

J.-P. BENZÉCRI

Qualité et quantité dans la tradition des philosophes et en analyse des données

Les cahiers de l'analyse des données, tome 13, n° 1 (1988),
p. 131-152

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1988__13_1_131_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1988, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

QUALITÉ ET QUANTITÉ DANS LA TRADITION DES PHILOSOPHES ET EN ANALYSE DES DONNÉES

[QUAL. QUANT.]

J.-P. BENZÉCRI

On trouvera dans le présent article la rédaction d'une conférence faite à l'Université de Liège où l'auteur avait bénéficié de l'aimable accueil du Professeur Étienne ÉVRARD et de ses collègues. Il restera à publier une deuxième partie, consacrée aux principes du codage des données et de la construction des tableaux analysés.

On voit souvent opposer l'analyse factorielle, considérée comme *descriptive* et *qualitative*, aux méthodes dites *quantitatives* telles que la régression, l'analyse de variance ou la modélisation. Dans le domaine même de l'analyse factorielle, on dira que l'analyse des correspondances est *qualitative*, tandis que l'analyse en composantes principales est *quantitative*; ou encore que l'analyse d'un tableau de correspondance constitué de mesures brutes, (eg. de longueurs mesurées sur un crâne), est *quantitative*, tandis que l'analyse d'un tableau recodé en (0,1), par découpage des variables en classes, est *qualitative*. On sous-entend généralement que le *quantitatif* l'emporte, en principe, sur le *qualitatif*, auquel on ne recourra que faute de mieux, comme à un pis-aller.

On répond directement à ces critiques en considérant, dans des cas précis, sous quelle forme sont obtenus les résultats les plus pertinents et par quelles voies on y parvient. Cependant, il semble utile de s'arrêter aux termes mêmes de *qualité* et de *quantité*. N'avons-nous pas, nous-même, appelé *quantitative* une variable dont les valeurs sont des nombres réels quelconques, (éventuellement contenus dans un intervalle); tandis que serait dite *qualitative* une variable qui ne prend ses valeurs que dans un ensemble fini de modalités? Or, opposer *quantité* à *qualité* comme *continu* à *discret*, (ou *discontinu*), est un abus de langage propre aux statisticiens; lesquels ne traitent jamais directement des objets avec leurs qualités, mais des descriptions mathématiques qui sont comme des

quantités de diverses formes; aussi transposent-ils aux seules quantités la distinction extérieure entre qualité et quantité...

Avant d'exposer ce que sont, selon nous, en analyse des données, les rapports entre *qualité* et *quantité*, ou entre *discontinu* et *continu*, nous suivrons donc chez divers penseurs les vicissitudes des mots; sans prétendre faire une histoire philosophique exhaustive; mais en citant des textes qui apportent, sous une forme nette, des conceptions contradictoires, toutes présentes, confusément, dans l'usage des statisticiens d'aujourd'hui.

1 Qualité et quantité dans la pensée philosophique:

Bien que les auteurs que nous citerons diffèrent grandement quant à leur conception de la qualité et de la quantité, tous se placent plus ou moins directement dans une tradition philosophique qui remonte à la Grèce antique et, plus particulièrement, à Aristote: c'est donc par celui que les arabes appellent le premier maître, **الرحلم الاول**, que commencera notre exposé (§1.1). Auparavant, on s'assurera de ce que tous les auteurs de diverses langues utilisent effectivement les mêmes mots; quand bien même ils en transforment le sens.

1.0 Étymologie des termes de qualité et de quantité:

Le *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, de A. Lalande, donne ces termes en plusieurs langues:

Qualité: *Grec.* Ποιοτης; *Lat.* Qualitas; *Deutsch* Qualität (Beschaffenheit, Eigenschaft); *Engl.* Quality; *Ital.* Qualità.

Quantité: *Deutsch* Quantität (au sens [Math. Phys.] Menge); *Engl.* Quantity; *Ital.* Quantità;... répond à la question ΠΟΟΟΝ ou quantum [combien].

Chantraine, (in *Dict. étym. de la langue grecque*), affirme que Ποιοτης est créé par Platon (Tht 182); tandis que pour ΠΟΟΟΤΗΣ il note seulement: (Aristote, etc...).

Il apparaît que les mêmes mots qu'en français, à peine modifiés, se trouvent non seulement dans les langues romanes, (Italien, Espagnol, Portugais, Catalan,...), mais aussi en Anglais et en Allemand (avec toutefois d'autres termes, tels que Eigenschaft —propriété—, à côté de qualité etc.). En fait, ces termes viennent du latin scholastique *qualitas*, *quantitas*, et les dictionnaires étymologiques (de O. Bloch et de W. von Wartburg; ou de A. Dauzat) précisent qu'ils entrent dans le français dès le XII-ème siècle.

En latin, *qualitas* est l'un des néologismes que Cicéron a forgés pour traduire les doctrines des Grecs. En voici l'acte de naissance (cf. Cic. *Académiques*; cité, eg., par O. B. et W. v. W.):

"*Qualitates igitur appellavi quas ποιότητος Græci vocant; quod ipsum apud Græcos non est vulgi verbum, sed philosophorum*".

"J'ai appelé *qualitas* (au pluriel dans le latin) ce que les Grecs appellent ποιότης; ce mot même étant, chez eux, non du vulgaire mais des philosophes".

Qualitas est ce qu'en étymologie on nomme un calque: de même que ποιότης dérive de ποιοῦν, *qualitas* dérive de *quale*; ποιοῦν et *quale* signifiant "de quelle sorte". Or tandis que les langues de l'Europe occidentale, (latine ou germanique), ont emprunté le calque de Cicéron, les arabes et les russes ont formé leur propre calque sur le même modèle:

качество de **как** ; **كيفية** de **كيف** (à côté de **كيفية** on trouve aussi en arabe **صفة**, comme en allemand on a *Eigenschaft* à côté de *Qualität*).

L'histoire de *quantitas* est tout analogue à celle de *qualitas*: à ceci près que *quantitas* naît à l'époque impériale, donc plus tard que *qualitas*. Il s'agit encore d'un calque, refait dans plusieurs langues:

ποσοῦν, quantum, **коликйй**, **كم**, "combien", "en quelle quantité",

donnent: ποσοτης, quantitas, **количество**, **كمية** .

Ainsi, tout remonte à une source unique: la source grecque, suivant un modèle unique, inauguré par les latins.

Notons encore qu'Aristote, à côté des dérivés ποιότης et ποσοτης, use des mots interrogatifs eux-mêmes ποιοῦν et ποσοῦν, en donnant à ceux-ci valeur de nom; (comme si, en français, on disait "le comment" ou "le combien" pour qualité et quantité). Au contraire, certains modernes, par exemple les auteurs soviétiques, (cf. §1.5), utilisent quasi exclusivement les dérivés de noms déjà dérivés:

qualitatif, (**качественное**); quantitatif, (**количественное**); c'est l'inflation des suffixes!

1.1 Quantité et qualité chez Aristote:

A la différence de certains de nos contemporains, Aristote apprécie l'usage commun des mots; il se fie à la réalité de leur contenu, s'appliquant, toutefois, à en décrire le système pour en normaliser l'usage en philosophie. Deux traités élémentaires d'Aristote sont consacrés à expliquer une liste de mots: 10 mots dans le traité des *Catégories*; 30 mots dans le livre Δ , (ie. 4-ème), de la *Métaphysique*. Quantité et qualité figurent dans l'une et l'autre liste. Voici des extraits des articles d'Aristote, (dans les traductions de J. Tricot, éditées par J. Vrin). D'abord, "quantité", dans les *Catégories*:

La quantité est soit discrète, soit continue. En outre, la quantité est constituée soit de parties ayant entre elles une position l'une à l'égard de l'autre, soit de parties n'ayant pas de position l'une à l'égard de l'autre. Exemples de quantité discrète: le nombre et le discours ($\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$); de quantité continue: la ligne, la surface, le solide, et, en outre, le temps et le lieu.

De l'exposé qui suit, nous retiendrons un point qu'Aristote lui-même souligne:

...ce qui plus que tout est le caractère propre de la quantité, c'est qu'on peut lui attribuer l'égal et l'inégal.

Au livre Δ , on lit:

Quantité se dit de ce qui est divisible en deux ou plusieurs éléments intégrants, dont chacun est, par nature, une chose une et indivisible. Une multiplicité est une quantité si elle est nombrable, une grandeur si elle est mesurable. On appelle multiplicité ce qui est en puissance divisible en parties non continues, et grandeur, ce qui est divisible en parties continues.

Selon les commentateurs, cités par J. Tricot, Aristote oppose ici la divisibilité de la quantité à la décomposition d'un mélange en ses constituants.

Qualité apparaît à Aristote comme un terme polysémique: aussi les définitions qu'il en donne sont-elles des énumérations de sens dont il s'efforce de faire la synthèse. D'abord dans les *Catégories*:

J'appelle qualité ce en vertu de quoi on est dit être tel. Mais la qualité est au nombre de ces termes qui se prennent en plusieurs sens.

Une première espèce de qualité peut être appelée état et disposition...

Un autre genre de qualité est celui d'après lequel nous parlons de bons lutteurs ou de bons coureurs, de bien portants ou de malades, en un mot de tout ce qui est dit selon une aptitude ou une inaptitude naturelle...

Un troisième genre de qualités est formé des qualités affectives et des affections. Telles sont par exemple la douceur, l'amertume, l'âcreté...

Qualités affectives ne veut pas dire que les choses qui reçoivent ces déterminations soient elles-mêmes affectées d'une certaine façon: ce n'est pas parce que le miel subit quelque modification qu'il est appelé doux... En réalité c'est parce que chacune ... est apte à produire une modification dans les sensations, qu'on appelle ces qualités des qualités affectives.

Il importe de noter ici qu'Aristote, qui ne cite qu'en troisième lieu les qualités sensibles, voit en celles-ci un effet des propriétés des corps plutôt qu'une propriété; et c'est pourquoi il les appelle *qualités affectives*. Il met toutefois à part les

... changements de couleur (qui) surviennent en raison d'une affection...

Une quatrième sorte de qualité comprend la figure ou la forme... et en outre la droiture ou la courbure... Le rare et le dense, le rugueux et le poli signifient en apparence une chose de telle qualité; cependant... c'est plutôt une certaine position des parties que chacune (de ces déterminations) paraît exprimer.

Ici, il semble que la qualité se rapporte à la quantité, comme on le verra au livre Δ . Aristote conclut alors prudemment son inventaire:

Sans doute pourrait-on encore découvrir d'autres modes de la qualité; du moins les modes qu'on vient de citer sont les principaux et les plus fréquents.

Et, de même qu'Aristote a fait de l'égal et de l'inégal le propre de la quantité, il affirme:

...semblable ou dissemblable se dit uniquement des qualités.

Passons au livre Δ de la métaphysique:

La qualité se dit, en un premier sens, de la différence de la substance: par exemple l'homme est un animal d'une certaine qualité parce qu'il est bipède... En un autre sens la qualité se dit des choses mathématiques immobiles: c'est le sens dans lequel les nombres ont une certaine qualité (telle que d'être le produit de deux ou de trois nombres).

On pourrait, sans doute, ramener les différents sens de la qualité à deux principaux, dont l'un est le sens fondamental. La qualité première, en effet, est la différence ($\delta\iota\alpha\phi\omicron\rho\alpha$) de la substance, et la qualité dans les nombres en est une variété, car c'est une différence de substances, mais de substances ou bien non mobiles, ou bien non prises en tant que mobiles ($\kappa\iota\nu\omicron\upsilon\mu\epsilon\nu\alpha$). Le second sens embrasse les différences des êtres mobiles en tant que mobiles, et les différences des mouvements ($\kappa\iota\nu\eta\sigma\epsilon\omega\nu$)...

Sous les termes de mouvement et de mobile, un lecteur contemporain imagine spontanément un modèle mécanique, cinématique en notre sens du terme. Telle n'est point l'intention d'Aristote qui, par mouvement, entend toutes les sortes de changements. Pour ne pas prêter à contresens et être compris, (sinon précis), on pourrait traduire "permanent" au lieu de "non mobile"; et "changeant" au lieu de "mobile".

Des spéculations d'Aristote sur la qualité entendue comme "embrassant les différences des êtres mobiles en tant que mobiles" sont issus le "*Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*" de Nicole Oresme (cf. *infra* §1.2); et, par ce traité et d'autres semblables, la mécanique de Galilée et de Newton.

D'autre part, en regardant "la qualité dans les nombres" comme "une variété" de "la différence de substance", Aristote annonce Descartes (cf. *infra* §1.3). Mais Aristote se garde d'assimiler la substance à l'étendue. Il écrit en effet au livre II de sa *Physique* (col 193b de l'édition Becker; nous citons la traduction de H. Carteron, publiée sous le patronage de l'Association Guillaume Budé; Paris, Les Belles Lettres):

...Il convient d'examiner par quoi le mathématicien se distingue du physicien; en effet appartiennent aux corps physiques les surfaces, solides, grandeurs et points qui sont l'objet des études mathématiques... Ce qu'il faut dire c'est donc que ces attributs sont aussi l'objet des spéculations du mathématicien, mais non en tant qu'ils sont chacun la limite d'un corps naturel; et s'il étudie les attributs, ce n'est pas en tant qu'ils sont attributs de telles substances.

Le terme de substance (οὐσία) a divisé les philosophes. Pour certains ce n'est qu'un mot vide, inutile donc nuisible. Pour d'autres, (tel Trendel, cité par J. Tricot), les catégories d'Aristote sont une nomenclature grammaticale: οὐσία (substance) est le substantif (nom); ποῖον (qualité) est l'adjectif; ποσόν (la quantité) est le nombre (cardinal)... Selon nous, il faut distinguer la chose qui est (substance) de l'ordre (ou structure) de la chose tel qu'on peut, en partie, le connaître et le penser. Cependant, au cours des siècles, des auteurs nous semblent avoir assimilé la substance matérielle à ce qui est sensible pour l'opposer à la structure, qui est intelligible. Certes, Aristote a écrit, (au livre Z de la métaphysique, col 1036a in Becker):

...la matière est, ou sensible ou intelligible: la matière sensible, c'est celle qui est, par exemple, de l'airain, du bois, ou toute matière susceptible de changement (κλινητή); la matière intelligible est celle qui est présente dans les êtres sensibles, mais pris non en tant que sensibles, les êtres mathématiques par exemple.

Mais il faut se garder de prendre "matière sensible" pour plus qu'une indication concise des choses telles qu'elles sont en elles-mêmes avec leur consistance, (par opposition à ce qu'on conçoit): or nous avons vu la valeur

seulement relative qu'Aristote attribue aux qualités sensibles (le doux etc.). Ici, répondant à la thèse platonicienne selon laquelle la forme subsiste par elle-même séparée de l'objet matériel, Aristote soutient sa conception hylémorphique: une matière ($\upsilon\lambda\eta$) qui reçoit l'être d'une forme ($\mu\omicron\rho\rho\phi\eta$); laquelle ne subsiste réellement qu'unie à la matière. Comprendre comme Aristote les trois mots de substance, qualité et quantité, n'est-ce pas comprendre toute sa philosophie?

Nous dirons qu'Aristote distingue la substance de la qualité; mais que, sans assimiler celle-ci à la quantité, il a vu dans la description mathématique un modèle de ce qui en peut être saisi par l'esprit. Même si cette description, contemplée par les pythagoriciens et par Platon, n'abolit pas, entre qualité et quantité, une distinction qu'on a retrouvé au sein même des mathématiques, elle peut offrir l'occasion de prétendre réduire à des nombres toute la réalité sensible.

De l'héritage doctrinal d'Aristote, divers savants ont, au cours des siècles, fait grandement fructifier diverses parties; sans regarder à l'harmonie du tout.

1.2 Les commentateurs d'Aristote:

1.2.1 L'aristotélisme:

Selon une vue simpliste de l'histoire, l'aristotélisme a régné sans partage du Moyen-Orient à l'Occident depuis le temps de son fondateur jusqu'à la naissance de la science moderne. A la vérité, il en fut tout autrement. Dans l'Empire Romain, si l'on met à part les doctrines religieuses ou morales, (Stoïcisme, épicurisme...), la philosophie la plus enseignée est le néoplatonisme; et l'on doit à des maîtres de cette école aux vues éclectiques, (eg. à Ammonius, qui enseigna à Alexandrie au V-ème siècle de notre ère), d'excellents commentaires des œuvres d'Aristote.

C'est seulement dans le monde arabe, à partir du IX-ème siècle de l'ère chrétienne, que l'aristotélisme prend, dans la synthèse de l'héritage antique, un rôle prépondérant. La mythologie païenne, omniprésente dans l'épopée ou la tragédie grecque, et souvent citée par Platon, ne fut pas traduite dans la langue de l'Islam. A côté d'autres doctrines théologiques, s'élabora un monothéisme aristotélien. Finalement, avec Averrhoès, (Ibn Rochd: ابن رشد , un andalou qui enseigna au Maroc), la dévotion à Aristote fut à son zénith: jamais, ni avant ni après, elle ne s'éleva plus haut.

Après la chute de l'Empire Romain, au cours de ces siècles si divers qu'on enveloppe sommairement sous le nom de *moyen-âge*, la chrétienté latine occidentale ne connut d'abord qu'une partie des œuvres d'Aristote, notamment grâce aux traductions commentées laissées par Boèce (\approx 500). L'aristotélisme chrétien naquit sous l'influence des penseurs de langue arabe: traduites d'abord de l'arabe avec maints commentaires, les œuvres d'Aristote furent ensuite traduites directement du grec, et devinrent le patrimoine commun des docteurs scolastiques du XIII-ème siècle, de Saint Bonaventure à Saint Thomas d'Aquin.

Nous ne tenterons pas de relever dans tant de commentaires, souvent poursuivis bien loin du texte original, tout ce qui est écrit même des deux seuls mots de qualité et de quantité. Nous citerons seulement d'Al Fârâbî des pensées qui annoncent des thèses formulées après lui; et saluerons en (Nicolas...) Oresme, (qui "translata de latin en François et glousa" les *Politiques* d'Aristote, à la demande du roi Charles V.; cf. F. Meunier, cité par P. Duhem; in *Le Système du Monde*; T. VII, p 534, Hermann Éditeur) l'auteur d'un traité novateur sur la description géométrique de la qualité.

1.2.2 Transformation du qualitatif en quantitatif chez Al Fârâbî

Savant universel, (on l'appelle en arabe **المعلم الثاني**, le deuxième maître; c'est à dire le deuxième Aristote), théoricien de la musique et joueur de luth, (**عود**), de réputation légendaire, (on rapporte qu'il avait le pouvoir de produire, à sa guise, chez ses auditeurs, le rire, les larmes ou le sommeil), le Maître Abou Nasser Al Fârâbî, (mort en 950), a produit, entre autres monuments de sa pensée, un commentaire du *περι ερμηνειας* d'Aristote, que les Pères Jésuites W. Kutsch et S. Marrow ont retrouvé en manuscrit puis édité, (Dar El-Machreq, Beyrouth; 1-ère éd. 1960; 2-ème éd. 1971).

Dans l'œuvre logique d'Aristote, ce bref traité est placé par les éditeurs après celui des Catégories, cité au §1.1. Le titre en est traduit "De l'interprétation", (latin : *de interpretatione*; arabe **كتاب العبارة**); terme que, selon un commentateur de langue grecque, (Ammonius: cf. *supra*), il faut entendre comme: de la valeur des jugements, (ou propositions simples), *ως ερμηνευων την γνωσιν της ψυχης*, comme interprètes de ce que l'âme connaît. Le texte lui-même dit: " ce qui est dans la voix, (*φωνη*), constitue des symboles de ce que l'âme éprouve; et ce qui est écrit, de ce qui est dans la voix"; avec le mot *συμβολα*, traduit ici par "symboles", (sans tenter d'en approfondir le sens); et non le mot "interprétation".

Bientôt après, Aristote donne du nom cette mémorable définition:

ὄνομα μὲν οὖν ἐστὶ φωνῆ σημαντικὴ κατὰ συνθήκην ἀνευ χρόνου, ἧς μὴδὲν μέρος ἐστὶ σημαντικὸν κέχωρισμένον.

Le nom est une parole qui a un sens par convention, sans référence au temps, dont aucune partie prise séparément ne fait le sens.

En bref, ayant rappelé la thèse de l'arbitrarité du signe, ("par convention"), déjà proposée par Platon dans le *Cratyle*, Aristote oppose le nom au verbe, (en ce que celui-ci renvoie toujours au temps, instant ou durée); et

distingue avec concision le nom du syntagme nominal, ("homme" de "pied de l'homme").

Tout en caractérisant, à sa manière, cette dernière distinction, Al Fârâbî centre d'abord son commentaire sur la valeur du mot $\phi\omega\nu\eta$, (traduit par nous: parole; en arabe: **اللفظة**); traduisons:

[Dans sa définition, Aristote] dit que la parole ($\phi\omega\nu\eta$, **اللفظة**) est le genre du nom. Il comprend à la fois le nom simple et le nom composé, car l'un et l'autre ont même vertu (**القوة**, potentia); car le nom composé signifie un objet de pensée (**معقول**) simple. La définition de la parole est: toute parole qui indique un objet de pensée simple; que la parole soit elle-même simple ou composée (allusion à la décomposition étymologique des mots...)

Il faut se garder de penser que le genre du nom est le son (**صوت**), ou qu'Aristote a mis "parole" à la place de "son". La parole, en effet, est composée de lettres [entendez: de phonèmes]; et ce qui est composé de lettres est une espèce parmi les espèces de la quantité discrète [ou discontinue: **الكم المنقطع**]; [tandis que] le son est une espèce parmi les espèces de la qualité:... [plus précisément] de la qualité sensible... et le son est le genre des lettres. La lettre a [dans sa définition relativement à son genre qui est le son] cette différence [spécifique] qu'elle est produite par le choc (contact?) mutuel de parties de la bouche, du palais mou, du larynx, des lèvres; et les différentes lettres ne diffèrent entre elles que par la différence des parties qui frappent ou sont frappées (**فارقة أو متروعة**).

[L'emploi de ces termes semble classique chez les grammairiens arabes pour décrire l'occlusion réalisée par le contact entre une partie mobile, eg. la langue, **لِزَارِع**, et une partie fixe, eg. le palais, **مَتْرُوع**: cf. G. Delphin, gloses marginales à la *Djaroumiya*; Oran-Paris 1886]

Et, après quelques vues saisissantes sur les traits pertinents des phonèmes et la connaissance qu'en ont les prosodistes et les poètes, Al Fârâbî conclut ainsi son explication de $\phi\omega\nu\eta$:

Les lettres sont la matière de la parole; comme les unités et les uns sont la matière du nombre; or ni les unités, ni l'un, ni l'unité ne sont le genre du nombre, mais ils en sont la matière. De même les lettres sont la matière de la parole; et le son est le genre de la matière de la parole; non le genre de la parole.

Certes, pour comprendre Al Farâbî, il faut avoir présent à l'esprit le mode logique de la définition d'une espèce comme comprise dans un genre au sein duquel elle se distingue par une différence spécifique; il faut avoir retenu ce qu'Aristote entend par qualité sensible (ou: affective, cf *supra*). On s'émerveille

alors de voir qu'en incluant (après Aristote, cf *supra*) la parole dans la quantité discrète, Al Farâbî propose de la phonologie une conception qui sera celle de Saussure et de Trubetzkoy; et qu'en faisant des lettres qui sont des espèces du genre *son*, donc de la qualité, la matière des paroles, qui rentrent dans le genre de la quantité, il donne de la transformation du qualitatif en quantitatif, (par discrétisation et combinaison), un exemple tel qu'on en chercherait en vain d'aussi explicite chez F. Engels et ses continuateurs dans l'étude de la dialectique de la nature (cf. *infra* §1.5).

1.2.3 Le traité des configurations des qualités et des mouvements, de Nicolas Oresme:

Mort évêque de Lisieux en 1382, Oresme enseigne à l'Université de Paris de 1348 à 1361. Dans les nombreux traités latins (et aussi français) que ce docteur nous a laissés, nos contemporains s'émerveillent de reconnaître les exposants fractionnaires, la représentation graphique des fonctions d'une ou plusieurs variables, la description du mouvement uniformément accéléré: toutes notions mathématiques qu'on croit communément être apparues au XVII-ème siècle, et non au XIV-ème.

Or, inextricablement mêlées souvent, comme chez les *calculatores* d'Oxford, à des sophismes et à leurs réfutations, les conceptions mathématiques progressèrent grandement au XIV-ème siècle; et la multiplicité des copies manuscrites, puis des éditions imprimées, atteste que même si Oresme n'eut pas, avant deux siècles, de continuateur digne de lui, l'héritage de son enseignement ne fut point perdu.

Ce n'est pas ici le lieu de tenter un impossible résumé de ce qu'Oresme a enseigné en Théologie, en Morale, en Science Économique, en Physique et en Mathématiques. Mais il importe à notre propos de montrer chez Oresme une conception de la qualité comme une fonction à valeur réelle, "l'intensité", définie sur un domaine de dimension 1, 2 ou 3; domaine qu'il appelle "*espace*", "*sujet*", ou "*extension*" (terme que nous entendrons dans son acception logique) de la qualité considérée.

Nous nous bornerons à citer un traité auquel P. Duhem, (in *Le Système du Monde*; T VIII, pp. 534 sqq.) attribue pour titre "*Tractatus de figuracione potentiarum et mensurarum difformitatum*", mais que les éditeurs récents, (Zoubov et Clagett; cités d'après P. Souffrin et J.-P. Weiss, in *Cahier n° 19 du Séminaire d'épistémologie de l'U. de Nice*) appellent: "*Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*".

A l'exception des nombres, toute chose mesurable doit être imaginée à la manière d'une quantité continue. Pour la mesurer, il faut imaginer des points, des surfaces, des lignes; selon l'avis d'Aristote, en effet, ces objets sont ceux où la mesure ou la proportion se rencontre immédiatement; dans les autres elle n'est connue que par analogie, en tant que la raison compare ces objets-ci à ceux-là...

Donc, toute intensité susceptible d'être acquise d'une manière successive [nous dirions: toute qualité *variable*] doit être imaginée au moyen d'une ligne droite élevée verticalement à partir de chaque point de l'espace ou du sujet qu'affecte cette intensité...

Faut-il traduire *ymaginare* par *imaginer*, (comme le font Duhem et Clagett), ou par *représenter*, (comme Souffrin et Weiss): *représenter* a le mérite de suggérer d'emblée la représentation graphique des fonctions; mais *imaginer*, ou *concevoir*, semble plus approprié, si l'on prend garde que, pour Oresme, le segment représentatif de la variable "ne s'étend pas en dehors du point ou du sujet réellement, mais seulement dans l'ymagination". Distinction fort utile quand Oresme en vient à la représentation des fonctions sur un domaine tridimensionnel; représentation à propos de laquelle Oresme parle explicitement de 4-ème dimension; en notant toutefois qu'elle n'existe pas; mais, assurément, lui l'ymagine!

En outre, l'intensité en vertu de laquelle un sujet est dit plus ou moins tel, moins blanc, par exemple, ou plus rapide, cette intensité dis-je [considérée en un point du sujet] n'est divisible que d'une seule façon; et cela à l'infini, comme un continu; elle ne peut être plus commodément représentée qu'à l'aide de ce qui est premièrement divisible, et d'une seule manière, c'est à dire à l'aide de la ligne...

Ici, Oresme spécifie clairement qu'il ne considère que les qualités (ou variables) que nous appellerions *unidimensionnelles*, caractérisées comme divisibles d'une seule manière. Ce qui laisse entendre qu'il avait au moins l'intuition de ce que peut être une fonction à valeur dans \mathbb{R}^n , une qualité multidimensionnelle.

Certes, c'est à regret que nous quittons l'évêque de Lisieux.

Pendant, Nicolas d'Autrecourt, contemporain de Nicole Oresme et sans doute de quelque vingt ans son aîné, avait déjà, sans parvenir à des vues mathématiques précises, tiré de la méditation des anciens le projet d'une physique qui, pour la réduction de la substance à l'étendue, préfigure Descartes. Écoutons Étienne Gilson, (*La philosophie au Moyen âge*, T II, p. 671; Payot, petite bibliothèque, n° 275):

... Nicolas d'Autrecourt abandonne résolument la physique d'Aristote et se rallie à l'atomisme épicurien. Il n'y a dans la nature qu'une seule espèce de mouvement, [entendez: changement], c'est le mouvement local. La génération et la destruction des corps ne supposent pas que des formes différentes se succèdent dans un même sujet, mais simplement que les atomes s'associent de manière à former certains corps et se dissocient lorsque ces corps se désagrègent. La lumière elle-même s'explique par un mouvement corporel que détermine la présence du corps lumineux, et sa transmission, contrairement à ce que l'on croit généralement, exige un certain temps.

1.3 Réduction de la qualité à la quantité chez Descartes:

Nous ne savons pas que Descartes lui-même ait jamais explicitement parlé de réduction de la qualité à la quantité; mais il a suggéré, (cf. infra) que "ce que nous apercevons par le moyen de nos sens... lumière... qualités de l'attouchement..." ne serait "rien sinon les mouvements, les grandeurs ou figures de quelques corps". Cette thèse centrale de la pensée cartésienne autorise, croyons-nous, le titre du présent §.

Nous citerons "*Les principes de la philosophie*", dédiés par Descartes "*À la Sérénissime Princesse Élisabeth, première fille de Frédéric, Roi de Bohême, Comte Palatin et Prince Électeur de l'Empire*"; ouvrage didactique, d'abord publié en latin à Amsterdam en 1644, puis dans une traduction française à Paris en 1647; (c'est à cette traduction que nous renvoyons, d'après l'édition de la Bibliothèque de la Pléiade).

Descartes a conçu, sinon démontré, qu'à la grande diversité des qualités que les sens attribuent aux corps il pouvait ne correspondre dans ceux-ci que des différences dans l'étendue. Il affirme, (II§4, cf. p. 612):

Que ce n'est pas la pesanteur, ni la dureté, ni la couleur, etc..., qui constitue la nature du corps, mais l'extension seule.

... Pour ce qui est de la dureté, nous n'en connaissons autre chose, par le moyen de l'attouchement, sinon que les parties des corps durs résistent au mouvement de nos mains lorsqu'elles les rencontrent; mais si, toutes les fois que nous portons nos mains vers quelque part, les corps qui sont en cet endroit se retireraient aussi vite comme elles en approchent, il est certain que nous ne sentirions jamais de dureté; et néanmoins nous n'avons aucune raison qui nous fasse croire que les corps qui se retireraient de cette sorte perdissent ce qui les fait corps. D'où il suit que leur nature ne consiste pas en la dureté que nous sentons quelquefois en leur occasion, ni aussi en la pesanteur, chaleur et autres qualités de ce genre; ...

Et ayant conclu que la nature d'un corps:

... consiste en cela seul qu'il est une substance qui a de l'extension.

Descartes, (ibid. II§5), s'étonne encore qu'

... il y en a même qui ont subtilisé jusques à vouloir distinguer la substance d'un corps d'avec sa propre grandeur, et la grandeur même d'avec son extension.

Ailleurs, (II§197, cf. p. 660), Descartes considère la douleur:

Le seul mouvement dont une épée coupe quelque partie de notre peau nous fait sentir de la douleur, sans nous faire savoir pour cela quel est le mouvement ou la figure de cette épée. Et il est certain que l'idée que nous avons de cette douleur n'est pas moins différente du mouvement qui la cause, ou de celui de la partie de notre

corps que l'épée coupe, que sont les idées que nous avons des couleurs, des sons, des odeurs ou des goûts. C'est pourquoi on peut conclure que notre âme est de telle nature que les seuls mouvements de quelques corps peuvent aussi bien exciter en elle tous ces divers sentiments, que celui d'une épée y excite la douleur.

Il faut prendre garde que, comme l'affirme A. Bridoux, (cf. éd. citée, p. 552), nous trouvons ici les "notions cardinales de la science cartésienne, qui sont comme le trait d'union entre la métaphysique et la physique". Ainsi, en professant que, (IV§199; cf. 662):

... nous n'apercevons rien en dehors de nous, par le moyen de nos sens, que la lumière, les couleurs, les odeurs, les goûts, les sons, les qualités de l'attouchement: de toutes lesquelles je viens de prouver que nous n'apercevons point aussi qu'elle soient rien hors de notre pensée, sinon les mouvements les grandeurs ou figures de quelque corps,

Descartes n'affirme pas seulement que les sensations n'ont point d'autre cause que des mouvements etc.; il suggère aussi, semble-t-il, qu'il n'y a rien d'autre "hors de notre pensée".

En ceci comme en cela, Descartes a été suivi par une très nombreuse postérité. Lui-même annonce, (p. 569), qu'il sait bien

qu'il pourra se passer plusieurs siècles avant qu'on ait ainsi déduit de ces principes toutes les vérités qu'on en peut déduire, parce que la plupart de celles qui restent à trouver dépendent de quelques expériences particulières qui ne se rencontrent jamais par hasard...

Les siècles ont passé: au delà des couleurs visibles, on a découvert des mouvements des parties "insensibles", (entendez: inaccessibles aux sens), objet de l'électromagnétisme; etc. Et il est tacitement admis que la nature physique n'est autre chose que ce qu'en dit la description mathématique, en termes de "mouvements", "grandeurs" ou "figures"; que toute qualité n'est que l'expression d'un rapport de quantités; auxquelles se réduisent ce que les choses sont en elles-mêmes. Non seulement la plupart ont éliminé la question ontologique, ("ce que c'est que d'être"); mais beaucoup, à l'encontre de Descartes, identifient l'âme aux qualités auxquelles elle est sensible.

1.4 Les méthodes de la psychométrie:

Nous prendrons pour témoin l'ouvrage de J. P. Guilford, "*Psychometric Methods*", publié en 1936. À cette date, les méthodes statistiques sont fort développées et communément employées par les psychologues: mais ceux-ci nous apparaissent plus soucieux qu'aujourd'hui de confronter leurs techniques aux spéculations philosophiques héritées du passé. Aussi le Chapitre I commence-t-il en invoquant Kant:

The great philosopher Kant once asserted that psychology could never rise to the dignity of a natural science because it is not possible to apply quantitative methods to its data.

"Le grand philosophe Kant"... Guilford fait-il une profession de foi kantienne? Il est trop prudent pour cela! Il nous paraît plutôt que par l'adjectif "grand" il veut faire accepter à un lecteur qu'il devine rétif, d'écouter un philosophe. Le lecteur n'a d'ailleurs qu'à se réjouir de voir couvrir de l'autorité de Kant ses études statistiques:

The *sine qua non* of a science, according to Kant, is measurement and the mathematical treatment of its data.

Et Guilford de s'imaginer l'étonnement de Kant découvrant au premier regard sur une revue contemporaine de psychologie

means, sigmas, critical ratios, coefficients of correlation,...

Ne serait-il pas forcé de reconnaître que ces méthodes, tout ardues qu'elle soient, vont bien au delà des spéculations de salon, (armchair speculations), des psychologues de son temps. Au moins devrait-il reconnaître dans cette formulation, à base de "significance of differences", un effort vers l'objectivité, véritable pierre de touche de la science:

Objectivity is after all the touchstone of science, and quantitative methods are only a means to that end.

De ces excellents principes, Guilford passe à une conception étroite de la mesure. Tout en refusant de donner prise aux controverses par une définition en forme, car

To state a formal definition invites controversy at the very outset,

Guilford déclare que la mesure requiert une unité constante:

Measurement Requires a Constant Unit,

par quoi il veut dire "qu'en faisant une mesure on assigne des nombres aux phénomènes et que ces nombres peuvent être ajoutés ou retranchés". Quant à l'existence d'un zéro absolu sur l'échelle, G. la juge désirable mais non essentielle. Il renvoie aux travaux de Thurstone exposés par lui dans la suite de l'ouvrage: ayant constaté que la variance des notes d'aptitude obtenues par un groupe d'enfants d'un même âge donné, s'élevait avec cet âge en même temps que la moyenne, Thurstone place, en bref, un zéro absolu au point où la variance extrapolée s'annulerait; point qui se trouve situé à la naissance, ou peu de semaines avant celle-ci, (cf Guilford, p. 444).

Nous insistons sur ces détails parce qu'ils témoignent de la grande confiance qu'on pouvait avoir, il y a un demi-siècle, dans l'usage des mesures numériques en psychologie. Certes, sous le titre:

Ordinal versus Cardinal Evaluations,

Guilford fait écho aux objections qui répondent à cette confiance:

A bright light, it is said, is not the sum of a number of weak lights, nor is an intense pleasure the sum of two or more mild pleasures.

[Quant à nous, nous acceptons "qu'une lumière vive soit la somme de deux ou plusieurs lumières faibles", au moins au niveau du stimulus (de la lampe); pour le plaisir, nous n'imaginons même pas qu'on puisse le réduire à une dimension unique!] Mais après une concession plus verbale que réelle, Guilford réitère ses prétentions:

To some extent this is true. But it is surely not true that we must be content to assign experiences merely to rank positions on the scale of intensity or some other scale.

Pour Guilford, la dimension sous-jacente à une qualité psychique est d'abord une échelle ordinale (une succession ordonnée de repères où se place chaque cas individuel); mais ensuite, les segments successifs de cette échelle ne sont pas indépendants entre eux; ils peuvent être l'objet d'addition ou de différence, essentiellement parce que variances et seuils, (cf. *supra* Thurstone), y mettent une graduation.

Au projet qu'a conçu la psychophysique de tout assimiler à la quantité mesurable, Henri Bergson a opposé de fines et pertinentes critiques, qui intéressent l'Analyse des Données. En ayant traité ailleurs, (cf. [BERGSON], in C.A.D. vol VII n°4), nous n'en reprendrons pas ici l'exposé.

1.5 Transformation du Quantitatif en Qualitatif chez Engels et chez les auteurs soviétiques:

En substituant au matérialisme mécaniste naïf un nouveau matérialisme dialectique, fondé sur l'enseignement de K. Marx et de F. Engels, les auteurs soviétiques entendent proposer une philosophie de la nature qui soit, à la fois, ce qu'en termes classiques on appellerait une ontologie et une physique.

Il n'est pas facile d'exposer objectivement leur doctrine: car, d'une part, les ouvrages scolaires ou universitaires prennent quasi exclusivement leurs exemples dans le domaine de la sociologie, ou, plus concrètement, de l'action politique; d'autre part, la littérature scientifique, (notamment en physique théorique, cybernétique, sciences de l'information), tout en attestant une réelle originalité de pensée, n'offre pas d'exposé philosophique achevé, tel que ceux d'Aristote ou de Descartes.

Sans attribuer aux autres les questions que nous proposons, et encore moins les réponses que nous leur donnons, nous croyons nécessaire de rapprocher des thèses entre lesquelles il y a, sans doute, plus qu'une similitude de mots. Nous considérerons donc successivement les thèses originelles de Friedrich Engels, et quelques références soviétiques.

1.5.1 La dialectique de la nature selon Engels:

Sous le titre souvent cité de "*Dialectique de la Nature*", Friedrich Engels a seulement laissé des chapitres épars et des notes avec des projets de table des matières; et l'ensemble n'a été publié qu'à Moscou, à partir de 1925. Nous citerons la traduction française de E. Bottigelli, parue aux Éditions Sociales. Selon Engels, (pp. 69 sqq):

Les lois de la dialectique se réduisent aux trois lois suivantes:

la loi du passage de la qualité à la quantité et inversement;

la loi de l'interprétation des contraires;

la loi de la négation de la négation.

Toutes trois sont développées à sa manière idéaliste par Hegel, comme pures lois de la pensée... La faute de Hegel consiste en ce que ces lois sont imposées d'en haut à la nature et à l'histoire, comme des lois de la pensée, au lieu d'en être déduites... Si nous inversons la chose, tout prend un aspect très simple et les lois dialectiques, qui dans la philosophie idéaliste paraissent extrêmement mystérieuses, deviennent aussitôt simples et claires comme le jour. D'ailleurs quiconque connaît tant soit peu son Hegel sait bien que celui-ci, dans des centaines de passages, s'entend à tirer de la nature et de l'histoire les exemples les plus péremptoires à l'appui des lois dialectiques...

Toutes les différences qualitatives dans la nature reposent soit sur une composition chimique différente, soit sur des quantités ou des formes différentes, soit sur une quantité plus ou moins grande du mouvement communiqué à ces corps...

Mais la molécule elle-même est déjà qualitativement différente de la masse du corps physique dont elle fait partie... Nous voyons donc que l'opération purement quantitative de la division a une limite où elle se convertit en une différence qualitative: la masse ne se compose que de molécules, mais elle est quelque chose d'essentiellement différent de la molécule, comme celle-ci l'est, à son tour, de l'atome.

En physique... toute modification est une conversion de la quantité en qualité, une conséquence d'un changement de la quantité en mouvement... (p. 71). La conception mécaniste explique tout changement par le changement de lieu, toute différence qualitative par des différences quantitatives, et elle ne voit pas que la relation de qualité et de quantité est réciproque, que la qualité se convertit aussi bien

en quantité que la quantité en qualité, qu'il y a précisément action réciproque, (p. 258).

Engels a-t-il démontré cette réciprocity? En quoi a-t-il dépassé la thèse cartésienne de la réduction des qualités à l'étendue? Il nous paraît que, pris à la lettre, chacun des exemples qu'il cite traite seulement du passage de la quantité à la qualité. Cependant, l'exemple de la masse du corps physique et des molécules peut se lire non dans le sens, (adopté par F. E.), de la découverte des molécules à partir du corps, mais dans le sens opposé de l'agrégation des molécules en corps: une réciprocity apparaît ainsi.

En effet, les propriétés physiques macroscopiques quantitatives des corps, étudiées par la mécanique classique des solides ou des fluides, reposent sur la très grande diversité qualitative, non tant des molécules et des atomes, que de leurs dispositions relatives, de leurs interactions et de leurs mouvements, qu'étudie la physique statistique. [Pour la synergetique contemporaine, (cf H. Haken, *Synergetics*, Springer-Verlag, 1983), dans l'ordre de l'objet macroscopique jouent seuls un petit nombre de degrés de liberté, auxquels est asservie la multitude des degrés de liberté de l'ensemble des constituants élémentaires].

Comme dans l'exemple des sons du discours, proposé par Al Fârâbî, la transformation du qualitatif en quantitatif correspond au passage d'un niveau hiérarchique inférieur, (molécules ou sons), à un niveau hiérarchique supérieur, (corps macroscopique, ou discours articulé en lettres); la différence étant toutefois que le corps macroscopique est dans l'ordre de la quantité continue, tandis que, selon Al Fârâbî, "ce qui est composé de lettres est une espèce parmi les espèces de la quantité discrète"; et, de plus, les molécules ne sont pas directement accessibles aux sens; tandis que le son, qui est le "genre des lettres", est "une espèce parmi les espèces... de la qualité sensible".

1.5.2 Références aux auteurs soviétiques:

Professée en URSS comme une doctrine universelle, la dialectique ne nous paraît pas avoir reçu une élaboration philosophique allant au delà de l'ouvrage posthume d'Engels. Transformation réciproque du quantitatif en qualitatif est une formule souvent citée, sinon méditée et expliquée. Vers 1950, cette formule s'accompagnait de la référence à une série d'articles publiés par J. V. Staline en 1906-07 sous le titre "*Anarchisme et socialisme*". Évidemment, le propos est politique et le ton polémique; mais le contenu philosophique n'est pas absent, comme l'attestent les citations qui suivent. (Nous traduisons l'édition russe: J. V. Staline, *Œuvres*; T I pp. 294 sqq).

Le matérialisme dialectique dit que le mouvement a une double forme: évolution et révolution.

Mouvement d'évolution, quand les éléments progressifs apportent dans l'ordre ancien, par leur action quotidienne, des changements minimes *quantitatifs*.

Mouvement de révolution, quand ces mêmes éléments s'unissent... pour anéantir radicalement l'ordre ancien et apporter dans la vie des changements *qualitatifs*, instaurer un ordre nouveau.

L'évolution prépare la révolution... (pp. 300-302).

Et, à propos de cette thèse, on perçoit les échos d'une controverse autour des noms de Lamarck, de Cuvier et de Darwin. Car les doctrines sociales qui se recommandent de Marx et d'Engels ont leur analogue dans la paléontologie.

Cuvier nie l'évolution que prône Darwin; il ne reconnaît que des cataclysmes; et le cataclysme est un saut brusque produit par des causes inconnues... Darwin nie les cataclysmes de Cuvier et reconnaît une évolution progressive... (p. 308).

... tandis que du point de vue de la méthode dialectique, évolution et révolution, changements quantitatifs et qualitatifs, sont deux formes indispensables d'un seul et même mouvement (p. 309).

Ce qui correspondrait, selon J. V. St., à une doctrine *néolamarckiste* (p. 301).

On évoquera ici les deux sens que revêt, dans l'usage contemporain, le mot classique de mutation, (latin: *mutatio*, changement, vicissitude). Pour un sociologue ou un politicien, c'est une reconstruction radicale, sur de nouvelles bases, suivant un plan nouveau. En biologie, il s'agit d'un changement ponctuel, éventuellement létal, (e.g. disparaît la faculté de produire une enzyme indispensable), mais qui ne peut, par lui-même, suffire à programmer une restructuration radicale. Entre les deux sens, on peut voir un rapport dialectique, (en donnant à ce mot l'une de ses nombreuses acceptions; que nous ne tenterons pas d'énumérer, *qualité* et *quantité* suffisant à notre propos!); certains, plus sévères, dénonceront un sophisme qui communique à l'usage sociologique le prestige de la science biologique; tout en amplifiant le fait scientifique prouvé, à la mesure des ambitions qui règnent ailleurs.

1.6 Structure et substance:

Sous ce titre, nous chercherons, en suivant la pensée scientifique contemporaine, à fonder, sur l'analyse des systèmes de relations, une critique de la réduction de la substance à l'étendue.

1.6.1 Le structuralisme:

Cherchons d'abord deux témoins dans les sciences humaines: Jean Piaget, psychologue et épistémologiste et le linguiste Louis Hjelmslev. Selon J. Piaget, (in *Le structuralisme*, Que sais-je?, n° 1311),

... Il est difficile de caractériser le structuralisme, parce qu'il a revêtu des formes trop multiples pour présenter un dénominateur commun et... les "structures" invoquées ont acquis des significations de plus en plus différentes... il semble cependant possible de s'essayer à une synthèse...

En première approximation, une structure est un système de transformations, qui comporte des lois en tant que système (par opposition aux propriétés des éléments) et qui se conserve ou s'enrichit par le jeu même de ses transformations, sans que celles-ci aboutissent en dehors de ses frontières, ou fassent appel à des éléments extérieurs. En un mot, une structure comprend ainsi les trois caractéristiques de totalité, de transformation et d'autoréglage.

Tandis que Piaget caractérise, en bref, la structure par l'irréductibilité de la totalité aux éléments, Hjelmslev, (in *Prolégomènes à une théorie du langage*, p. 22 de l'édition anglaise), affirme le primat des relations sur les termes:

Les objets du réalisme naïf ne sont rien d'autre que des faisceaux de dépendances... Les dépendances que le réalisme naïf regarde comme secondaires, comme présupposant les objets, deviennent, de ce point de vue, primaires, présupposées par leurs intersections... une totalité ne consiste pas en choses, mais en relations...; ce n'est pas la substance, mais ses relations internes et externes qui ont une existence scientifique... Postuler les objets comme étant autre chose que des termes de relations, est un axiome superflu.

Un mathématicien conçoit mal qu'on oppose termes à relations: dans la description axiomatique, on est libre de donner à ces notions une plus ou moins grande place, (comme aux objets ou unités qui jouent le rôle des termes en théorie des catégories). S'opposer à la métaphysique apparaît comme la marque de préoccupations métaphysiques.

Mais dans les sciences humaines, la matrice de 1 et de zéros qui exprime la relation d'un ensemble de sujets à l'ensemble des modalités de réponse que propose un questionnaire, ne peut être acceptée comme donnant le sens des questions et le caractère des sujets; et même si l'analyse des données révèle une structure dans les deux ensembles en correspondance, cette structure donne seulement accès à la signification sans permettre d'évacuer la substance.

En physique, règne l'identification cartésienne de la substance à l'étendue; en ce sens que la description géométrique, (ou plus généralement mathématique), est regardée comme valide, même si elle est inachevée. Les objections de Leibnitz à cette élimination de la substance ont eu peu d'échos; en sorte que, comme au sein des mathématiques, la distinction de Hjelmslev a peu de chances d'être comprise.

Pendant, la science moderne n'est pas seulement une science de la matière, elle est une science de la forme: en même temps qu'elle découvre dans la répllication et la duplication des molécules une mécanique d'atomes crochus

qu'a rêvée Buffon après Epicure, la biologie moléculaire introduit des notions de message, de programme. Dans la pratique industrielle, l'avènement des ordinateurs a permis de dissocier l'élaboration de la forme de celle de la matière; (de même que la machine avait dissocié le travail de l'énergie mécanique); l'ordinateur lui-même n'est outil que par sa structure, non par sa matière; même si celle-là doit, de quelque façon, être réalisée dans celle-ci.

1.6.2 Réel et possible:

On s'arrêtera ici pour considérer avec sympathie la thèse idéaliste selon laquelle un système d'objets mathématiques, (tel que celui que propose une théorie physique), s'il était logiquement cohérent, serait aussi nécessairement la description de la nature, ou, du moins, d'une partie de celle-ci. Pourquoi accorder sa sympathie à une thèse aussi manifestement indémontrable? Parce que, d'une part, l'intelligibilité et l'unité de la nature visible requièrent une cause qui ne peut être que la Pensée même du Créateur; Pensée nécessaire et efficace. Et que, d'autre part, le progrès de la physique atteste que, l'esprit humain n'étant pas un étranger dans la nature, celle-ci se laisse deviner par celui-là; les hypothèses les plus hardies qu'on imagine étant aussi les plus heureuses, pourvu que leur adjonction accroisse la cohérence du système de ce qui est connu. Ainsi, partant de la dualité, entre onde et corpuscule, qu'on avait dû accepter pour la lumière, Louis de Broglie généralisa cette dualité et fonda la mécanique ondulatoire; dont les premières propositions furent bientôt vérifiées dans le phénomène de la diffraction des électrons sur les cristaux.

Mais quelque légitime confiance qu'on place dans la pensée, la distinction subsiste, pour nous, entre le réel et le possible. Supposons, même, achevée une physique mathématique satisfaisante; en ce sens qu'aux objets réels on aurait substitué des êtres mathématiques ayant entre eux des relations qui sous-tendent toutes celles que l'on observe. Subsisterait la différence essentielle qu'un être, ou un système, mathématique n'a pas en lui-même la raison de son existence physique.

De ce point de vue, la mathématique n'est plus la science de l'étendue, si on ne veut entendre par ce mot que l'espace usuel décrit par Euclide et où, depuis Newton, on a tout mis... La mathématique est premièrement la science de tous les systèmes de relations concevables; l'espace, ou plutôt *les* espaces, étant le support que font postuler les relations et où celles-ci s'inscrivent.

On révisera donc la distinction aristotélicienne entre premier et second degré d'abstraction: en quoi la mathématique diffère-t-elle de la physique, (celle-ci entendue comme l'exposition de la structure de toute la nature)? On ne peut plus dire, comme Aristote, que les mathématiques font abstraction de qualités telles que couleur ou saveur ou autres, pour ne rien considérer que du point de vue de la quantité, (car les qualités sensibles elles-mêmes sont réduites à la quantité). On dira qu'au deuxième degré d'abstraction, la mathématique étudie les

systèmes de relations possibles; tandis qu'au premier degré d'abstraction, la physique étudie les systèmes de relations réels.

Ici, se présente un projet inverse de celui de Descartes: au lieu de réduire la substance à l'étendue, comme si celle-là était issue de celle-ci, faire de l'étendue le produit de la substance; comme requise par le système des relations réelles. Assurément, dans les sciences humaines, ou en zoologie, et singulièrement là où s'équilibrent des systèmes écologiques, l'analyse décèle la genèse d'un espace. La question se pose aussi de placer l'espace usuel non comme un cadre vide extérieur à la matière - que celle-ci soit points ou champs - mais comme une forme, sous-tendue par l'actuel et offerte au potentiel, requise par des objets antérieurs, formant un système moins intégré, dont le réseau de relations, beaucoup plus lâche, s'inscrit, *a priori*, sur un bien plus grand nombre de dimensions. Nous répétons ici, ce qui a été dit au §1.5.1, que, quand on s'élève dans la hiérarchie des êtres, le nombre des dimensions libres diminue.

1.6.3 Substance:

La science assigne aux choses de la nature des contours de plus en plus précis: le doigt de l'homme s'insère dans les replis de ces contours pour y disposer des choses. Mais, d'une part, pour plus qu'avancent les frontières de la science, ou qu'on cerne les contours des choses, il reste encore l'infini à connaître au delà du fini qu'on a connu; d'autre part il faut répéter que le fait lui-même d'être est irréductible à la description, si parfaite soit elle, des relations entre les choses. Toute substance est, au terme inaccessible des descriptions où la science l'enferme, "celle à laquelle il appartient d'avoir l'être en elle-même et non dans un autre":

Substantia est cui competit habere esse in se et non in alio.

1.7 Vers l'analyse des données:

Pour l'analyse des données, nous retenons d'abord, suivant Aristote, que "le caractère propre de la quantité est qu'on peut lui attribuer l'égal et l'inégal", tandis que "semblable ou dissemblable se dit uniquement des qualités". De ce point de vue, une description multidimensionnelle est toujours qualitative même si elle ne comporte que des variables numériques précises, parce que la multiplicité des descriptions possibles est telle qu'on n'en rencontrera jamais d'égales, mais seulement de semblables.

La réduction de la qualité à la quantité, ou du moins l'explication de la qualité par une description mathématique, n'est pas étrangère à la pensée d'Aristote, et n'a pas cessé d'occuper les physiciens. Au nom de Descartes est attachée la thèse, connexe, que la substance se réduit à l'étendue; tandis que, selon le structuralisme contemporain, il n'y a pas de substance, mais seulement un système de relations.

L'analyse des données ne peut opérer que sur des descriptions de forme mathématique. Ces descriptions constituent généralement un système de relations, exprimé si besoin est, à partir des données primaires, par un codage approprié. Par l'analyse factorielle, on réduit le nombre des dimensions; par la classification automatique, on ramène l'infini à un nombre fini de types. Ainsi on va du qualitatif au quantitatif, de ce qui ne peut être perçu que comme semblable à ce qui est susceptible d'égalité. En construisant l'espace, on cerne la substance.

Mais pour suivre avec finesse le jeu réciproque entre qualité et quantité, il faut considérer, dans le détail, les principes du codage des données et de la construction des tableaux analysés: c'est ce qu'il nous reste à faire au §2.