'intervalle [moyenne + ou - 3 écarts types].

Cette représentation est un modèle explicatif à condition de bien lire la surface comprise entre la courbe, l'axe des abscisses et les limites que l'on vient d'indiquer. En statistiques inférentielles, on distingue la zone d'acceptabilité délimitée par la courbe de Gauss et l'intervalle [moyenne + 2 écarts types ; moyenne - 2 écarts types], laquelle correspond à la zone de normalité. Au-delà de ces limites, on définit deux zones de rejet ou "hors norme". Cette représentation fixe les limites de la normalité, c'est donc un modèle explicatif, qui devient normatif.

En réalité, les distributions des tailles et des masses dans une population d'enfants provenant de travaux empiriques effectués par des médecins ne correspondent pas exactement à ce modèle théorique car les populations ne sont pas homogènes, divers facteurs du milieu interviennent et tous ces facteurs ne sont pas indépendants les uns des autres. Or la loi statistique implique des événements indépendants les uns des autres.

## **2.2. Médiane et interquartile, autres paramètres descripteurs d'une distribution dans une population**

les centiles,  
nouvelles  
divisions d'une  
population

Les individus de la population de référence sont mesurés. Puis la population est dénombrée et rassemblée par ordre de taille (ou de poids) croissante. Comme nous le précisions précédemment cette population est alors divisée en cent groupes de même effectif. Chaque groupe constitue un centile. La médiane (percentile 50) est la valeur de la taille qui permet de diviser la population en deux parties de même effectif. L'interquartile comprend la population entre le 25<sup>e</sup> et le 75<sup>e</sup> percentile (soit un quart et trois quarts), c'est le paramètre de distribution.

## **3. LES LIMITES DU NORMAL**

### **3.1. Origine des populations de référence et valeurs limites de la normalité**

Les courbes de référence construites par Sempé, Roy et Pédrón ont été établies d'après l'observation de la croissance de 588 enfants nés entre 1953 et 1955 dans les quartiers sud de Paris et de la banlieue avoisinante (Mondiet-Colle, 1989, p. 63). Ces enfants ont été suivis depuis la naissance jusqu'à l'adolescence. Ces travaux d'auxologie, qui est la science des mensurations, sont les seuls disponibles en France. Les

les limites de la normalité comprennent 95 % d'une population à répartition gaussienne

limites du domaine de la normalité sont celles qui regroupent 95 % d'une population (zone d'acceptabilité) à répartition gaussienne. Cette enquête empirique serait un modèle acceptable si la population étudiée était homogène quant au sexe, quant à l'âge, quant à l'origine ethnique des enfants, ce qui n'est apparemment pas le cas. Peut-on donc étendre ce modèle à l'ensemble de la France ?

De nombreux auteurs se sont interrogés sur les limites à tracer entre le normal et le pathologique. Il n'y a pas de consensus dans le monde médical. Ces limites sont conventionnelles et résultent d'un choix.

### 3.2. La taille

définition du nanisme et du gigantisme

En ce qui concerne la taille, on parlera d'insuffisance staturale lorsque la taille est comprise entre  $-2$  et  $-4$  écarts types, et d'excès statural lorsque la taille est comprise entre  $+2$  et  $+4$  écarts types. On définira le nanisme pour des tailles inférieures à la valeur "moyenne  $-4$  écarts types" et le gigantisme pour des tailles supérieures à la valeur "moyenne  $+4$  écarts types" (Mondiet-Colle, 1989). On pourra pallier l'insuffisance staturale par la prise d'hormone de croissance humaine.

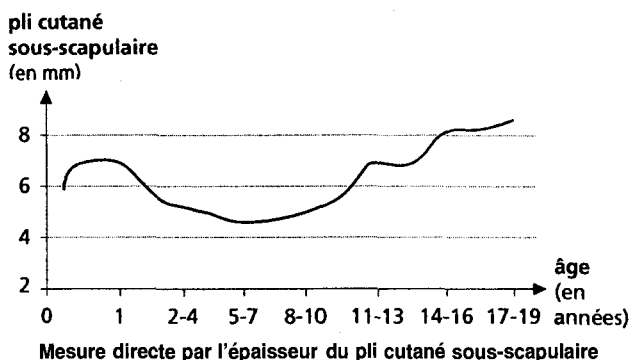
### 3.3. Le poids et la corpulence

C'est la corpulence, relation entre la taille et la masse, qui permet de repérer l'obésité qui pose un problème de santé publique, d'autant plus qu'un enfant obèse risque de le rester à l'âge adulte. L'indice de corpulence IMC, qui varie comme l'épaisseur du pli cutané sous-scapulaire, est une bonne évaluation de l'adiposité d'une personne. Il permettra de définir graphiquement une zone de surpoids et une zone d'insuffisance pondérale (document 8).

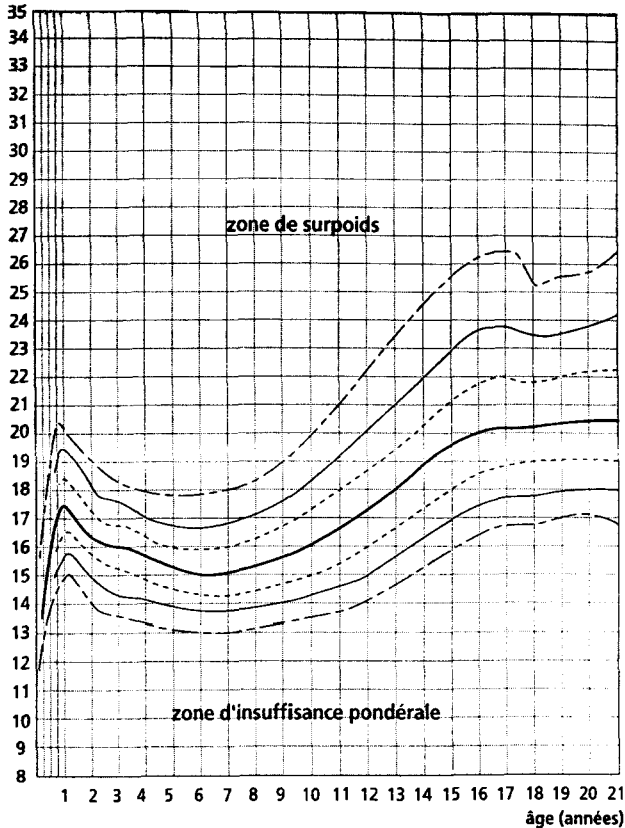
#### • Chez l'adulte

Voici un exemple d'utilisation chez l'adulte de l'IMC. On peut classer cette variable quantitative en cinq classes : si l'IMC

#### Document 8. Évolution de l'adiposité



### Document 8. Évolution de l'adiposité



#### Mesure indirecte par la variation de l'indice de masse corporelle

D'après *La nutrition humaine. La recherche au service de la santé*. Desjeux J.-F., Hercberg S., coll. "Dossiers documentaires". Paris : INSERM/NATHAN, 1996, p. 101 et p. 127.

indice de masse corporelle :  
variable  
quantitative  
ou qualitative ?

est inférieur à 19, le malade est classé comme maigre; quand l'IMC est compris entre 19 et 24, le malade est normal; entre 24 et 27, le malade est un obèse modéré ; entre 27 et 30, il est obèse ; et au-dessus de 30, c'est un obèse sévère. (Dougados, 1996). Les valeurs de cette variable peuvent être réparties en trois classes : maigre, normal, obèse, ou en deux classes : "obèse - oui" et "obèse - non" (qui regroupe maigre et normal). Un consensus médical fait que la variable quantitative de l'IMC est transformée en variable qualitative "obésité" (Dougados, 1996). On peut également diviser la variable quantitative soit en quartile, ce qui aboutit en variables qualitatives en quatre classes, soit en deux classes : mesures au-dessous et mesures au-dessus de la médiane.

### • Chez l'enfant

*“Chez l'enfant s'ajoutent les variations liées à la croissance. Pendant l'enfance, on observe des variations moyennes 'normales', des variations individuelles transitoirement différentes de la moyenne et enfin des évolutions anormales...”* (Rolland-Cachera, 1995). La courbe moyenne de variation de la corpulence permet de suivre la croissance de l'enfant. Si ce rebond se produit plus tôt, des travaux ont montré qu'il est possible de prédire une obésité chez l'adulte (Rolland-Cachera, 1995).

Or, d'après Momas (Université Paris-Descartes, 1996), un petit parisien sur quatre présente un excès pondéral et un sur six, une obésité, soit 5 à 6 fois plus que dans les populations de référence étudiées par Sempé en 1979. Ce sont les résultats d'une enquête réalisée auprès de 621 élèves parmi les 13 399 des classes de CM2 à Paris, par la DASS (Direction de l'Action Sanitaire et Sociale).

Mais se pose le problème de la définition de l'obésité à cause de la grande variété des critères considérés et des seuils retenus : *“Est souvent considéré comme obèse un enfant dont le poids observé dépasse de deux écarts-types la valeur de référence (la moyenne) [Locard (1989), Lelingue (1992), Elcarte-Lopez (1993)]. Les auteurs qui ont recours à l'indice de Quételet retiennent aussi parfois le percentile 95 [Mafféis (1988), Westrate (1989), Broussard (1991), Pawson (1991)] ou d'autres percentiles : le percentile 90 [Chinn (1987), Agrelo (1988), Kniskhowy (1989), Nuutinen (1991), Rolland-Cachera (1992), Delisle (1994)] ou le percentile 97 [Rolland-Cachera (1992), Elcarte-lopez (1993)].”* (Momas, 1998)

prédiction  
de l'obésité,  
problème de  
santé publique

## 4. PROPOSITION D'ENSEIGNEMENT

Nous proposons de suivre avec les élèves le cheminement des médecins-chercheurs qui a abouti aux constructions des courbes de référence des limites de la normalité.

### 4.1. Les mesures et le calcul de la moyenne arithmétique

Voici le relevé de 55 tailles d'élèves de classe de 3<sup>e</sup> pris globalement, sans distinguer le sexe, ni l'âge :

Les valeurs sont données en cm :

155 158 162 167 152 148 172 159 187 169 165 152 147  
164 170 170 174 159 155 157 152 164 165 171 172 185  
148 151 160 158 143 154 172 181 169 154 162 165 15  
153 151 155 173 171 166 150 152 163 164 149 154 161  
163 169 173

La moyenne arithmétique est le quotient du total des mesures par le nombre d'individus, soit :  $8885 \text{ cm} : 55 = 161,5 \text{ cm}$ .

mesurer et  
dénombrer :  
première étape  
de la  
scientificité

#### 4.2. Classement, dénombrement et repérage de la médiane

Il s'agit de classer les tailles par ordre croissant et de compter le nombre d'élèves pour chaque mesure. Cette étape constitue la première étape de la scientificité.

Taille	143	144	145	146	147	148	149	150
effectif	1	0	0	0	1	2	1	2
151	152	153	154	155	156	157	158	159
2	4	1	3	3	0	1	2	2
161	162	163	164	165	166	167	168	169
1	2	2	3	3	1	1	0	3
171	172	173	174	175	176	177	178	179
2	3	2	1	0	0	0	0	0
181	182	183	184	185	186	187	181	182
1	0	0	0	1	0	1	1	0

La médiane est la valeur du caractère pour laquelle il y a autant d'observations plus grandes que d'observations plus petites. Cette définition peut être donnée aux élèves. 55 valeurs observées étant rangées par ordre croissant et numérotées de 1 à 55, la médiane de ces 55 valeurs est la valeur de rang  $(55 + 1) : 2 = 28$  ; c'est donc 162 cm.

#### 4.3. Premier classement des tailles (de 5 en 5 cm). Histogramme. Polygone des effectifs. Courbe

##### • Classement

de l'influence  
de l'amplitude  
du classement...

La présentation des données est améliorée en groupant les valeurs par intervalles de 5 cm d'amplitude. Ces intervalles s'appellent des classes dont la répartition figure dans le tableau suivant. Rappelons que le milieu ou le centre d'une classe est la moyenne des valeurs extrêmes de la classe.



Classe	[140 ; 145[	[145 ; 150[	[150 ; 155[	[155 ; 160[
Milieu	142,5	147,5	152,5	157,5
Effectif	1	4	12	8

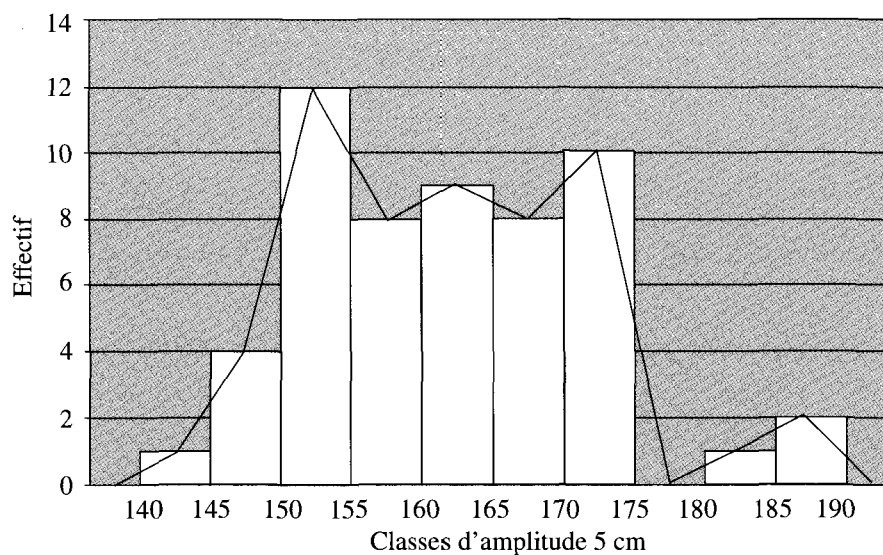
[160 ; 165[	[165 ; 170[	[170 ; 175[	[175 ; 180[	[180 ; 185[	[185 ; 190[
162,5	167,5	172,5	177,5	182,5	187,5
9	8	10	0	1	2

Grâce à ce classement, nous gagnons en lisibilité, mais nous perdons en précision. Nous ne reconnaissons plus les tailles individuelles.

• **Tracé de l'histogramme**

À partir de ce classement, les élèves dessinent l'histogramme (document 9) de répartition de la population selon les classes d'amplitude de 5 cm. Ils sont invités à colorier chaque rectangle avec une couleur différente. La surface de chaque rectangle représente une classe de la population étudiée.

**Document 9. Répartition des tailles selon les classes d'amplitude de 5 cm**



• **Tracé du polygone des effectifs**

Les milieux de chaque classe joints par un segment de droite font apparaître un polygone des effectifs.

... sur la  
représentation  
graphique

• **Tracé de la courbe empirique**

Les milieux de chaque classe sont rejoints par une courbe. Les deux sommets les plus élevés sont les valeurs modales. Ici il y en a deux traduisant bien l'hétérogénéité de l'échantillon.

• **Bilan de l'apprentissage**

La répartition de la population est bien représentée par la surface délimitée par la courbe et l'axe des abscisses, ce que traduirait concrètement le fait de faire ranger les élèves dans la cour par ordre de taille croissant, ceux de même taille formant une colonne. L'attention est alors attirée sur la "masse" des élèves et non sur le bord des colonnes qui forme une courbe.

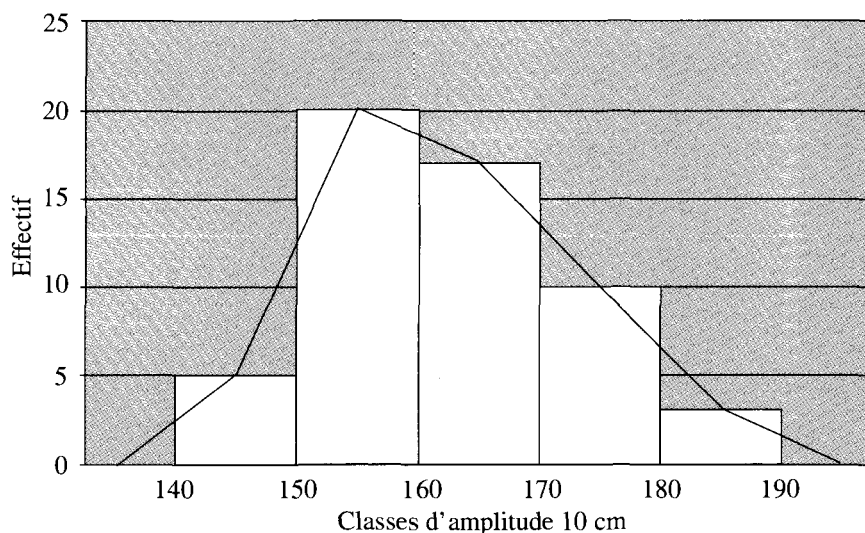
**4.4. Second classement des tailles (de 10 en 10 cm)**

Les tailles sont regroupées par intervalles de 10 cm d'amplitude.

Classe	[140 ; 150[	[150 ; 160[	[160 ; 170[	[170 ; 180[	[180 ; 190[
Milieu	145	155	165	175	185
effectif	5	20	17	10	3

Les élèves tracent l'histogramme, le polygone des effectifs puis la courbe. Cette courbe, qui présente un sommet, s'appelle une "courbe en cloche" (document 10).

**Document 10. Répartition des tailles selon les classes d'amplitude de 10 cm**



#### 4.5. Comparaison des courbes issues des deux classements

Les élèves observent et comparent les deux courbes : *“la courbe de 5 en 5 est plus précise ; elle est plus réaliste. La courbe de 10 en 10 est moins précise, car c’est une généralité.”* Nous complétons : plus les mesures sont regroupées, plus la courbe s’éloigne du réel. Nous proposons alors la définition du cours de mathématiques : la courbe en cloche est modélisée par la “courbe de Gauss”. La population étudiée se situe dans l’aire entre la courbe et l’axe des abscisses.

#### 4.6. Réalisation d’une maquette en trois dimensions

À partir des tailles relevées sur 147088 filles et garçons des E.U., âgés de 5 à 14 ans, par O’Brien (1941) (Tort, 1974), on trace des courbes en cloche représentant la répartition des mesures à chaque âge pour les filles.

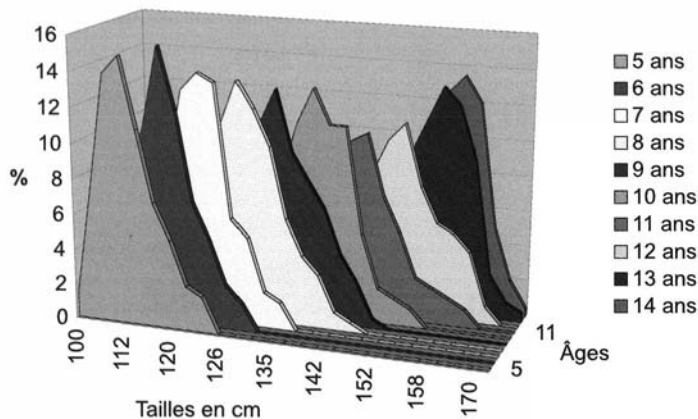
On regroupe toutes les courbes en cloche dans une représentation en trois dimensions.

concrétiser  
le concept de  
limite par une  
représentation  
en trois  
dimensions

Il s’agit, pour cela, de découper chaque “courbe en cloche” obtenue empiriquement, et de placer les courbes obtenues dans un repère en 3 dimensions : l’axe des x représente l’âge des enfants, l’axe des y représente la taille et l’axe des z représente l’effectif de chaque classe d’âge. Une fois en place, on peut rejoindre les limites maximales par une courbe qui sera la courbe limite maximale des tailles de la population d’enfants de 5 à 14 ans ; puis procéder de la même façon pour tracer la courbe minimale. Ce sont les courbes des valeurs limites maximales et minimales tracées dans les carnets de santé.

Il est possible d’utiliser des logiciels informatiques (Excel, par exemple) pour obtenir une représentation en perspective de la maquette réalisée en classe (document 11).

Document 11. Évolution des tailles par âges (Filles)



## 5. DISCUSSION AU SUJET DE LA NORME

Par rapport à un caractère biologique, être dans la norme, c'est "être normal". La norme est à l'intérieur des limites. Les valeurs qui sortent de la norme, c'est-à-dire des limites maximales et minimales, sont anormales, pathologiques, hors norme.

### 5.1. Quelques définitions

- **Variabilité, variable, diversité**

Selon le dictionnaire Larousse (1989), *la variabilité* est un état, une nature, une propriété de ce qui est variable ; c'est aussi l'aptitude à varier ou à subir des variations.

Associé à ce nom, *l'adjectif variable* signifie qui peut varier ; *le nom, une variable*, en statistique est une grandeur susceptible de varier dans un ensemble donné, et telle qu'à chaque valeur prise par cette grandeur puisse correspondre au moins théoriquement, un effectif des personnes ou une fréquence en pourcentage. La variabilité individuelle se traduit par un *polymorphisme* dans les populations, dans lesquelles coexistent plusieurs types génétiques différant les uns des autres par des caractères phénotypiques, à l'origine de la *diversité*. Ce sont les valeurs déterminant les limites de la variabilité qui posent problème. C'est l'objet d'étude de la biométrie ou science des variations biologiques.

- **Normal**

À l'intérieur des limites acceptables de la variabilité du vivant humain, se trouvent des valeurs normales. En latin, *normalis* vient de *norma* qui signifie équerre, règle. Dans le dictionnaire Larousse (1989), nous lisons plusieurs niveaux de définitions, pour *l'adjectif normal*, un niveau mathématique, "*conforme à une moyenne considérée comme norme (avoir une taille normale) selon la loi de Laplace-Gauss*" et d'autres définitions sociales "*conforme à la nature d'un être, conforme au plus habituel, conforme à ce que l'on pense être juste*".

- **La normale**

Elle correspond, au sens commun, à ce qui est normal, courant, à la moyenne, à une situation habituelle. En météorologie, "la normale saisonnière" est identifiée à la moyenne d'un élément météorologique (température, pluviosité, nébulosité) établie sur une période de 30 ans sans que l'on précise la variabilité possible autour de cette moyenne.

- **La normalité**

C'est un état, un caractère de ce qui est conforme à la norme, ce qui est considéré comme l'état normal.

beaucoup  
de mots...

• **La norme**

C'est la règle, le principe, le critère auquel se réfère tout jugement ; c'est aussi l'ensemble des règles de conduite qui s'imposent à un groupe social. Ce terme n'est pas simplement descriptif, il implique la volonté de rendre conforme, de normaliser.

• **La normativité**

Est normatif celui qui émet des jugements de valeur et qui institue des règles ou des principes et la nécessité de s'y conformer soi-même en tout premier lieu. Canguilhem utilise ce terme pour concevoir l'activité des êtres vivants. Le vivant tend à s'autonomiser par rapport à son milieu, mieux même il crée son milieu et ne se contente pas de le subir. On dit qu'il est normatif.

• **La pathologie**

C'est l'étude des maladies ou c'est l'ensemble des signes morbides caractéristiques d'une maladie. Dans le sens commun, pathologique se dit d'un comportement anormal, étrange qu'on assimile à une maladie (Larousse, 1989). H. Péquignot (Encyclopædia Universalis) signale : *"il ne faut pas s'étonner de l'illusion commune, selon laquelle... l'état normal serait un état définissable et descriptible à partir duquel on pourrait considérer la... pathologie comme une déviation... le normal prend un sens statistique"*.

Tout se passe comme si la seule définition scientifique reconnue des limites entre le normal et le pathologique était celle provenant des paramètres de la courbe de Gauss. Bien que d'apparence scientifique, ces limites résultent d'un choix de société, en un lieu donné et une période définie. Créer une dictature des normes serait l'effet pervers de l'existence de ces repères flous et fluctuants.

## 5.2. La norme est la moyenne statistique

C'est à Quételet (1796-1874), précurseur des statisticiens, dont la vocation était plutôt artistique au début de sa carrière que nous attribuons les premières mesures de la taille et du poids de l'homme. Quételet se référant à des statistiques françaises (Hargenvilliers, 1917), à des statistiques belges, italiennes et américaines, à partir des mesures des tailles construit des distributions de tailles dans des populations (M. Tort, 1974, pp. 97 et 98). Il observe que les tailles se répartissent de façon symétrique par rapport à la moyenne ; cette représentation est la même que celle de la loi de Gauss. Il prétend avoir démontré empiriquement cette loi pour la répartition d'un caractère biologique mesurable comme la taille (*Sur l'appréciation des documents statistiques, et en particulier sur l'application des moyennes*, 1844). Ainsi est élaborée la théorie de "l'homme moyen" : *"La preuve de l'existence d'un homme moyen, dans un climat donné, se trouve*

... autour  
d'un concept

Quételet et  
la théorie de  
"l'homme  
moyen"

*dans la manière dont les nombres obtenus pour chaque dimension mesurée se groupent autour de la moyenne... la moyenne de la taille dans un groupe est telle que le plus grand des sous-groupes formés d'hommes ayant la même taille approche le plus de la moyenne."... "Il identifie dans sa notion de moyenne véritable les notions de fréquence statistique et de normes, car une moyenne déterminant des écarts d'autant plus rares qu'ils sont amples, c'est proprement une norme."*

Dans la zone d'acceptabilité se trouve la valeur moyenne du caractère mesurable, ainsi que sa dispersion. Ce sont les représentations des carnets de santé. Vouloir que, dans une population, comme dans la représentation de la loi de Gauss, 95 % de celle-ci "entre" à l'intérieur des limites montre que la société est normative. La volonté de se conformer à cette norme implique le risque de vouloir être normal à tout prix, ce qui pourrait constituer une "normopathie" (Cyrulnik).

### **5.3. L'anormal est une nouvelle norme**

Selon Canguilhem (1966) *"le pathologique doit être compris comme une espèce du normal, l'anormal n'étant pas ce qui n'est pas normal, mais un autre normal"*. Il s'agit *"d'être aussi normatif dans cette situation"* d'anormalité... et d'avoir *"la possibilité de dépasser la norme qui définit le normal"*... et aussi *"la possibilité de tolérer des infractions à la norme habituelle"*. Ainsi *"l'idée de normalité cesse d'apparaître comme celle de la conformité à un idéal extérieur"* ou à une norme imposée. L'être vivant est et doit être normatif en créant ses conditions de vie.

### **5.4. La norme peut aussi être un modèle idéal à imiter**

- ***Le modèle idéal esthétique imaginé par quelques artistes***

La norme pourrait ressembler au modèle idéal de Léonard de Vinci (1452-1519) : l'homme aux proportions idéales, lorsqu'il écarte les bras, est inscrit dans un cercle et dans un carré. De même Ingres (1780-1867) n'hésite pas à embellir la grande Odalisque (1814, Musée du Louvre) en allongeant la longueur du dos, par trois vertèbres surnuméraires. Ses contemporains lui auraient reproché cette erreur sur le plan anatomique. Par contre Courbet (1819-1877) dessine des femmes plutôt "rondes et bien en chair". L'idéal du corps féminin n'a pas toujours été le corps grand et mince comme à la fin du XX<sup>e</sup> siècle.

- ***Le modèle idéal à imiter***

D'abord, pour se vêtir, les magasins de vêtements féminins proposent des vêtements à "taille unique" dont la taille ne dépasse pas le "44" selon les normes françaises ; ces vêtements sont prévus pour une norme correspondant à des

évolution  
dans le temps  
du modèle idéal

femmes grandes et minces. Du reste, il existe à côté de ces magasins "ordinaires", des magasins "grandes tailles" spécialisés dans le "hors norme" imposé par la société marchande. Ces vêtements de taille supérieure au "44" chez les femmes sont aussi vendus plus chers. Pour vivre sans trop dépenser d'argent, il faut être dans la norme corporelle mince.

Beaucoup de jeunes filles veulent être minces et grandes afin de devenir mannequin ou pouvoir participer à des concours de "beauté". Être élue "Miss", avec 50 kg et 1,80 m de mensurations, est une grande fierté. Du reste, les garçons ont aussi leur modèle esthétique, les "Chippendales".

L'existence de ces normes peut avoir des conséquences sur le comportement alimentaire : par exemple, faire des régimes stricts, même si on est dans la norme moyenne, avec le risque d'anorexie dite mentale. À l'opposé, le comportement boulimique, c'est-à-dire manger tout aliment sans contrôle possible, par compulsion, risque d'amener une obésité. Le jeune aujourd'hui doit trouver sa place entre ces deux pôles : la beauté, synonyme de grande taille et de minceur, et l'obésité. Il est sollicité par les publicités d'aliments : d'un côté les aliments allégés qui donnent la forme et l'énergie, tout en permettant de rester mince, et de l'autre les mets crémeux et savoureux pour un plaisir gustatif, mais qui font grossir.

L'obésité est un problème de santé publique. Selon la définition de Lévy (1994), la santé publique est une discipline dynamique dont l'objet est d'améliorer en permanence la santé des populations. Le concept de santé est relatif à une personne et il faudrait définir la santé d'une population.

### 5.5. Les limites de la normalité

*"Entre le normal et le pathologique, il est bien difficile de trouver la frontière"* (Ricœur). Celui qui n'est pas dans la norme risque de basculer dans le pathologique. Alors, *"la science va consacrer tous ses efforts à corriger un caractère pathologique... Voilà un nain hypophysaire. Manifestement, c'est un handicap, c'est une pathologie. L'hormone de croissance va permettre de corriger ce handicap. Mais cette hormone ne fait pas grandir que les nains, elle fait grandir tous ceux qui ont une insuffisance de stature. Où est la limite ? où est la taille idéale ?"* (R. Sautier, *Dossier Phosphore*, 1990). Or, l'hormone de croissance humaine, produite par les bactéries *Escherichia coli* dans lesquelles on a greffé le gène de l'hormone de croissance humaine, est disponible sur le marché avec le risque de prescription abusive.

Ces limites ont changé dans le temps et les enfants d'aujourd'hui sont plus grands que par le passé. Les enfants actuels, mieux nourris quantitativement que leurs aînés, seraient plus gros. Mais l'organisme de l'enfant en croissance dispose d'un système de régulation qui fait que l'enfant

le danger du  
modèle à imiter

les limites  
de l'utilisation  
de l'hormone  
de croissance

grandit. Le résultat, c'est le maintien d'un équilibre corporel entre la taille et le poids. Puis cette possibilité de régulation disparaît chez l'adolescent (Rolland-Cachera, 1995).

## CONCLUSION

À la question des élèves à propos de la taille et du poids : "suis-je normal ?" il est bien difficile pour un enseignant de répondre de manière simple et satisfaisante uniquement à partir de son savoir biologique. Les carnets de santé présentent des références graphiques de la taille et de la masse au cours de la croissance. Dans notre société, ce document est remis à la mère, à la naissance de l'enfant sans "mode d'emploi". En examinant de plus près les carnets de santé des dernières décennies, nous constatons une évolution depuis des indicateurs de croissance simples, analytiques, séparés et individuels (la taille et le poids) ayant un rôle descriptif, puis normatif, vers un indicateur unique plus global, qui intègre divers facteurs (la corpulence) et qui prend un rôle prédictif. Ces indices situent l'enfant dans une population et tracent des limites floues, évolutives et ne recueillant aucun consensus de la part du monde médical. Cependant le dernier indice ne se limite plus à décrire un état et à tracer une limite, il permet la prédiction de l'obésité chez l'adulte futur.

les concepts  
statistiques,  
des outils  
de sélection ?  
d'où l'importance  
d'une réflexion  
philosophique

Par ailleurs, les statistiques inférentielles interprètent en délimitant une zone d'acceptabilité qui regroupe 95 % de la population. Donc, par définition, 5 % d'une population se trouve rejetée et les concepts statistiques deviennent alors des outils de sélection. Les carnets de santé, dans lesquels la moyenne est une norme, font réapparaître la théorie de l'homme moyen élaborée par Quételet en 1844. Il est difficile d'enseigner cela aux élèves sans l'aide d'une réflexion philosophique. La difficulté est d'ordre sémantique : la diversité de sens des mots gravitant autour du concept est révélatrice. Par ailleurs, la position philosophique de Canguilhem permet d'expliquer que le "hors norme" est une nouvelle norme. Cette vision philosophique doit permettre à chacun de s'accepter tel qu'il est afin de mieux gérer sa vie en créant sa propre normativité. Voilà un message plus satisfaisant que nous pourrions transmettre aux élèves, les citoyens de demain, dans le cadre d'une approche interdisciplinaire.

Monique ARRIGHI  
Collège Saint-Thomas de Villeneuve,  
Bry-sur-Marne  
Lycée Notre Dame des Missions, Charenton



## BIBLIOGRAPHIE

- ACOT, P. (1999). Les maîtres de l'école française. In *L'histoire des sciences* (pp. 91-106). Paris : PUF, coll. *Que sais-je ?*
- BELORIZKI, E. (1998). *Probabilités et statistiques dans les sciences expérimentales*. Paris : Nathan Université.
- CANGUILHEM, G. (1965). Le normal et le pathologique. In *La connaissance de la vie* (pp. 154-169). Paris : Vrin.
- CANGUILHEM, G. (1965). La monstruosité et le monstrueux. In *La connaissance de la vie* (pp. 171-184). Paris : Vrin.
- CANGUILHEM, G. (1966). *Le normal et le pathologique* (pp. 76, 95). Paris : Presses Universitaires de France.
- CHAZEL, F. (1990). Normes et valeurs sociales. In *Encyclopædia Universalis* (tome 16, pp. 450,452).
- COQUIDÉ, M. (1996). Réhabiliter la diversité et besoin d'unité en biologie. *Tréma 9-10*, 55-64. IUFM de Montpellier.
- Dossier. (2000). Obésité l'épidémie. *La Recherche*, 330, 30-44.
- DOMENACH, J.-M. (1989). *Ce qu'il faut enseigner*. Paris : Le Seuil.
- DOUGADOS, M. (1996). *La Mesure. Initiation du clinicien au langage statistique et méthodologique*. Paris : Expansion scientifique Française.
- FOUREZ, G. (1996). *La construction des sciences*. Bruxelles : De Boeck Université.
- GIRARD, J.-C. (1998). *Enseigner la statistique du CM à la Seconde. Pourquoi ? Comment ?* IREM de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1.
- GIRAULT, Y. et M. (1999). *L'aléatoire et le vivant*. Paris : Diderot Éditeur, Arts et Sciences.
- GOIX-ALLEGRETTE, M. (1996). *Les concepts de croissance et de développement en biologie. Représentations et obstacles chez les élèves de collège. Propositions didactiques*. Thèse, Université Denis Diderot, Paris 7.
- HELLER, R. (1968). *Manuel de statistique biologique*. Paris : Gauthiers-Villars.
- MATHY, P. (1997). *Donner du sens aux cours de sciences*. Bruxelles : De Boeck Université, coll. *Pédagogies en développement*.
- MOMAS, I. (1998). Prévalence de la surcharge pondérale et de l'obésité chez des élèves de cours moyen 2<sup>e</sup> année. Enquête dans les écoles publiques parisiennes. *Cahiers de Chaligny*. Mairie de Paris.
- MONDIET-COLLE, C. (1989). *Le mythe de Procuste. La taille humaine entre norme et fantasme*. Paris : Le Seuil.

- NENNA, A. (1990). Surveiller la croissance. In *Douze clés pour la médecine. Entretiens avec Émile Noël*. Paris : Belin, coll. *Regards sur la science*.
- PÉQUIGNOT, H. (1990). Santé, la normalité physiologique. In *Encyclopædia Universalis* (pp. 577, 583).
- RAMEIX, S. (1996). *Fondements philosophiques de l'éthique médicale*. Paris : Ellipse.
- REGAL, R. (1985). *Motricité humaine. Fondements et applications pédagogiques*. Québec : Presse Université Québec. Paris : Vigot.
- ROLLAND-CACHERA, M.-F. (1995). *L'obésité de l'enfant ; évaluation, prédiction des mesures de l'adulte. Évolution de l'adiposité aux différents âges de la vie*. Paris : INSERM.
- ROLLAND-CACHERA, M.-F. (1996). *Le pôle de la nutrition intra-utérine et du jeune enfant sur le développement*. In *La nutrition humaine. Dossiers documentaires*. Paris : INSERM Nathan.
- RUMELHARD, G. (1995). De la biologie contemporaine à son enseignement. In M. Develay. *Savoir scolaire et didactique des disciplines* (pp. 317, 337). Paris : ESF.
- RUMELHARD, G. (1998). Santé et pouvoir de rétablissement. *Aster*, 27, 125-143. Paris : INRP.
- SCHWARTZ, D. (1994). *Le jeu de la science et du hasard. La statistique et le vivant*. Paris : Flammarion, coll. *Champ*.
- SCHWARTZ, D. (1996). *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. Paris : Flammarion, coll. *Médecine sciences*.
- TORT, M. (1974). Le quotient intellectuel. *Cahiers libres*, 266/267. Paris : François Maspéro.