

**Revue Internationale de**

ISSN 0980-1472

**systemique**

Vol. 5, N° 2, 1991

**afcet**

**Dunod**

**AFSCET**

**Revue Internationale de**  
**systemique**

**Revue**  
**Internationale**  
**de Sytémique**

volume 05, numéro 2, pages 157 - 170, 1991

Vision par ordinateur et Gestalt-théorie

G. A. Guberman  
(traduit et adapté par Alexandre  
et Evelyne Andreewsky)

Numérisation Afscet, août 2017.



Creative Commons

## VISION PAR ORDINATEUR ET GESTALT-THÉORIE

G. A. GUBERMAN

Académie des Sciences de l'U.R.S.S.

(traduit et adapté par A. et E. Andreewsky)

---

Les décennies qui nous séparent de la naissance et du développement de la gestalt-psychologie nous donnent le recul nécessaire pour la situer dans l'histoire de la psychologie et pour apprécier son rôle dans la psychologie moderne.

Les fondateurs de la gestalt-psychologie ont eu le mérite d'avoir remis en question les approches analytiques des systèmes complexes. Ils ont en effet montré que la perception du tout ne se ramène pas à celle de la somme de ses parties; mais les mécanismes postulés par la gestalt pour expliquer ce phénomène étaient purement physiques et ces explications n'ont plus qu'un intérêt historique.

### Perception visuelle et vision par ordinateur

La gestalt a eu de nombreux développements, notamment en matière de perception visuelle — problème que nous présenterons en l'associant à celui de la perception d'images par ordinateur. Ces deux problèmes ont en effet beaucoup de points communs, dans la mesure où les systèmes de traitement d'images, visant à remplacer l'homme dans une tâche donnée, présentent certaines analogies avec la vision humaine par rapport à cette tâche.

Les systèmes de traitement d'images n'étant pas faciles à construire, on essaye de les définir en tirant parti de ce qu'on connaît en matière de traitement de l'information visuelle — d'où l'intérêt de la psychologie de la perception visuelle. Réciproquement, neurosciences et psychologie s'intéressent à la vision par ordinateur, qui est susceptible de leur fournir un nouvel éclairage. L'intérêt de ces interactions est à la mesure de la complexité des problèmes de vision à résoudre; malheureusement, à l'heure actuelle, seuls des problèmes très peu complexes sont envisagés...

Quand on essaye d'aborder, même très partiellement, le traitement d'image sur ordinateur, on se heurte directement aux problèmes de fond et de forme, des parties et du tout, d'objet et de contexte, étudiés par la gestalt. En vision par ordinateur, ces problèmes se formulent en termes d'interprétation des « objets » que constituent les différentes parties d'une image donnée. Actuellement, cette interprétation passe essentiellement par la détermination des frontières de ces objets, en général à partir de critères *a priori* — cette détermination revient à celle des points particuliers de cette frontière. A partir de ces points, on construit les lignes frontières satisfaisant les conditions données (courbures maximales, longueurs minimales, etc.). Les « points frontières » étant définis par des valeurs de gradient ou de laplacien, l'identification des objets ou des images est fondée sur des propriétés locales à caractère hiérarchique.

L'homme, cependant, semble pouvoir identifier un objet, même s'il n'est pas en mesure de distinguer ses frontières (comme, par exemple, dans le cas de taches sur tissus ou d'images radioscopiques à frontières en général floues). Il se fonde alors nécessairement sur des propriétés non locales — et l'on voit apparaître l'influence de la gestalt. Mais peu de travaux portent sur ces propriétés, et la plupart des recherches sur la vision par ordinateur concernent des objets qui permettent d'ignorer la gestalt (cubes, trajectoires de particules, lettres, chiffres...). Paysages, photos cosmiques, etc., qui impliqueraient des analyses théoriques plus approfondies, et des traitements très complexes, ne sont pratiquement pas traités.

#### Interprétation liée des différentes parties d'une image

Pour la gestalt, la perception d'une partie d'une image est fonction de toute cette image. Comment traduire ceci sous forme de programme? Pour un programme, une représentation d'une image donnée est un ensemble discret de points, une matrice de pixels. On appellera « partie de cette représentation » tout sous-ensemble connexe de cette matrice, et « perception de cette partie », son interprétation, c'est-à-dire son étiquetage en termes de classes d'objets préalablement définies (prisme, avion, vertèbre...). Le problème de l'interprétation d'une partie donnée d'une image est qu'on doit tenir compte du reste de cette image; ce reste pourrait être représenté par exemple sous forme d'une fonction des pixels... mais il serait alors inutilisable. On peut essayer de le représenter comme une somme d'objets... mais comment extraire ces objets, dans la mesure où l'extraction de chacun d'entre eux implique celle de son « reste », d'où un cercle vicieux. Un processus itératif permettrait de choisir localement des objets, quitte à les réinterpréter en

fonction du reste de l'image; sur le plan formel, c'est ce que l'on souhaiterait faire; mais la solution que l'on obtient alors dépend du premier pas de l'itération et peut se révéler erronée... Aucune des voies ainsi examinées ne semble conduire à une solution satisfaisante. La difficulté réside en fait dans la manière même de poser le problème, à savoir d'abord *extraire* quelque chose, et ensuite *interpréter* ce quelque chose; alors que ce qu'il faudrait faire serait extraire et interpréter en même temps tous les objets, pour toute l'image. Autrement dit, il faudrait baptiser « objet » toute partie d'une image qui se prête à une **interprétation satisfaisante** — et « *interprétation satisfaisante* » une **interprétation cohérente avec celle de tous les objets de cette image**. On présentera plus loin un algorithme réalisant une telle approche.

#### Exemple : reconnaissance de mots manuscrits

Remarquons d'abord que dans un problème d'interprétation d'images comme celui de la reconnaissance du texte manuscrit — on observe en général que l'approche suivante est adoptée ([6], [7]) : tout d'abord, on s'attaque au problème de la reconnaissance des *caractères* manuscrits en postulant qu'on pourra passer d'un algorithme de reconnaissance pour les lettres isolées à la reconnaissance des mots par une méthode qui peut sembler naturelle, à savoir identifier une à une les lettres qui constituent ces mots. En d'autres termes, on applique le schéma précédent : *d'abord* on extrait les objets et *ensuite* on les interprète. Cette approche dérive de celle d'un problème qui peut paraître voisin : celui de la reconnaissance de l'imprimé; mais (malheureusement), si pour l'imprimé la segmentation en lettres est un problème trivial, il est excessivement complexe pour l'écriture manuscrite...

Une solution appropriée implique la simultanéité de la segmentation et de l'interprétation. Pour essayer de réaliser cette simultanéité, nous avons procédé comme suit : on considère les lettres et les mots comme des séquences (liées à la trajectoire de la plume) d'un petit nombre d'éléments graphiques différents. Une suite donnée de ces éléments, si elle forme un mot, se décompose en sous-suites telles que chacune d'entre elles — et toutes simultanément — soient « bien formées », c'est-à-dire représentent des lettres (une approche analogue est applicable à différentes représentations complexes).

#### L'algorithme : « ADLD »

L'algorithme suivant représente une tentative de modéliser notre perception visuelle et son aptitude à négliger les détails d'une image. Pour cette raison, il s'appelle « au diable les détails » (ADLD).

Examinons d'abord le fonctionnement de cet algorithme dans le cas unidimensionnel (courbe plane). La courbe  $y(x)$ . — (fig. 1 a) coupe l'axe des  $x$

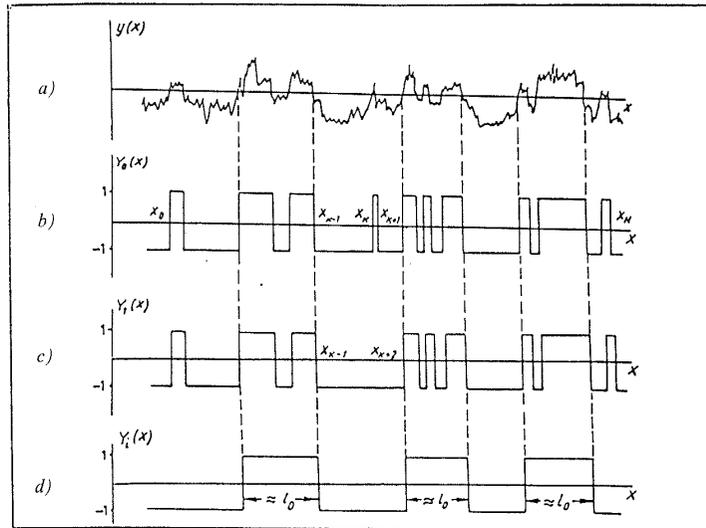


Figure 1.

aux points  $x_0, x_1, \dots, x_N$ . Ces points, les « 0 » de  $y(x)$ , en donnent une description grossière (ses changements de signe), mais négligent l'amplitude de  $y$ . Cette description peut être représentée par  $Y_0(x)$  (fig. 1 b) qui prend les valeurs +1 ou -1. Le nombre d'intervalles est égal à  $N$ . Cherchons le plus petit d'entre eux; supposons que ce soit  $\langle x_k - x_{k+1} \rangle$  de longueur  $l_1$ . On efface ce plus petit intervalle; on supprime, pour ce faire, les points  $x_k$  et  $x_{k+1}$ , ce qui détruit trois intervalles et crée l'intervalle :  $\langle x_{k-1} - x_{k+2} \rangle$  (fig. 1 c). Recommençons itérativement cette opération jusqu'à ce que tous les intervalles soient supprimés. Construisons alors la fonction :

$$\frac{n(l)}{N}$$

où  $n(l)$  est le nombre d'intervalles qui restent après effacement de l'intervalle de longueur  $l$ . Pour  $l=0$ ,

$$\frac{n(l)}{N} = 1$$

quelle que soit la longueur  $l$ ; cette fonction décroît par sauts d'une valeur de  $2/N$ , à chaque itération; il s'agit d'une fonction monotone, décroissante, en escalier.

Deux cas peuvent être mis en évidence :

- $n(l)$  décroît de façon uniforme;
- $n(l)$  décroît par « sauts » constituants des pas pouvant être très grands : des intervalles courts de décroissance rapide alternent avec des intervalles longs où  $n(l)$  est constant (fig. 2).

La présence de plusieurs marches au  $i$ -ème pas du processus d'effacement de  $n(l)/N$  correspond aux propriétés suivantes de la fonction  $y(x)$  initiale :

- (a) il s'est constitué plusieurs intervalles de longueur très proche ( $l_0$ );
- (b) après leur effacement, les intervalles qui restent ont une longueur beaucoup plus grande que  $l_0$ ;
- (c) la longueur d'un intervalle effacé au cours du pas  $i-1$  est beaucoup plus petite que  $l_0$ .

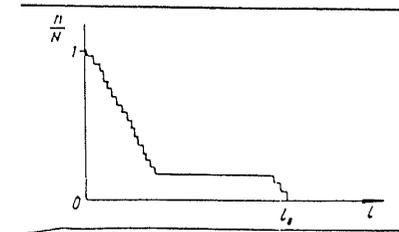


Figure 2.

La fonction  $n(l)/N$  exhibe ces propriétés (fig. 2). Une marche donnée de cette fonction-escalier détermine la dimension de ce qui sera considéré comme « détail » de la courbe par rapport à la longueur de cette marche. D'autre part, la segmentation liée à cette marche met en évidence les éléments caractéristiques de la courbe. Sur la courbe  $Y_1(X)$ , on a trois éléments de longueur équivalente à  $l_0$  (fig. 1 d) qui apparaissaient d'ailleurs avant traitement. La présence d'une marche de  $n(l)/N$  est un critère formel de la présence d'éléments sur  $Y(X)$ .

L'aspect « escalier » de  $n(l)/N$  est proportionnel au « degré d'organisation » de la courbe initiale (l'organisation d'une fonction étant prise au sens de Guelfand et Tsetline, à savoir comme la propriété d'une fonction d'un grand nombre de variables de pouvoir être décrite par un petit nombre de paramètres).

L'algorithme que nous avons décrit n'est pas local; la question de savoir si un intervalle donné est ou non un objet **significatif** se traite en fonction de la dimension de tous les autres objets. En effet, une partie donnée de la courbe est (ou non) un tel objet en fonction de son contexte — c'est-à-dire en fonction du reste de la courbe. Ce qui est important, c'est que les critères d'existence des objets [liés à  $n(I)/N$ ] sont *endogènes* et *non prédéterminés*.

### Généralisation et exemples d'application (en informatique)

Dans le cas bidimensionnel, la fonction est donnée dans le plan (représentation en niveau de gris). L'analogie des « 0 » de la fonction unidimensionnelle correspond aux lignes de niveau 0 d'une fonction  $\theta(x, y)$  des niveaux de gris (on calcule  $\theta - 0$ ). Ces lignes délimitent en gros les domaines clairs et sombres de la représentation; l'opération d'effacement des détails consiste en l'effacement des portions claires (ou sombres) de surface minimale.

La courbe de la figure 1 a est un fragment de fonction des niveaux de gris (où l'axe des  $x$  donne le niveau moyen) de la coupe verticale d'un roentgenogramme pulmonaire. Les objets identifiés sur cette courbe (visuellement ou à l'aide de l'algorithme « ADLD ») sont les côtes. Les détails de la courbe sont moins grands qu'une côte; fondamentalement, ces détails reflètent la non-homogénéité de la structure interne des côtes ou encore les traces des vaisseaux. Lorsqu'on utilise des méthodes locales pour déterminer les frontières de ces côtes — par exemple la méthode du gradient — on tombe dans la situation typique suivante : si le seuil du gradient est élevé, tous les points sélectionnés seront bien des frontières des objets (ici, des côtes)... mais beaucoup de frontières seront perdues; si le seuil est bas, tous les objets seront bien identifiés... mais il y aura beaucoup de frontières fausses. L'algorithme *non local* (ADLD) permet de manière adéquate d'identifier les frontières des objets pertinents sans faire appel à des seuils *a priori*.

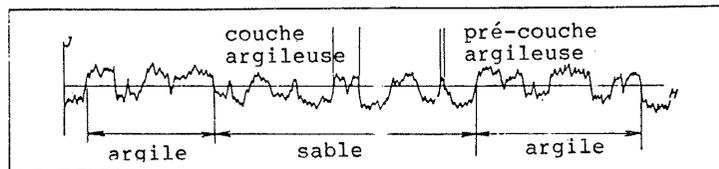


Figure 3.

Sur la figure 3, la courbe représente, pour une coupe géophysique donnée d'un forage, la radioactivité naturelle des couches de ce forage en fonction

de leur profondeur (rapportée à la radioactivité moyenne). Sur cette courbe, on identifie une succession de couches argileuses et sablonneuses : les couches argileuses ont une radioactivité plus forte. Dans la coupe, les couches sont usuellement des conglomérats à densité élevée. Les conglomérats sablonneux contiennent non seulement des substances sablonneuses mais aussi des substances argileuses, et réciproquement. Ces conglomérats sont complexifiés par des sous-conglomérats d'autre nature. Cette structure à trois niveaux de la coupe se retrouve sur la courbe  $n(I)/N$  par la présence de trois marches (fig. 4). Les différentes marches correspondent aux différents niveaux de description de la courbe (et de la coupe géologique).

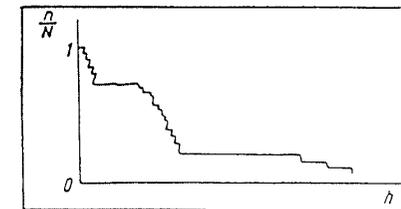


Figure 4.

Pour plus de détails sur l'algorithme ADLD, on se reportera à [8] et [9]. On peut remarquer que cet algorithme réalise les principes énoncés plus haut :

- l'identification d'un objet et son interprétation sont réalisés simultanément, et pour l'ensemble de la représentation;

- on désigne par « objet » ce qui possède une interprétation adéquate et on appelle « adéquate » une interprétation compatible avec toutes les autres.

Il convient de souligner que l'algorithme ADLD est si simple que ses insuffisances sont évidentes :

- si plusieurs intervalles ont la longueur minimale, le résultat peut dépendre de l'ordre d'exclusion des intervalles;

- lors de l'exclusion, on ne tient compte que de la longueur de l'intervalle (ou de la surface du domaine) et on ne tient pas compte de la valeur de la fonction sur l'intervalle (ou dans le domaine);

- L'algorithme ne tient pas compte des différences entre frontières précises et diffuses; si sur la représentation sont superposés des objets qui déterminent des anomalies de même signe, ADLD ne peut pas les séparer.

On peut dire, en gros, que ADLD réalise partiellement et au niveau le plus bas, l'idée de la gestalt, à savoir l'interdépendance entre solutions locales et générales (ou globales).

#### De « ADLD » à la gestalt

Que peut-on tirer du cas très particulier de solution algorithmique que représente « ADLD » quant aux différents problèmes de la gestalt? Les considérations suivantes peuvent être utiles dans le cadre d'une analyse générale :

- (1) La séparation d'une représentation donnée en parties et l'interprétation de ces parties doivent s'effectuer simultanément sur toute la représentation.
- (2) La description d'une partie donnée de la représentation doit se faire en termes applicables à toutes les parties restantes.
- (3) La partition de la représentation ne doit pas reposer sur un tri complet de ses éléments mais sur un examen ordonné d'une classe limitée de ses parties.
- (4) La gestalt est une description de la représentation en traits grossiers mais significatifs. Une telle description présuppose la présence de tous les éléments d'un niveau donné et l'absence des éléments de niveaux plus bas.
- (5) La construction de la gestalt ne se ramène pas à une transformation de la représentation; elle implique un passage à un nouvel objet et une étude des opérations qui peuvent être effectuées sur cet objet.

*Remarque.* — Lorsqu'on discute des modèles de perception, on ne peut pas ne pas aborder le niveau neurologique. Ceci est assez traditionnel mais exige une grande prudence; il est possible que dans le cortex visuel (des vertébrés supérieurs) soient représentés des traits grossiers différents. Le cortex visuel se partitionne en colonnes de neurones programmées pour détecter par exemple l'inclinaison des lignes [12]. Aux limites de ces colonnes, les neurones se différencient par la dimension de la « fenêtre » réagissant de manière élective à la taille des éléments des représentations. On peut penser que se crée un ensemble de transformations de la représentation correspondant aux différents niveaux des éléments qu'elle comporte. On ne présentera pas ici les relations entre gestalt, problèmes neurologiques et cortex visuel.

#### L'algorithme ADLD et quelques problèmes soulevés par la gestalt

1. *Examinons un problème traditionnel de la gestalt : pourquoi percevons-nous trois points sur un plan comme un triangle (et non pas comme un quadrilatère ou un cercle)?*

Essayons de répondre à cette question (qui reflète un des thèmes centraux de la gestalt psychologie) en termes de l'approche « ADLD ». Lorsqu'on détermine les marches de la courbe  $n(I)/N$ , on met en évidence les différents niveaux de description (c'est-à-dire les différents niveaux de traits grossiers). La courbe initiale, par rapport à ces niveaux, a les propriétés suivantes :

Si, sur une description grossière de cette courbe, un objet de longueur minimale a la dimension  $l$  cela signifie qu'on a écarté tous les détails de la courbe initiale de dimension nettement inférieure à  $l$ . En d'autres termes une description grossière donnée de la courbe concerne tous les objets proches en dimension de ceux qui ont été conservés dans cette description. En généralisant, on peut dire qu'une description grossière, cohérente, donne tous les objets d'un niveau donné ou aucun d'entre eux. La mesure de la finesse de chaque description est contenue implicitement dans cette description même.

Trois points sur un plan peuvent être perçus simplement comme trois points, ou comme la représentation d'une certaine figure; dans ce dernier cas, il s'agit d'une représentation dégénérée, expurgée des détails, grossière. Elle doit être homogène, comme on l'a vu; c'est-à-dire que les objets d'un niveau donné ne peuvent pas être représentés partiellement, mais relèvent du « tout ou rien ». Étant donné que trois points en tant qu'objets sont indifférentiables, ils doivent représenter des objets de même niveau. Trois points, comme représentation d'un triangle, vérifient les conditions précédentes; en effet, un triangle a deux niveaux de description : le niveau primitif, qui est sa description complète, avec une infinité d'objets indiscernables : ses points — et une description grossière, au deuxième niveau, qui a pour éléments les trois points singuliers du triangle : ses trois sommets.

De même, on pourrait représenter les polygones par  $n$  points — leur description grossière se composant de  $n$  éléments identiques (les sommets). Trois points ne représentent pas simplement un triangle — ils représentent le triangle dont les sommets sont ces trois points. Ils ne peuvent pas représenter une circonférence, étant donné que cette figure, n'ayant pas de points singuliers, n'a qu'un seul niveau de description. Il faut aussi remarquer que  $n$  points, avec  $n > 7 \pm 2$ , disposés au sommet d'un polygone régulier, peuvent être perçus comme un cercle. Mais ceci provient du fait que pour  $n$  assez grand, la différence de perception entre un cercle et un polygone est peu sensible. Ceci, à condition que les points soient disposés aux sommets d'un

polygone régulier. Dans ce cas, en effet, un point donné est indifférenciable des autres en termes d'objet ou de position — ce qui correspond à l'évidence au statut du point courant du cercle. Si les points ne sont pas disposés de manière régulière, leur perception en tant que cercle devient plus difficile.

## 2. Un algorithme d'analyse en « clusters »

Une des méthodes usuelles de traitement est l'analyse en « cluster » (ou « regroupement en paquets »). Le but de cette analyse est de regrouper les données expérimentales suivant un principe de proximité. Ce sont par exemple des regroupements des points d'un plan — ou, plus généralement, des regroupements dans des espaces à  $n$  dimensions (les points représentent alors les objets étudiés, et les axes de coordonnées, les différentes caractéristiques de ces objets). Le regroupement des points proches est traditionnel en gestalt, où de nombreux travaux lui ont été consacrés ([16], [11], [17]). Un grand nombre de travaux ont aussi été consacrés à l'analyse en clusters ([13], [14], [15]) mais jusqu'à présent aucun algorithme vraiment satisfaisant n'a été construit. L'algorithme ADLD exposé plus haut et son interprétation gestaltiste permettent de proposer une méthode d'analyse en clusters. Pour ADLD, ce qui est fondamental, c'est la construction de la fonction  $n(l)$ . Pour l'analyse d'un ensemble de points, l'algorithme de construction d'une fonction analogue à  $n(l)$  est le suivant :

Soit un ensemble de points dans le plan (fig. 5 a); chaque point est le centre d'un cercle de rayon  $r$ . Définissons  $\Phi(x, y)$  comme suit :

- $\Phi(x, y) = +1$  à l'intérieur du cercle,
- $\Phi(x, y) = -1$  à l'extérieur.

Dans les figures 5 a et 5 b, les cercles sont disjoints; pour  $r < r_0$ , le nombre de domaines connexes pour lesquels  $\Phi(x, y) = 1$  est égal à  $N$ , nombre de points de la représentation initiale (fig. 5 a). Quand  $r$  croît, ces cercles vont avoir des intersections et le nombre  $n$  de domaines connexes où  $\Phi(x, y) = 1$  va diminuer. La fonction  $n(r)/N$  est représentée figure 6. L'analyse de  $n(r)/N$  s'effectue de la même manière qu'avec ADLD et permet de mettre en évidence des regroupements stables des descriptions des ensembles de points. Sur la courbe  $n(r)/N$ , on distingue deux niveaux; elle diminue très vite lorsque  $r$  augmente de  $r_0$  à  $r_1$ . Ceci est dû au fait que les cercles autour du 1<sup>er</sup> « cumulus » fusionnent en un seul ensemble connexe (fig. 5 b). Apparaît ensuite une plage de la courbe après laquelle se produit une chute rapide provoquée par la fusion des cercles autour des points du 2<sup>e</sup> cumulus. A partir de  $r = r_2$ , tous les cercles fusionnent en un seul ensemble connexe (fig. 5 c); ainsi, l'analyse de  $n(r)/N$  permet de séparer l'ensemble de points initial en deux régions — ce qui correspond à la perception visuelle de la représentation.

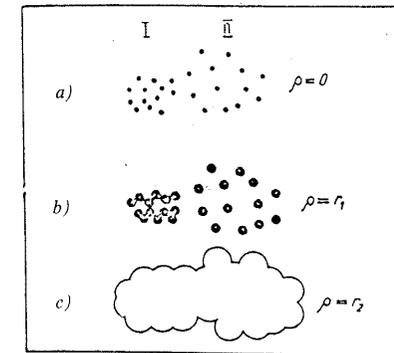


Figure 5.

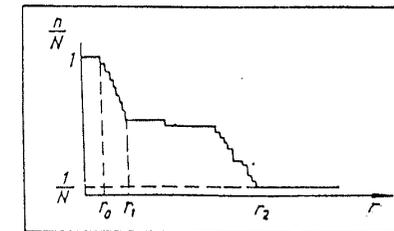


Figure 6.

Une particularité importante de l'algorithme de séparation et de regroupement, qui le différencie de tous les autres, est qu'il n'exige pas la donnée préalable du nombre de partitions de l'ensemble initial; il comporte en effet des critères internes de regroupement des ensembles de points. Cet algorithme d'analyse en cluster se généralise au cas de  $n$  dimensions.

## L'algorithme ADLD et la théorie des systèmes

Examinons un certain nombre de questions de la théorie des systèmes, du point de vue de la variante formalisée de la gestalt exposée ci-dessus. Dans notre analyse comparative, nous nous référons au livre de I. A. Shreider et A. A. Sharov, *Systèmes et Modèles (radio et liaison)*, 1982. Ces auteurs considèrent comme très importante la confrontation des approches ensembliste et systémique. Deux points principaux servent à différencier ces

approches :

*Problème des primitives : éléments ou tout ?*

« Les éléments qui constituent les ensembles sont définis *a priori* et ont une réalité qui ne dépend pas de tel ou tel de leur regroupement ». En d'autres termes, nous pouvons construire un ensemble, sans pour autant pouvoir le définir (en réunissant, par exemple, le soleil, la pensée et une orange), mais on ne peut pas construire un ensemble d'objets non définis (cf. [8]). Par contre, dans les systèmes, la situation est parfaitement inverse, dans la mesure où le tout est « antérieur » aux « constituants » [8]; cette propriété de la théorie des systèmes et des systèmes eux-mêmes peut être entièrement transposée à la gestalt dont le problème central est la relation entre le tout et les parties, et l'affirmation du primat du tout. Mais les études liant théorie des systèmes et gestalt [10], n'ont pas épuisé la question; si on inverse la définition ensembliste proposée plus haut, on détermine une démarche systémique où un système indéfinissable ne peut pas être construit, mais peut comporter un ensemble d'objets non définis. Autrement dit, le tout est défini. On peut montrer que cette approche est valable du point de vue de la gestalt pour la représentation des figures. Par exemple le triangle de la figure 7 est perçu comme un objet tout à fait réel bien que construit à partir de frontières virtuelles.

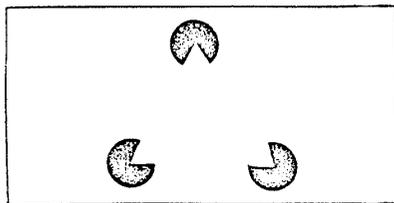


Figure 7.

Les tableaux des impressionnistes ont des détails diffus et flous mais cependant, ces tableaux sont perçus de manière tout à fait précise. L'approche formalisée de la gestalt que nous avons proposée est une façon de concrétiser certaines notions générales de la démarche systémique. Dans la théorie des systèmes, l'existence du tout permet d'identifier ses constituants; c'est exactement ce que l'algorithme ADLD (où la mise en évidence des parties suppose l'existence du tout, selon le critère d'organisation de Guelfand et Setlin) rend effectif.

*Problème de la séquence temporelle des procédures*

L'affirmation que le tout « précède » les constituants, autrement dit, la précedence du tout, implique-t-elle une séquence temporelle donnée des procédures? Une telle séquentialité est inhérente à l'approche ensembliste où les éléments sont donnés avant la définition du tout, mais le concept de « temporalité des procédures » n'a plus de signification lorsque le « tout » précède les parties. La formalisation que nous proposons de la gestalt permet de résoudre cette difficulté en traitant simultanément la mise en évidence et l'interprétation de toutes les parties du tout qui constituent des éléments significatifs. Autrement dit, cette formalisation conduit à dépasser l'opposition usuelle entre les schémas : « succession directe partie = tout » et « succession inverse tout = parties » et à privilégier l'approche en parallèle, spécifique de la systémique.

*Remarques. — Individualisation a priori et identification :* l'égalité de deux ensembles se définit par l'identité de leurs éléments; elle implique donc implicitement des objets individualisés. Dans le cadre de la théorie des systèmes, la procédure d'identification des éléments (des parties d'un système donné) représente une étape importante des processus de recherche. A proprement parler, tout l'algorithme ADLD constitue une procédure d'identification. Lorsqu'on décrit un système, en termes de ses états (ou de sous-systèmes), il s'agit d'états stables et clairement identifiables. L'algorithme ADLD est orienté vers la recherche et la définition de partitions clairement identifiables d'une représentation donnée. La présence de ces partitions constitue un critère d'organisation du tout. Les propriétés de l'approche systémique coïncident sur ce problème avec celles de l'approche gestaltiste et aussi, partiellement, avec notre approche formalisée de la gestalt.

Il convient de souligner que (selon Shreider et Sharov) la théorie des systèmes a une caractéristique particulièrement non triviale, à savoir : elle permet des représentations au moyen de parties « pas complètement déterminées par les propriétés du système ». Ces parties peuvent notamment dépendre de l'observateur qui choisit une méthode adéquate de représentation. Ils remarquent aussi que le champ initial ouvert à l'investigation de l'observateur est un principe amorphe, non quantifié; la possibilité d'y découvrir des objets stables est déterminée à la fois par les propriétés globales du système et par la propriété qu'a l'observateur de percevoir des formes. Ainsi, l'approche systémique articule les caractéristiques « objectives » de l'objet étudié et les procédures de perception. C'est ce qui rend la liaison entre théorie des systèmes et gestalt (qui est une théorie de la perception de la « réalité objective ») non seulement possible mais encore indispensable.

## Références

- [1] M. BONGARD, *Les problèmes de la reconnaissance des formes*, 1967, (en russe).
- [2] I. M. GUELFAND, L'automatisation de l'analyse des fluorogrammes pulmonaires, *J. de Radiologie*, n° 4, 1980, p. 21-25 (en russe).
- [3] I. M. GUELFAND, G. A. GUBERMAN et G. I. DIUBA, *Élimination des défauts des représentations dans les roetgenogrammes*, Institut de Mathématiques Appliquées de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., n° 148, 1981 (en russe).
- [4] I. M. GUELFAND et M. TSTLIN, Modélisation mathématique des mécanismes du système nerveux central, in *Modèles de l'organisation des systèmes biologiques*, MIR, 1966, p. 9-28 (en russe).
- [5] I. M. GUELFAND et M. TSETLIN, *Méthodes. Précis de sciences mathématiques*, vol. 17, 1962, p. 103-117 (en russe).
- [6] G. A. GUBERMAN et V. ROSENSWEIG, Un algorithme de reconnaissance des caractères manuscrits, *Automatique et Télémécanique*, n° 5, 1976, p. 122-129 (en russe).
- [7] G. A. GUBERMAN et I. LITVIN, *Implémentation d'un algorithme de reconnaissance des caractères manuscrits*, Institut de Mathématiques Appliquées de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., n° 22, 1976, (en russe).
- [8] G. A. GUBERMAN et M. I. OBCHINIKOVA, Algorithme d'identification automatique des failles géophysiques, *J. de géophysique de l'industrie pétrolière, Oufa*, n° 5, 1975, p. 48-56 (en russe).
- [9] G. I. DIUBA et T. A. PEREDRINKO, *Algorithme de détection automatique des côtes en fluorographie pulmonaire*, Institut de Mathématiques Appliquées de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., n° 25, 1980 (en russe).
- [10] V. I. SADOVSKI, *Fondement de la théorie générale des systèmes*, MIR, 1974 (en russe).
- [11] P. A. GALPERINA et A. I. JDAN, *Histoire de la Psychologie*, MIR, 1980 (en russe).
- [12] D. KHUBEL et T. WISEL, Les mécanismes centraux de la vision, *J. « le Cerveau »*, MIR, 1982 (en russe).
- [13] M. R. ANDERBERG, *Cluster analysis for applications*, Academic press, N.Y., 1973.
- [14] B. EVERITT, *Cluster analysis*, John Wiley and Sons, N.Y., 1974.
- [15] J. A. HARTIGAN, *Clustering algorithms*, John Wiley and Sons, N.Y., 1975.
- [16] K. KOFFKA, *Principles of gestalt psychology*, Harcourt Brace, N.Y., 1935.
- [17] M. WERTEIMER, *Untersuchungen zur lehre von der gestalt II*, *Psychologische Forschung, Zeits für Psychologie und ihre Grenzwissenschaften*, vol. 4, 1923.

LE SYSTÈME TECHNIQUE-SCIENCE-PHILOSOPHIE :  
UN MÉNAGE A TROIS FÉCONDMario BUNGE  
McGill University <sup>1</sup>

## Résumé

Une analyse logique et historique montre que la philosophie n'est pas étrangère à la science ni à la technique. La science et la technique utilisent plusieurs concepts philosophiques (p. ex. celui de système) et présupposent divers principes philosophiques (p. ex. le réalisme). En outre, elles posent des problèmes philosophiques (p. ex. moraux). La science, la technique et la philosophie constituent donc un système. Mais à son tour ce système fait partie d'un système plus vaste, qui contient aussi l'art, l'industrie, l'État, et le public.

## Abstract

A logical and historical analysis shows that philosophy is not alien to science and technology. The latter use a number of philosophical concepts (e. g. that of system) and they presuppose several philosophical principles (e. g. realism). Besides, they pose philosophical problems (e. g. moral ones). Hence science, technology and philosophy constitute a system. But in turn this system is part of a wider system that includes art, industry, government, and the public.

A première vue, la science et la technique sont associées, tandis que la philosophie leur est étrangère. Mais quand on examine la question de près on se rend compte que ces trois champs de la connaissance constituent un système. Évidemment, cette unité ne s'offre pas si on interroge la plupart des scientifiques, encore moins des techniciens. Elle ne s'offre pas non plus si on n'examine qu'un seul côté, comme la méthode ou l'objectif. Mais l'unité des trois disciplines

1. Foundations and Philosophy of Science Unit, 3479 Peel street, Montréal, P. Q., Canada H3A 1W7.