HAL
open science

Strategies de linearisation lors de descriptions textuelles de configurations spatiales

A. Bisseret, C. Montarnal

To cite this version:

A. Bisseret, C. Montarnal. Strategies de linearisation lors de descriptions textuelles de configurations spatiales. RR-1927, INRIA. 1993. inria-00074747

HAL Id: inria-00074747

https://inria.hal.science/inria-00074747v1

Submitted on 24 May 2006

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.

INRIA

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE

Stratégies de linéarisation lors de descriptions textuelles de configurations spatiales

André BISSERET
Cécile MONTARNAL

N° 1927
Février 1993

PROGRAMME 3

Intelligence artificielle,
systèmes cognitifs et
interaction homme-machine

Rapport de recherche

1993

Stratégies de linéarisation lors de descriptions textuelles de configurations spatiales

André Bisseret & Cécile Montarnal

INRIA
Février 1993

Cet article est rédigé dans le cadre d'une recherche qui, outre les moyens de l'Institut de Recherche en Informatique et Automatique auquel appartiennent les auteurs, bénéficie de ressources du Laboratoire de Génie Informatique et du Laboratoire des Structures Discrètes et Didactique de l'IMAG (Institut de Mathématiques Appliquées de Grenoble). Cette recherche est aussi soutenue par une subvention du Conseil général de l'Isère.
Les adresses des auteurs sont les suivantes :
A. Bisseret , IMAG-LGI, B.P. 53X, 38041 GRENOBLE CEDEX – e-mail : bisseret@imag.fr
C. Montarnal, IMAG-LSD2, B.P. 53X, 38041 GRENOBLE CEDEX – e-mail : montarna@imag.fr.

STRATÉGIES DE LINÉARISATION LORS DE DESCRIPTIONS TEXTUELLES DE CONFIGURATIONS SPATIALES

Résumé :

A la suite de travaux sur la linéarisation dans des descriptions orales de configurations spatiales, la présente recherche porte sur de telles descriptions mais à l'écrit.
Les figures de Levelt sont utilisées. Il s'agit de figures composées de cercles colorés interconnectés par des segments horizontaux ou verticaux.
Des sujets (n= 39) ont été invités à décrire par écrit 16 figures de 4 types différents, de telle sorte que la description permette à une autre personne de les reproduire.
Levelt expliquait l'ensemble de ses résultats par une seule stratégie de description, le «circuit» sorte de parcours du regard de la figure qui respecte au plus près la connexité entre les éléments.
Cette stratégie est retrouvée ici, mais beaucoup moins fréquente que chez Levelt. D'autres stratégies sont mises en évidence : en particulier, une représentation hiérarchique qui décompose la figure en sous-parties avant de décrire celles-ci au niveau de leurs éléments. On trouve également une stratégie de quadrillage (sorte de matrice i*j appliquée sur la figure comme dans les mots croisés).
L'hypothèse que le facteur mode d'expression (oral/écrit) pourrait expliquer ces résultats très différents est rejetée grâce à une nouvelle expérience (Montarnal, 93).
En conclusion d'autres hypothèses sont envisagées : une possible différence de consigne ainsi qu'un effet supposé du niveau culturel des sujets. Enfin du point de vue théorique on insiste sur le caractère primordial d'une représentation hiérarchique des images chez le sujet humain.

Mots-clés : activité de conception, planification de l'activité, conception de textes, description, linéarisation.

LINEARIZATION STRATEGIES IN WRITTEN DESCRIPTIONS OF SPATIAL CONFIGURATIONS

Summary:

Following several studies about linearization in oral descriptions of spatial networks, this research concerns the same problem but in written descriptions.
The stimuli are «figures of Levelt». These are composed of gridlike networks consisting of connected colored circles.
Subjects (n = 39) were required to write descriptions of 16 networks from 4 different types and in such a way that an other person should be able to draw them from the text.
Levelt explained his results by one main description's strategy, the «tour-like linearization» in which «the moves preserve maximal spatial connectedness».
That strategy was also founded in the present experiment but far less frequently than in Levelt results. Other strategies were brought out. They are based on hierarchical representation which consists on a partition of the figure into sub-parts which are then detailed at the elements' level.
Also we found a strategy we called «squaring» which consists in applying an i*j matrice to the figure (like in crossword).
The result of another experiment allow us to reject the hypothesis of an effect of the oral-written factor (Montarnal, 93).
In conclusion other hypotheses are considered : one is the possibility that the instructions given to the subjects were different ; another we are currently testing is that of a possible effect of the educational level of the subjects.
At last and from a theoretical point of view we emphasize the hierarchical representation of images as a basic feature of people mental representation.

Keys-words: design activity, planning, writing, description, linearization.

STRATÉGIES DE LINÉARISATION LORS DE DESCRIPTIONS TEXTUELLES DE CONFIGURATIONS SPATIALES

André Bisseret et Cécile Montarnal
INRIA- France

Introduction

La présente étude concerne la linéarisation dans l'activité de description textuelle. Celle-ci est une contrainte très générale de l'activité humaine qui provient du fait que la structure linéaire des actions n'est pas nécessairement contenue dans la représentation mentale de l'espace dans lequel ces actions doivent avoir lieu. Sur le plan d'un musée, le visiteur doit décider d'un ordre de visite. De même le livreur, sur sa représentation de la ville, doit appliquer un ordre, au départ de sa tournée.

Suite particulière d'actions, la description langagière subit notamment cette contrainte. Pour reprendre la définition de Fayol (89), «produire du langage, c'est appliquer - au sens mathématique de ce terme - une organisation non nécessairement linéaire, dans une autre strictement linéaire». De ce fait, des éléments proches dans le modèle mental vont devoir être éloignés dans le texte et inversement.

S'agissant du texte, ce problème est apparu relativement tard. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce fait : d'une part on a longtemps négligé, au niveau théorique, la représentation de «ce qui est dit» au profit de la seule représentation du texte lui-même ; d'autre part les recherches se sont longtemps focalisées sur le récit. Or celui-ci constitue l'un des cas particuliers dans lequel la représentation mentale de l'objet à décrire comporte un guide de linéarisation inhérent, constitué par la chronologie (Fayol, 89 ; Denis & Robin, 90 ; Ehrich & Koster, 83). La description des procédures constitue un autre exemple de ce type.

Cependant il est très fréquent qu'il en soit autrement. Nombre d'objets et de leurs représentations mentales sont «multidimensionnels et ne présentent aucune structure temporelle même implicite» (Denis, 92). Décrire alors, c'est «passer de la simultanéité de l'objet envisagé à la linéarité du discours» (Adam & Revaz, 89).

Cette nécessaire linéarisation est donc un sous-processus crucial dans l'ensemble du processus de rédaction. L'adoption d'un ordre de linéarisation, parmi les possibles pour une figure donnée, est non seulement une difficulté du rédacteur mais il semble bien influer de façon significative sur la compréhension par le lecteur. Cette influence est encore très peu étudiée. Une expérience, à notre connaissance, a exploré ce phénomène et montré qu'une description dont la structure séquentielle était ajustée aux attentes des lecteurs favorisait la rapidité de lecture et la mémorisation de la figure par rapport à une description selon une linéarisation très improbable (Denis & Denhière, 90).

Or l'activité de (production de) linéarisation a été défrichée de façon très intéressante à l'oral et en premier lieu par Linde & Labov (75). Ces auteurs demandent à chacun de leur sujets de

décrire son appartement. Ils mettent en évidence deux types de descriptions : les «cartes» et les «circuits imaginaires».

Les «cartes» partent d'une vue globale du plan de l'appartement, décomposée ensuite en sous-parties, elles-mêmes décrites enfin au niveau des pièces.

> *«If you were looking down at this apartment from a height, it would be like... a huge square with two lines drawn through the center to make like four smaller squares. »*

Cette forme de description est trouvée par ces auteurs dans 3% de leurs protocoles.
Pour le reste, les descriptions relèvent au contraire d'un «circuit imaginaire» à travers une sorte de réseau et qui consiste à commencer à la porte d'entrée et à parcourir les branches du réseau en nommant chaque pièce successive tout en donnant des instructions sur «comment l'atteindre».
L'étude de 72 descriptions révèle quelques principes réguliers exprimés par les auteurs sous la forme des 5 règles suivantes :

REGLE 1 : A partir de l'extérieur rentrer dans la première pièce.
REGLE 2 : Dans toute pièce sélectionner une branche qui ne comporte qu'une seule pièce
REGLE 3 : S'il n'y en a pas, sélectionner une branche (de plusieurs pièces) et y entrer.
REGLE 4 : S'il n'y en a pas, repartir de la dernière pièce qui comporte une branche non encore sélectionnée.
REGLE 5 : S'il n'y en a pas, arrêter.

Un point important est représenté par la règle 4 : lorsqu'il atteint la fin d'une branche et qu'il reste d'autres branches à décrire, le sujet ne revient pas sur ses pas mais se transporte instantanément au point d'origine de l'une d'elles.
Les auteurs insistent sur le fait que le choix de la porte d'entrée comme point de départ est une stratégie générale qui réduit le nombre d'options. Cette décision permet aussi l'utilisation des directions relatives gauche et droite (qui ne sont probablement pas caractéristiques de l'arrangement en mémoire) plutôt que les directions de la boussole.

Inspiré par ces résultats, un important travail de généralisation a été mené par Levelt (82a, 82b, 89) grâce à un matériel abstrait, très intéressant pour l'étude de la linéarisation. Il utilise des réseaux de cercles de même dimension, diversement colorés et reliés par des segments, eux-mêmes d'égale dimension, soit horizontaux soit verticaux. Ceci lui permet de construire des figures de complexité variable qu'il demande à des sujets de décrire «*de telle sorte que quelqu'un d'autre puisse reproduire la figure*» (voir des exemples de figures en annexe 1).

Sans doute par analogie avec la règle 1 de Linde & Labov, il impose à ses sujets un point de départ indiqué par une flèche (voir fig. 3-A). Les figures diffèrent en particulier par le nombre d'embranchements et donc de points de choix qu'elles comportent à partir de ce point de départ.

Les principaux résultats mis en évidence par Levelt sont les suivants :

Il retrouve un très faible pourcentage de descriptions par décomposition en sous-parties à partir d'une description de structure globale de la figure (un seul sujet sur 53). Comme chez Linde & Labov, les descriptions correspondent pratiquement toutes à des «circuits» à partir du point de départ imposé.

Levelt trouve cependant deux types de circuits qui diffèrent par la façon dont les sujets reviennent aux embranchements lorsqu'ils sont au bout d'une branche. Il retrouve ce qu'il appelle les «*jumpers*» qui représentent environ 2/3 des sujets et sont caractérisés par le fait qu'ils reviennent directement à l'embranchement (cf. règle 4 de Linde et Labov). Mais il trouve un nouveau type de circuit : des sujets (1/3 de l'ensemble), qu'il appelle les «*movers*», reviennent à l'embranchement en redécrivant à l'envers la branche qu'ils viennent de décrire. En

quelque sorte, ils décrivent la figure «sans lever le crayon (mental)». Ces types sont très consistants : seuls 4 sujets sur 53 sont à la fois *jumper* et *mover* mais avec une forte préférence pour l'un des deux.

Par ailleurs, Levelt trouve deux systèmes de référence :
- d'une part un système dit «ego-orienté» où le sujet se prend lui-même comme base de référence et indique les directions (à gauche, à droite, au-dessus, etc.) correspondant aux mouvements de son regard
- et d'autre part le système «intrinsèque» où le sujet décrit les directions comme s'il se déplaçait sur la figure : il utilise la direction du dernier mouvement comme référence de la direction du nouveau mouvement (il va utiliser par exemple «tout droit» pour continuer dans une même direction). Il n'utilise ni «vers le haut» ni «vers le bas».

Le système «ego-orienté» est utilisé par 2/3 des sujets cependant que 1/3 utilise le système orienté «intrinsèque». Là encore les sujets sont très consistants, tant intra-figure qu'inter-figures.

Il n'y a pas de relations significatives entre les types de circuit et les systèmes de référence. Tant les *jumpers* que les *movers* peuvent être aussi bien *ego-orientés* qu'orientés *intrinsèques*.

Enfin Levelt étudie surtout un aspect important de ces stratégies de *circuit* : il s'agit des régularités de choix d'une branche par rapport à une autre, aux embranchements. L'hypothèse de Levelt est que de telles régularités existent qui dérivent d'un «principe de moindre effort» : les sujets vont choisir, toutes choses égales par ailleurs, la description qui minimise le nombre des éléments en mémoire pendant la description d'une branche (ou la durée de leur maintien), ainsi que la longueur de la description.
Ce principe donne lieu à l'hypothèse de 3 règles[1] spécifiques de différents types de figures :

R1- Entre deux branches linéaires (c.a.d. sans nouveau point de choix), les sujets choisissent d'abord la branche la plus courte.
R2- Entre une branche linéaire et une branche complexe (comportant au moins un nouveau point de choix), ils choisissent la branche linéaire.
R3- En présence d'une boucle ils choisissent de décrire d'abord la boucle, ce qui revient à la dérouler et évite de devoir mettre en mémoire un point de retour.

Les résultats vont plutôt dans le sens des hypothèses au moins pour la règle 1 qui est bien vérifiée. La règle 2 cependant n'est vérifiée que pour les *jumpers* (les *movers* choisissent au contraire plutôt la branche plus complexe). A l'inverse la règle 3 n'est vérifiée que pour les *movers*.

Ce problème des régularités de choix a été repris plus récemment et de façon plus systématique par Robin et Denis (91) et Denis et Al. (92) (voir aussi Robin (90) pour une étude développementale). Ils font varier la charge différentielle entre les deux branches en ajoutant progressivement des cercles à l'une des branches. Leur résultats sont du même ordre que ceux de Levelt mais les précisent de façon importante. En particulier ils montrent que la probabilité de suivre les règles de choix augmente lorsque la différence entre les branches augmente. Concernant la règle 2, un résultat intéressant indique que c'est la complexité perçue qui contraint le choix : en effet lorsque la branche linéaire est présentée sous la forme d'une ligne brisée, alors sa probabilité d'être décrite en premier devient du même ordre, voire inférieure, à celle de la branche réellement complexe.

De plus ces auteurs obtiennent un résultat important en comparant les descriptions réalisées en condition normale de présentation visuelle à des descriptions réalisées dans une condition de

---

[1] Nous utiliserons ici le mot «règle» par souci de simplicité mais nous l'entendons comme synonyme de «régularité». Levelt utilise le terme de «*constraint*».

description d'image mentale. Dans cette dernière condition, les sujets apprennent la figure, puis celle-ci étant cachée, ils doivent la décrire de mémoire. Les auteurs découvrent une grande similarité entre les stratégies de description en présence de la figure et en condition d'image mentale ; les trois règles se manifestent de la même façon. Les auteurs soulignent que ce résultat est compatible avec l'hypothèse que ce sont des processus similaires qui interviennent lors du traitement d'objets perçus ou d'images mentales des même objets.

Ceci étant, d'autres résultats (Ullmer-Ehrich, 82 ; Ehrich & Koster, 83) viennent relativiser sensiblement la généralité de la stratégie de circuit. Ces auteurs, après une expérience de terrain dans laquelle ils font décrire à des étudiants l'ameublement de leur chambre, mènent une expérience plus contrôlée : ils font apprendre par des sujets (par apprentissage incident) l'aménagement d'une salle de séjour miniature, garnie de meubles de poupée et que l'on peut découvrir en regardant à travers la porte d'entrée ; puis ils leurs demandent d'en faire une description orale (et donc en condition d'image mentale).

Dans une condition,l'ameublement est disposé de façon fonctionnelle, typique d'une salle de séjour habituelle avec une zone salon, un zone à manger et une zone de travail ainsi qu'une zone sans fonction évidente. Dans l'autre condition au contraire, l'ameublement est disposé également en quatre zones mais de façon chaotique, non fonctionnelle.

Les auteurs constatent que les descriptions des sujets reflètent cette subdivision en zones et qu'elles se présentent donc comme des décompositions hiérarchiques de l'ensemble.
Ils sont ainsi amenés à distinguer deux niveaux de linéarisation : un *niveau haut* qui représente la linéarisation des sous-régions de l'ameublement global et un *niveau bas* qui représente la linéarisation des items élémentaires (meubles) à l'intérieur d'une sous-région.

Au niveau haut, ils distinguent deux modes de description différents :
- l'un de «circuit du regard» consiste pour le sujet à décrire les meubles en tournant autour de la pièce le long des murs ; cette stratégie respecte au maximum la connexité spatiale entre les éléments.
- l'autre en «lignes parallèles» consiste pour le sujet à décrire les meubles selon plusieurs parallèles traversant la pièce d'un mur au mur opposé et donc sans respecter la connexité maximale entre les éléments.

Au niveau bas, deux modes de description sont mis en évidence :
- l'un de «séquencement» consiste à décrire les meubles élémentaires en situant chacun par rapport au précédent en respectant donc la connexité ;
- l'autre de «groupement» dans lequel un seul meuble sert de référent pour situer les autres de la même sous-région et donc sans respecter la connexité.

Les auteurs montrent que, de façon significative, on est en présence d'un processus ascendant (bottom up) à partir de deux facteurs au départ : la *fonctionnalité* (disposition typique des meubles) et la *saillance* (un meuble se distingue de ses voisins par sa grande taille)[2].

Le processus peut être résumé de la façon suivante :
Si *fonctionnalité* ou *saillance* alors la description au niveau bas est de type «groupement»
Sinon elle est de type «séquencement»
Et
Si «groupement» alors la description au niveau haut est en «lignes parallèles»
Si «séquencement» alors elle est en «circuit du regard»

2 A propos de saillance il faut signaler l'étude de Conklin & McDonald (82) qui montrent l'intérêt de la «saillance relative» des composants de scènes naturelles pour rendre compte de la description qu'en font des sujets. Ils utilisent ensuite ce critère pour la composition de descriptions par ordinateur.

La moitié des 40 sujets testés décrivent par «groupement» et 30 % par «séquencement» («autres» : 20%). Ces 30 % qui décrivent par «séquencement» utilisent tous le «circuit du regard», au niveau haut. Ils respectent donc systématiquement la connexité.
Cependant sur les 50 % qui utilisent au contraire le «groupement», 37,5 % utilisent les «lignes parallèles» et ne respectent donc pas du tout la connexité.

Ces résultats plus complexes permettent de situer les résultats obtenus sur les figures de Levelt. Celles-ci sont non significatives et composées d'éléments semblables ; elles sont plutôt analogues à la condition de l'ameublement chaotique de Ehrich et Koster ce qui expliquerait que les sujets choisissent de façon quasi unique la stratégie du «tour du regard» telle que *les mouvements préservent une connexité spatiale maximale* (l'item suivant est directement connecté à l'item courant). Pour Levelt (89) en particulier, «des sauts n'ont lieu que pour revenir à des points de choix et il semble que non seulement les mouvements mais aussi les sauts sont aussi petits que possible, à savoir des retours au dernier point de choix».

Au demeurant l'ensemble des résultats ainsi résumés a été obtenu à l'oral. A l'écrit, seule l'étude de Denis & Denhière citée plus haut comportait cependant une expérience préliminaire consistant à faire décrire une figure composée de 6 objets disposés en une matrice de 2 lignes de 3 objets (ou 3 colonnes de 2 objets). Aucun point de départ n'était imposé. Leur résultats manifestent une très grande dispersion des modes de linéarisation d'une telle figure. Sur 35 sujets, les auteurs recensent 22 ordres différents, l'ordre de lecture occidental (de gauche à droite et de haut en bas) représentant le plus fréquent (mais seulement 9 sujets sur 35).

L'expérience que nous allons présenter avait donc pour objectif d'explorer plus avant le processus de linéarisation à l'écrit et ceci en cherchant à profiter des résultats déjà relativement précis obtenus à l'oral ; pour commencer nous avons choisi la condition de sémantique minimale permise par les figures de Levelt.

Une de nos conditions expérimentales est donc une réplique des conditions expérimentales de Levelt. Par ailleurs Levelt fait état d'une difficulté à distinguer les systèmes de référence «ego-centré» et «intrinsèque» dans la mesure où, dans de nombreux cas, ils entraînent les mêmes expressions (pour à gauche et à droite en particulier) et ne se distinguent guère que lors des utilisations du «tout droit» par les utilisateurs du système intrinsèque. Nous avons donc utilisé une condition expérimentale où les figures ont subi une rotation de 180° telle que la flèche indiquant le point de départ imposé pour la description se trouve en haut et dirigée vers le bas. Ceci doit permettre une bonne distinction entre les deux systèmes : avec le départ vers le bas, un «à droite» par exemple, en système ego-centré est un «à gauche» pour le système intrinsèque. Enfin, sauf l'expérience préliminaire de Denis et Denhière dont nous venons de parler, tous les travaux ont été faits jusqu'ici en imposant un point de départ pour la description (simulation du départ de la porte d'entrée dans les tâches de descriptions d'appartement). Cette contrainte réduit très sensiblement le nombre des choix possibles pour décrire la figure. On peut de plus faire l'hypothèse, qu'elle induit fortement la stratégie de «circuit» à partir de ce point de départ indiqué. Or bien des configurations spatiales, d'objets à décrire n'induisent pas de point de départ évident pour leur description. Il serait donc très utile de connaître les éventuelles régularités, en l'absence de toute indication de point de départ, ne serait-ce que pour savoir mieux situer son effet lorsqu'il est imposé par la situation. Notre expérience comprend donc une condition sans point de départ imposé.

Méthode

sujets

L'expérience portait sur 39 sujets adultes. Pour 37 d'entre eux, le français était la langue maternelle ; seuls deux sujets étaient étrangers mais parlant couramment le français (une allemande et une algérienne). La plupart (34) des sujets étaient des étudiants de l'université de Grenoble, de disciplines diverses (lettres, mathématiques et informatique, sciences de la vie,

sciences sociales, droit...). 5 sujets étaient dans la vie professionnelle dont 4 après des études supérieures et 1 ayant le niveau du BEPC.
La moyenne d'âge était de 23 ans. 19 sujets étaient des hommes et 18, des femmes. Cinq d'entre eux étaient gauchers.

matériel

Il s'agit d'un matériel semblable à celui de Levelt c'est-à-dire des réseaux composés de pastilles de couleurs différentes reliées par des segments. Les cercles qui composent les figures sont tous de même diamètre (1,5 cm) et les segments de même longueur (1,5 cm).

Quant aux configurations retenues, il s'agit du même ensemble de figures que celui utilisé par Robin (90) qui présente quatre types de configurations (voir fig. 1 et pour l'ensemble des figures l'annexe 1) :

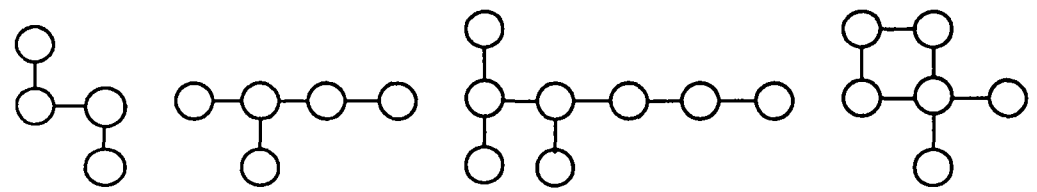


Figure linéaire (Ln) | Figure hiérarchique simple (Hs) | Figure hiérarchique enchâssée (He) | Figure en boucle (Bc)

Figure 1 - Les 4 types de structure utilisés.

Au total l'ensemble comprend 16 figures : 4 figures ont une structure linéaire (Ln) ; 4 sont de structure hiérarchique simple (Hs) en ce qu'elles ne comportent qu'un seul point de choix ; 4 sont de structure hiérarchique emboîtée (He) qui comportent deux points de choix ; et 4 figures comportent une boucle (Bc) dans lesquelles le point de choix offre trois possibilités de direction.
Chacun de ces groupes de 4 figures est composé en fait de deux figures différentes plus leur symétrique par rapport à la verticale (voir fig. 2).
Outre ces 16 figures, deux figures d'entraînement sont proposées en début de passation. Il s'agit de figures linéaires.

Figure 2 - Exemple d'une figure et de sa symétrique

Par ailleurs le matériel diffère selon les conditions expérimentales (cf. fig. 3) :

- dans une condition A une flèche vers le haut indique le point du bas de la figure par lequel le sujet doit commencer sa description (il s'agit là de la même condition que celle utilisée par Levelt et reprise par Robin et Denis).
- dans une deuxième condition B le matériel comporte les mêmes figures mais après rotation de 180°; le même cercle est désigné comme point de départ de la description, mais donc cette fois par une flèche placée en haut de la figure et pointée vers le bas.

– dans une troisième condition C, le matériel n'impose pas de contrainte de départ. La figure ne comporte pas de flèche. Elle est présentée dans le même sens que dans la condition A.

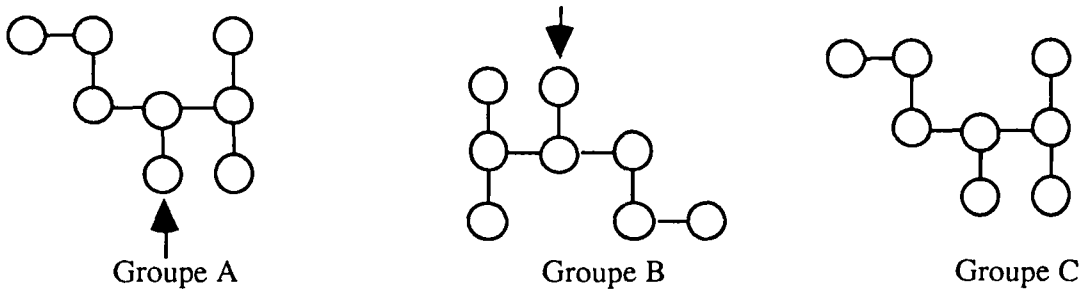


Figure 3 -Les trois conditions de passation dans notre expérience

procédure

dispositif technique

Chaque figure est dessinée au centre d'une feuille de format A4 disposée dans le sens de la longueur («à l'italienne»). Les feuilles sont reliées en un fascicule, selon l'ordre de passation affecté au sujet.
Par ailleurs, chaque sujet reçoit un cahier de description avec une page de garde où sont recueillies quelques informations sur le sujet (âge, sexe, profession, latéralité). Une deuxième page où est inscrit un résumé de la consigne, puis 18 pages, une par description, avec en tête le numéro de la figure à décrire.

déroulement de l'expérience

Les sujets étaient des volontaires non rémunérés. Pour prendre rendez-vous, il leur était expliqué que l'expérience porterait sur la description de figures entre personnes dans le cadre d'une recherche sur la communication homme-machine.

Les passations avaient lieu par groupe de 8 personnes maximum. Après avoir distribué le matériel, l'expérimentateur lisait à haute voix la consigne complète (cf. paragraphe suivant).

Les sujets commençaient alors leur description, individuellement. Lorsqu'ils avaient terminé la description de leurs essais, l'expérimentateur vérifiait que la consigne avait été correctement comprise, et les sujets pouvaient alors continuer leur tâche jusqu'à la dernière figure.

Le temps de passation était libre. Il a été en moyenne de 70 minutes environ mais avec d'importantes variations d'un sujet à l'autre : certains sujets avaient fini au bout de 30 minutes, alors que d'autres avaient besoin de plus de 1h30.

consigne

La consigne donnée par l'expérimentateur était la suivante:

> «Nous allons vous demander de décrire des figures, par écrit. Dans les pochettes distribuées se trouvent d'une part un livret avec les figures à décrire, d'autre part des feuillets sur lesquels vous inscrirez vos descriptions.
> Voici donc les figures que vous aurez à décrire. *(L'expérimentateur montre alors un exemplaire de livret de figures).*
> Pour chacune d'entre elles, décrivez-la, de manière à ce qu'une autre personne, puisse la reproduire, à partir de votre description.
> Sachez que la personne qui reproduira les figures sera prévenue à l'avance du type de figures dont il s'agit. En effet, il lui sera présenté très rapidement le livret que voici qui regroupe toutes les figures qu'elle aura à reproduire. La présentation sera rapide afin qu'elle n'ait pas le temps d'étudier les

figures en détails. Vous savez ainsi qu'elle aura tout de même une idée du type de figures dont il s'agit.
Commencez toujours votre description à partir de la flèche. *(Cette partie de la consigne n'était lue que pour les sujets ayant un flèche, soit les groupes A et B).*
Il vous est proposé deux figures d'essais, afin que vous puissiez vous familiariser avec la tâche demandée. Ces deux essais ne comptent pas.
S'il vous plaît, respectez les consignes données ; ceci est très important pour la réussite de cette expérience. En particulier décrivez bien les figures indépendamment les unes des autres, dans l'ordre où elles sont reliées et ne corrigez pas après coup, le texte d'une figure précédente.
Pouvez-vous aussi avoir la gentillesse d'écrire le mieux possible, afin que la personne qui utilisera votre description puisse vous relire. Merci.»

plan d'expérience

Les 39 sujets ont été répartis en trois groupes indépendants, en distribuant au mieux les femmes et les hommes ainsi que gauchers et droitiers. Ainsi chaque groupe comporte 13 personnes, 6 ou 7 femmes et 6 ou 7 hommes, dont 1 ou 2 gauchers.

Le groupe A correspond à la condition «flèche en bas»
Le groupe B correspond à la condition «flèche en haut»
Le groupe C correspond à la condition «sans flèche»

Les figures sont présentées dans un ordre aléatoire, différent pour chaque sujet. Les mêmes ordres ont été utilisés pour les trois groupes. Cependant les quatre figures les plus simples (linéaires) sont toujours proposées en premier et dans le même ordre, afin que les sujets abordent la tâche avec facilité.
Les données recueillies et qui sont analysées sont constituées de 624 textes (16 textes pour chacun des 39 sujets).

Résultats

Remarque : La tâche n'est pas facile et un certain nombre de descriptions ne permettrait pas de reproduire la figure avec exactitude. Il n'est pas rare en particulier que les sujets omettent d'indiquer une direction (à droite, à gauche etc.). Cependant nous ne nous préoccupons pas du problème de la compréhension dans cet article et pour notre présent objectif qui est d'analyser les stratégies de linéarisation, ce n'était pas gênant : pratiquement, grâce à la figure, il a toujours été possible d'obtenir les intentions des sujets quant à l'ordre de descriptions des éléments.

Les systèmes de référence.

Sur les 39 sujets, un seul sujet manifeste l'utilisation du système de référence «intrinsèque» ; il n'est d'ailleurs pas constant et mélange les deux systèmes, y compris dans une même figure[3].
A cette exception près, les sujets utilisent tous le système de référence «ego-centré».
Notre condition B avec flèche vers le haut devient donc inutile. Nous conservons cependant la distinction de ce groupe dans la mesure où il ne donne pas de résultats identiques au groupe A.

Classification des stratégies de description.

L'analyse des 624 textes montre qu'il n'est pas possible d'en rendre compte grâce à la seule stratégie de «circuit» comme c'était le cas pour Levelt. D'autres stratégies sont nécessaires,

[3] Ce sujet est singulier : Il procède par métaphore et assimile chaque cercle à un lieu, donnant une valeur symbolique aux couleurs (vert = forêt, rouge = ville ....). Pour décrire les figures, il évoque des groupes de personnes se déplaçant dans les figures. Aux embranchements, il annonce un croisement et précise que le groupe se scinde en deux parties, chacune visitant une des branches. Remarquons qu'il s'agit du sujet de niveau BEPC.

analogues à celles trouvées par Ehrich & Koster (83) dans leurs descriptions d'ameublement *en condition fonctionnelle ou de saillance d'un élément.* Voici donc la classification des stratégies que nous avons été amenés à utiliser.
On distingue 3 grandes stratégies : «circuit», «décomposition» et «quadrillage».

1 - Stratégie de «circuit »

1.1 «circuit simple»
C'est celle définie par les précédents auteurs par le principe de connexité et qui consiste à considérer la figure comme un réseau que l'on parcourt (comme du regard) «en choisissant autant que possible comme noeud suivant à décrire, un noeud en connexion directe avec le noeud courant» (Levelt, 89 p. 140).
On distingue deux catégories de circuit par la façon de revenir à un point de choix lorsque l'on est en bout de branche et que la description n'est pas terminée :
1.1.1 - le «cheminement» (mover) consiste à revenir sur ses pas en re-décrivant la branche à l'envers jusqu'au point de choix (cf. annexe 2, Ex. 1)[4]
1.1.2 - le «saut» (jumper) consiste à revenir directement au point de choix en explicitant ou non ce retour (cf. Ex. 2 et 3).

1.2 circuit avec «embranchement annoncé»(ebr)*
Il s'agit de la stratégie circuit par saut mais comportant une annonce (plus ou moins explicitée) des points d'intersection et des branches qui en partent (cf. Ex. 4, 5 et 6)

2 - stratégie de «décomposition»
Cette stratégie est analogue aux «cartes» de Linde & Labov (cf. l'exemple de l'introduction) et à laquelle Levelt (82, p.254) fait une allusion pour signaler qu'il ne l'a rencontrée qu'une fois chez un sujet pour une figure. Elle est aussi à rapprocher de la stratégie de «groupement» mis en évidence par Ehrich & Koster. Il s'agit d'une décomposition hiérarchique de la figure : celle-ci est vue comme un ensemble de sous-parties composées elles-mêmes d'éléments de base.

2.1 décomposition ordinaire (dcp)
Dans les cas rencontrés ici, la figure est soit d'abord explicitement caractérisée globalement (ex. «c'est un T») ou non ; en tout état de cause, elle est décomposée en parties (ex. «une ligne verticale et une ligne horizontale») dont les composants (les cercles) sont décrits.
On distingue donc des décompositions à deux niveaux d'abstraction (dcp2; cf. Ex. 8) et d'autres à un seul niveau d'abstraction (dcp1; cf. Ex. 7).

2.2 décomposition par «squelettisation» (SQ)
C'est un cas particulier intéressant de décomposition dans lequel le sujet décrit d'abord une partie prégnante et relativement importante en nombre d'éléments, à laquelle il rattache ensuite les quelques éléments qui restent à décrire (cf. Ex. 9 et 10). Cette stratégie a une certaine analogie avec le «groupement» autour d'un élément saillant trouvé par Ehrich & Koster.

Les sous-figures ainsi rencontrées dans les décompositions sont le plus fréquemment le *segment* (de 2 à 5 cercles) horizontal ou vertical et parfois appelé «*axe*», le *carré* et la *croix* (dans les figures Bc), mais on trouve également chez un sujet «*un rectangle non fermé dans sa longueur supérieure*» (fig. He7 et He8) ; ou bien encore chez un autre sujet une décomposition des figures en «*coudées*» (= 3 cercles formant un angle droit) en distinguant «coudée à droite» et «coudée à gauche»...

---

[4] Pour chacune des classes les exemples (Ex n) sont en annexe 2.

3 - stratégie de «quadrillage»
Elle peut être rapprochée des descriptions en «lignes parallèles» trouvées par Ehrich & Koster. Il s'agit d'une stratégie dans laquelle le sujet énumère les cercles, ligne par ligne et/ou colonne par colonne, un peu comme s'il s'agissait de mots croisés et donc indépendamment de leurs liaisons ; celles-ci sont signalées seulement en complément (cf. Ex. 11). Un sujet explicite même la construction d'une matrice i*j dans laquelle il place ensuite les cercles (cf. Ex. 12).

Fréquence d'utilisation des stratégies

Remarques : l'appartenance d'une description donnée à une classe ne peut pas (encore) être définie complètement selon des critères nécessaires et suffisants. Il s'agit plutôt d'une classification *par prototype*. Pour chacune des classes définies ci-dessus on trouve des exemples très typiques. D'autres le sont moins. Il est cependant rare qu'une description soit ambiguë quant à son classement dans l'une des trois grandes catégories. Lorsque cela s'est produit notre règle a été de favoriser l'interprétation en terme de «circuit».
A l'intérieur de la stratégie de décomposition on trouve des ambiguïtés entre les sous-catégories. Nous avons donc créé un catégorie «décomposition ambiguë» (amb).
De plus un petit nombre de descriptions n'entre pas dans les classes distinguées et a donc été rejeté dans une catégorie «autres» (??).
Il existe une forte tendance chez les sujets à être constants dans l'application d'une seule stratégie pour toutes les figures ; mais d'une part ce n'est vrai que si l'on analyse au seul niveau des 3 grandes stratégies et d'autre part même à ce niveau, la proportions de sujets non constants n'est pas négligeable et empêche de caractériser chaque sujet par une stratégie. Ce sont donc des descriptions élémentaires que nous dénombrons (une figure/un sujet).

Les descriptions des figures linéaires

Il apparaît important de rendre compte en premier lieu des résultats obtenus pour les seules figures linéaires. En effet ils diffèrent sensiblement des résultats de Levelt qui n'avait trouvé strictement aucun cas de description ne respectant pas la connexité dans les figures linéaires.

Le tableau 1 indique la répartition des descriptions de figures linéaires selon les 3 stratégies. Ainsi, même pour des figures linéaires, et y compris dans les conditions avec départ imposé, il existe des sujets qui produisent certaines descriptions par décomposition ou quadrillage plutôt que de respecter la connexité des cercles en leur succession. Pour la décomposition, il s'agit de 2, 1 et 3 sujets pour les groupes A, B et C respectivement et, pour le quadrillage, d'un sujet dans le groupe B.
Ce résultat est d'autant plus remarquable que tous les sujets commençaient par les figures linéaires. Ils ne peut donc pas s'agir d'un *effet de set* à partir de figures plus complexes.

Fig. Linéaires	gr A	gr B	gr C	tot.
circuit	44 **85**	46 **88**	45 **86**	135 **87**
décompose	8 **15**	4 **08**	7 **13**	19 **12**
quadrille	0 **0**	2 **4**	0 **0**	2 **1**
total	52 **100**	52 **100**	52 **100**	156 **100**

tableau 1 : nombres et pourcentages (en gras) de descriptions selon les 3 grandes stratégies, pour les figures linéaires et dans les 3 conditions.

Les descriptions de figures non linéaires

Ces trois stratégies se retrouvent à plus forte raison dans les figures plus complexes faisant intervenir au moins un embranchement. Pour ces figures un résultat, de nouveau remarquable, est le fait qu'un seul sujet adopte la stratégie du «cheminement». Il s'agit d'un sujet du groupe C, sans contrainte de départ. Il est constant dans cette stratégie.
Hormis ce sujet, lorsqu'il y a stratégie de «circuit», elle est de type «saut».

Le tableau 2 permet de remarquer que :
- cette stratégie de «circuit» n'est pas majoritaire dans la condition C. On peut donc faire l'hypothèse que la contrainte de départ contribue beaucoup à induire le recours intensif à cette stratégie.
- Au total les proportions de descriptions par décomposition ou par quadrillage ne sont en aucune façon des exceptions : largement majoritaires (> 50 %) pour les sujets sans contrainte de départ, elles restent non négligeables (de l'ordre de 20%) pour les groupes avec la contrainte de départ (A et B).

Fig. Hs He Bc	gr A	gr B	gr C	tot.
circuit	127 **81**	117 **75**	65 **42**	309 **66**
décompose	29 **19**	28 **18**	71 **45**	128 **27**
quadrille	0 **0**	11 **7**	15 **10**	26 **6**
??	0 **0**	0 **0**	5 **3**	5 **1**
total	156 100	156 100	156 100	468 100

Tableau 2 : nombres et pourcentages (en gras) de descriptions selon les 3 stratégies pour les figures à embranchement et pour les 3 conditions.

Caractéristiques de détails des descriptions

Choix du point de départ en condition sans contrainte

La condition C permet de mettre en évidence une régularité dans le choix du point de départ. La figure 4 indique les fréquences de localisation du point de départ selon les grandes directions (gauche, droite, haut, bas).

haut gauche	39 **25**	haut	0	haut droite	9 **6**
gauche	47 **30**	un cercle interne – dont le cercle d'embranchement	33 **21** 20 **13**	droite	6 **4**
bas gauche	6 **4**	bas	14 **9**	bas droite	2 **1**

Figure 4 : nombres et pourcentages (en gras) de choix du point de départ selon les directions (gauche, droite, haut, bas).

Le départ d'un point interne à la figure est relativement fréquent (21%) ; dans ce cas il s'agit le plus souvent du point d'embranchement (≈ 2/3 des cas).
Les 14 départs du bas concernent le cercle qui est imposé dans la condition A (de même que 3 départ «bas gauche» et 1 départ «bas droite»).
On remarque une tendance nette à partir de la gauche ou du haut de la figure. On peut faire l'hypothèse qu'il s'agit de l'influence du stéréotype (occidental) de l'écriture.
Quoiqu'il en soit, il est clair que le départ imposé dans les conditions A ou B est une contrainte qui ne correspond pas au départ spontané dans ce type de figures.

Les types de «décomposition»

L'examen du détail des stratégies de décomposition (tableau 3) montre qu'en absence de contrainte de départ (gr C) une tendance forte est à décrire par squelettisation. Ceci est particulièrement vrai pour les figures en boucle pour lesquelles les sujets partent souvent du carré ou de la croix.
Par contre les figures plus simples et particulièrement les figures Hs permettent rarement de distinguer entre le mode squelettisation et la décomposition à un niveau (grand nombre d'ambiguïtés).
La contrainte de départ influe sur cette tendance en diminuant très sensiblement le recours à la squelettisation, particulièrement pour le départ en bas (gr. A).

décomposition tt fig	gr A	gr B	gr C	tot.
squelettisation	6 **16**	9 **28**	31 **40**	46 **31**
décomposition 1 niv.	30 **81**	21 **66**	13 **17**	64 **43**
décomposition 2 niv.	1 **3**	0 **-**	4 **5**	5 **3**
décomposition ambiguë	0 **-**	2 **6**	30 **38**	32 **22**
total	37 **100**	32 **100**	78 **100**	147 **100**

Tableau 3 : nombres et pourcentages (en gras) de «décomposition» par types pour l'ensemble des figures et pour les 3 conditions.

L'annonce de l'embranchement dans les stratégies en «circuit»

Parmi les descriptions qui ont été classées au tableau 2 comme «circuit», toutes ne répondent pas en fait à la définition stricte de cette stratégie. En effet nous trouvons des descriptions qui, avant de décrire chacune des branches successivement, *annoncent* explicitement l'existence d'un embranchement (ebr*).
Le tableau 4 indique les proportions de ces descriptions avec annonce parmi l'ensemble des stratégies de circuit. Ces descriptions avec annonce sont majoritaires dans le groupe A alors que c'est l'inverse pour les autres groupes et tout particulièrement le groupe C où ce mode de description est relativement peu représenté. Ainsi, sans contrainte de départ, les descriptions de type circuit (déjà peu fréquentes) présentent aussi peu d'annonces de l'embranchement. En ce qui concerne les conditions avec contrainte de départ on constate une interaction intéressante bien que difficile à expliquer : le fait de retourner la figure en modifie la représentation ; pour le moins au niveau de la manifestation explicite de cette représentation, le départ en haut (gr. B) induit relativement moins d'annonces de l'embranchement alors que c'est l'inverse dans le cas du départ en bas (gr. A).

fig. Hs He Bc	gr A	gr B	gr C	tot.
circuit simple	56 **44**	74 **63**	54 **83**	184 **60**
circuit ebr annoncé	71 **56**	43 **37**	11 **17**	125 **40**
total "circuit"	127 100	117 100	65 100	309 100

Tableau 4 : détail des nombres et pourcentages (en gras) de deux types de stratégies circuit

Il est de plus possible de distinguer clairement 3 catégories d'annonces de l'embranchement selon le degré d'explicitation de l'embranchement :

- un premier degré d'explicitation faible (ebr1) qui consiste à indiquer l'existence de deux branches au moyen, principalement, d'une mise en forme matérielle du texte (tirets , retraits, paragraphes...) ou avec des expressions telles que «d'une part à gauche....» suivie plus loin de «d'autre part à droite...» (cf. ex. 4) ;
- un deuxième degré d'explicitation plus fort (ebr2) consiste à exprimer verbalement l'existence de deux branches grâce à des expressions telles que : «maintenant un cercle-carrefour...» ; «il y a deux chemins possibles...» ...
- enfin un troisième degré d'explicitation maximum (ebr3) consiste non seulement à annoncer qu'il y a deux branches mais encore le premier cercle de chacune, pour ensuite décrire tour à tour leur suite respective (cf. Ex. 6).

Le tableau 5 présente les pourcentages de ces différents types d'annonce parmi les descriptions avec annonce (ebr*).

Hs He Bc	gr A	gr B	gr C	tot.
cheminement	0	0	12	12
déroule boucle	14	14	8	36
ebr 0	42 **37**	60 **58**	34 **75**	136 **52**
ebr 1	38 **34**	24 **23**	4 **9**	66 **25**
ebr 2	22 **19**	7 **7**	4 **9**	33 **13**
ebr 3	11 **10**	12 **12**	3 **7**	26 **10**
total ebr*	113 **100**	103 **100**	45 **100**	261 **100**
non circuit	29	39	86	154
???	0	0	5	5
total	156	156	156	468

Tableau 5: nombres et pourcentages (en gras) des différents types d'annonce de l'embranchement parmi les stratégies de type «circuit»

Ce phénomène d'annonce de l'embranchement suggère l'hypothèse que nombre de sujets qui utilisent la stratégie dite de «circuit» se livrent en fait à une décomposition (particulière) de la figure en ces sous-parties que sont les branches. Dans cette optique, nous faisons l'hypothèse complémentaire que certains, qui ne signalent pas du tout l'embranchement, pourraient en fait avoir une représentation identique (ils se représentent la figure comme décomposable en deux branches) et que la différence constatée résiderait seulement dans le fait qu'ils ne font pas état de cette décomposition dans la production langagière de leur texte. Il s'agirait donc d'un niveau d'explicitation 0 (ebr 0).
Toutefois il est improbable que ce soit le cas pour les descriptions par cheminement ou pour celles qui, dans les figures en boucle, consistent à dérouler la boucle et donc à interpréter la

figure plutôt comme une simple ligne et non comme composée de deux branches. Ces derniers types de description ont été isolés dans le tableau 5.

Intrusion de la «décomposition» dans les descriptions «circuit».

Nous avons jusqu'ici regroupé sous la rubrique «circuit» toute stratégie de description dominée par le principe de connexité maximale c'est-à-dire où, autant qu'il est possible, le nouveau cercle décrit est directement relié au précédent et situé par rapport à lui.

Cependant ce mode de description n'est pas toujours pur. Nombre de ces descriptions introduisent au moins un élément abstrait au dessus du niveau des cercles élémentaires (regroupement de cercles en une unité d'ordre supérieur).
Il peut s'agir de simples traces d'une interprétation à ce niveau :

Ex. : «à la verticale *se suivent deux* couleurs...»
ou : «à l'horizontale *suit les couleurs* jaune vert orange...»
ou encore : «on a 3 cercles de part et d'autre du cercle bleu et ils sont disposés horizontalement (2 cercles a gauche du cercle bleu et un droite)...»

Mais il s'agit souvent aussi de références explicites aux mêmes éléments que l'on trouve dans les descriptions par décomposition (segment ; carré ; croix ...) voire dans quelques cas d'une caractérisation globale de la figure (ex.: «on a 4 cercles disposés comme un quatre...»[5]

Ces références peuvent être utilisées soit en *annonce*,

Ex. : fig. Bc1, gr. A :
«point de départ la couleur rouge puis suit verticalement la couleur bleu. celui-ci représente le coin d'un carré. (le coin du bas à droite d'un carré). Ainsi suit trois autres couleurs en suivant les aiguille d'une montre les couleurs noirs orange verte et donc bleu.
à l'horizontale de la couleur bleu sur la droite apparaît un dernier cercle de couleur marron.»

soit en position de récapitulation

Ex. : fig Bc1, gr A :
«Le 1er est rouge Le 2ème est bleu il est au dessus du rouge. Le 3ème est noir il est à gauche du bleu. Le 4ème est orange il est au dessus du noir. Le 5ème est vert il est à droite du orange et au dessus du bleu. Le 6ème est marron il est à droite du bleu .
Ainsi :
Les ronds orange, vert, noir bleu forment un carré
Les ronds noir bleu marron une ligne droite horizontale
Les ronds vert, bleu, rouge : une ligne droite verticale»

Ce phénomène de récapitulation peut aller jusqu'à deux descriptions complètes successives : la première de type «circuit» strict suivie d'une deuxième description alternative de type décomposition ou quadrillage[6].

Ex : fig Hs3 ; gr A :
«Le 1er est rose , le 2ème est bleu il est placé au dessus du rose dans la verticale. Le 3ème est vert il est placé à la gauche du bleu à l'horizontale. Le 4ème est rouge il est placé à la gauche du vert toujours à l'horizontale. Le 5ème est orange il est placé à la droite du bleu.
Vision d'ensemble :
1 ligne droite horizontale composée de 4 ronds : de gauche à droite : un rouge, un vert, un bleu, un orange. et sous le bleu formant un angle droit à la verticale un rond rose.»

---

[5] Dans ces cas la caractérisation globale de la figure n'est pas suivie d'une décomposition en sous-figures. Ils n'ont donc pas été classés dans les décomposition à 2 niveaux (dcp2).

[6] Nous avons trouvé cependant l'inverse : le sujet donne d'abord une description par décomposition puis en alternative une description par circuit.

Le tableau 6 montre les proportions de ces descriptions avec intrusion de décomposition pour les 3 groupes.

fig. Hs Hc Bc	gr A	gr B	gr C	tot.
Circuit S ou ebr* pur	68 **54**	86 **74**	52 **80**	206 **67**
Circuit S ou ebr* + intrusion de décomposition	59 **46**	31 **26**	13 **20**	103 **33**
total	127	117	65	309

tableau 6 : nombres et pourcentages (en gras) de circuits pur ou avec intrusion de décomposition

Au total la stratégie de circuit, si l'on s'en tient à la définition stricte de Levelt, est relativement peu représentée dans nos résultats. Sur les 156 descriptions de chaque groupe, les circuits simples seuls (tel que Levelt les décrit) sont au nombre de 34, 60 et 50 soit 22%, 38% et 32% pour les groupes A, B et C respectivement.

Les régularités de choix au point d'embranchement

Comme nous l'avons rapporté en introduction, Levelt puis Robin & Denis ont montré une tendance des sujets à certaines régularités dans les choix au point d'embranchement. Nous rendons compte maintenant de nos observations relatives à ces règles.

Compte tenu des résultats présentés ci-dessus, il est clair que toutes les descriptions ne permettent pas de tester les règles. Seules les descriptions de type «circuit» le permettent généralement ; avec des exceptions toutefois particulièrement dans le groupe C où une description «circuit» peut avoir un point de départ qui supprime la nécessité d'un choix au point d'embranchement attendu. Les fréquences de respect des règles sont donc calculées sur les totaux des seules descriptions pertinentes.

La règle R1 : choix de la branche la plus courte

La règle R1 veut que le sujet en arrivant à un embranchement choisit, s'il y a lieu, la branche la plus courte afin de minimiser le temps pendant lequel il doit maintenir en mémoire le point de retour. Cette règle est testée sur les 4 figures Hs.
Le tableau 7 montre qu'en admettant le même critère que les auteurs précédents (respect de la règle dans plus de 50% des cas) nos résultats confirment les résultats précédents.

Hs	gr A	gr B	gr C	tot.
R1 respectée	29 **71**	29 **66**	9 **81**	67 **70**
R1 non respectée	12	15	2	29
figures pertinentes	41 **100**	44 **100**	11 **100**	96 **100**

nombre total de descriptions par groupe = 52

Tableau 7 : pourcentages de suivis de la règle parmi les descriptions pertinentes

Cependant ce critère a l'inconvénient d'être très global. Il constitue une sorte de résultat moyen sur l'ensemble des réponses des sujets. En particulier il ne donne aucun poids aux contradictions intra-sujets.
Nous avons donc compté (dans le tableau 8) les sujets selon les patterns de leurs respects ou non respects de R1 aux 4 figures Hs qui étaient à décrire. Le chiffre de gauche indique le nombre de respects de R1 et le chiffre de droite le nombre de non-respects de R1. Ainsi 4/0 indique que le sujet à été constant en respectant la règle pour les 4 figures; 3/1 indique qu'il l'a respectée pour 3 figures mais pas pour la quatrième,... , 0/4 indique qu'il a été constant dans le respect de la règle inverse etc.

Les sujets comptés comme «non-pertinents» sont ceux dont au moins une des descriptions sur les 4 ne permettait pas de tester la règle (nous n'avons pas voulu multiplier les patterns différents).

On constate ainsi que si les sujets «pertinents» sont, dans une forte majorité, relativement constants dans l'application de R1 (patterns 4/0 et 3/1), cependant 3 sujets ne manifestent aucune régularité (pattern 2/2) tandis que 3 autres sont constants (0/4) ou presque constants (1/3) dans le *respect de la règle inverse*. Ceci nous paraît relativiser sensiblement la généralité de la régularité R1.

R / ¬R	gr A	gr B	gr C	tot.
4 / 0	**4**	**2**	**0**	**6**
3 / 1	**3**	**4**	**0**	**7**
2 / 2	**0**	**3**	**0**	**3**
1 / 3	**1**	**1**	**0**	**2**
0 / 4	**1**	**0**	**0**	**1**
sujets pertinents	9	10	0	19
non pertinents	4	3	13	20
total des sujets	13	13	13	39

Tableau 8 : constance des sujets dans le suivi de R1

La règle R2 : choix de la branche la plus simple

La règle R2 veut que le sujet choisisse en cas d'embranchement et s'il y a lieu, la branche la plus simple, c'est-à-dire celle qui comporte le moins de points de choix, ce qui minimise le nombre de points de retour à garder en mémoire. Dans notre matériel on peut la tester sur les 4 figures Hs. Dans ces figures le choix au point d'embranchement est entre une branche linéaire (sans nouveau point de choix) et une branche comportant un nouveau point de choix.

Le tableau 9 montre qu'en moyenne et acceptant le seuil de 50 %, cette règle est effectivement respectée.

figures Hs	gr A	gr B	gr C	tot.
R2 respectée	29 **66**	21 **54**	16 **64**	66 **62**
R2 non respectée	15	18	8	41
figures pertinentes	44 **100**	39 **100**	24 **100**	107 **100**

total de descriptions par groupe = 52

Tableau 9 : nombres et pourcentages (en gras) de respects de R2 parmi les descriptions pertinentes

Cependant le tableau 10 relativise là encore cette hypothèse. Si la moitié des sujets pertinents sont relativement constants dans le respect de la règle, 1/3 des sujets ne présentent pas de régularité (2/2) et 1/6 des sujets enfin sont constants ou presque constants dans *le respect de la règle inverse*.

R / ¬R	gr A	gr B	gr C	tot.
4 / 0	**3**	**1**	**1**	**5**
3 / 1	**3**	**3**	**1**	**7**
2 / 2	**4**	**2**	**2**	**8**
1 / 3	**0**	**2**	**0**	**2**
0 / 4	**1**	**1**	**0**	**2**
sujets pertinents	11	9	4	24
non pertinents	2	4	9	15
total des sujets	13	13	13	39

Tableau 10 : constance des sujets dans le suivi de R2

Or pour chacun des 8 sujets présentant le pattern 2/2 et pour chacune de ses descriptions des 4 figures He, nous avons mis en regard dans le tableau 11, le fait qu'il suive la règle R2 (r2) ou

non (¬r2) et le fait qu'il choisisse, à l'embranchement, de décrire d'abord la branche de gauche (G) ou la branche de droite (D).
Rappelons que chaque type de structure dans le matériel (et donc ici la structure He) comporte deux figures différentes, plus leur symétrique par rapport à la verticale (voir annexe 1) justement pour contrôler une éventuelle influence de la direction droite-gauche.

sujets / fig.	A12	A16	B34	C45	A13	C51	A9	B23
He5	G r2	G r2	G ¬r2	G r2	D ¬r2	D ¬r2	G r2	G ¬r2
He6	G ¬r2	G ¬r2	G r2	G ¬r2	D r2	D r2	D r2	G r2
He7	G r2	G r2	G ¬r2	G r2	D ¬r2	D ¬r2	D ¬r2	D r2
He8	G ¬r2	G ¬r2	G r2	G ¬r2	D r2	D r2	G ¬r2	D ¬r2

Tableau 11 : direction choisie (gauche ou droite)
et suivi de la règle R2 (r2) ou non (¬r2) pour 8 sujets à pattern 2/2

Le résultat remarquable est que parmi ces 8 sujets dont le comportement n'est pas régulier selon R2, 6 manifestent une régularité selon la direction : 4 choisissent régulièrement la branche de gauche et 2 la branche de droite, ces choix induisant selon l'orientation de la figure un apparent respect ou non de la règle R2.
Ceci met en évidence le jeu, chez certains sujets, d'une toute autre règle que R2.

La règle R3 : choix de dérouler la boucle

La règle R3 veut qu'en présence d'une boucle, le sujet choisisse d'entrer dans la boucle (plutôt que l'autre branche), ce qui revient à la dérouler et donc à se ramener à une situation de figure linéaire évitant d'avoir à mettre en mémoire un point de retour.
Le seuil proposé par les auteurs est ici de 67% pour tenir compte du fait qu'il y a choix entre 3 branches dont deux permettent de rentrer dans la boucle et donc de suivre la règle.
En adoptant ce seuil, le tableau 12 montre une bonne régularité de suivi de cette règle sauf pour le groupe B.

Hs	gr A	gr B	gr C	tot.
R3 respectée	29 / 71	16 / 52	13 / 87	58 / 67
R3 non respectée	12	15	2	29
sujets pertinents	41 / 100	31 / 100	15 / 100	87 / 100

total de descriptions par groupe = 52
Tableau 12 : pourcentages de suivis de la règle R3
parmi les descriptions pertinentes

Là encore cependant, le tableau 13 permet l'hypothèse que cette régularité n'est réelle que pour certains sujets ; 6 sujets sur 13 ne la manifestent pas dont 5 montrent plutôt la règle inverse.

R/nonR	gr A	gr B	gr C	tot.
4 / 0	5	0	2	7
3 / 1	2	3	0	5
2 / 2	0	0	1	1
1 / 3	2	3	0	5
0 / 4	0	0	0	0
sujets pertinents	9	6	3	18
non pertinents	4	7	10	21
total des sujets	13	13	13	39

Tableau 13 : constance des sujets dans le suivi de R3

Discussion et conclusion

En résumé nos résultats, bien qu'obtenus sur le matériel abstrait des figures de Levelt, sont beaucoup plus proches de ceux d'Ehrich & Koster sur les descriptions d'ameublement dans leur condition d'arrangement fonctionnel ou de saillance d'un élément.
Y compris en condition de départ imposé, nous mettons en évidence des fréquences relativement importantes de stratégies par décomposition ou par quadrillage. De façon inattendue, compte tenu des résultats antérieurs, nous retrouvons même ces stratégies dans un nombre faible mais *non négligeable* de descriptions de figures linéaires.

La condition sans contrainte de départ permet de montrer que ces descriptions correspondant à une représentation abstraite de la figure (décomposition, quadrillage) sont normalement majoritaires.
La proportion s'inverse dans la condition avec départ imposé ce qui permet de considérer que la contrainte de départ contribue de façon importante à induire la stratégie de «circuit». Les nombres cependant importants de descriptions de type «décomposition» (en sous-parties autres que les branches), dans les groupes avec départ imposé, en sont d'autant plus significatifs.

Par ailleurs nous montrons combien cette stratégie de «circuit» est en fait souvent accompagnée de manifestations relevant d'une représentation de la figure par décomposition en sous-figures : annonces ou confirmations locales de «bonnes formes» (segment, carré, croix...) mais également ajout (en récapitulation) d'une nouvelle description par décomposition (ou quadrillage). Nous faisons donc l'hypothèse qu'une représentation hiérarchique de la figure est présente alors même que la description apparaît pour l'essentiel de type «circuit». Dans le même sens il nous semble possible d'interpréter les annonces explicites de l'embranchement, relativement fréquentes, comme des manifestations d'une représentation par «décomposition» en ces sous-figures particulières que sont les deux branches.

L'importance de la question des régularités de choix à l'embranchement dans le sens d'une minimisation de la charge de mémoire de travail, doit donc être relativisée. D'une part en effet ces régularités ne jouent éventuellement que dans le cas où le sujet produit une description de type «circuit». Mais d'autre part également le critère adopté jusqu'ici nous semble peu probant qui consiste à comparer au seuil de 50%, les fréquences de respects de la règle calculées globalement sur l'ensemble des données.
En effet il est vrai qu'en acceptant ce critère nos données confirment les résultats antérieurs. Mais en analysant plus finement les données selon les patterns de réponse de chaque sujet (nombre de respects et de non-respects de la règle), nous montrons que ces régularités sont loin d'être générales : assurément des sujets manifestent les régularités, mais d'autres pas du tout (autant de respects que de non-respects) et d'autres enfin se montrent *réguliers dans le respect de la règle inverse.*
Pour la règle 2 nous montrons même que 6 sujets suivent une tout autre règle qui est de partir systématiquement à gauche ou à droite et qui n'a donc que peu à voir avec l'économie de mémoire de travail.

Face à ces différences de résultats relativement considérables par rapport aux travaux antérieurs sur les figures de Levelt, la première hypothèse qu'il était nécessaire d'envisager était celle du facteur mode d'expression : en effet la différence principale entre notre expérience et les précédentes réside en ce que nos sujets devaient faire des descriptions écrites au lieu de monologues oraux. Or à l'écrit le sujet dispose en permanence de la trace de ce qu'il a déjà décrit. Les contraintes liées au fonctionnement de la mémoire de travail sont donc beaucoup moins cruciales qu'à l'oral ce qui pourrait expliquer les différences de résultats.

Nous avons donc mené une expérience pour tester l'influence du mode d'expression (oral/écrit). De nouveaux sujets (également étudiants) ont décrit *oralement* le même ensemble de figures, en recevant strictement la même consigne.

Le tableau 14 compare les pourcentages des 3 grandes stratégies, obtenus à l'oral et à l'écrit sur des groupes en condition de départ imposé avec la flèche en bas (groupes A).
Nous retrouvons à l'oral des pourcentages de stratégies de type «décomposition» ou «quadrillage» tout à fait du même ordre que ceux trouvés à l'écrit (pour plus de détails, cf. Montarnal, 93).

départ imposé flèche en bas	Oral	Ecrit	Total
Circuit	201 **79**	171 **82**	372 **80**
Décomposition	36 **14**	37 **18**	73 **16**
Quadrillage	2 **0,8**	0 **—**	2 **0,4**
Autre	17 **7**	0 **—**	17 **3**
Total	256 **100**	208 **100**	464 **100**

Tableau 14 : nombres et pourcentages (en gras) de descriptions selon les stratégies à l'oral et à l'écrit (adapté de Montarnal, 93).

Le problème de la différence de résultats par rapport aux travaux antérieurs reste donc ouvert. Il est nécessaire de faire l'hypothèse d'autres facteurs.
D'une part nous pensons que ce type de tâche pourrait être très sensible à la consigne précise qui est donnée aux sujets. Levelt n'a pas publié la consigne qu'il donnait. Peut-être l'expression utilisée pour indiquer la contrainte de départ (rôle de la flèche) était-elle de nature à induire, plus que la nôtre, une représentation de la figure en termes de chemins à parcourir ?
D'autre part une autre hypothèse possible concerne le niveau culturel des sujets. Là encore Levelt ne donne pas d'indication sur les sujets de son expérience. Les nôtres étaient des étudiants d'Université. L'hypothèse est plausible qu'ils aient l'habitude de se représenter des objets plus abstraitement que ne le feraient des sujets qui n'ont pas poursuivi d'études. Nous sommes en train d'expérimenter pour tester cette hypothèse.

Enfin et pour s'en tenir aux résultats obtenus sur des étudiants, tant à l'écrit qu'à l'oral, l'explication théorique par le jeu primordial d'une recherche d'économie de mémoire de travail doit être élaborée plus avant. Il est plausible que le respect de la connexité (circuit) soit un principe facilitant l'activité de la mémoire de travail. Il est vrai aussi qu'à représenter ainsi la figure comme composée de deux branches à parcourir successivement, le choix de commencer par la plus courte (R1) ou la moins complexe (R2) ou encore, dans le cas de boucle, d'éviter le choix en déroulant la boucle (R3), constituent des linéarisations qui minimisent la charge de la mémoire de travail. Mais une chose est l'efficacité de ces principes autre chose la généralité de leur application par les sujets.

En fait et quant au jeu de la mémoire de travail, nous pensons avec Anderson (83, p. 58-62) que de façon générale la représentation d'un objet, d'une scène, d'une figure relativement complexe s'organise spontanément en mémoire de façon hiérarchique (chunking) et ceci sous l'influence des limites de capacité[7] (voir aussi McNamara et al., 89). Un sujet humain face à un objet, une scène, une figure... tend, avant tout, à la caractériser globalement (représentation holistique) puis —si nécessaire— à la décomposer en éléments de plus en plus fins. Il se trouve que les figures de Levelt ne sont pas favorables à une caractérisation holistique. Nous avons trouvé malgré tout des descriptions qui manifestaient cette tendance (cf. Ex. 8) et surtout un nombre important de descriptions qui représentent ces figures comme composées de parties (segments, carré, croix...) et manifestent cette tendance forte à la décomposition hiérarchique.

[7] Voir aussi McNamara et al. (89) qui montrent comment des sujets organisent en mémoire un ensemble d'objet présenté en vrac selon des chunks hiérarchisés et correspondant à une relation de proximité spatiale.

Aussi bien pensons-nous que, tant de façon générale que dans la tâche qui nous occupe, cette activité de hiérarchisation de la figure est primordiale (première et importante). Elle est manifestée par les descriptions selon la stratégie que nous avons justement appelée «décomposition».
La stratégie de quadrillage est particulière et mériterait une analyse plus approfondie. Elle est pour le moins très différente du «circuit» et consiste en l'application à la figure d'une forme abstraite très universelle, permettant une sorte de décomposition particulière.
Quant aux «circuits» ils viendraient, dans notre perspective, d'une représentation secondaire induite par des facteurs externes de la tâche en particulier ici la contrainte de départ ; si l'on peut comprendre que celle-ci soit spontanément adoptée dans le cas de descriptions d'appartement nous la considérons comme très artificielle dans le cas des figures de Levelt : elle contrecarre la représentation hiérarchique primordiale. Celle-ci resterait présente et manifestée par les nombreuses intrusions, dans les descriptions dites en «circuit», de parties plus abstraites que les cercles élémentaires.

Pour autant nous ne prétendons pas que, ce faisant, les sujets adoptent la stratégie optimale qui minimiserait la charge de mémoire, tant du descripteur de la figure que de son reproducteur, et plus généralement, faciliterait la tâche de reproduction tant en rapidité qu'en précision. De ce point de vue nous suivons Levelt lorsqu'il met en lumière les avantages de la stratégie du cheminement (*mover*). On peut penser aussi que la stratégie du quadrillage, apparue ici, constitue une méthode alternative, à la fois universelle et très efficace.
Il reste que dans cette tâche, les sujets ne sont pas experts ; et ceci, aussi bien du point de vue de leur propre activité cognitive que de l'adaptation à celle de leur interlocuteur supposé reproduire la figure. Si certains s'en tiennent pour toutes les figures à une stratégie stable (circuit ou décomposition surtout) d'autres manifestent qu'ils disposent de plusieurs modes de description qu'ils essaient. L'hypothèse est plausible qu'à la fin de l'expérience, ils restent en phase d'apprentissage, d'autant plus qu'ils ne reçoivent aucun feedback quant à l'efficacité de leurs descriptions (nous l'avons dit, il n'est pas toujours possible de reproduire celles-ci). Il serait intéressant d'expérimenter dans des conditions longitudinales, où des sujets seraient observés sur cette tâche pendant plusieurs séances, avec une consigne explicite de recherche d'une stratégie de description optimale. Dans cette voie peut-être serait-il important aussi de mieux préciser les caractéristiques du destinataire imaginaire de la description ?

Enfin si l'analyse de l'activité cognitive de linéarisation lors de la description est importante, il est clair qu'elle doit être complétée par l'étude comparative de l'efficacité des stratégies de linéarisation à l'égard de l'activité cognitive des destinataires. Denis & Denhière (90) ont défriché ce terrain en montrant un cas de différence d'efficacité entre deux types très différents de linéarisation d'une même figure ; leurs résultats suggèrent l'hypothèse qu'un sujet, en position de récepteur, se représente plus facilement des descriptions faites selon une linéarisation qu'il adopterait lui-même en position de descripteur.
Il reste beaucoup à faire dans cette voie pour préciser les facteurs de l'efficacité relative des diverses stratégies mises en évidence dans l'activité de linéarisation des descriptions.

Remerciements

Nous avons beaucoup apprécié plusieurs discussions avec Michel Denis et Frédérique Robin qui nous précédaient sur ce domaine ; elles nous ont toujours été très profitables.
Nous remercions vivement nos collègues Mireille Bétrancourt et Geneviève Lallich qui ont lu une première version de ce papier et nous ont fait de très utiles critiques et suggestions.

Bibliographie

Adam, J.M. & Revaz, F. (89) - Aspects de la structuration du texte descriptif : les marqueurs d'énumération et de reformulation. *Langue française*, 81, 1989, 59-98.

Conklin, E.J. & McDonald, D.D. (82) - Salience : the key to selection problem in natural language generation. *Proceedings of the 20th annual meeting of Association for Computational Linguistics*. Toronto, 16-18 June 1982.

Denis, M. (92) - Image et perception. Le courrier du CNRS, N° 79, 1992.

Denis, M. & Denhière, G. (90) - Comprehension and recall of spatial descriptions. *C.P.C. European Bulletin of Cognitive Psychology*, 1990, Vol. 10, n° 2, 115-143.

Denis, M. & Robin, F. (90) - Approches cognitives de la description. In *Progrès de la Recherche Cognitive; 4ème colloque de l'ARC*, 1990, Publication INRIA.

Denis, M., Robin, F., Zock, M. & Laroui, A. (92) - Identifying and simulating cognitive strategies for the description of spatial networks. Centre scientifique d'Orsay, CEPCO, document N° 108, 1992, 26 pp.

Ehrich, V. & Koster, C. (83) - Discourse organization and sentence form : the structure of room descriptions in dutch. *Discourse Processes* 6, 169-195 (1983).

Fayol, M. (89) - Une approche psycholinguistique de la ponctuation. Etude en production et compréhension. *Langue Française*, 81, 1989, 21-39.

Levelt, W.J.M. (1982a). Linearisation in describing spatial networks. In S. Peters & E. Saarinen (Eds.), *Processes, beliefs, and questions* (pp. 199-220). Dordrecht, The Netherlands : Reidel.

Levelt, W.J.M. (1982b). Cognitive style in the use of spatial direction terms. In R.J. Jarvella & W. Klein (Eds.), *Speech, place, and action* (pp. 251-267). Chitester : Wiley.

Levelt, W.J.M. (1989). *Speaking : From intention to articulation*. (pp 138-144). Cambridge, MA : The MIT Press.

Linde, C. & Labov W. (75) - Spatial networks as a site for the study of language and thought. *Language*, 51, 924-939, 1975.

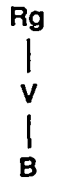
McNamara, T.P., Hardy J.K. & Hirtle S.C. (89) - Subjective hierarchies in spatial memory. Journal of Experimental psychology : Learning memory & cognition. 1989, Vol. 15 N° 2, 211-227.

Robin, F. & Denis, M. (91) - Description of perceived or imagined spatial networks. In R. H. Logie & M. Denis (Eds.), *Mental images in human cognition*. Elsevier Science Publishers B.V., 1991, 141-152.

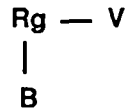
Robin, F. (1990). La description de configurations spatiales : approche développementale. In *C.P.C. European Bulletin of Cognitive Psychology*, 1990, Vol 10, n°4, 433-447.

Ullmer-Ehrich, V. (82) - The Structure of Living Space Descriptions. In R.J. Jarvella and W. Klein (Eds.), *Speech, Place and Action*, pp. 219-249, John Wiley & Sons Ltd., 1982.

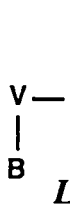
<u>Annexe 1</u> : Les figures utilisées (2 essais + 16 figures)



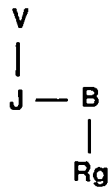
Es.1



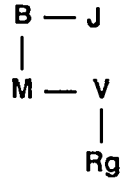
Es.2



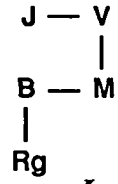
Ln1



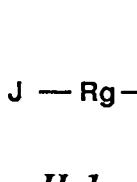
Ln2



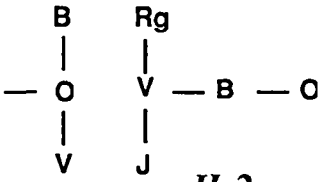
Ln3



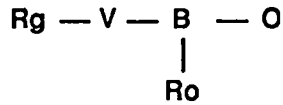
Ln4



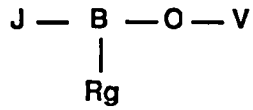
Hs1



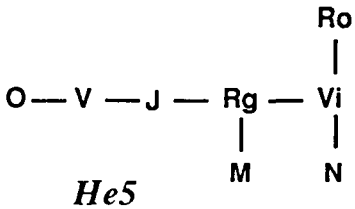
Hs2



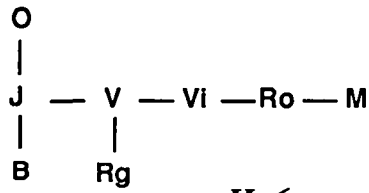
Hs3



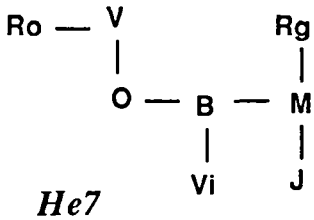
Hs4



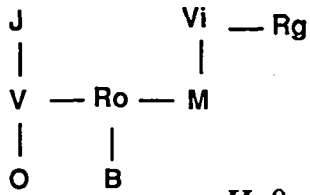
He5



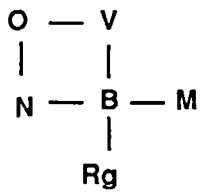
He6



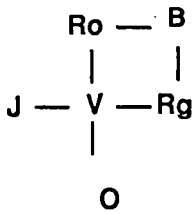
He7



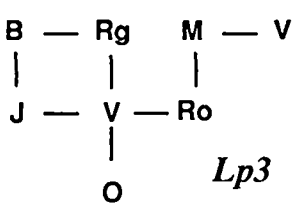
He8



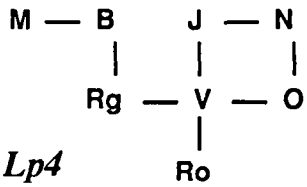
Lp1



Lp2



Lp3



Lp4

Annexe 2 : Exemples de textes produits par les sujets

Ex. 1 : fig. He8 par circuit-cheminement gr C

--> bleu
haut
rose
gauche
vert
bas
orange
haut
haut
jaune
bas
droite
droite
marron
haut
violet
droite
rouge

Ex. 2 : fig. He8 par circuit-saut, retour signalé, gr A

- un rond bleu de 1 cm de rayon
- un trait vertical de 3 cm en remontant vers le haut
- un rond rose de 1 cm de rayon
- un trait horizontal de 3 cm en allant vers la droite
- un rond marron de 1 cm de rayon
- un trait vertical de 3 cm en remontant vers le haut
- un rond mauve de 1 cm de rayon
- un trait horizontal de 3 cm en allant sur la droite
- un rond rouge de 1 cm de rayon

revenir sur le rond rose

- un trait horizontal de 3 cm en allant vers la gauche
- un rond vert de 1 cm de rayon
- un trait vertical de 3 cm en remontant vers le haut
- un rond jaune de 1 cm de rayon

/--> revenir sur le rond vert

- un trait vertical de 3 cm en allant vers le bas
- un rond orange de 1 cm de rayon

Ex.3 : fig. He8 par circuit-saut, retour non signalé ; gr A

8 ronds
Le 1er est bleu
Le 2e rose se situe au dessus du 1er bleu et est lié à lui.
Le 3e marron se situe à droite du 2e rose et est lié à lui.
Le 4e violet se situe au dessus du 3e marron et est lié à lui.
Le 5e rouge se situe à droite du 4e violet et est lié à lui.
Le 6e vert se situe à gauche du 2e rose et est lié à lui.
Le 7e jaune se situe au dessus du 6e vert et est lié à lui.
Le 8e orange se situe en dessous du 6e vert et est lié à lui.
Le 8e orange se situe aussi à gauche du 1er bleu sans être lié à lui.

Ex. 4 : fig. He8 par circuit-saut avec embranchement signalé (ebr1) : gr. A

. 1 cercle bleu au dessus duquel se trouve
1 cercle rose. 2 chemins possibles

--> à la gauche du 2° , 1 cercle vert,
au dessus et au dessous duquel
se trouvent respectivement 1 jaune et
1 orange

--> à la droite du cercle rose, 1
cercle marron, au dessus duquel
se trouvent 1 cercle violet, à
la droite duquel se trouvent 1
cercle rouge.

Ex. 5 fig : He6 par circuit-saut avec embranchement signalé (ebr2) : gr. B

On part d'1 rouge, on descend
et on arrive à un vert - Carrefour -
à gauche, ligne droite Violet, Rose, Marron.

à droite jaune surmonté d'1 Bleu
et "sous monté" d'un Orange.

Les cercles jaunes, violet et rouge st alignés

horizontalement
Les cercles vert, rose et marron le st également
ainsi que orange et bleu.

Ex. 6 fig. : He8 par circuit-saut avec embranchement signalé (ebr3) : gr. A
On a 8 cercles.
(1) on part du bas, le premier cercle est
bleu
(2) verticalement, et plus haut, on a
un cercle rose
(3) de part est d'autres du cercle Rose (vers
la gauche, on a 1 cercle vert, et vers la droite
un cercle marron
(4) on part du cercle marron (à droite) vers
le haut (verticalement), on a un cercle violet
(5) et vers la droite du cercle violet, disposé
horizontalement, on a un cercle Rouge.

(6) on revient a notre cercle vert, on a deux
cercles qui sont disposés verticalement, de part et
d'autres de ce cercle vert
vers le haut, un cercle jaune
vers le bas , un cercle orange.

Ex. 7 : fig. Ln3 par décomposition à 1 niveau d'abstraction (dcp1) : gr. A
- Situation : 5 cercles de couleurs différentes (rouge, vert, marron, bleu, jaune)

- emplacement des figurines : (1) schéma 1 : le rouge puis le vert sont
exposés verticalement
(2) schéma 2 : le marron puis le bleu sont
exposés verticalement à la Gauche du schéma 1

(3) la liaison entre le schéma 1 et le schéma 2
se fait à l'horizontale par la couleur verte puis à gauche la couleur marron

(4) une troisième couleur s'insère horizontalement
à la couleur bleue sur la droite de celle-ci , cette couleur est la jaune.

Ex. 8 : fig. Ln2 par décomposition à 2 niveaux d'abstraction (dcp2) ; gr. C
disposition de type marche d'escalier mais cette fois-ci
vers la gauche.

- contre marche inférieure : rond rouge en bas, rond bleu au dessus
- marche horizontale : rond bleu à droite, rond jaune à gauche
- contre marche verticale (à gauche de la marche) constituée par le
- rond jaune de la marche et un rond vert au dessus.

Ex. 9 : fig. He5 par squelettisation ; gr C
Une longue ligne reliant de gauche à droite : un cercle
orange puis un cercle vert, un cercle jaune, un cercle rouge,
un cercle violet. La ligne est complétée par trois lignes verticales. Le cercle rouge est relié vers le bas à
un cercle marron
Le cercle violet est relié vers le bas à un cercle noir et vers
le haut à un cercle rose.

Ex. 10 : fig. Lp1 par squelettisation ; gr C
un carré composé (sens des aiguilles
d'une montre) des ronds orange, vert, bleu,
et noir reliés entre eux.

De plus du rond bleu partent :

--> un trait horizontal vers la droite menant au rond marron

--> et un trait vertical descendant menant au rond rouge.

Ex. 11 : fig Ln3 par quadrillage ; gr. B
5 ronds de mêmes dimensions. 3 ronds placés les uns après les autres dans le sens vertical, à même distance les uns des autres, au milieu de la feuille. Le premier, le plus haut est rouge et est relié au second, vert, par un trait.
Le 3ème, le plus bas est jaune.
Au même niveau que le rond vert, sur la droite, un rond marron. Au même niveau que le rond jaune, sur la droite un rond bleu qui se trouve ainsi après le rond marron, sur un plan vertical. Chaque distance séparant chacun des ronds est identique. Un trait relie le rond vert du rond marron du rond bleu qui relie le rond jaune.

Ex. 12 : fig. He7 par quadrillage (QU) gr. B
8 C . 1 jaune , 1 marron , 1 rouge , 1 violet , 1 bleu , 1 orange , 1 vert , 1 rose.

Faites au crayon à papier un tableau de 12 cases , 3 lignes de 4 colonnes.
case nord ouest = n° 1, puis n° 2, 3 et 4 sur la première ligne.
1ère colonne de la 2° ligne = n° 5, puis 6, 7, 8 sur le reste de la 2° ligne
idem pour la 3° ligne.

en n° 1 -->	C jaune	en 7 -->	C orange
en 2 -->	C violet	en 9 -->	C rouge
en 5 -->	C marron	en 11 -->	C vert
en 6 -->	C bleu	en 12 -->	C rose

en 3, 4, 8, 10 --> rien.

Effacez maintenant le tableau fait précédemment au crayon à papier.

Reliez C jaune et C marron, et C marron et C rouge.
" C marron et C bleu , et C bleu et C orange
" C orange et C vert
" C vert et C rose
" C violet et C bleu

****

Unité de Recherche INRIA Rhône-Alpes
46, avenue Félix Viallet - 38031 GRENOBLE Cedex (France)

Unité de Recherche INRIA Lorraine Technopôle de Nancy-Brabois - Campus Scientifique
615, rue du Jardin Botanique - B.P. 101 - 54602 VILLERS LES NANCY Cedex (France)
Unité de Recherche INRIA Rennes IRISA, Campus Universitaire de Beaulieu 35042 RENNES Cedex (France)
Unité de Recherche INRIA Rocquencourt Domaine de Voluceau - Rocquencourt - B.P. 105 - 78153 LE CHESNAY Cedex (France)
Unité de Recherche INRIA Sophia Antipolis 2004, route des Lucioles - B.P. 93 - 06902 SOPHIA ANTIPOLIS Cedex (France)

EDITEUR
INRIA - Domaine de Voluceau - Rocquencourt - B.P. 105 - 78153 LE CHESNAY Cedex (France)

ISSN 0249 - 6399

RR.1927