

Graphisation des images mentales schématiques dans le traitement des problèmes scientifiques

Autor(en): **Gruet, Florence / Goldschmid, Marcel L. / Rozmuski, Jan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bildungsforschung und Bildungspraxis : schweizerische Zeitschrift für Erziehungswissenschaft = Éducation et recherche : revue suisse des sciences de l'éducation = Educazione e ricerca : rivista svizzera di scienze dell'educazione**

Band (Jahr): **10 (1988)**

Heft 2

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-786319>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ARTICLES / BEITRÄGE

Graphisation des images mentales schématiques dans le traitement des problèmes scientifiques⁽¹⁾

Florence Gruet, Marcel L. Goldschmid, Jan Rozmuski

La "graphisation" - néologisme signifiant l'utilisation de moyens graphiques pour (se) représenter une information - permet-elle de mieux résoudre des problèmes scientifiques et de mieux comprendre un texte ? Les "graphiseurs" - ceux qui utilisent la graphisation - ont-ils des caractéristiques différentes des non-"graphiseurs" ? Pour tenter de répondre à ces questions, 160 étudiants de l'EPFL furent placés dans quatre groupes (graphiseurs, non-graphiseurs, intermédiaires, libres) selon leur technique de représentation de l'information (utilisation de moyens graphiques et/ou de moyens verbaux) et eurent à résoudre trois problèmes scientifiques et à lire un texte de sciences humaines. C'est la correction et l'analyse de leur production qui permet de constater que les graphiseurs se caractérisent par :

- une capacité d'analyse et de synthèse supérieure aux autres groupes*
- une bonne potentialité à résoudre des problèmes nouveaux demandant une capacité de se représenter une situation et de mettre en oeuvre un style de résolution original.*
- une bonne compréhension d'un texte par une capacité de synthétiser son contenu à l'aide de mots-clés reliés par des moyens graphiques originaux.*

Introduction

La Chaire de Pédagogie et de Didactique de l'EPFL s'est intéressée depuis de nombreuses années aux processus d'apprentissage. Notre dernière recherche menée par Goldschmid et al. (1983-1985) sur les modèles de performances a fait apparaître que certains étudiants faisaient appel à une représentation graphique spontanée lors de la résolution de problèmes et qu'ils parvenaient dans ce cas plus fréquemment à une résolution correcte. Dans cette nouvelle recherche (2), nous avons fait l'hypothèse de l'effet facilitateur d'un retraitement de l'information sur un mode de structuration figurative graphique dans le cadre de la résolution de problèmes scientifiques et de la lecture d'un texte. Nous avons appelé le retraitement des images mentales sur un mode graphique par le néologisme de "graphisation". Si la "graphisation" aide réellement l'étudiant à résoudre des problèmes scientifiques et à comprendre des textes, la question de comment transmettre ce processus d'apprentissage prend toute son importance.

Hypothèses

Dans le cas de la résolution d'un problème scientifique, nous avons fait l'hypothèse (H1) que les sujets recourant à la graphisation devaient se démarquer des autres par la qualité de leur démarche résolutive. Pour un texte, notre hypothèse (H2) était que son retraitement graphique devait augmenter sa compréhension séquentielle et globale, offrant ainsi la possibilité d'une mise en rapport plus aisée des parties au tout.

En ce qui concerne la graphisation en tant que telle, nous avons postulé que (H3) l'emploi de la graphisation n'était pas exclusif d'autres processus cognitifs et donc que l'on ne pouvait définir a priori des graphiseurs "purs" et des non-graphiseurs "purs". L'emploi de l'espace est une condition sine qua non de l'existence fonctionnelle de la graphisation. Ainsi (H4) , il n'y a pas de graphisation possible sans le passage obligé par une représentation figurale objective, cette dernière constituant le support en même temps que le raisonnement lui-même. Nous avons fait, pour terminer, l'hypothèse (H5) que la graphisation reposait sur l'utilisation de l'analyse et de la synthèse, de raisonnements logiques et d'une certaine créativité.

Procédure

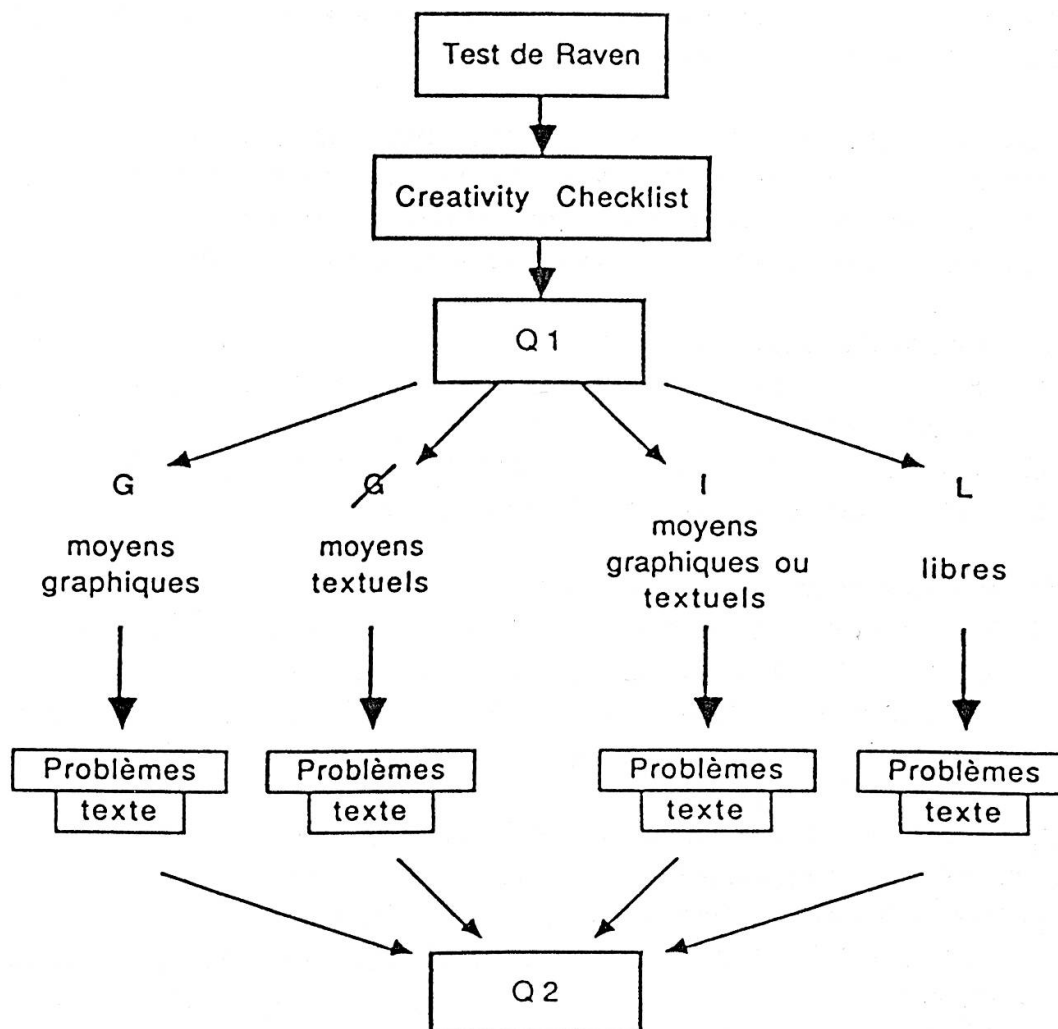
Nous avons soumis les sujets à deux tests, "l'Advanced Progressive Matrices" (APM 62) (Raven, 1962) qui évalue les opérations d'ordination, d'analyse et d'intégration contenues dans les processus de pensée supérieure, et le "Creativity Checklist" (Lawske, C.-H. et Harris, D.-H., 1957) qui mesure la créativité d'une personne dans le cadre d'un groupe et d'une tâche déterminée. Les sujets ont répondu ensuite à un premier questionnaire (Q1) (Audétat, M.-Cl. et Robert, F., 1986). (3) Le but de ce questionnaire est de cerner le mouvement naturel de la pensée lors de la résolution de problèmes et de la compréhension d'un texte. Ce questionnaire (Q1) demandait aux sujets de s' "introspecter" pour évaluer s'ils avaient le plus souvent tendance à recourir à des moyens textuels ou graphiques pour mener à bien ces tâches. Nous entendons par moyens textuels l'utilisation de résumés, de mots-clés, de codes personnels et par moyens graphiques l'emploi de croquis, schémas, esquisses. Par un système de cotation chaque sujet a été placé dans un des trois groupes suivants :

- Les graphiseurs : prépondérance de l'utilisation de moyens graphiques
- Les non-graphiseurs : prépondérance de l'utilisation de moyens textuels
- Les intermédiaires : utilisation non prépondérante des moyens graphiques et/ou des moyens textuels.

Un groupe de contrôle a été constitué d'un nombre de sujets proportionnel aux trois premiers groupes et issus de ceux-ci avant la manipulation expérimentale.

En outre, chaque groupe a dû résoudre trois problèmes scientifiques de difficultés différentes (Audétat. M.-Cl. et Robert, F., 1986) et lire un texte de sciences humaines avec comme consigne de pouvoir le transmettre oralement à d'autres personnes qui ne l'avaient pas lu (Robert, F., la temporalité, 1986). On demandait aux graphiseurs de graphiser (c'est-à-dire d'utiliser des moyens graphiques) et aux non-graphiseurs d'utiliser des moyens textuels. Les intermédiaires avaient le choix entre graphiser ou utiliser des moyens textuels. Aucune consigne particulière n'était donnée au quatrième groupe, le groupe contrôle.

Figure 1



Récapitulation de la passation

Après la passation, les étudiants devaient répondre à un deuxième questionnaire (Q2) (Audétat, M.-Cl. et Robert, F., Questionnaire Q2, 1986). Ce questionnaire Q2 permettait de valider le premier questionnaire (Q1). Il évaluait si les sujets s'estimaient classés dans la bonne catégorie (graphiseur, non-graphiseur, intermédiaire) et leur intérêt pour les exercices des problèmes et du texte de manière générale et par rapport aux consignes différentes qui leur étaient données.

Grille d'analyse

L'étude des productions écrites des étudiants retenus pour notre recherche pour la résolution des problèmes scientifiques et la lecture d'un texte de sciences humaines a nécessité la création d'une grille d'analyse originale. Nous avons adopté trois niveaux d'analyse.

Le premier niveau (définition) avait pour but d'analyser et de coder les productions dans différents types de représentation que nous avons subdivisés en deux groupes : les types de représentation verbaux (grammaire du textuel) et graphiques (grammaire d'images) :

- Grammaire du textuel pour les textes
 1. "littéraire" : textes, phrases entières, implique la lecture pour comprendre
 2. "oral/visuel" : mots-clés qui se comprennent d'un coup d'oeil
 3. "codé" : utilisation de codes, d'abréviations

- Grammaire d'images pour les textes
 4. "représentation conventionnelle" : utilisation de codes connus
 5. "graphique" : utilisation de graphes définis scientifiquement
 6. "métaphore" : création d'une mise en image originale (distance importante entre le signifié et le signifiant)

La grammaire du textuel a été modifiée comme suit pour être applicable à des problèmes scientifiques.

1. "Mots-phrases" : mots équivalant à une longue explication
2. "formules" : utilisation de formules mathématiques, algébriques, logiques
3. "explication verbale détaillée"

Le deuxième niveau (effet), concernait les articulations, les idées, les concepts mis en évidence dans les textes résumés, la démarche résolutive pour les problèmes furent étudiés.

Les textes résumés ont fait l'objet d'une analyse de texte inspirée par Costello (1963). Celui-ci propose une analyse de contenu d'un texte résumé faisant appel à trois types de résumés : le résumé signalétique (concepts essentiels), le résumé indicatif (descriptif des domaines abordés par

l'auteur) et les phrases/mots indicatifs (opinions, attitudes ou conclusions de l'auteur à propos des domaines abordés).

Pour chacun des trois types de résumé, la liste la plus exhaustive possible des éléments a été constituée et les productions des sujets ont été cotées en fonction du nombre d'éléments mis en évidence dans les différents types de résumés.

Les problèmes ont été évalués à l'aide de plusieurs notes, l'une quantifiant le résultat de la résolution sur le principe de la cotation académique et les autres évaluant la démarche résolutive (plan de travail) du sujet en reprenant certains critères de Polya (1949) qui s'étaient révélés discriminants dans notre recherche précédente.

Le troisième niveau qui visait l'appréciation des problèmes et du texte par l'utilisation de la technique des juges multiples n'a pu être réalisée, le test de validation montrant que la fiabilité des résultats serait discutable.

Résultats

Notre premier questionnaire (Q1) nous a permis de classer nos sujets dans différents groupes.

Tableau 1 : Effectif des groupes

graphiseurs		non-graphiseurs		intermédiaires		contrôle		total
N	%	N	%	N	%	N	%	N
31	19.4	10	6.2	72	45	47	29.4	160

Dans notre échantillon d'étudiants de l'EPFL, nos sujets étaient plus souvent graphiseurs (19.4 %) que non-graphiseurs (6.2 %), ce qui ne nous a pas

surpris, de futurs ingénieurs ayant une attirance naturelle vers des branches telles que dessin technique, géométrie, mathématiques.

La prépondérance du groupe intermédiaire dans cette population (45 %) nous a étonné bien qu'elle confirme notre cinquième hypothèse, à savoir qu'on ne peut définir a priori des graphiseurs "purs" et des non-graphiseurs "purs"; il était donc vraiment nécessaire de définir une catégorie intermédiaire.

Nous avons demandé à nos sujets s'ils étaient satisfaits du groupe dans lequel le premier questionnaire les avait classés. 85 sujets sur 116 (73.9 %) se sont déclarés satisfaits de leur catégorie pour le texte et 97 sujets sur 117 (82.9 %) pour les problèmes. Nous avons donc enregistré un fort pourcentage de satisfaction.

Caractéristiques de nos différents groupes.

Pour le test des matrices progressives de Raven, le groupe graphiseur obtint une moyenne significativement supérieure à celles des groupes intermédiaire et contrôle au seuil de 5 %, mais non significativement différente du groupe non-graphiseur (dont l'effectif était très petit). Le groupe graphiseur se caractérisait donc par une capacité d'analyse et de synthèse supérieure aux groupes intermédiaire et contrôle, ce qui confirme notre cinquième hypothèse, à savoir que la graphisation repose sur l'utilisation de l'analyse et de la synthèse et de raisonnements logiques.

La deuxième partie de cette hypothèse - la graphisation repose aussi sur la créativité - n'a pu être confirmée. Les moyennes des quatre groupes au "Creativity Checklist" ne sont pas significativement différentes.

Notre intérêt allait aussi à la performance académique réalisée par nos différents groupes. Selon notre première hypothèse, les sujets faisant recours à la graphisation devraient se démarquer des autres par la qualité de la démarche résolutive pour les problèmes. Il était donc intéressant de comparer les résultats des différents groupes aux examens de l'EPFL. L'analyse de variance effectuée pour les notes académiques sur les quatre groupes montre qu'aucun groupe ne se caractérise par une moyenne significativement différente.

**Types de représentation utilisés pour les problèmes
(Niveau I)**

Tableau 2 : Types de représentation selon le problème

	Problème 1	Problème 2	Problème 3
TR le plus employé par tous les groupes	Explication GT verbale	Formules GT	Graphes G1
TR le plus employé par les G	Représentation G1 conventionnelle	Graphes G1	Graphes G1
TR le plus employé par les \emptyset	Explication GT verbale	Formules GT	Formules GT
TR le moins employé par tous les groupes	Graphes G1	Représentation G1 conventionnelle puis Explication GT verbale	Représentation G1 conventionnelle
TR le moins employé par les G	Graphes G1	Représentation G1 conventionnelle	Représentation G1 conventionnelle
TR le moins employé par les \emptyset	Représentation G1 conventionnelle	Représentation G1 conventionnelle	Représentation G1 conventionnelle

Légende : GT = Grammaire textuelle \emptyset = Non-graphiseurs
 G1 = Grammaire d'images TR = Type de représentation
 G = Graphiseurs

Note : les "métaphores" et les "mots-phrases" ont été volontairement laissés de côté de cette analyse, car ils obtenaient respectivement des taux maximum d'utilisation de 8.3 % et de 3.5 %.

Bien que nous ayons constaté que chaque problème génère des types de représentation différents, la résolution des graphiseurs a été la plus souvent codée dans la grammaire d'images; par contre, celle des non-graphiseurs l'a été plus dans la grammaire du textuel. Ainsi les graphiseurs n'utilisèrent qu'un type de représentation de la grammaire d'image par problème, soit les graphiques, soit les représentations conventionnelles, et les non-graphiseurs ont délaissé les représentations conventionnelles.

Les trois problèmes donnés à résoudre étaient de nature très différente. Le premier problème nécessitait un raisonnement logique et ne correspondait pas du tout au genre de problèmes donnés à résoudre à l'EPFL. Le second problème concernait l'indépendance de deux vecteurs et tout étudiant de 1ère année devrait être capable de le résoudre. Le troisième problème nécessitait le calcul du volume d'un cylindre coupé par un plan. Quels types de représentation ont été utilisés par nos étudiants pour chacun de ces 3 problèmes ?

De manière générale, nous avons constaté que la production des étudiants a été plus codée dans la grammaire du textuel que dans la grammaire d'images, ce qui est surprenant pour de futurs ingénieurs. La résolution des problèmes par les graphiseurs, plus souvent codée dans la grammaire d'images que celle des autres groupes, a confirmé que la graphisation permet de résoudre valablement des problèmes scientifiques.

Une de nos hypothèses (H3) - l'emploi de la graphisation n'est pas exclusif d'autres processus mentaux et l'on ne peut définir a priori des graphiseurs "purs" et des non-graphiseurs "purs" - nous a conduit à nous demander si les étudiants ayant fait appel à plusieurs types de représentation ont obtenu de meilleurs résultats.

Comme nous pouvons le constater dans le tableau 3, notre hypothèse n'a pas été vérifiée pour le troisième problème. Ce problème d'indépendance de deux vecteurs pouvait se résoudre très facilement en faisant appel soit à des graphes, soit à des formules, donc il ne nécessitait pas forcément l'emploi de plusieurs types de représentation. L'hypothèse a été vérifiée pour le premier et le troisième problèmes. L'analyse de variance réalisée pour chaque problème a montré que seules les moyennes selon le nombre de moyens de représentations du troisième problème sont significativement différentes, au seuil de 5 %. Cela paraît lié au type de problème qui

nécessitait au minimum un graphique pour se représenter la situation, et des formules pour calculer un volume.

Tableau 3 : Moyenne obtenue à chaque problème en relation avec le nombre de moyens de représentation utilisés

	1			2			3			N
	N	%	X	N	%	X	N	%	X	
Probl. 1	54	(37.7)	2.46	80	(55.9)	2.73	9	(6.2)	(3)	143
Probl. 2	87	(58)	4.32	62	(41.3)	4.22	1	(7)	(5)	150
Probl. 3	51	(37.2)	1.78	76	(55.4)	2.8	10	(7.3)	3.9	137
	192			218			20			430

Résultats de l'analyse de correspondance pour les problèmes (Niveau II)

Le deuxième problème (dépendance de deux vecteurs), qui n'est apparu que sur le troisième axe de l'analyse de correspondance, a confirmé son manque de discrimination, car il a été bien résolu par presque tous les étudiants. Pour ce problème assez élémentaire, les non-graphiseurs sont les mieux placés. Il en est de même pour le troisième problème qui nécessitait la mise en rapport de diverses connaissances et algorithmes étudiés à l'Ecole, ainsi que de la ténacité pour arriver à une solution.

Par contre, pour le premier problème, totalement inconnu et un peu incongru pour la majorité des étudiants, le groupe graphiseur fut le mieux placé et le groupe non-graphiseur, le moins bien placé.

Les graphiseurs ont élaboré un meilleur plan de travail et ont fait appel à d'autres types de représentation que les autres groupes, ceci pour ce premier problème qui était tout à fait inconnu des étudiants et où aucun algorithme ne pouvait être directement utilisé.

Les non-graphiseurs, mieux placés que les autres groupes pour les deuxième et troisième problèmes nous ont semblé capables de bien résoudre des problèmes scientifiques, lorsque ceux-ci appartiennent à un domaine connu et que les algorithmes et le plan de travail leur sont familiers.

Le groupe graphiseur s'est révélé le meilleur pour ce premier problème, nouveau et étrange, nécessitant la recherche de moyens originaux pour le résoudre. Ce groupe n'ayant pas des résultats académiques significativement différents des autres groupes, il semble que leur style personnel et original de résolution ne soit pas évalué académiquement.

Mais lorsqu'ils se trouveront devant des situations nouvelles - dont notre premier problème est le prototype - qui demandent une mise en rapport des parties et du tout, des idées, un esprit de synthèse, la capacité de représenter autrement une situation (et en particulier par des moyens graphiques), ces étudiants pourront probablement faire la preuve de leurs potentialités.

Analyse des textes.

Une remarque préalable s'impose avant de présenter les analyses réalisées sur les textes.

Il était évident pour les étudiants que les problèmes recevraient une correction évaluant la justesse de leur résolution. Pour ce texte, notre consigne était de le lire et de prendre des notes de manière à pouvoir le transmettre oralement à d'autres personnes qui ne l'avaient pas lu. Les étudiants se sont donc moins souciés de présenter un travail qui impliquait une correction que de mettre en forme leur compréhension du texte de la manière la plus satisfaisante pour eux dans le but de pouvoir ensuite retrouver aisément les éléments du texte et leurs relations et ainsi d'être en mesure de le communiquer à une autre personne.

Contrairement aux problèmes, la production de l'étudiant réalisée sur la base du texte, graphisée ou non, n'avait pas pour but la communication immédiate du sens du texte à un lecteur, mais servait d'aide-mémoire à celui qui l'avait élaboré pour communiquer oralement le texte. Lorsque ce

résumé était réalisé sous forme de graphisation, ce genre de production nous a semblé plus proche de l'idéation graphique décrite par McKim que certains types de résolution des problèmes utilisant des procédures ou des algorithmes déjà connus.

Toutefois, de cette graphisation personnelle, il a découlé que le sens de certains graphiques, dessins, flèches, métaphores, pouvait être tout à fait personnel à l'auteur et que son décodage n'était pas toujours aisé. Pour contourner cette difficulté, nous avons effectué plusieurs analyses tant sur le contenu des résumés que sur l'organisation interne des éléments de ceux-ci.

Types de représentation utilisés pour les textes (Niveau I)

Logiquement, nos groupes ont fait plus appel à des types de représentation de la grammaire du textuel. Les non-graphiseurs emploient beaucoup plus souvent le type de représentation "littéraire" que les autres groupes. Par contre, les productions des graphiseurs ont été très fortement codées dans l'échelle "oral-visuel" (mots-clés).

En ce qui concerne la grammaire d'images, les graphiseurs en ont fait un usage supérieur aux autres groupes (particulièrement des représentations conventionnelles) mais toujours inférieur à la grammaire du textuel.

Résultats de l'analyse de correspondance pour le texte (Niveau II)

Dans cette analyse, nous avons observé que le groupe graphiseur s'opposait diamétralement au groupe non-graphiseur en ce qui concerne l'utilisation de deux types de représentation; le groupe des graphiseurs était très proche des modalités exprimant une forte utilisation des "mots-clés" et une faible utilisation de la représentation "littéraire". C'était l'inverse pour le groupe non-graphiseur.

On peut mettre ce fait en parallèle avec la constatation que les non-graphiseurs ont souvent repris des passages du texte tels quels. Les graphiseurs, par contre, se sont appliqués à synthétiser l'information sous forme de mots-clés. La création de ces mots-clés, résumant plusieurs

éléments de sens, a nécessité un travail de compréhension du texte de base très élaboré, par lecture et relecture. Ce travail n'était pas nécessaire à ceux qui ont recopié simplement des passages du texte.

Cette activité de synthèse pour choisir des "mots-clés" peut être considérée comme un indice d'une bonne compréhension et d'une bonne mémorisation du texte.

Le groupe graphiseur a mis en évidence un plus grand nombre d'éléments dans les résumés "signalétiques" et "phrases/mots-clés" que le groupe non-graphiseur.

Le résumé "signalétique" peut être considéré comme un indicateur de la compréhension globale du texte car il contient les concepts essentiels de celui-ci. La relative faiblesse des non-graphiseurs s'explique par le fait qu'ils sont entrés en général directement dans le texte et n'ont pas fait un effort pour en sortir les axes principaux et centrer leurs idées. Les graphiseurs tendaient à découper le texte en différentes parties pour en avoir ensuite une représentation globale.

Le résumé "phrases/mots indicatifs" met en évidence la compréhension séquentielle du texte. Les graphiseurs obtinrent de meilleurs résultats que les non-graphiseurs du fait de l'effort nécessité par la transformation d'une information textuelle en une représentation à l'aide de mots-clés réunis sous forme de graphiques. De plus, les non-graphiseurs ayant tendance à récrire une phrase complète pour exprimer un élément unique du texte, les graphiseurs exprimant une idée à l'aide d'un mot-clé, ce dernier groupe, par sa capacité de synthèse et de réduction de l'information, est nécessairement arrivé à mettre plus d'éléments du texte en évidence.

L'appréciation des textes graphisés. (Niveau III)

Vu la complexité des productions graphisées pour les textes, une retranscription des éléments des différents types de résumés, des graphiques, cercles, flèches, etc... utilisés par les sujets s'est révélée nécessaire et a permis d'en faire une étude iconographique.

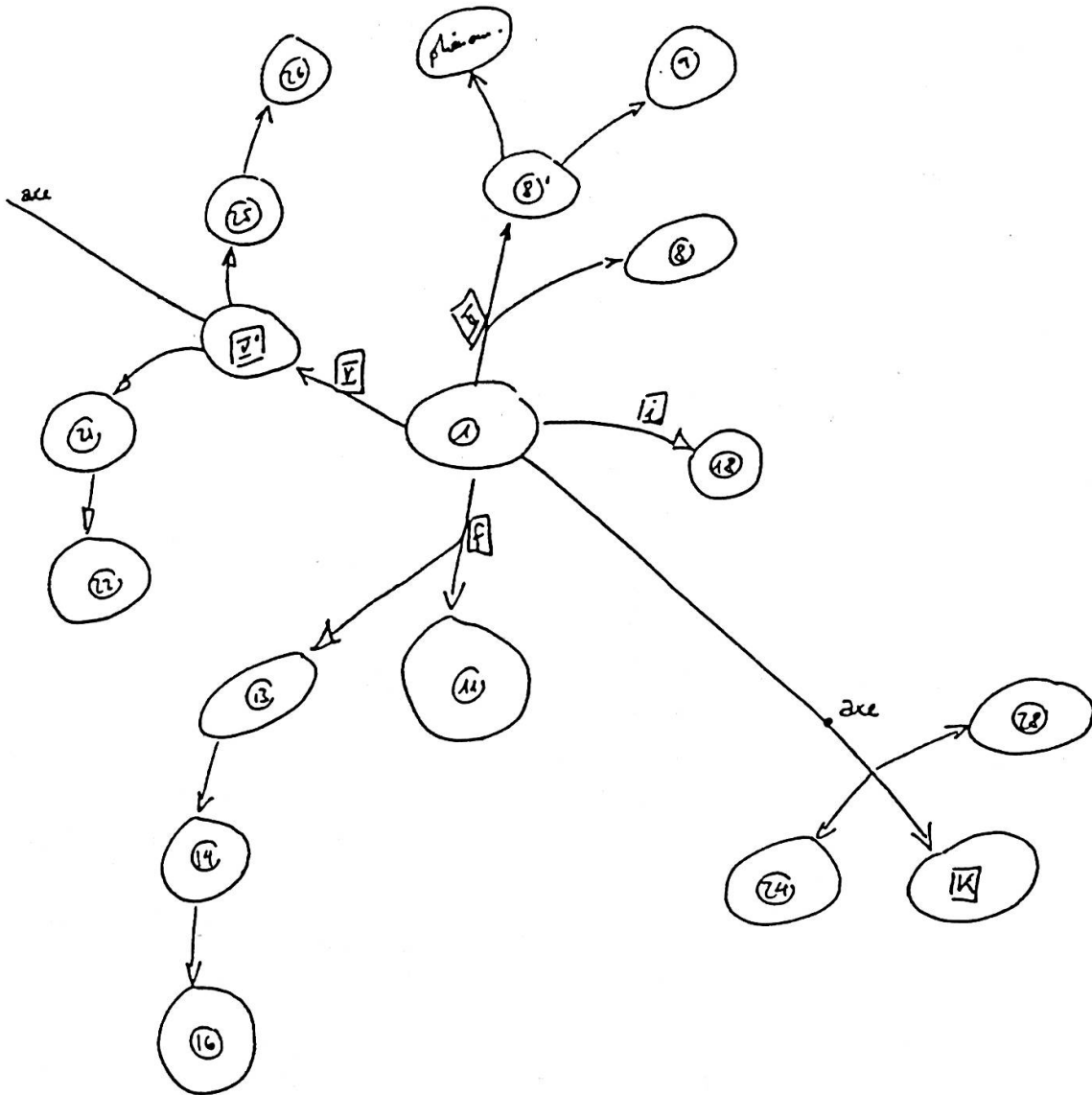
Les figures 2 et 3 présentent un exemple d'une production graphisée d'un étudiant (figure 2), et la retranscription qui en a été faite (figure 3).

Figure 2

N° 104 C

Détermination de l'ajout de concepts

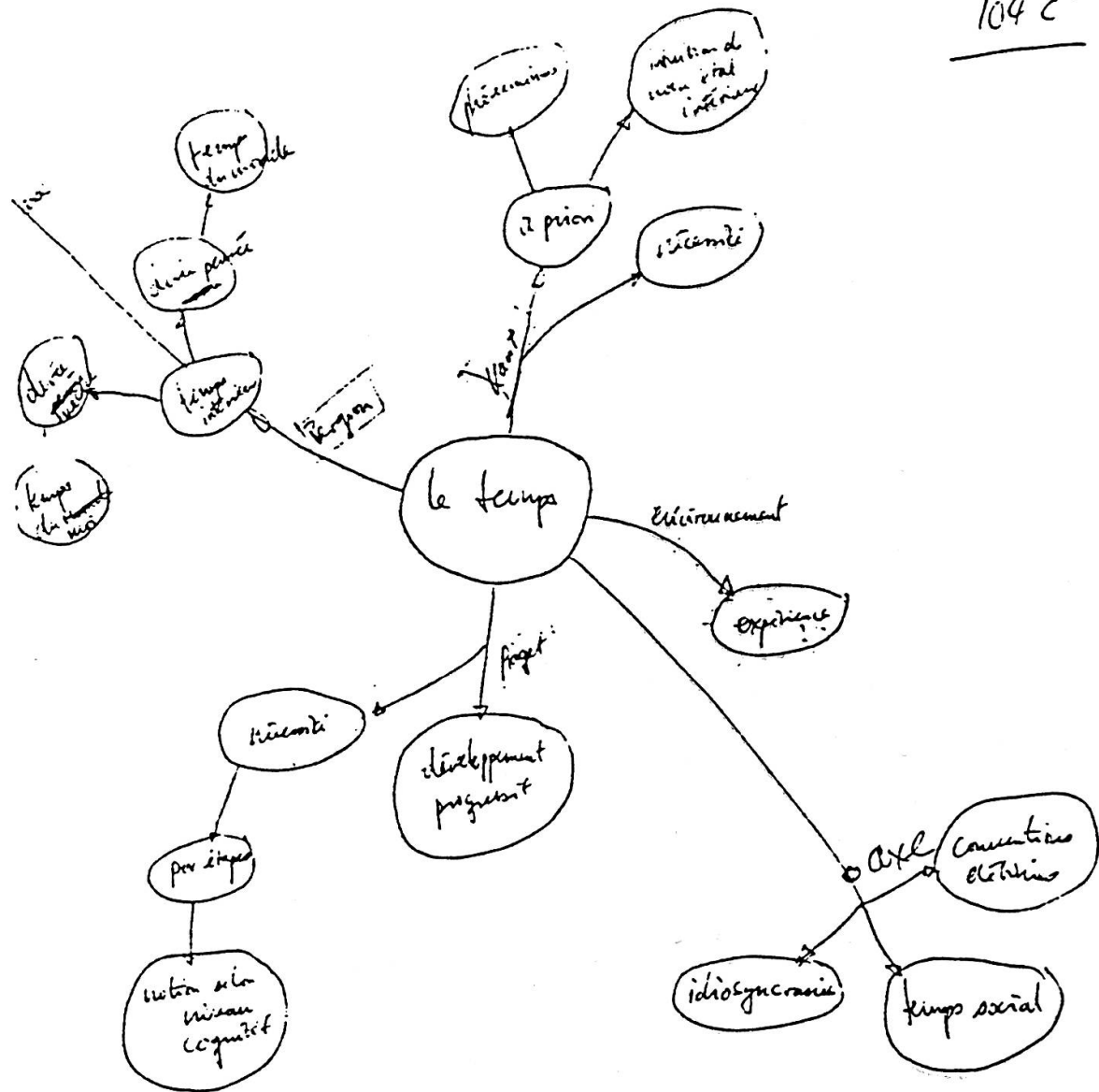
: ①



Exemple du sujet 104

Figure 3

104 c ✓



Retranscription de la production du sujet 104

L'aspect linéaire/spatial de l'introduction des différents concepts.

Nous avons déterminé quelle était l'orientation des flèches reliant les concepts dans le but de voir comment s'agençaient les différentes liaisons et parallèles au sein du texte.

**Tableau 4 :
linéarité/non-linéarité des flèches selon le groupe**

	non linéaire		linéaire vertical		linéaire horizontal		double linéaire		total N
	N	%	N	%	N	%	N	%	
graphiseur	14	(53.8)	2	(7.6)	6	(23)	4	(15.4)	26
intermédiaire	5	(20)	3	(12)	4	(16)	13	(52)	25
contrôle	3	(27.3)	2	(18)	3	(27.3)	3	(27.3)	11

Chi² significatif à 5 %.

Légende :

- *linéaire* : concepts introduits dans le même ordre que l'auteur.
- *non-linéaire* : concepts introduits dans un autre ordre.
- *linéaire vertical* : concepts présentés en colonnes.
- *linéaire horizontal* : concepts présentés en lignes.
- *double linéaire* : concepts présentés en lignes et en colonne comme dans un tableau.

Le tableau 4 permet de constater que le groupe graphiseur a eu la plus forte utilisation des flèches de façon non linéaire, ce qui indiquait une plus grande complexité dans la façon d'agencer les concepts car les flèches en retour mettaient en évidence des liaisons entre les éléments du texte.

Le groupe intermédiaire a fait essentiellement appel à un agencement double linéaire. Cette tendance à regrouper les termes essentiels au sein d'un tableau récapitulatif dénote un effort d'appréhension globale du texte.

Pour la disposition des concepts eux-mêmes, nous avons été frappé par l'absence d'agencement des concepts de façon non-linéaire par le groupe graphiseur. En fait, ces sujets ont gardé la disposition linéaire verticale des concepts et ont établi les différentes liaisons par un système de flèches plus complexe que celui des autres groupes. Comme pour les flèches, la majorité du groupe intermédiaire a agencé les concepts de manière double linéaire.

Finalement, nous avons cherché à mettre en évidence les types de graphisation qui apparaissent dans chacun des groupes, afin d'analyser le niveau de "créativité graphique" par rapport au texte.

Pour l'ensemble des textes graphisés, nous avons mis en évidence 6 catégories de graphisation.

- Les tableaux.
- Les métaphores représentant l'information à l'aide d'un dessin qui est personnel à l'individu (et souvent indéchiffrable par une autre personne).
- Les graphiques qui sont des représentations mathématiques de l'information.
- Les schémas qui sont composés d'un système fléché mettant en relation les différents concepts.
- Les représentations de type "Buzan" (1980) (voir sujet 104) qui ordonnent les différents mots-clés autour d'un concept central.
- Les représentations de type "araignée" qui établissent des relations asymétriques entre les différents mots-clés. (cf. Rozmuski, 1987)

C'est dans le groupe graphiseur que l'on a trouvé la plus grande variété de catégories de graphisation. Le groupe contrôle n'était représenté que dans les schémas. La variété des productions des graphiseurs a dénoté un effort

d'originalité et de recherche personnelle pour représenter les concepts du texte et leurs rapports entre eux. La consigne de graphiser a semblé avoir une influence positive. Elle a poussé les sujets à ordonner leur compréhension de manière à rendre les éléments du texte avec un minimum de vocabulaire, c'est-à-dire à l'aide de mots-clés. Ensuite, les informations synthétisées par des mots-clés furent mises en relation ou en parallèle par divers moyens graphiques.

Conclusion

Les graphiseurs semblent posséder un style de résolution original, mais qui n'est probablement pas sanctionné positivement académiquement. Bien que n'obtenant pas les meilleurs résultats aux deuxième et troisième problèmes, la qualité de leur résolution pour le premier problème, non habituel pour les étudiants et ne pouvant se résoudre à l'aide d'algorithmes étudiés, donne à penser que les graphiseurs sont capables de résoudre efficacement des problèmes nouveaux nécessitant originalité, esprit de synthèse et capacité de se représenter une situation. Les non-graphiseurs se caractérisent par une bonne résolution des problèmes connus et étudiés à l'EPFL.

En accord avec l'hypothèse que la graphisation est un processus de traitement de l'information qui repose en particulier sur l'utilisation de l'analyse et de la synthèse, nous constatons que le groupe graphiseur a des résultats significativement supérieurs aux autres groupes pour le test de Raven et donc se signale par une démarche réflexive plus soutenue et nécessairement plus synthétique que les non-graphiseurs.

Par l'étude des productions réalisées par les étudiants à partir d'un texte de sciences humaines, nous avons constaté que les graphiseurs synthétisent l'information sous forme de mots-clés, ce qui leur permet de mettre un plus grand nombre de concepts en évidence et d'obtenir aussi une bonne compréhension globale du texte.

Les graphiseurs présentent plus volontiers une approche synthétique, appuyée par une mise en relation objective des concepts (liens, flèches,...) rendue nécessaire par la démarche même de la graphisation. En effet, celle-ci demande non seulement une approche analytique au départ, mais

nécessite, pour l'aboutissement du processus graphique, la synthèse créative et originale des signifiants reconnus comme porteurs de sens, ce qui permettra la résolution du problème et/ou la compréhension du texte.

Ce que nous pouvons aussi retirer de notre analyse des productions de nos sujets, c'est que les graphiseurs mettent en évidence un type de représentation beaucoup plus personnalisé que les non-graphiseurs. La graphisation, en tant que moyen de traitement de l'information, semble permettre une meilleure évaluation des possibilités créatives et originales du sujet.

L'intérêt de la graphisation résiderait dans la possibilité qu'elle offre à ceux qui l'utilisent, d'une part, de procéder à une reconnaissance claire des informations et de leurs liens et, d'autre part, à une construction et un agencement personnels de celles-ci, ce qui en permet vraisemblablement une meilleure assimilation.

Un axe de recherche intéressant serait de tester si la compréhension et la mémorisation d'un texte est meilleure à moyen et à long terme pour un groupe de graphiseurs que de non-graphiseurs. On pourrait aussi étudier la résolution d'un problème scientifique n'ayant pas de réponse connue à ce jour par des graphiseurs et des non-graphiseurs et observer la qualité et l'originalité de leur recherche d'une solution. L'aptitude à la graphisation pourrait être aussi valablement étudiée avec des enfants, car ce moyen de représenter l'information leur serait certainement une aide précieuse pour résoudre des problèmes.

Tous les individus ne semblent pas posséder les mêmes aptitudes à graphiser. La transmissibilité de la graphisation devrait donc être étudiée et, le cas échéant, une méthode pourrait être élaborée pour la transmettre à des personnes ayant à résoudre des problèmes nouveaux.

NOTES

- (1) Nous remercions le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique du subside No 1.048-0.84 qui nous a permis d'accomplir cette recherche.

- (2) Les personnes intéressées par notre recherche peuvent prendre contact avec les auteurs à la Chaire de Pédagogie et de Didactique de l'EPFL, 1015 Lausanne, Tél. (021) 47.22.75
- (3) Nous remercions particulièrement M. F. Robert pour sa collaboration à cette recherche.

BIBLIOGRAPHIE - REFERENCES

- AUDETAT, M.C et ROBERT, F. : "*Questionnaire 1*". CPD, Lausanne, janvier 1986
- AUDETAT, M.C. et ROBERT, F. : "*Questionnaire 2*". CPD, Lausanne, janvier 1986
- AUDETAT, M.C. et ROBERT, F. : "*Problèmes*". CPD, Lausanne, janvier 1986
- BUZAN, T. : "*Use your head*". BBC Publication Data, 1980
- DENIS, M. : "*Les images mentales*". Editions PUF le psychologue. Paris, 1979
- COSTELLO, J.C. : "*Manuel du résumé de documentation*". Columbus, Ohio, 1963
- GASSER, M., GOLDSCHMID, M.L., RIHS-MIDDEL, M. et ROZMUSKI, J. "*Modèles de performance, processus d'étude et compétence scientifique*". Rapport intermédiaire de la recherche FNRS No 1.668-0.82, CPD, Lausanne, mai 1984
- GOLDSCHMID, M.L., AUDETAT, M.C., ROBERT, F. , ROZMUSKI, J, et ROCHAT, S. : "*Graphisation des images mentales schématiques dans le traitement des problèmes scientifiques*" Demande et rapport intermédiaire FNRS, No 1.048-0.84, 1986
- KOSSLIN, S.M. : "*Image and Mind*". Harvard University Press, Cambridge, 1980
- LAWSHE, C.H. et HARRIS, D.H. : "*Creativity Test*". Purdue Research Foundation, Lafayette, Indiana, 1957
- McKIM, R. : "*Thinking visually. A strategy manual for problem solving*". Library of Congress Cataloguing in : Publication Data, 1980
- POLYA, G. : "*Schule des Denkens : Vom Lösen mathematischer Probleme*", A. Francke Verlag, Bern, 1949
- RAVEN, J.C. : "*Test des matrices progressives*". Editions scientifiques et psychotechniques, Issy-les-Moulineaux, 1963

- RIHS-MIDDEL, M. ; GOLDSCHMID, M. L. "Selbstbild, Selbststeuerung und Arbeitsverhalten guter und mässiger Hochschulstudenten". in : *Hochschulausbildung*, no 1, janvier-mars, 1987
- ROBERT, F. : *"La temporalité"*. CPD, Lausanne, janvier 1986
- ROBERT, F. ; RIHS-MIDDEL, M. ; GOLDSCHMID, M. L. ; ROZMUSKI, J. et ROCHAT, S. : *"Modèle de performance, processus d'étude et compétence scientifique"*. Rapport final FNRS, No 1.688-0.82, Lausanne, juin 1985
- ROZMUSKI, J. : *"Eléments théoriques et méthodologiques pour une didactique interdisciplinaire fondée sur les notions "d'interculturalité épistémologiques" et de "représentations herméneutiques"*. Thèse de doctorat, chapitre II, pp. 63-77, CPD - EPFL, 1987
- RUMELHART, D.E. : "Schemata : the building blocks of cognition". In : *Theoretical issues in reading comprehension*, R.J. Spiro, B.C. Bertram & W.F. Brewer (Eds), 1980
- VEZIN, J.F. : "Mise en relation de schémas et d'énoncés dans l'acquisition de connaissances" in : *Bulletin de psychologie*. Vol. XXXVIII, no 368, nov-déc. 1984, pp. 71-80

Zusammenfassung

Die "Graphisation" in der Bearbeitung von wissenschaftlichen Problemen

Erlaubt die "Graphisation" - Neologismus bedeutend Verwendung graphischer Darstellungen -, wissenschaftliche Probleme einfacher zu lösen und einen Text besser zu verstehen ? Haben die "Graphiseure" - d.h. die Benutzer der "Graphisation" - die gleichen Kriterien wie die "Nicht-Graphiseure"? Um diese Fragen zu beantworten, wurden 160 Studenten der ETHL in 4 Gruppen (Graphiseure, Nicht-Graphiseure, Intermediär, Frei) aufgeteilt, je nach benützter Technik, um die Information darzustellen (Benützung graphischer Mittel und/oder mündlicher Hilfsmittel). Die Studenten hatten drei wissenschaftliche Probleme zu lösen und einen Text humaner Wissenschaft zu lesen. Das Durchsehen und die Analyse ihrer Arbeiten erlaubten folgende Feststellungen :

Die "Graphiseure" zeichnen sich aus durch :

- bessere Kapazität der Analyse und Synthese gegenüber den anderen Gruppen
- gute Potentialität, neue Probleme, die eine Fähigkeit, sich eine Situation vorzustellen verlangen, zu lösen, und die Kapazität, einen originellen Lösungsstil einzusetzen
- gutes Begriffsvermögen eines Textes dank der Fähigkeit, denselben anhand von Schlüsselworten (verbunden mit originellen graphischen Darstellungen) zu synthetisieren.

Summary

The "Graphisation" in the resolution of scientific problems

Does graphisation - a neologism, meaning the use of graphics in order to process and understand an information - enhance scientific problem solving and the comprehension of a text ? Can we differentiate the "graphisizers" - those using graphisation - from the non-"graphisizers"? In order to answer these questions, 160 students from the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne were divided into four groups (graphisizers, non-graphisizers, intermediary and free) based on their representational and information-processing techniques (use of graphic and/or verbal means). They had to solve three scientific problems and read a text in the human sciences. The correction of their answers and the analyses of their production led to the following conclusions with regard to the graphisizers:

- they have a greater capacity to analyze and arrive at a synthesis than the other groups ;
- they have a good potential to solve new problems which require the capacity to represent a situation and to use an original approach ;
- they arrive at a good comprehension of a text through their capacity to synthesize its content with the help of key-words which they connect by original graphic means.