



**HAL**  
open science

## La démarche de Jean Nicod - résumé de La géométrie dans le monde sensible

Catherine Recanati

► **To cite this version:**

Catherine Recanati. La démarche de Jean Nicod - résumé de La géométrie dans le monde sensible. 1992. hal-02331878v3

**HAL Id: hal-02331878**

**<https://hal.science/hal-02331878v3>**

Preprint submitted on 10 Mar 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

# La démarche de Jean Nicod - résumé de La géométrie dans le monde sensible

Catherine Recanati

Catherine.Recanati@gmail.com

## La démarche de Jean Nicod

Dans sa thèse *La géométrie dans le monde sensible* (1923), Jean Nicod propose une nouvelle approche pour l'axiomatisation de la physique.

Les géométries abstraites posent en effet l'existence *a priori* d'entités primitives et de relations, sans justifier leur introduction. On voit apparaître ainsi plusieurs systèmes d'axiomes inséparables, c'est-à-dire vrais des mêmes réalités, mais qui sont cependant formellement incompatibles, car fondés sur des entités structurellement incompatibles. Comment choisir alors entre ces différents systèmes ? Par exemple, comment choisir entre une géométrie de la congruence des points et une géométrie de la sphéricité ? ou encore, comment choisir entre les notions primitives de points et celles de volumes ?

De tels systèmes peuvent être évalués et comparés relativement à leur simplicité formelle : le nombre d'axiomes, leur simplicité, le nombre de primitives, etc. Ce sont des critères de *simplicité intrinsèque*. Cette simplicité qualifie la forme générale du système logique et n'a rien à voir avec la simplicité des sens que peuvent prendre les expressions primitives du système. Ce second type de simplicité, qualifiée par Nicod de *simplicité extrinsèque*, est d'une tout autre nature car elle est relative au domaine d'interprétation : cette simplicité des sens des expressions du système caractérise en fait l'adéquation du système logique au domaine d'interprétation considéré.

La question posée par Nicod est la suivante : Existe-t-il une forme de géométrie (i.e. un système d'entités primitives et d'axiomes) qui soit plus simple que les autres extrinsèquement pour décrire le domaine de la physique ? Pour répondre à cette question, il propose, partant de données psychologiques et empiriques, de trouver d'abord les termes physiques sensibles et les relations fondamentales entre ces termes, pour construire ensuite les différentes géométries fondées sur ces termes<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Sa démarche est tout-à-fait originale et s'oppose par exemple à celle de Whitehead qui part pourtant lui aussi de la même observation. Si les systèmes logiques de géométrie ne fondent leurs entités de base (droites, points, plans) sur aucune notion psychologique particulière, deux corrections sont envisageables : partir d'un système mathématique achevé (une géométrie euclidienne basée sur les points par exemple) pour rétrograder vers des entités plus proches de la perception sensible (comme par exemple les volumes) - c'est la méthode dite de "l'abstraction extensive" développée par Whitehead - ou bien adopter une démarche inverse, comme le propose Nicod, consistant à partir des données sensibles de la perception et

Il commence par analyser de manière fine les relations spatio-temporelles et construit peu à peu la notion de *terme sensible* au moyen de diverses relations. Il porte son attention sur la simplicité des relations et des termes envisagés d'un point cognitif. C'est le caractère immédiat, indécomposable des termes qui est mis en avant, qu'il s'agisse de données perceptuelles ou de relations conceptuelles.

Une fois dégagées plusieurs relations primitives ayant trait à la représentation du temps et de l'espace, Nicod envisage divers systèmes permettant de construire un espace. Il montre par l'intermédiaire d'expériences de pensée comment différents sens primitifs (comme l'ouïe et des données kinesthésiques par exemple) peuvent se combiner entre eux pour aboutir à une construction euclidienne de l'espace, ou comment à partir de deux groupes de relations différentes, on peut aboutir en fait la même construction.

Ces constructions sont des systèmes logiques, dont Nicod montre qu'ils constituent des "solutions" à un système de géométrie euclidienne abstrait traditionnel. Nicod considère le système euclidien abstrait constitué d'une classe de points  $P$ , d'une relation de congruence  $C$  entre deux couples de points, et d'un groupe d'axiomes  $G(P, C)$  faisant intervenir les points et la relation de congruence. Trouver une solution de ce système dans la nature sensible revient, à partir d'un ensemble de termes sensibles  $S$ , de relations sensibles  $R_1, \dots, R_N$  et de lois inductivement probables  $E(S, R_1, \dots, R_N)$ , à déterminer une relation  $C_0$  et une classe  $P_0$  telles que  $G(P_0, C_0)$  soit déterminé par  $E(S, R_1, \dots, R_N)$ .

Il s'agit de mettre en correspondance le système euclidien abstrait et le système sensible, en exhibant une relation de congruence et une classe de points *au sein du système sensible*. On cherche ici (contrairement à l'ordinaire) à donner un sens aux termes abstraits à partir de primitives sensibles, non mathématiques, fondées sur des données empiriques. On justifie ainsi la consistance du système euclidien abstrait, en montrant l'existence d'une solution non mathématique à ce système dans le monde sensible.

## **Résumé 1 : Les termes et les relations sensibles**

### **Les relations spatio-temporelles**

Nicod remarque d'abord que toutes les relations spatio-temporelles ne sont pas décomposables en termes de relations spatiales d'une part et relations temporelles d'autre part. De même qu'il existe une relation d'inclusion spatiale et une relation d'inclusion temporelle, il existe selon lui une *relation d'intériorité spatio-temporelle* indécomposable. Même si l'intériorité spatio-temporelle entraîne à la fois l'inclusion spatiale et l'inclusion temporelle, la réciproque n'est pas vraie, comme le montre l'existence des objets mobiles pour lesquels l'inclusion spatiale est intrinsèquement liée au temps. Dans cette famille de relations proprement spatio-temporelles, Nicod retient :

- l'intériorité spatio-temporelle
- la pénétration spatio-temporelle
- l'extériorité spatio-temporelle
- la continuité spatio-temporelle

---

s'efforcer alors d'atteindre aux diverses géométries pouvant être logiquement fondées sur elles.

## Les relations temporelles

Nicod distingue quatre relations :

- l'inclusion temporelle
- l'interférence temporelle
- la séparation (non interférence)
- la prolongation

Il remarque d'autres relations temporelles importantes :

- la relation de simultanéité
- les relations de précédence

Les relations de précédence peuvent apparaître dans les cas de non-inclusion et sont :

- la succession entière (séparation)
- la succession immédiate (prolongation)
- la succession partielle (interférence)

Ces relations de précédence coïncident en extension avec les cas de séparation, de prolongation ou d'interférence indiqués plus haut, mais Nicod tient à les introduire en tant que relations.

Il observe que la principale propriété de la simultanéité est de *transmettre toutes les relations temporelles*, et cette remarque lui permettra plus tard de montrer des équivalences entre plusieurs géométries sensibles.

Signalons aussi à propos des relations deux réductions « classiques » qu'il s'attache à réfuter :

1. L'hypothèse des « durées-êtres » (ou « doctrine du temps absolu ») selon laquelle les durées sont des entités simples qui participent à la définition de toutes les relations temporelles - une relation temporelle entre deux termes sensibles se ramenant toujours alors à une relation entre leurs durées. Cette conception, rejetée par Nicod, correspondrait peut-être aujourd'hui aux systèmes ayant choisis de représenter le temps par des intervalles. Nicod préfère la théorie selon laquelle la durée d'un terme représente « la classe de tous les termes sensibles simultanés à ce même terme, incluant ce terme lui-même » (les « durées-classes »). Cette conception préserve l'observation que la simultanéité conserve toutes les relations temporelles et présente l'avantage d'économiser les termes simples. (Remarque : Nicod ne considère pas ici la notion de durée comme mesurable).

2. La réduction des relations temporelles à une seule : la précédence. Même si cette réduction est possible formellement, une telle construction ne rendrait pas compte du fait que les relations temporelles entre termes sensibles sont appréhendées *directement* entre ces termes. L'argument de Nicod est le suivant : pour traduire l'inclusion temporelle « *a pendant b* » en termes de précédence, il faudrait postuler l'équivalence :

*a pendant b*  $\Leftrightarrow$  *tout x qui précède a suit b et tout x qui suit b suit a*

Or, argumente Nicod, le second membre de l'équivalence contient une quantification sur un terme *x* qui n'apparaît pas dans le premier membre. Il objecte alors qu'« aucune définition qui ramène une relation *parfois* constatable à une *relation complexe* intéressant *tous les membres d'une classe infiniment plus nombreuse* n'en exprime le véritable sens ». Au mieux le second membre peut-il être inféré de l'existence de la relation du premier membre. [Cette remarque est intéressante si on la rapproche des discussions sur la nature des représentations analogiques (ou iconiques) par opposition aux représentations logiques (ou symboliques) : les représentations analogiques se distinguent justement des représentations logiques par la puissance du méta-langage nécessaire pour rendre compte de leur sémantique . ???].

Ensuite, il propose d'ajouter les axiomes suivants aux relations temporelles et spatio-

temporelles qui ont été retenues :

- la simultanéité transmet toutes les relations temporelles
- deux termes sensibles sont toujours liés par l'une quelconque des relations temporelles (elles sont cependant nombreuses)
- l'inclusion temporelle est transitive
- la succession entière est transitive et asymétrique
- la simultanéité est transitive et symétrique

### **Les relations de ressemblances**

Nicod expose ensuite sa conception des relations de ressemblances, sur laquelle sera fondé le groupe des relations spatiales.

#### **Ressemblances globales**

Il y a plusieurs sortes de ressemblances. La ressemblance entre deux termes est une relation qui peut être parfaite, mais qui peut aussi avoir des degrés. Il faut donc distinguer la *ressemblance globale parfaite* et la *simple ressemblance globale* entre deux termes qui elle peut avoir des degrés.

Mais la notion de degrés peut elle aussi s'entendre de plusieurs manières. On peut comparer deux termes directement, mais il existe aussi des ressemblances indirectes, comme la ressemblance entre deux choses pour lesquelles on éprouve un même type de sentiment.

Comparer la manière dont deux termes  $b$  et  $c$  ressemblent à un même terme  $a$ , (i.e. comparer les mesures des ressemblances  $aRb$  et  $aRc$ ), peut signifier que l'on compare directement  $a$  à  $b$  et  $a$  à  $c$  selon la même relation de ressemblance globale  $R$ . Cependant la phrase " $a$  ressemble plus à  $b$  qu'à  $c$ " peut aussi s'employer de manière relative - les ressemblances de  $a$  à  $b$  et à  $c$  n'étant pas calculées de manière indépendante, mais à partir de la donnée des trois termes. La relation de ressemblance utilisée ici s'oppose à la simple ressemblance globale entre deux termes et mérite d'être qualifiée selon Nicod de *relation d'ordre* de ressemblance car elle introduit un ordre dans les relations de ressemblances entre termes.

Pour Nicod, toute relation de ressemblance peut finalement se diviser en un trio de ressemblances : une ressemblance pure et simple entre deux termes, une ressemblance parfaite (sorte d'identité), et un ordre de ressemblance entre trois termes (A ressemble globalement plus à B qu'à C).

#### **Ressemblances partielles**

Les ressemblances partielles sont des ressemblances sur une qualité particulière. Ainsi, pour un sens comme l'ouïe, on pourra dire que deux sons se ressemblent selon le timbre, la hauteur, ou l'intensité. Pour un sens comme la vue, on distinguera la *ressemblance locale* (ou proximité de localisation), et des *ressemblances qualitatives* comme la couleur, la brillance, la texture, etc.

Nicod reprend les distinctions introduites pour la ressemblance globale et divise de la même manière les ressemblances partielles selon trois relations :

- la ressemblance pure et simple (entre deux termes selon un trait particulier).

L'objet A (orange) ressemble à l'objet B (jaune d'or) selon la couleur; ou encore, l'objet A est proche de l'objet B (ressemblance locale).

- la ressemblance parfaite (sorte d'identité du trait donné pour deux termes)

L'objet A (orange) ressemble parfaitement à l'objet B (orange) selon la couleur. L'objet A est

situé au même endroit que l'objet B.

- l'ordre de ressemblance entre trois termes.

L'objet A (vert) ressemble plus à l'objet B (bleu) qu'à l'objet C (orange). A est plus proche de B que de C.

Si la ressemblance locale possède cependant la particularité de pouvoir s'associer à d'autres ressemblances qualitatives. C'est cette propriété d'(inter)associativité qui donne une richesse particulière aux sens de la vue et du toucher (par opposition aux sens olfactif et kinesthésique, qui n'ont en quelque sorte qu'une seule dimension) :

*".. Ce qui importe, c'est l'existence d'une ressemblance locale et d'une ressemblance qualitative qui divergent, c'est la présence de deux réseaux de ressemblances qui se croisent, classant les données de deux manières différentes. Le toucher et la vue possèdent seuls cette richesse de structure. C'est pourquoi ils donnent des géométries particulièrement intéressantes." pp ?*

### **Groupe des relations de la ressemblance locale (Relations spatiales)**

Les relations spatiales sont introduites comme groupe des relations transmises par une ressemblance particulière : la ressemblance locale parfaite. Ce groupe de relations est tout-à-fait analogue à celui des relations temporelles. (La ressemblance locale est analogue à la simultanéité temporelle: elle traduit l'identité spatiale comme la simultanéité traduit l'identité temporelle). Nicod distingue :

- la ressemblance locale parfaite
- l'inclusion
- l'empiétement
- la séparation

Il introduit alors en outre des *relations de positions*. Ces relations font partie du même groupe car elles transmettent la ressemblance locale (comme les relations temporelles transmettent la simultanéité). A noter que les relations de positions n'ont cependant pas d'analogues temporels. Il s'agit de en fait de :

- l'alignement
- l'égalité d'écartement (angulaire)

Nicod ne considère pas les relations de positions comme essentielles (contrairement à la plupart des géométries « abstraites »), car elles peuvent être éliminées au profit des rapports avec les autres relations. Les relations de positions dupliquent donc en quelque sorte l'ordre spatial déjà introduit par la combinaison avec d'autres relations. Ce point sera montré plus loin sur un exemple concret.

### **Quelques géométries sensibles**

Dans des expériences de pensée où il imagine des êtres doués de quelques sens restreints (i.e. en leur permettant de distinguer seulement quelques-unes des relations précédentes), Nicod cherche à caractériser l'espace que de tels êtres pourraient construire, c'est-à-dire les notions qu'ils seraient capables de faire émerger, et les lois de l'univers qu'ils pourraient découvrir, sur la base de leur perception de ces relations.

Ces constructions sont des systèmes logiques, dont Nicod montrent qu'ils constituent des

« solutions » à un système de géométrie euclidienne abstrait traditionnel. Nicod considère le système euclidien abstrait constitué d'une classe de points  $P$ , d'une relation de congruence  $C$  entre deux couples de points, et d'un groupe d'axiomes  $G(P, C)$  faisant intervenir les points et la relation de congruence. Trouver une solution de ce système dans la nature sensible revient, à partir d'un ensemble de termes sensibles  $S$ , de relations sensibles  $R_1, \dots, R_N$  et de lois inductivement probables  $E(S, R_1, \dots, R_N)$ , - revient à déterminer une relation  $C_0$  et une classe  $P_0$  telles que le groupe d'axiomes  $G(P_0, C_0)$  soit déterminé par les lois induites par l'ensemble des termes sensibles et des relations qui les lient, i.e.  $E(S, R_1, \dots, R_N)$ .

Il s'agit donc de mettre en correspondance le système euclidien et un système sensible, en exhibant une relation de congruence  $C_0$  et une classe de points  $P_0$  *au sein d'un système sensible*. On cherche ici (contrairement à l'ordinaire) à donner un sens aux termes abstraits à partir de primitives sensibles, non mathématiques, fondées sur des données empiriques. On justifie ainsi la consistance du système euclidien abstrait, en montrant l'existence d'une solution « non mathématique » à ce système abstrait dans le monde sensible.

Dans chacun des mondes qu'il imagine, Nicod ne fait figurer qu'un petit nombre de relations et il montre que ces relations suffisent à fournir des solutions au système de la géométrie des points et de la congruence. Parmi les groupes de relations envisagés, figurent en particulier l'association de la succession temporelle et de la ressemblance globale, le groupe des relations de positions, et le groupe des ressemblances locale, quantitative et temporelle. (Nicod montre au passage l'équivalence des deux derniers systèmes sensibles du point de vue de la géométrie spatiale introduite.)

### **Géométries de la succession et de la ressemblance globale**

Nicod envisage un individu qui se déplacerait sur une ligne quelconque (ouverte et simple) et qui entendrait après chaque déplacement effectué un son différent (comme le ferait un animal aveugle se déplaçant sur un piano). La succession des sons engendrera ici un ordre total, c'est-à-dire l'ordre défini par une relation asymétrique, transitive et connectée. L'ordre introduit par la relation de ressemblance entre deux sons (les notes) est différent : il est symétrique et non connecté. Cet ordre n'ajouterait rien à celui de la succession des sons si le mobile se déplaçait toujours dans le même sens. Mais si on l'autorise à rebrousser chemin et à se mouvoir aléatoirement, le sujet de l'expérience observera un nouvel ordre, induit par la relation de ressemblance entre deux sons.

« La succession classe tous les sons en une série unique. La ressemblance forme, d'autre part, des classes de sons semblables entre eux mais différents de tous les autres. Or ces classes de sons semblables ont leurs membres dispersés dans l'ordre du temps : *la double structure qui s'introduit de ce fait est peut-être le trait le plus fondamental de la nature sensible*. Ce mélange de succession et de ressemblance forme toute la physique. » pp. ?

Le sujet pourra alors observer des lois de disposition des notes qui reflèteront également l'ordre linéaire. La nature géométrique de la ligne permet en effet d'affirmer que si l'on en considère trois tronçons, il y en a toujours un qui se trouve entre les deux autres. De la même manière, si l'on considère trois notes quelconques, il y en aura toujours une qui se trouvera située entre les deux autres. L'ordre ainsi induit entre les notes est donc le même que celui introduit entre les sons, mais il s'exprimera plus simplement en termes de notes. On peut ainsi faire apparaître une nouvelle relation : la relation de coupure entre trois notes ou relation "entre" (indépendante de l'ordre de parcours) :

$$A(xyz) == ((xy) \text{ et } (yz)) \text{ ou } ((zy) \text{ et } (yx))$$

Ces deux relations (coupure et ordre linéaire des sons) épuisent la description de la géométrie de la ligne. On y voit ici une autre forme du relativisme logique car la géométrie (réduite ici à

l'ordre d'une ligne simple) peut s'y exprimer deux fois : une fois en termes de sons, avec la relation de succession, et une seconde fois en termes de notes avec la relation "entre". Cependant, l'ordre des sons illustre une propriété générale du temps sensible dans cet univers, alors que l'ordre des notes n'illustre qu'une propriété particulière de la trajectoire empruntée.

Une construction similaire peut être développée pour une ligne multiple, en la fragmentant en tronçons que Nicod appellera séquences. Ainsi, si la ligne est un Y ou un T, elle pourra être décomposée en trois séquences jointes par une note que le sujet pourra qualifier de multiple (elle a plusieurs voisines possibles ce qui permet différents branchements). Une construction similaire à celle effectuée sur une ligne simple pourra alors être fondée sur la notion de séquence : dans toute suite de sons appartenant aux notes d'une même séquence, il y aura toujours une de trois notes quelconques qui séparent les deux autres. On peut aussi définir différents types de séquences : les séquences isolées, les séquences intérieures et les séquences closes. Pour un sujet dont la ligne multiple serait isomorphe à un H, la théorie sera la suivante : l'univers est fait de sons ; les sons par leur ressemblance forment des notes, et l'ensemble des notes se décompose en deux notes multiples reliées par une séquence intérieure, et voisines de deux séquences isolées. (Pour décrire un 8, il faudrait utilisé la notion de séquence close.)

Dans le monde précédent (où les retours en arrière ne sont pas perçus par un sens kinesthésique), les relations entre les notes ne sont pas perçues comme des relations entre des choses, mais comme des relations entre espèces. Le découpage de la ligne en sections différentes ne sera pas perçu comme un découpage en différentes unités, mais comme l'énoncé des caractéristiques d'espèces différentes. En effet, la forme de la trajectoire n'est pas envisagée par le sujet comme un fait individuel. Seules les relations abstraites entre les notes en rendent compte. Mais les rapports entre les notes ne traduisent pas pour ce sujet des rapports entre objets. Par contre pour nous, qui nous représentons les sections de manière individuelle (à cause de notre concept de trajectoire), nous voyons dans les notes un rapport moins abstrait que l'expression de la simple ressemblance. Mais pour le sujet de cette expérience, la chose et l'espèce sont confondues.

Pour faire toucher du doigt la complexité de la notion de chose, Nicod complique encore un peu l'univers précédent. Sur une ligne ouverte et simple, il construit la notion de suite de notes symétriques, bâtie sur l'idée d'un retour de sons semblables, lors d'un parcours inverse (cette notion est destinée à palier l'absence de données kinesthésique permettant de percevoir le retour à une position antérieure). Une suite symétrique sera une suite de sons répartie de part et d'autre d'un son central de manière que les sons qui le précèdent et ceux qui le suivent du même nombre soient semblables. Les passages successifs sur la même section sont caractérisés par le fait qu'un son et un son semblable sont séparés par des sons joués en ordre inverse. Si on appelle alors *unité* un tel son, cette notion pourra se substituer à celle de note et permettra de faire réapparaître l'ordre linéaire, dont les éléments seront maintenant groupés par unité. Cette fois, le sujet pourra énoncer la loi : de trois unités quelconques, il en est une qui est située entre les deux autres. Lorsque la fonction d'ordre passe ainsi des notes aux unités, on se rapproche un peu de la notion de chose. En effet, le classement des sons en unité ne se fonde plus sur leurs seules qualités respectives, mais sur le contenu tout entier de la durée sensible qui les sépare.

Nicod envisage ensuite un univers plus général de surfaces et observe que grâce à un pavage, le même genre de construction peut être conduit. (La géométrie qui s'y reflète est encore une géométrie topologique).



Nicod envisage ensuite le cas d'un individu doté d'un sens kinesthésique parfait et se déplaçant dans un plan. La différence d'avec l'expérience précédente tient tout d'abord en le type des données qui lui parviennent. Cette différence pourrait paraître négligeable, car pour un observateur errant dans un monde immuable, la ressemblance de données marque le retour en un même lieu, alors que le retour de deux données kinesthésiques marque le retour d'un même changement de lieu. Là encore Nicod montre comment les retours de liens de ressemblance globale à travers la succession temporelle peuvent permettre d'élaborer une géométrie. Il lui suffira de rajouter la possibilité de reconnaître une position particulière grâce à la perception d'un repère (sonore par exemple), pour construire, à partir des sensations de retour à cette position initiale et à l'aide de diverses définitions de séquences de mouvement, toute la géométrie plane des déplacements. Nicod définit à la suite d'un long développement la connexion de deux couples de points (sorte de points homologues, i.e. séparés par une même distance et transformables l'un dans l'autre par une translation). Cette définition permet de retrouver toute la géométrie des points et de la congruence de points.

Cette géométrie est donc plus complète que celles des constructions précédentes. Cela tient en partie au fait que l'on a introduit en sus des sensations purement internes (retour de la même sensation), celle d'une sensation externe (retour à une position extérieure). Nicod se demande alors si les relations de positions sont toujours nécessaires pour obtenir toute la géométrie. On va voir que non.

### **Relations de position, simultanément et ressemblances**

Bien que déjà fort intéressantes, les géométries fondées uniquement sur une seule relation de ressemblance ne peuvent avoir la richesse des géométries produites par un sens multiple comme la vision. Un son n'est qu'un retour de la même note (premier exemple), une donnée kinesthésique, qu'un retour d'une même sensation (deuxième exemple). Par contre une donnée visuelle est la donnée simultanée d'une localité et d'une qualité. Car un terme visuel est qualifié à la fois par sa place (sa localité) et sa couleur (sa qualité). La vision permet donc d'établir des relations plus intéressantes, comme les relations de position, où l'ordre de la succession temporelle ne joue plus aucun rôle. Nicod va alors montrer que même si les relations de positions sont les plus simples pour construire une géométrie, les relations de ressemblances temporelle, locale et qualitative suffisent à construire toute la géométrie plane, car les relations de positions peuvent être ramenées à des combinaisons complexes de ressemblances liées dans une expérience passée.

Nicod a distingué en effet trois relations de ressemblances (parfaites)

- la ressemblance locale (L)
- la ressemblance qualitative (Q)
- la ressemblance temporelle (T)

et va montrer que ces trois ressemblances permettent de définir trois classes de termes sensibles, selon qu'ils se ressemblent par l'une ou l'autre de ces relations. Ainsi apparaît la classe des lieux sensibles (L), celle des vues (T) et celle des objets (Q). La connexion de deux points introduites précédemment (intuitivement deux points dessinant des vecteurs parallèles) sur laquelle se fonde toute la géométrie des positions se transmet d'une vue aux autres vues à la fois par ressemblance locale et par ressemblance qualitative. On peut traduire cela par les schémas (a) et (b).

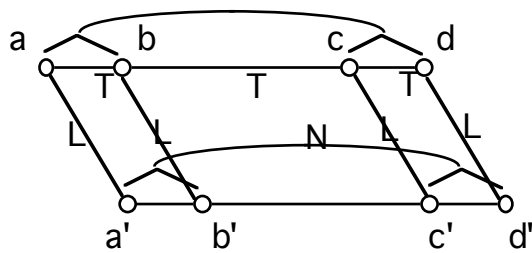


schéma (a)

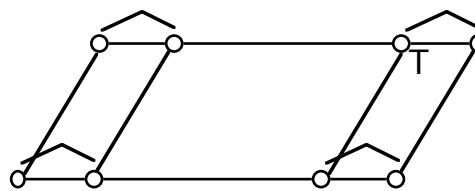


schéma (b)

Le schéma c) exprime le fait que dans un tel monde (supposé immuable) la connexion peut se traduire uniquement en terme des relations de ressemblances L, Q et T. La relation fondamentale de congruence de points peut donc en fait être entièrement déterminée par les trois relations de ressemblances.

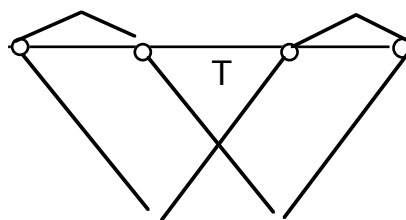


schéma (c)

Nicod discute ensuite la nature des différents espaces géométriques que le sujet d'une telle expérience de pensée peut concevoir : espace des vues, espaces des lieux sensibles et espaces des objets. Il souligne que le sujet peut retrouver la même géométrie de différentes manières : d'abord au sein d'une seule vue initiale, avec la congruence de points (où les points seraient les données élémentaires de cette vue), et la relation de connexion que nous avons déjà indiquée et ensuite de la même manière dans chacune des vues suivantes ; ensuite dans l'ensemble des classes de données sensibles groupées par ressemblance locale, ou lieux sensibles. Les points sont alors de telles classes, et pour congruence, N1, relations de deux couples de lieux sensibles dont les membres dans toute vue forment deux couples connexes. La géométrie s'illustre encore dans la classe des objets (les points) avec la congruence No dont les membres dans toutes vues forment des couples connexes, puis dans les classes de vues, prises parmi toutes les vues possibles, et ordonnées selon une relation de congruence adéquate. Le sujet de cette expérience pourrait s'interroger sur la nature de cette géométrie, qu'il retrouve partout dans l'univers. Mais, il n'y a rien là de très profond, c'est simplement que les propriétés formelles des relations proposées étant identiques, elles permettent toujours d'élaborer la même construction. Il y a donc bien plusieurs espaces, le fait qu'ils soient "formalisés" à l'aide du même symbolisme ne leur donnant en fait aucune unité. Cela n'engage pas réellement le monde, car l'adéquation d'un symbolisme à l'objet représenté n'a pas toujours la même richesse.

### Géométrie des perspectives

Dans le dernier exemple, celui de la Géométrie des perspectives, Nicod ne considère que les trois relations de ressemblances, et six objets dont trois a, b, c sont alignés. Dans ce nouvel univers, Nicod suppose qu'on ne peut plus distinguer entièrement les différents lieux sensibles, mais seulement percevoir ceux qui sont dans la même direction. (Il imagine que les

objets sont perceptibles mais transparents, ce qui fait qu'on ne peut savoir, quand ils se trouvent dans la même direction, lequel est devant l'autre.) Il illustre alors dans le détail ce que seront ici les différents espaces découverts par le sujet. Il montre comment peut être construit la notion de famille de vues parallèles, et comment on peut construire un nouvel espace, l'espace des "points de vues". Dans cet univers, et contrairement à ce qui se passait avec une vue tri-dimensionnelle (où les objets formaient un espace, et les vues un autre espace, totalement indépendant), il existe un lien entre l'espace des objets et l'espace des points de vues. Un objet pourra en quelque sorte être lié à toutes les vues formant le spectacle de l'univers vu de cet objet. (Il est remarquable qu'on puisse dans un univers purement visuel immuable attacher une classe de vue à un objet indépendamment de toute causalité. Car dans cet univers, l'observateur ne se connaît aucun corps, il ne voit que le hasard dans les successions de vues.)

## **Conclusion**

La démarche de Nicod est originale en ce qu'il cherche explicitement à fonder les termes et relations de la géométrie physique sur des données des sens. En particulier, il ne présuppose rien de la géométrie qui en résultera. Il prend en outre un parti cognitif pour l'élaboration des termes sensibles et des relations primitives qui fonderont ses "géométries sensibles". Ainsi, un terme sensible est simple s'il est "directement perçu" par l'esprit comme une entité simple et qu'il ne peut être décomposé en plusieurs termes. De même une relation entre termes sensibles est simple si cette relation est directement perçue. Une fois déterminés les termes et relations logiques susceptibles d'intervenir dans la construction d'une géométrie, il dote le système d'une puissance de calcul infinie pour faire apparaître la forme de l'espace ainsi construit. Il ne se comporte plus ici en psychologue mais cherche simplement à montrer l'existence d'une solution (à un système de logique abstrait) fondée sur des termes et des relations extérieures (ici, les termes primitifs sensibles de la perception). Il reste en cela fidèle à sa formation de logicien et souhaite tout autant montrer la légitimité du système abstrait, que la légitimité des termes sensibles et des relations mises en avant. Sa démarche n'est donc qu'en partie cognitive, car il ne prétend pas modéliser le fonctionnement du cerveau humain. L'approche de Nicod est différente : il isole quelques relations fondamentales et les combine ensuite pour observer les espaces qu'elles sont susceptibles d'engendrer. Sa démarche reste très riche d'enseignements, et peut encore servir de modèle aux chercheurs en Intelligence Artificielle.

On voit en effet se multiplier aujourd'hui en IA les systèmes d'axiomes (et même les logiques) permettant de modéliser les relations spatio-temporelles. Pour des raisons de commodité évidente, les systèmes proposés sont souvent fondés sur des notions mathématiques, plus ou moins heureusement concaténées pour rendre compte du plus grand nombre de relations conceptuelles. Les systèmes qui en résultent sont finalement plus complexes que les axiomatisations abstraites d'origine, car ils contiennent un plus grand nombre d'entités (destinées à rendre compte de diverses notions isolées par des linguistes ou des psychologues). Mais ces systèmes ne sont pas plus proches de la cognition humaine, car ils restent fondés sur une axiomatisation essentiellement mathématique. Des relations sémantiques (supposées plus plausibles cognitivement) ont été rajoutées aux primitives mathématiques, mais ces relations n'entretiennent avec le système formel qu'un rapport terminologique. Leur sens a été relié à celui des primitives mathématiques, mais elles n'interviennent pas de manière fondamentale dans le processus calculatoire. Elles ne simplifient en rien le système abstrait car elles n'en proposent pas d'alternative. Elles ne constituent pas, comme chez Nicod, une solution extérieure, mais viennent simplement s'ajouter au système d'origine. La réalisation proposée ne possède donc aucune forme de

simplicité : la simplicité intrinsèque a disparue puisqu'on a multiplié les notions, et la simplicité extrinsèque n'est pas non plus atteinte, car les relations cognitives ne sont pas mises en avant par les axiomes.

La démarche de J. Nicod est donc encore d'actualité. Nicod propose de bâtir les axiomatiques sur des notions primitives simples et cognitivement plausibles, et il s'attache à montrer la nature précise des liens existant entre différents systèmes formels construits à partir de ces notions. Cette approche est particulièrement intéressante sur le plan méthodologique. Elle constitue selon nous un modèle pour les recherches en Intelligence Artificielle et devrait permettre de faire des progrès.