

BULLETIN D'INFORMATIQUE APPROFONDIE ET APPLICATIONS

SCIENCES DE L'EDUCATION ET DE L'INFORMATION

COMITE SCIENTIFIQUE

N° 46 MARS 1997

*Patrick Abellard
Françoise Adreit
Jalal Almhana
France Chappaz
M'hamed Charifi
Roger Cusin
Bernard Goossens
Patrick Isoardi
Robert Jacquier
Jean - Philippe Lehmann
Nadia Mesli
Patrick Sanchez
Rolland Stutzmann
André Tricot*

DIRECTEUR

Jean - Michel Knippel

REDACTEUR EN CHEF

Edmond Bianco

REDACTEUR ADJOINT

Sami Hilala

REDACTION

Université de Provence
Equipe Hermès. Case 33
3, place Victor Hugo
F - 13331 Marseille Cedex 3
Téléphone: 04 91 10 62 30
Télécopie : 04 91 50 91 10

DEPOSITAIRE

Université de Provence
Bibliothèque Universitaire
3, place Victor Hugo
F - 13331 Marseille Cedex 3
Téléphone: 04 91 62 44 16
Télécopie : 04 91 95 75 57

1 EDITORIAL,

par Edmond Bianco

**3 RELATIONS ENTRE CONNAISSANCES
A LA LUMIERE DES RESEAUX DE PETRI:
CAS DU REPERTOIRE DE KENT,**

par Jean - Michel Knippel

**21 CHRONIQUE " HYPERTEXTES ET
HYPERMEDIAS" 1945 - 1995,**

par André Tricot

39 VOZZAVEDIBISAR,

par Henri Lafage

D'ici quelque temps le bulletin aura ses informations sur WWW:
<http://www.univ-mrs.fr> <http://www.u-3mrs.fr>

**Publication trimestrielle, gratuite, de l'Université de Provence.
ISSN 0291 - 5413**

EDITORIAL,

Echec.

Enfin la Machine a réussi à battre l'Homme. Sur son propre terrain. Et quel homme !

Le pauvre Kasparov a dû s'incliner devant le Monstre. Un énorme ordinateur servi par une compagnie de spécialistes a fini par vaincre le "cerveau" !

On croit rêver, on a l'impression de vivre un roman de K. Dick (*). Kasparov se sentait l'homme le plus intelligent de la terre, et voilà qu'il découvre qu'une machine, un gros sac de fils électriques et de plastiques, est plus intelligente que lui.

Un peu comme si Dieu découvrait soudain que l'Homme du point de vue de l'entendement peut lui damer le pion. Alors se pose la question fondamentale:

« Pour retrouver sa supériorité, l'homme doit-il se réfugier dans sa folie ? »

Cette péripétie en forme d'anicroche est parfaitement caractéristique de notre époque d'hyper-technicité et d'affolement. Au fond, l'intelligence, ce vieux concept autant universel qu'indéfinissable, et qui est capable de vous saper le moral ou bien de vous bourrer d'orgueil selon que les avatars de la vie courante vous convainquent soit d'en être démuni, soit d'en être abondamment pourvu, est toujours présent à titiller l'Homme qui, ayant réussi à conceptualiser le lien cause-conséquence, se sent le proche parent d'un Dieu créateur.

Le pauvre Kasparov a été débordé par l'ingéniosité humaine. Il se sent la victime d'une machine bien trop évoluée. Pareille mésaventure n'est pourtant pas originale. Mais qui n'est pas toujours ressentie dans le mauvais sens du poil. Quel est le coureur à pied qui se sentirait vexé par la vitesse d'un cycliste, ou bien d'un automobiliste? Quel est le nageur qui se sentirait ridicule au passage de ces navires modernes aussi immenses que rapides? Quel serait l'haltérophile jaloux de la force des grues capables de soulever des charges énormes?

Bien sur ... mais pour Kasparov le conflit est d'une autre nature. Son Art est ressenti comme appartenant à la pensée pure, en conséquence il est d'essence divine. Et Kasparov supporte mal qu'une vulgaire machine puisse l'égaliser sur un tel plan d'abstraction. En fait, ce personnage et bien d'autres encore, a tendance à confondre intelligence et combinatoire. Peut-être Inaudi(**), lui-même, se sentirait-il, de nos jours, contrarié que l'ordinateur puisse calculer d'énormes multiplications en bien moins de temps que lui.

Réflexe quelque peu enfantin, en tout cas marque nette de maturité intellectuelle. Peut-être est-il bon d'éviter la confusion du concept et de son application. Les ordinateurs modernes ont un intervalle de temps de base du milliardième de seconde, voire d'une fraction de milliardième, et l'on sait même tant bien que mal organiser, au moins partiellement, des calculs en parallèle. Si élémentaires que soient les opérations, on imagine aisément la masse de calculs que représente une poignée de secondes. Après, tout est affaire de programmation quant au choix des séries combinatoires à explorer, et c'est là que Kasparov se retrouve finalement face à des hommes, et plus seulement face à une machine.

La notion de compétition est déjà une réelle abomination dans la mesure où elle dresse à mort des hommes les uns contre les autres, surtout quand les enjeux sont colorés à l'argent, mais quand elle s'exerce dans les domaines dont il est convenu qu'ils sont réservés à l'esprit, alors elle prend une dimension dramatique particulière. Elle aboutit à rendre les gens complètement stupides.

Edmond Bianco

(*) : (1928-1982), américain, auteur de science-fiction. Chez lui le monde est faux, tout y est simulacre.

(**) : (1867-1950), italien, connu par sa mémoire extraordinaire et la rapidité avec laquelle il effectuait mentalement des opérations.

RELATIONS ENTRE CONNAISSANCES A LA LUMIERE

DES RESEAUX DE PETRI:

CAS DU REPERTOIRE DE KENT¹

Jean - Michel Knippel

(Article suivant celui paru dans le numéro 45 de décembre 1996)

1. INTRODUCTION

L'accumulation de données ou connaissances se trouve organisée autour des niveaux de portraits, requêtes et concepts où les graphes de représentation sont une aide importante à la construction de ces portraits, requêtes ou concepts ou communautés de symptômes. Que ce soit des déductions provenant d'une requête, d'une réflexion ou d'une communauté de symptômes communes à un ensemble de remèdes, la rubrique et sa représentation jouent un rôle essentiel. Nous situons les quatre niveaux de présentation de rubriques du logiciel SAPHIR [SAPHIR 91] dans la figure 1.

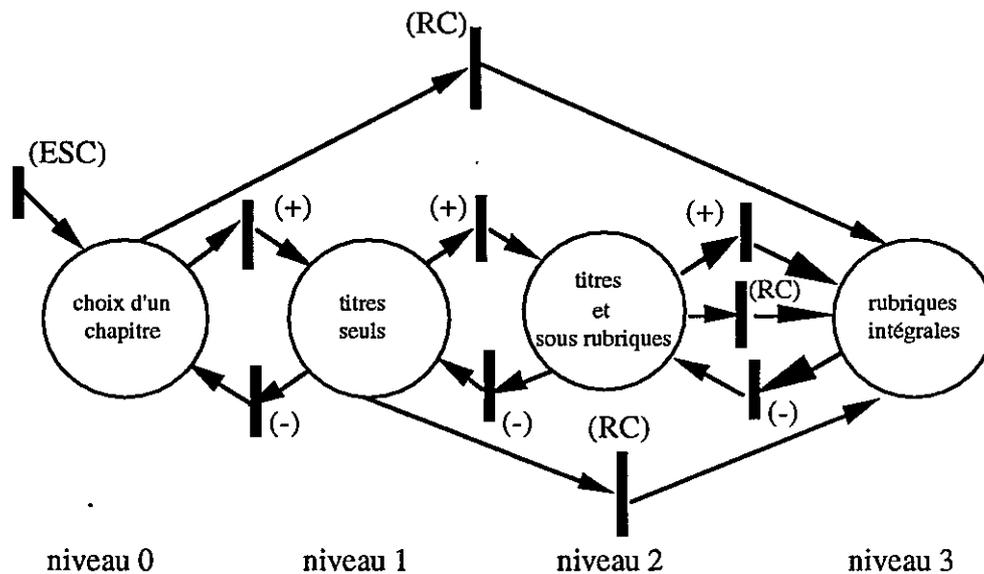


figure 1. Niveaux de présentation des rubriques et sous-rubriques

(ESC), (+), (-), (RC) correspondent aux touches d'un clavier qui permettent de symboliser le changement de niveau dans l'exploitation du logiciel SAPHIR.

¹ d'après le document de travaux de Jean - Michel Knippel " Expression et vérification des thésaurus par les réseaux de Petri. Cas du répertoire de Kent. Implémentation à l'aide d'une machine universelle ". Habilitation à diriger des recherches; Université d'Aix - Marseille II, Juillet 1994.

Il est apparu clairement un ensemble de faits ou objets (P) à rapprocher de chapitres, symptômes, remèdes et un ensemble de relations descriptives (T) que nous allons développer dans cet article, avant d'en étudier les niveaux de hiérarchisation dans un autre papier consacré au thésaurus.

2. PORTRAITS, REQUETES

L'exploration du répertoire est en général effectuée afin de constituer un portrait de patient. Un tel portrait se construit rubrique par rubrique. Il sera ensuite possible, à l'intérieur du portrait lui-même, de regrouper ces rubriques en traits, de leur attacher une valorisation et d'effectuer le croisement des remèdes (répertorisation).

Un autre niveau consistera à proposer un critère de sélection des rubriques qui utilise les mots et les noms des remèdes du répertoire: c'est le langage des requêtes. Nous allons nous attacher à l'étude de ces notions par la représentation des données à l'aide des réseaux de Petri [FUMANAL J.C. 81]

2.1. PORTRAITS: ENSEMBLE DE TRAITS

L'ensemble des symptômes d'un patient constitue son portrait symptomatique. Un symptôme peut être défini par une rubrique du répertoire, mais aussi par un groupe de rubriques qui ont un sens proche et qui se complètent, ou par des rubriques qui sont déclarées concomitantes. Un tel groupement de rubriques est appelé un trait. Même dans le cas d'une seule rubrique on parlera également d'un trait. Ainsi un portrait est formé d'un ensemble de traits, chaque trait est constitué d'une ou plusieurs rubriques. C'est sur un ensemble de traits que s'effectue la répertorisation.

Afin d'éclairer l'intérêt du regroupement des rubriques en traits et les possibilités de valorisation des traits, nous allons étudier un cas proposé par le Docteur Dransart [SAPHIR 91]. Il s'agit d'un enfant de 11 ans, qui souffre de colite et de troubles "ORL". La figure 2 nous donne la liste des symptômes retenus, ici 13 symptômes provenant de plusieurs chapitres du répertoire:

- K1 soit psychisme,
- K3 soit tête,
- K 14 soit estomac,
- K37 soit généralités.

1	K1	<u>PSYCHISME</u>	REPRIMANDES, agg (Voir pleurer):	[0 2 1]
2	K1	<u>PSYCHISME</u>	REPROCHES, maladies suite de : OP.	[1 2 3]
3	K1	<u>PSYCHISME</u>	SENSIBILITE, réprimandes, aux: <i>Corc. Mad</i>	[0 2 3]
4	K1	<u>PSYCHISME</u>	PLEURER, réprimandes, suite de (Voir Réprimandes):	[0 3 7]
5	K1	<u>PSYCHISME</u>	CONFIANCE en soi, manque de (Voir Découragé, Entreprendre, Illusions Echouer, Impuissance, Réussit jamais, Timidité) : ANAC. SIL.	[2 8 42]
6	K1	<u>PSYCHISME</u>	PRESSE :	<11 21 53>
7	K1	<u>PSYCHISME</u>	IMPATIENCE irritable :	< 6 25 52>
8	K1	<u>PSYCHISME</u>	IRRITABILITE matin réveil, : LYC. TUB	< 2 6 34>
9	K14	<u>ESTOMAC</u>	APPETIT, dévorant, amaigrissement avec :	[4 4 1]
10	K14	<u>ESTOMAC</u>	APPETIT, dévorant, maigre, tout en restant :	[4 10 6]
11	K37	<u>GENERALITES</u>	AMAIGRISSEMENT faim canine, :	<5 13 7>
12	K3	<u>TETE</u>	TRANSPIRATION du cuir chevelu sommeil, : CALC.	<1 9 2>
13	K37	<u>GENERALITES</u>	CHALEUR vitale, manque de :	[31 67 27]

figure 2: Portrait de Simon, cas proposé par le Docteur Dransart

Nous remarquons tout de suite qu'une relation importante de navigation apparaît. C'est la relation "voir" qui permet d'aller d'une rubrique à une autre rubrique du chapitre ou d'un autre chapitre. La figure 3 propose sous forme de réseau de Petri le portrait de Simon. Nous avons développé la partie du chapitre "Psychisme" et de ses relations "voir". La forme du graphe propose un certain nombre de regroupement de rubriques : 1, 2 et 4 par exemple, 7 et 8 également. La rubrique 5, quant à elle, fait apparaître beaucoup de relations avec d'autres rubriques qui forment un groupe riche.

Afin d'aider à visualiser l'ensemble à des niveaux différents, nous allons montrer l'intérêt de l'analyse par transformation [BERTHELOT G. 76] sur l'exemple de la figure 2.

Les méthodes d'analyse par transformation consistent à transformer un réseau initial (R, M_0) , pour lequel on veut vérifier une propriété PR, en un réseau initial (R', M'_0) tel que :

- (R', M'_0) satisfait PR si (R, M_0) la satisfait également,
- cette propriété est plus facile à vérifier sur (R', M'_0) .

Un cas particulier de ces méthodes sont les méthodes de réduction [SZLANKO J. 77] où la vérification d'une propriété sur (R, M_0) est ramenée à la vérification de cette propriété sur un ensemble de réseaux plus simples que le réseau initial.

51: TIMIDITE [K1] 52: DECOURAGE [K1] 53: ENTREPRENDRE [K1]
 54: ILLUSIONS [K1] 55: IMPUISSANCE [K1] 56: REUSSIT JAMAIS [K1]

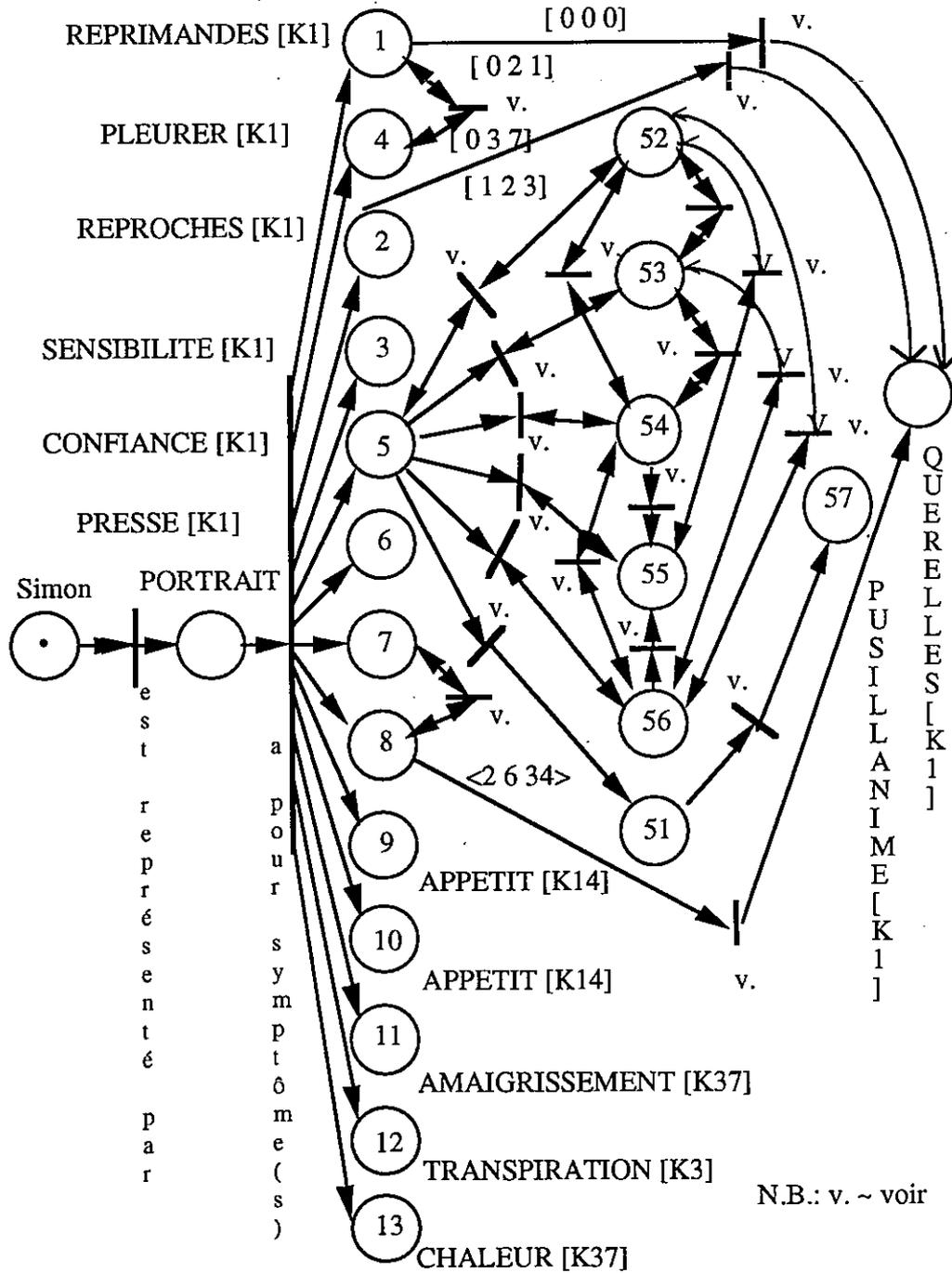


figure 3. Réseau de Petri du portrait de Simon

L'intérêt de ces méthodes repose sur le fait qu'elles consistent à réduire le réseau à analyser en appliquant des règles locales de transformation dont la complexité est indépendante de la taille du réseau. Leur inconvénient est que leur efficacité dépend de la structure du réseau à analyser. Nous présentons, à titre d'exemple, deux règles de réduction qui préservent les propriétés de bornage et vivacité, c'est-à-dire les réseaux obtenus par application de ces règles sont bornés et vivants si et seulement si le réseau initial satisfait ces propriétés.

Règle 1: substitution d'une place

Soit $RP = (P, T, \text{Pré}, \text{Post})$ un réseau et p une place de P . La place p est dite substituable si :

- soient l'ensemble de ses transitions d'entrée, noté ${}^{\circ}p$, et l'ensemble de ses transitions de sortie, noté p° ; alors ${}^{\circ}p \neq \emptyset$ et $p^{\circ} \neq \emptyset$,

- toute place qui est d'entrée (resp. de sortie) d'une transition d'entrée ou de sortie de p n'est pas de sortie (resp. d'entrée) de cette transition. ${}^{\circ}t$ est l'ensemble des places d'entrée de la transition t . t° est l'ensemble des places de sortie de la transition t . C'est-à-dire : $\forall t \in p^{\circ} \cup {}^{\circ}p, {}^{\circ}t \cap t^{\circ} = \emptyset$,

- toute transition de sortie de p a au moins une place de sortie. C'est-à-dire : $\forall t \in p^{\circ} \quad t^{\circ} \neq \emptyset$,

- la seule place d'entrée des transitions de sortie de p est la place p . C'est-à-dire : $\forall t \in p^{\circ} \quad {}^{\circ}t = \{ p \}$.

L'application de la règle 1 est donnée en exemple, sur une partie du graphe de la figure 3, à la figure 4. La définition formelle ainsi que la justification de cette règle sont données par Berthelot [BERTHELOT G. 76]. Ceci nous permet de nous placer à plusieurs niveaux de représentation des connaissances chapitre, symptômes, liens entre symptômes.

La place p du réseau est substituable (exemples P_4, P_2 de la figure 4). Par application de la règle 1 on supprime cette place en créant un nombre de transitions suffisant pour ne pas éliminer des chemins du graphe des marquages et préserver la connexité. Les transitions $t_{3,5}$ et $t_{4,6}$ ainsi créées correspondent aux séquences de transitions t_3, t_5 et t_4, t_6 . Si p est marquée par le marquage initial alors on doit considérer pour le réseau réduit les différents marquages initiaux possibles obtenus après activation de t_5 et t_6 .

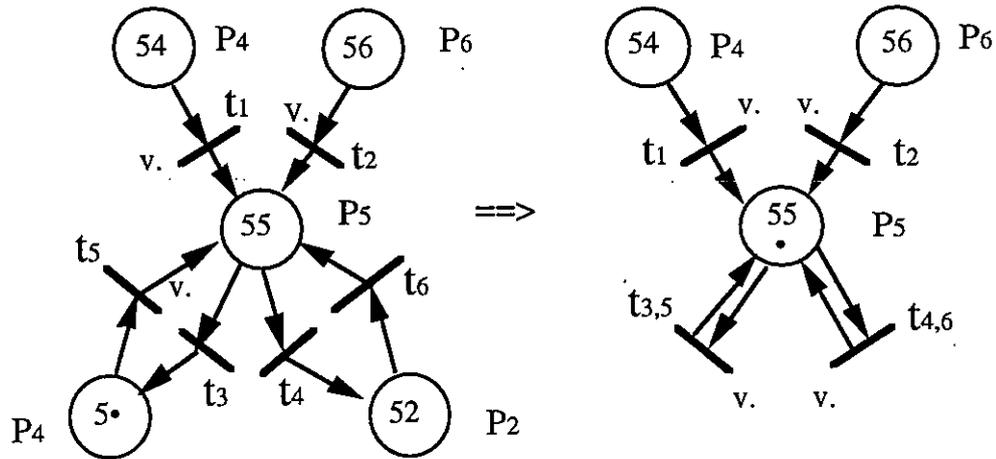


figure 4. Substitution de places dans un réseau de Petri.

Règle 4: élimination de transitions identiques

Soit t_j une transition impure. C'est-à-dire qu'il existe au moins une place p_i et deux arcs $p_i \rightarrow t_j$ et $t_j \rightarrow p_i$. La réduction relative à cette transition impure consiste à :

- supprimer les arcs $p_i \rightarrow t_j$ et $t_j \rightarrow p_i$,
- supprimer la transition t_j si elle est isolée (c'est-à-dire si elle n'a plus ni place d'entrée, ni place de sortie). Cette réduction est illustrée sur la figure 5.

Par exemple dans le réseau de la figure 5 issu du réseau de la figure 4, après application de la règle 1 la transition $t_{3,5}$ et la transition $t_{4,6}$ sont impures. Après suppression des arcs $P_5 \rightarrow t_{4,6}$ et $t_{4,6} \rightarrow P_5$ la transition $t_{4,6}$ est isolée, et elle est donc supprimée. Il en va de même pour $t_{3,5}$ après suppression des arcs $P_5 \rightarrow t_{3,5}$ et $t_{3,5} \rightarrow P_5$, la transition est isolée. Déterminer les transitions identiques, ou opérer d'autres règles de simplification est un problème non-trivial [BERTHELOT G. 76]. Il existe néanmoins des cas, où par simple vue du réseau, on trouve des simplifications.

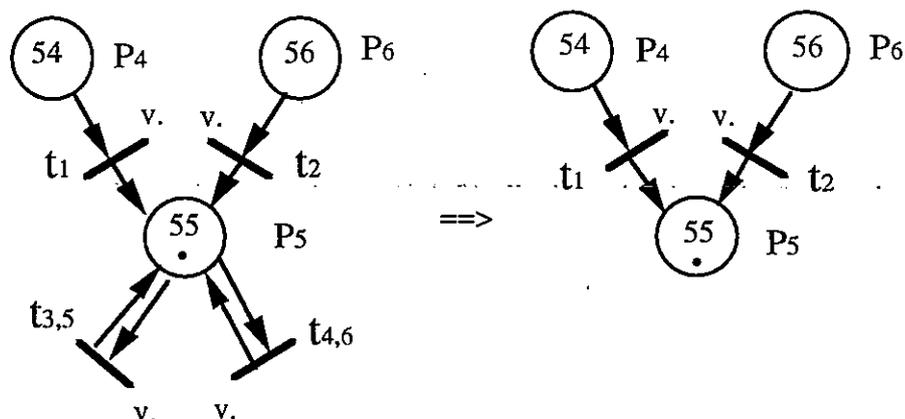


figure 5. Elimination de transitions identiques dans un réseau de Petri

Il existe d'autres règles de simplification : place implicite, transition neutre etc... . Nous n'en avons retenu que deux à titre explicatif de notre exemple.

L'application de ces règles sur la figure 3 du portrait de Simon nous suggère les regroupements suivants :

- rubriques 1, 4, 2
- rubriques 7, 8.

Ce niveau de compréhension n'est pas suffisant pour aboutir à la solution retenue qui est de 7 traits après un regroupement des rubriques 1, 2, 3 et 4, puis 6 et 7 enfin, 9, 10, 11 qui correspondent d'une manière plus juste aux symptômes retenus :

- sensible aux reproches,
- toujours pressé, impatient,
- maigre malgré un gros appétit,
- manque de confiance en lui,
- irritable au réveil,
- transpire des cheveux en dormant,
- un peu frileux.

Notons que le trait confiance (place P5 de la figure 3) reste un noyau indépendant non regroupé à d'autres traits, dans le portrait retenu, comme le suggère la figure 3.

Le niveau de thésaurus permettra la prise en compte, par exemple, du jeu des synonymes et fera l'objet d'étude dans un modèle avec thésaurus d'information.

2.2. REQUETES : DIFFERENTS TYPES

Une requête est une demande qui permet de sélectionner l'ensemble des rubriques selon des critères portant sur les mots, les remèdes et les concepts. Le résultat d'une requête est un ensemble de rubriques appelé groupe conceptuel de rubriques. Les possibilités d'expression sémantique pour définir un critère de sélection des rubriques sont grandes. Une requête permet de caractériser de façon fixe un ensemble de rubriques. Elle peut se réduire à un mot (ou un nom de remède), auquel cas le résultat est constitué de l'index de ce mot, c'est-à-dire de l'ensemble des rubriques contenant ce mot (ou ce remède).

Il y a trois opérations de composition des éléments d'une requête [SIMONET M.90], que nous représenterons à l'aide des réseaux de Petri à flux de données (RDPFD):

- et : composant 1 et composant 2 et composant 3 et

regroupe les rubriques satisfaisant simultanément chaque composant de la requête;

exemple : (gums et bleeding),

- ou : composant 1 ou composant 2 ou composant 3 ou....

regroupe les rubriques satisfaisant l'un ou l'autre des composants de la requête;

exemple : (inflammation ou bleeding ou swelling),

- sauf : <requête initiale >sauf <partie à retrancher>.

L'usage de l'opération sauf suppose qu'il soit précédé d'une requête initiale, qu'il va servir à corriger en retranchant certaines rubriques du résultat initial.

2.2.1. DESCRIPTION INFORMELLE DES RDPFD

Le lecteur soucieux des formalisations mathématiques trouvera les définitions données par Jalal Almhana dans sa thèse [ALMHANA J. 83].

L'algorithme de calcul, dont nous donnerons exemple à la figure 7, est un ensemble d'opérations qui concourent à la réalisation d'un but bien déterminé. Chaque opération est définie par un opérateur qui dispose d'un ensemble de données "opérandes" et fournit un ensemble de résultats. On utilisera les réseaux de Petri comme modèle de représentation et on les définit comme suit :

- une opération est composée d'un opérateur et d'un ensemble de variables. On la représente par un R de P (réseau de Petri) de la manière suivante :

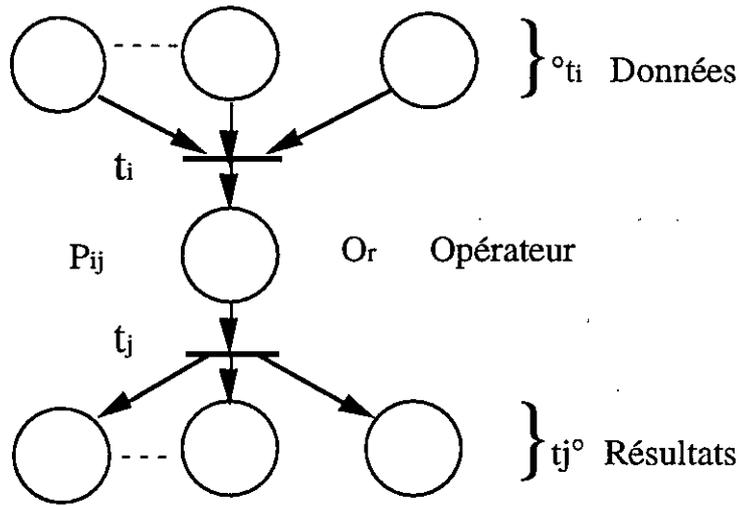


figure 6. Réseau de Petri à flux de données

t_i , t_j sont appelées respectivement transition d'entrée et transition de sortie de l'opérateur O_r associé à la place P_{ij} .

Les places ${}^{\circ}t_i = \{P_1, \dots, P_e\}$, $t_j^{\circ} = \{P_1, \dots, P_s\}$ représentent, respectivement les données nécessaires à l'opérateur O_r et les résultats fournis par lui. Par exemple l'opération de composition et before peut être représentée par la figure 7 suivante:

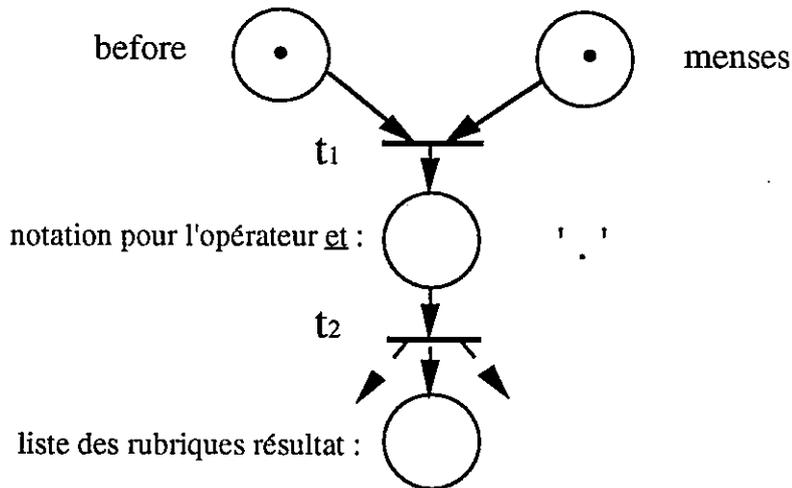


figure 7. Calcul de la requête: "before et menses" (*)

(*) menses. Mot anglais. Prendre le sens physiologique.

Le marquage est à commenter. Une marque déposée dans une place représente une variable et signifie que la valeur de la variable est créée, et occupe réellement une place dans la mémoire. S'il s'agit d'une donnée initiale, cette marque est engendrée par le marquage initial. On considère la marque, non seulement comme objet qui permet de visualiser l'état de calcul, mais également comme porteur d'information, valeur de variable, adresse de destination, etc...

Il faut distinguer plusieurs types de marques :

- un sélecteur "noté I" est une valeur entière qui permet d'identifier la marque et en particulier le type de la donnée associée,
- une valeur "notée V" est la valeur de la variable, a priori simple, entière, réelle ou logique. Nous verrons plus tard des structures de données représentées par des marques.

Une marque déposée dans une "place opérateur" signifie que l'opérateur est activé et l'opération définie par celui-ci est en cours d'exécution.

Chaque opération est supposée exécutée par une unité processeur (U.P.) qui demande une durée τ pour l'achèvement de cette opération. Cette durée est supposée connue et constante sur le réseau de Petri; on peut associer à chaque place, représentant un opérateur O_i , une constante τ_i qui indique la durée de l'opération définie par cet opérateur. Cette constante est égale à zéro pour les places représentant des données stockées dans des mémoires, car on peut considérer le temps d'accès à la mémoire, en général, comme fixe (temps de lecture ou d'écriture, ou du moins borné) et qu'il est inclus dans le temps opératoire des opérateurs correspondants.

Les trois opérations de composition des éléments d'une requête vont se trouver représentés par la figure 8 d'une façon explicite ou implicite que nous allons commenter. Lors de la formulation, nous avons défini " O_i ", ensemble d'opérateurs de manière générale. En effet, dans un programme à flux de données, on peut distinguer trois catégories d'opérateurs : ceux de traitement O_t , ceux de lien O_f , et ceux de contrôle O_c .

L'opérateur de traitement, par exemple '+' de la figure 7, est relatif aux opérations : et, ou et retrancher.

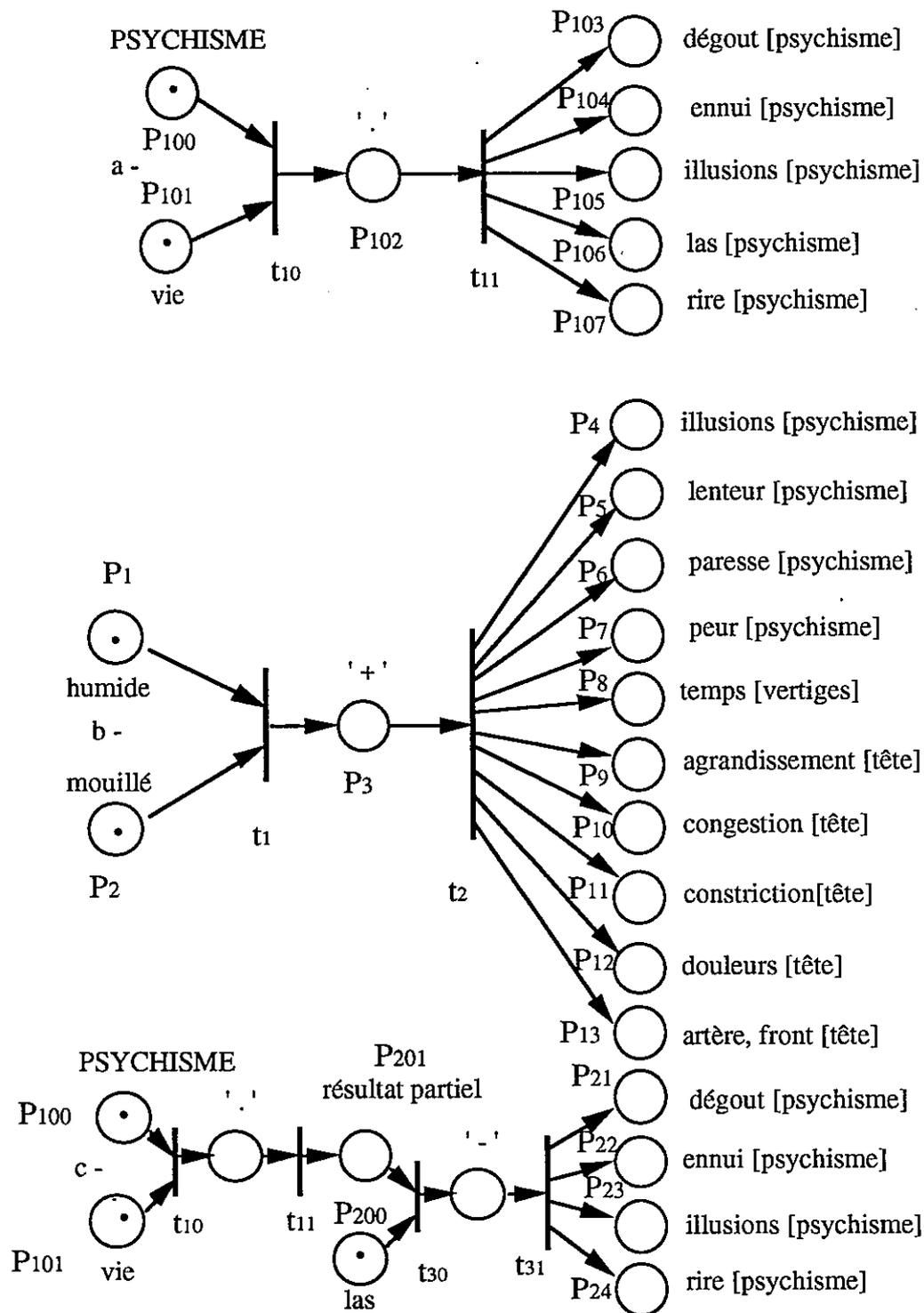


figure 8. Opérations de composition des éléments de requête représentés par RDPFD.

La figure 8-a se rapproche de ce que nous verrons être le concept de "Lassitude de la vie". Nous cherchons ici les rubriques satisfaisant simultanément chaque composante de la requête qui sont ici dans le chapitre PSYCHISME (majuscules ≡ chapitre défini par ce mot), et le mot vie, ou l'un des mots de sa famille. Le résultat est la recherche des rubriques de vie dans le chapitre PSYCHISME.

La figure 8-b exprime que l'on cherche une notion d'humidité, cet exemple exprime la réunion des rubriques contenant soit le mot humide, soit le mot mouillé (toujours à la famille près, et indépendamment de l'ordre).

La figure 8-c formalise l'usage de l'opérateur sauf. L'usage de l'opérateur sauf suppose qu'il soit précédé d'une requête initiale, qu'il va servir à corriger.

Exemple : ((PSYCHISME . vie) - (las))

retranchera du résultat de la figure 8-a la rubrique las du résultat.

Cet opérateur permet d'extraire des rubriques dont la définition, au travers du concept choisi, est inadéquate.

Nous arrivons donc tout naturellement à la volonté de nommer les résultats de ces interrogations.

3. CONCEPTS, REMEDES

Le résultat d'une requête est un ensemble des rubriques appelé groupe conceptuel de rubriques, car il réunit les rubriques satisfaisant un critère conceptuel défini par l'utilisateur. Les concepts permettent de donner un nom à un tel ensemble de rubriques (exemple : traits) et donc la possibilité de le rappeler par l'invocation de ce nom. En plus des requêtes, qui permettent de voir les rubriques d'un remède, il est intéressant de voir les possibilités de représentation de la matière médicale d'un remède et des rubriques communes à un ensemble de remèdes.

3.1. CONCEPTS

Dans les exemples précédents, les requêtes étaient conçues pour sélectionner les rubriques correspondant à une notion déterminée. Cependant, même si ce mot apparaît tel quel dans le répertoire, il est rare que les rubriques qui le contiennent soient les seules dignes d'intérêt pour la situation considérée. Il est commode, sinon nécessaire, de nommer un groupe de rubriques significatif d'un concept donné, afin de pouvoir le retrouver grâce à ce nom [SIMONET M. 90].

Un concept regroupe un ensemble de rubriques sous un nom significatif.

Pour construire un concept, il faut donc désigner les rubriques ad hoc. Le langage de requêtes, dont nous avons étudié les opérateurs de composition, est conçu à cet effet et sera développé dans un autre article. Par exemple, le concept humidité est cerné essentiellement par les termes humide et mouillé, mais aussi par brume, brouillard et air des caves, ce qui se traduit par la requête suivante :

HUMIDITE = humide + mouillé + brouillard + temps brumeux + air des caves.

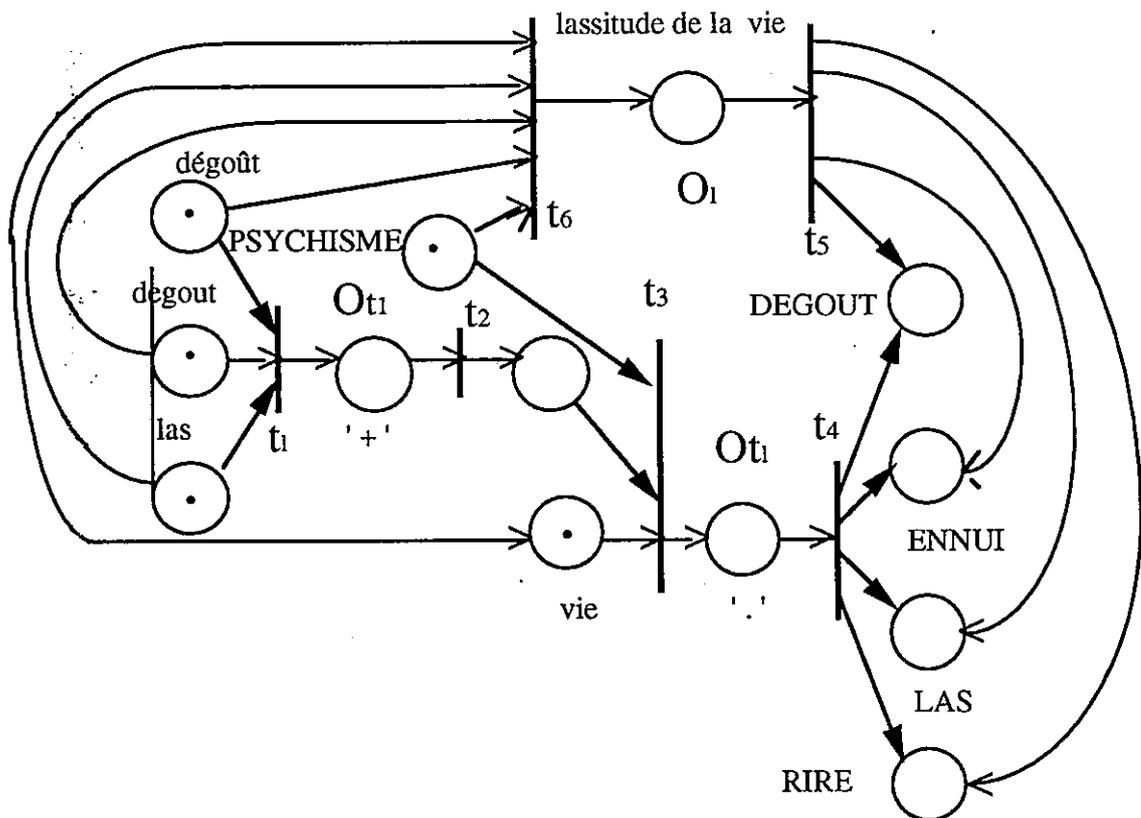


figure 9. Concept : Lassitude de la vie sous forme RDPFD.

Reprenons la requête:

HUMIDITE = humide + mouillé + brouillard + temps brumeux + air des caves

Elle fournit un groupe de rubriques résultants, qui est gardé sous le nom Humidité.

Le concept Lassitude de la vie est défini, par exemple, par la requête:

PSYCHISME et vie et (dégoût + dégout + las),

ce qui fournit un groupe de quatre rubriques. Nous donnons l'image de cette association grâce à l'utilisation d'un opérateur de liaison dans les RDPFD, dans la figure 9 précédente.

Un autre exemple est fourni, c'est le cas du concept Gingivite, qui devra être corrigé à l'aide de l'opérateur sauf afin d'éliminer des rubriques parasites. La figure 10 liste la définition complète du concept.

A quoi sont, où seront utilisés les concepts? [SIMONET M. 90].

Tout d'abord la recherche des rubriques correspondant à une notion donnée, dont on a fait un concept, est la fonction principale de la définition de concepts. C'est ainsi l'aide à l'interrogatoire.

La répertorisation peut constituer l'objectif de cette recherche. Une rubrique ayant été retenue, elle peut être ajoutée, au portrait du patient.

L'étude d'un thème particulier est un autre domaine privilégié de l'utilisation des concepts. Le thème étudié peut être une famille de remèdes.

L'interrogation multilingue est une autre application directe des concepts.

Pour une langue donnée, il suffit de définir pour chaque mot que l'on désire pouvoir utiliser comme argument de recherche un concept qui le caractérise exactement. Le plus souvent, il s'agira d'une simple synonymie avec le mot de la langue cible :

exemple : matin = morning.

CONCEPT *Gingivite*

DEFINITION

(MOUTH + TEETH),

(gums (inflammation +
bleeding +
swelling +
softening +
spongy +
ulcers +
excrescences painful +
discoloration +
gangrenous +
heat +
indented +
nodosities +
protruding +
scabs gangrenous +
scorbutic +
pain +
prickling +
itching +
putrid +
vpulsating +
sensation of elongation +
numbness) +
mucous membranes (excoriation + inflamed) +
stomacace +
teeth surrounded by proud flesh +
membrane false),

- gums (abscess + boils + detached),
- palate,
- tongue,
- socket of tooth.

figure 10. Concept *Gingivite* et sa définition [SIMONET M. 90]

3.2. REMEDES : COMMUNAUTE DE SYMPTOMES

Dans le cadre de l'utilisation des concepts et de l'étude d'un thème particulier, le thème peut viser une famille de concepts. Nous donnons un exemple qui cherche à regrouper toutes les rubriques contenant au moins un sel calcaire et voir comment d'autres remèdes et d'autres concepts sont représentés dans ces rubriques.

Exemple :

Sels-calc =(Calc. + Calc-ac. + Calc-ar. + Calc-caust. + Calc-f. +
Calc-i. + Calc-p. + Calc-sil. + Calc-s. + Hep. + Lap-a.).

Les principaux travaux à effectuer sur les remèdes relèvent de création de concepts spécifiques que l'on peut considérer comme des aides, ou des familles de concepts.

La matière médicale d'un remède est constituée de l'ensemble des rubriques où apparaît ce remède. Le même ensemble de rubriques serait fourni par une requête constituée du seul nom du remède. La notion de matière médicale d'un remède demandera la prise en compte d'opérateurs de contrôle pour ne retenir que certaines rubriques.

Ces opérateurs de contrôle sont à retenir pour la suite. Nous pensons à ceux-ci :

- Oc1 = rubriques ayant au plus n remèdes, sélectionne les rubriques où le nombre de remèdes est plus petit que n;
- Oc2 = rubriques où le remède est seul;
- Oc3 = rubriques où le remède est seul, au degré le plus fort;
- Oc4 = choix du degré du remède.

Ainsi, la combinaison des options rubriques où le remède est seul et rubriques où le remède apparaît au degré trois sélectionne les rubriques ayant un remède unique au troisième degré. Ceci constitue une aide importante à la recherche du simillimum.

La communauté de symptômes est la présentation des rubriques communes à un ensemble de remèdes. Elle permet de dégager les rubriques communes à cet ensemble de remèdes. Un opérateur de contrôle s'avère nécessaire pour obtenir les symptômes communs à au moins n remèdes, et un autre pour avoir les symptômes communs à exactement n remèdes.

4. DISCUSSION

Rubriques, portraits, concepts, remèdes nous ont montré l'importance de la notion de requêtes à concevoir à l'aide d'opérateurs de liaisons, de contrôle et de traitement sur des opérands de mots jusqu'à des requêtes. Ces connaissances nous ont amenés à nous intéresser à une représentation par réseaux de Petri à flux de données afin de mélanger opérands et opérateurs des requêtes. Les recherches de cet article ont donné lieu à publication [KNIPPEL J.M. 87] et présentation au cours de la première conférence internationale sur la computation des systèmes informatiques, CSI'91 [ABELLARD P., KNIPPEL J.M. 91].

Nous aurions pu, aussi nous intéresser aux modèles dérivés des réseaux de Petri. En effet, certains réseaux peuvent comporter un très grand nombre de places et de transitions; et par conséquent lourds à représenter. Les réseaux colorés permettent de représenter de façon concise ce type de grands réseaux. Ils sont d'autant plus intéressants qu'ils permettent une vérification directe des propriétés importantes du réseau de Petri associé. Intuitivement, dans un réseau coloré les marques ont une "couleur", qui permet de les distinguer entre elles. Ici, nous nous efforçons de traiter des réseaux lisibles en sous-réseaux de taille "petite" [VIDAL-NAQUET G. 92]. Il existe d'autres modèles dérivés des réseaux de Petri, que nous ne traiterons pas ici. Les réseaux de Petri stochastiques sont des réseaux, où l'on associe des probabilités aux transitions. Ces réseaux sont utilisés en particulier pour l'étude de la sûreté des systèmes. Autre modèle dérivé, les réseaux de Petri temporisés, où le franchissement des transitions a une durée pour l'étude des performances.

L'ouverture à un système d'enrichissement permanent est à noter. Nous développerons ce point particulièrement dans la partie langage classificatoire, par la suite. Cela nous permettra d'utiliser les principes des systèmes informatiques ouverts [BIANCO E. 90], [HADJALI M. 91] dans la mesure, où nous sommes face à une communauté d'utilisateurs maîtrisant des répertoires, matières médicales et "principes" divers [SAPHIR 91]. Le thésaurus sera ainsi ouvert, grâce au paramétrage judicieux permettant la modification et l'ajout de concepts, en particulier.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Publications sur le projet

- [ALMHANA J. 83]

Modélisation par réseaux de Petri à flux de données.
Thèse pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences.
Université d'Aix-Marseille III. 1983. Marseille.

- [SAPHIR 91]

Logiciel SAPHIR. version Macintosh. Manuel d'utilisation.
Société Staphise. 1991. St Martin d'Hères.

- [ABELLARD P., KNIPPEL J.M. 91]
PFLUX: un logiciel d'analyse des réseaux de Petri à flux de données
(CSI'91. Première conférence internationale sur la Computation des
Systèmes Informatiques. 24-26 Juin 1991)
Bulletin d'informatique approfondie et applications.
ISSN 0291-5413. N°spécial. Mars 1992. Marseille.
- [KNIPPEL J.M. 87]
Vers l'aide à l'accès à un thésaurus.
Systèmes de production et réseaux de Petri
Bulletin d'informatique approfondie et applications
ISSN 0291 - 5413. n° 16. Mars 1987. Marseille
- [SIMONET M. 90]
Du mot au concept. Outils de recherche d'informations pour l'homoeopathie
Congrès international d'homoeopathie. Mars 1990. Liège

Autres références

- [BERTHELOT G. 76]
Berthelot G., Roucairol G.
Reduction of Petri Nets
Mathematical Foundations of Computer science. 1976. Springer-Verlag
- [BIANCO E. 90]
Essai sur la complexité des systèmes informatiques
Revue internationale de systématique. Vol. 4. n°2. AFCET. 1990. Paris
- [FUMANAL J.C. 81]
Automate programmable. Interpréteur de réseaux de Petri.
Bulletin d'informatique approfondie et applications
ISSN 0291 - 5413. n° 1. Juin 1981. Marseille
- [HADJALI M. 91]
Formalisation des systèmes informatiques ouverts
Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Sciences
Université d'Aix-Marseille II 1991. Marseille
- [MAC REPERTORY 92]
Logiciel Mac Repertory 3.41 et 3.5
Kent Homoeopathie Associates. 1992. Californie
- [SZLANKO J. 77]
Petri nets for proving some correctness properties of parallel programs
Workshop on Real-Time Programming
IFAC - IFIP. Juin 1977. Eindhoven
- [VIDAL-NAQUET G. 92]
Vidal-Naquet G., Choquet-Geniet A.
Réseaux de Petri et systèmes parallèles
Armand Colin. 1992. Paris

CHRONIQUE "HYPERTEXTES et HYPERMEDIAS"¹

1945-1995

André Tricot

INTRODUCTION

Dans cette petite chronique, je propose de rendre compte des idées directrices et des événements qui ont jalonné l'évolution des hypertextes depuis l'article séminal de Bush en 1945 jusqu'à aujourd'hui. En effet, on peut regretter qu'en français, la littérature de type "présentation générale" sur les hypertextes soit relativement pauvre, s'il l'on excepte les ouvrages de Balpe (1990) et de Laufer & Scavetta (1992). Nous insisterons sur les aspects liés à l'utilisation de cette technologie.

DEFINITION

Les hypertextes et les hypermédias sont des ensembles de "données accessibles", constitués de noeuds connectés par des liens. Ils sont définis en 1987 par Conklin comme l'appariement de deux niveaux (Fig. 1), le niveau des "données accessibles" et le niveau de la base de données, le second niveau "organisant" le premier. Dans le cas des hypertextes, les noeuds sont constitués de texte, dans le cas des hypermédias, les noeuds sont constitués de texte, et/ou d'image, et/ou de son, et/ou d'animation (vidéo par exemple). Chaque lien part d'une ancre (mot, morceau d'image, zone d'écran, icône) dans le noeud d'origine, cette ancre étant manifestée par un bouton (mot en gras, surligné, partie encadrée, icône).

Les "données accessibles" sont des documents : ce ne sont pas des références, ni des règles, mais des données qui ont un sens directement traité par l'utilisateur : des textes, des images, des sons.

Le niveau "base de données" des hypertextes et des hypermédias a un ensemble de caractéristiques, dont la plus importante est peut-être l'absence potentielle de contrainte :

a) sur les liens, il peut ne pas y avoir de contrainte logique, ni sémantique, ni ensembliste,

b) sur les noeuds il peut ne pas y avoir de contrainte de contenu, ni de taille.

¹ d'après la thèse d'André Tricot : "Modélisation des processus cognitifs impliqués par la navigation dans les hypermédias", Thèse de l'Université de Provence, spécialité Psychologie Cognitive, Janvier 1995.

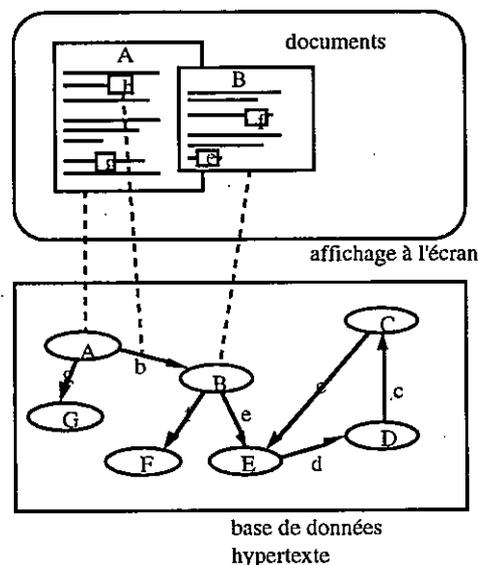


Figure 1. *L'hypertexte*, d'après Conklin (1987, p.18).

L'absence de contrainte sur les liens permet de connecter n'importe quel noeud à n'importe quels x autres noeuds. Par exemple,

si X, Y, Z, T sont des noeuds interconnectés,

alors tel utilisateur pourra aller directement du noeud X au noeud Y,

tandis que tel autre ira en passant par les noeuds Z et T.

Ce type de système constitue en quelque sorte "un ensemble de configurations virtuelles".

Du point de vue de la définition technique de Conklin (1987), un hypertexte peut donc être à peu près n'importe quoi. En revanche, pour Nelson (1965) l'inventeur du terme, un hypertexte "est un ensemble de matériaux textuels ou picturaux interconnectés de telle façon qu'il serait impossible de les présenter ou de les représenter sur papier". D'un autre côté, pour Bush (1945), l'inventeur du concept, un tel outil devait servir à stocker et à utiliser des documents en favorisant l'association d'idées. Il y a ainsi trois façons (imprécises) de décrire des hypertextes : du point de vue de la technique, de la conception ou de l'utilisation.

La description technique

La description technique de ce qu'est un hypermédia n'est possible qu'à un niveau très général (imaginez que vous deviez décrire ce qu'est un livre en intégrant la Bible, le théâtre de Racine, le Tractatus Logico-Philosophicus, et un manuel d'histoire de 3^o). Dans un hypertexte tout juste peut-on dire que le texte est "plein" et non-linéaire, que les liens et les noeuds sont nombreux. On peut aussi décrire certains aspects de systèmes (par exemple : "la base est de type hypertexte, mais munie d'un index").

Le point de vue de la conception

Pour certains, l'hypertexte ne sert que d'interface, par exemple pour un système de gestion de bases de données objet (par exemple Andonoff, Canillac, Mendiboure & Zurfluh, 1992). Pour d'autres, l'hypertexte peut servir au stockage et à la recherche de documents, notamment dans le cadre de l'interrogation de bases de données "difficile" ou "imprécise" (par exemple Guardalben & Lucarella, 1993 ; Thompson & Croft, 1989). Pour l'équipe du MCC d'Austin (Conklin & Begeman, 1988) ou celle de Marshall au Xerox PARC (Marshall & Irish, 1989 ; Marshall, Halasz, Rogers & Jansen, 1991 ; Marshall & Rogers, 1992 ; Marshall & Shipman, 1993 ; Marshall, Shipman & Coombs, 1994) l'hypertexte prend toute sa valeur avec les travaux collaboratifs (voir aussi Rein & Ellis, 1991 et le recueil d'articles édité par Greif, 1988, qui contient plusieurs contributions d'Engelbart). Les hypertextes, enfin, sont des supports pour les oeuvres littéraires et/ou dans le domaine des études littéraires et de la comparaison de documents (voir par exemple Bernstein, 1991 ; Bolter, 1991 ; Coney, 1992 ; Delany & Landow, 1990 ; Landow, 1992 ; Michalak & Coney, 1993 ; Slatin, 1991). Voir en français les Hyperlivres comme Eugénie Grandet, Les Fleurs du Mal, etc.

Le point de vue de l'utilisation

Malgré les progrès de la psychologie cognitive et de l'ergonomie cognitive, il est toujours assez difficile de décrire de façon générale ce qu'un utilisateur fait avec de l'information. Bernstein (1993) a proposé de distinguer "*l'information mining* qui conçoit qu'une information pertinente est une ressource de valeur qui doit être extraite efficacement et raffinée (...) ; *l'information manufacturing* qui conçoit l'acquisition, le raffinement, l'assemblage et la maintenance d'information comme une entreprise continue (...) ; *l'information farming* qui conçoit la "culture" de l'information comme une activité continue et collaborative conduite par des groupes de personnes travaillant ensemble à la réalisation de but changeant, individuels et communs" (p.242, notre traduction). La première activité correspond aux systèmes de recherche d'informations, la deuxième aux EAO (par exemple) et la troisième à la tradition "romantique"¹ des hypertextes (Engelbart, Nelson). Bernstein fait très justement remarquer que les critères d'évaluation de ces trois activités sont radicalement différents, et qu'à partir du moment où l'on veut avoir une activité dans un système qui n'est pas prévu à cet effet, la démarche est vouée à l'échec : il cite l'exemple classique qui consiste à vouloir faire de l'information retrieval (dont les critères sont le rappel, la précision et le coût) dans un environnement hypertexte.

Marc et Jocelyne Nanard ont tendance aujourd'hui à définir l'hypertexte comme "un agent qui aide des humains dans une tâche de lecture active en apportant l'information la plus pertinente selon le contexte de lecture passé et présent".

¹ L'expression est de Bernstein.

HISTOIRE

Ce chapitre "historique" est un prétexte à la présentation des outils, des auteurs, des idées, des publications et des courants de recherche importants dans le domaine des hypertextes et des hypermédias.

1945

On attribue à Bush l'idée d'hypertexte. Cette idée a été proposée dans un article devenu classique (Bush, 1945)¹ : Bush y décrit Memex (pour MEMory EXtender), un outil personnel de stockage de données, qui ne sera jamais implémenté. On peut voir dans certains de ses articles antérieurs (Bush, 1933, 1941) que cette idée a mûri pendant 7 ou 8 ans, avant que la première version de "As we may think" ne soit écrite en 1939. L'article de 1945 est, d'après l'auteur lui-même, un écrit d'anticipation. Bush situe Memex (ainsi que d'autres de ses inventions qui auront moins de succès, comme la caméra cyclope ou la supersecrétaire) dans la lignée des machines qui aident l'homme (comme les machines à calculer de Leibnitz et Babbage). Memex est décrit comme étant à la fois un fichier et une bibliothèque, où un individu peut stocker ses livres, ses enregistrements, et autres documents. Le système est mécanisé de sorte qu'il puisse être consulté de façon très rapide et très souple. Memex est un ensemble de microfilms : l'utilisateur scanne les documents qui l'intéressent, peut faire des annotations, des ajouts, des liens. La principale caractéristique de Memex est que l'on peut sélectionner un item à partir d'un autre item (on ne sépare pas la partie index de la partie contenu).

Il semble tout à fait intéressant que l'argumentation de Bush soit d'ordre "psychologique" voire même "ergonomique" : pour lui, on a tort de faire des systèmes indexés alphabétiquement et strictement hiérarchiques parce que "l'esprit humain ne fonctionne pas comme cela. Il opère par association" (p.101, notre traduction). Bush va plus loin : "chaque fois qu'un item est sélectionné, il happe instantanément l'item voisin suggéré par association d'idées, en accord avec le réseau intriqué de chaînes de cellules nerveuses" (p.101).

1962

Engelbart (Engelbart, 1962, 1982, 1984, 1988 ; Engelbart & English, 1968) est responsable du projet Augment à Stanford, jusqu'en 1976 : ce projet vise à développer des outils qui augmenteraient les capacités et la productivité des êtres humains. Engelbart, qui a lu l'article de Bush dès 1945, va, à la tête de cette équipe, inventer quelques-uns des concepts fondamentaux de l'informatique moderne, ou plus précisément de l'informatique de bureau : le traitement de texte et les systèmes "en ligne", l'aide contextuelle, l'interactivité ainsi que... la souris et les touches de fonction. Parmi ces outils, NLS (oN-Line System) est le premier système "en ligne" : Engelbart et ses collaborateurs y stockent toute leur production écrite, tous leurs documents. Les documents sont gérés à partir de références croisées : 100 000 items sont stockés, et

¹L'article "As we may think" a d'abord été publié, après bien des refus, dans la revue Atlantic Monthly en Août 45. Depuis, il a été réédité 8 ou 9 fois. Les numéros de pages se réfèrent l'édition de Nyce & Kahn (1991).

cette base sert réellement au travail de l'équipe. Une des idées fondamentales d'Engelbart est que l'ordinateur doit aussi (surtout) assister l'homme dans les activités de collaboration.

1965

Nelson (Nelson, 1965, 1981) invente le terme d'hypertexte en décrivant son projet Xanadu. L'idée est de stocker l'ensemble des choses écrites par les hommes, à partir des principes définis par Bush. Les concepts d'"auteur" et de "lecteur" disparaissent derrière le concept général d'"utilisateur" : chacun peut écrire, lire, et établir des liens dans Xanadu.

Trente ans plus tard, World Wide Web sur Internet est assez proche du rêve de Nelson.

1968-69

La Brown University va avoir un rôle important en créant le premier vrai hypertexte (Hypertext Editing System) en 1967 pour IBM, puis FRESS (File Retrieval and Editing System) en 1968 (van Dam, 1987). A travers ces deux systèmes, on trouve les deux types de documents gérés par hypertexte : des textes et des fichiers.

1972-81

A Carnegie-Mellon (Université de Pittsburgh), les équipes de Robertson et de Akscyn (Robertson, McCracken & Newell, 1981; Akscyn, McCracken & Yoder, 1987) développent les outils ZOG puis KMS (Knowledge Management System). KMS sert à développer des hypertextes de grande taille (sur stations Sun et Appollo). Il est basé sur des noeuds simples (les frames), de taille fixe. Son principal avantage est la vitesse de navigation.

1978

Aspen Movie Map est développé au MIT par Lippman et son équipe du Media Lab. C'est une visite simulée sur vidéodisque de la ville d'Aspen. A partir d'une photographie représentant un endroit, l'utilisateur peut avancer, reculer, tourner à droite ou à gauche, se déplacer dans une rue ou visiter un bâtiment.

1982

Brown (1987) se lance dans le développement Guide à l'université du Kent. Une première version sera commercialisée pour Macintosh en 86. Brown reprend quelques idées de Nelson : dans Guide, il n'y a pas de différence de statut ou d'aide entre l'utilisateur et le concepteur ; il y a aussi la notion de "texte étendu" : une catégorie particulière de liens ouvre un paragraphe interne au texte. Cet outil dispose de deux autres catégories de liens : les *pop up* qui ouvrent une petite fenêtre en surimpression et les *jumps* pour atteindre un autre endroit du corps du texte. Dans Guide, la taille des fenêtres n'est pas limitée.

1983

Shneiderman lance le projet Hyperties à l'Université du Maryland (Kreitzberg & Shneiderman, 1988 ; Shneiderman, 1987 ; Shneiderman, Brethauer, Plaisant, & Potter, 1989). Hyperties sera commercialisé à partir de 1987. C'est un outil pour créer des liens entre des "articles", soit des unités de texte ou d'illustration, composé de deux programmes : le "système auteur" et le *browser*. Le système auteur est tout simplement un outil pour créer des textes ou des illustrations, soit un traitement de texte classique. Le *browser* rend accessibles les types d'informations suivants : articles complets, définitions, termes importants, références croisées, illustrations en n'utilisant que trois touches : "->", "<-", et "entrée", voire pas de touches avec un écran tactile. Les liens partent de boutons (mots en gras) comme dans la plupart des hypertextes. Hyperties crée automatiquement un index où sont référencés tous les articles rentrés par l'auteur. Il est aussi muni d'un détecteur de synonymes : l'auteur doit spécifier si deux homonymes sont synonymes (renvoient au même écran) ou si deux mots différents doivent être considérés comme synonymes (et donc renvoient au même écran). Enfin, chaque base Hyperties a un "article introductif" : l'auteur doit spécifier par quel article l'utilisateur va "rentrer" dans le système. Pour Shneiderman, on a tout intérêt à adopter une logique hypertexte, c'est à dire à morceler autant que faire se peut les unités de texte : le rôle de l'auteur est de faire passer un maximum d'informations secondaires (exemples, détails) au second plan. Cet outil (on peut faire la même remarque pour HyperCard) permet au concepteur de ne pas être confronté à des problèmes techniques, et donc de pouvoir se concentrer sur les problèmes d'application : par exemple un enseignant pourra se consacrer aux problèmes d'enseignement. Le modèle cognitif sous-tendu par Hyperties est (bien évidemment) associatif.

1985

Aboutissement du projet Symbolics Document Examiner (Walker, 1987), qui a commencé en 82 : c'est une interface de navigation pour le manuel des stations de travail "Symbolics" (documentation en ligne).

Les équipes de Yankelovich et Meyrowitz développent Intermedia à la Brown University (Meyrowitz, 1986 ; Yankelovich, Haan, Meyrowitz, & Drucker, 1988). Cet outil reprend l'idée de deux niveaux de documents : fichiers et textes. Ainsi, dans ce générateur d'hypertexte, l'important est la notion d'ancre, d'où part un lien (bi-directionnel). L'ancre peut être localisée sur un texte, sur un fichier, mais aussi sur une application. On dispose de deux points de vue généraux sur l'hypertexte : un sommaire (actif) construit par le concepteur et un *Web View* (une "vue du réseau"), généré automatiquement par le système, selon la structure de liens. Chaque utilisateur peut créer des liens et des ancres personnelles, qui seront stockés sur une configuration du réseau particulière à cet utilisateur.

Le projet SuperBook (Landauer, Egan, Remde, Lesk, Lochbaum & Ketchum, 1993) démarre aux laboratoires Bell : plutôt que de vouloir faire un "vrai" hypertexte, le

projet consiste à voir en quoi l'ordinateur peut aider la lecture, la recherche et le traitement de documents.

1986

Trigg (Trigg & Weiser, 1986) publie quelques idées issues de sa thèse (Trigg, 1983), où il décrivait le système Textnet. Trigg introduit en particulier la notion de lien typé, qui décrit la relation entre deux noeuds unis par un lien.

Conklin et son équipe (Conklin & Begeman, 1988) développent gIBIS au MCC d'Austin. gIBIS est basé sur la technique des hypertextes et vise à assister l'activité du (des) concepteur(s). Cet outil est issu du projet IBIS (Issued-Based Information Systems), une méthode qui date de 1970 et qui dépasse largement le cadre des hypertextes : c'est une méthode d'aide à la conception de systèmes d'information où le processus de choix des caractéristiques et des "arguments" du système est guidé rationnellement vers la solution. Viendront ensuite Germ (Bruns, 1988) et rIBIS (Rein & Ellis, 1991).

1987

NoteCards est commercialisé. C'est un outil développé au Xerox PARC par un psychologue, Halasz, qui vient de passer quelque temps au MCC. NoteCards (Halasz, 1987) peut servir à développer des hypermédias. C'est un outil sophistiqué qui dispose de deux niveaux : le niveau "noeuds" (pour la lecture) et le niveau "browser" (pour la navigation). Les liens sont typés. Il y a en plus le niveau "boîte à fichiers" dédié à la gestion du document.

HyperCard est développé par Atkinson chez Apple. C'est une sorte de boîte à outils qui permet d'interfacer graphiquement de façon automatique le langage de programmation HyperTalk, qui est lui-même facile d'utilisation. HyperCard permet de créer des hypermédias, et de nombreux autres types d'outils et de documents.

Le premier congrès consacré aux hypertextes a lieu à Chapel Hill, en Caroline du Nord : Hypertext'87 de l'ACM. Il y a deux fois plus de participants que de places prévues. Conklin publie "Hypertext, an introduction and survey", dans la revue IEEE Computer (Conklin, 1987) : cet article deviendra un classique du domaine, notamment parce qu'il soulève les problèmes de navigation. On y trouve un passage "psychologique" tout à fait digne de Bush :

La pensée semble (plutôt) procéder sur plusieurs fronts à la fois, développant et rejetant des idées à différents niveaux et sur différents points en parallèle, chaque idée dépendant de et contribuant aux autres (Conklin, 1987, p.32).

1988

Barrett édite "Text, ConText and HyperText" chez MIT Press (Barrett, 1988), probablement le premier ouvrage contenant le terme hypertexte dans le titre.

L'Alvey HCI Club organise le congrès Hypertext I à Aberdeen (McAleese, 1989a).

1989

Cette fin des années 80 semble marquée par un tournant : on voit de moins en moins de nouveaux systèmes de développement¹, ou de nouveaux langages. En revanche, de nombreux travaux tentent de développer des aides au concepteur d'hypertexte, dont on connaît déjà gIBIS depuis 86. Au Xerox PARC, Jordan et ses collaborateurs (Jordan & Russel, 1989) développent IDE (Instructional Design Environment). C'est un outil visant à assister l'activité du concepteur d'un hypertexte pour l'enseignement, en rendant plus rapide l'activité de structuration de la base (sous NoteCards). SEPIA (Structured Elicitation and Processing of Ideas for Authoring) est proposé par l'équipe de Streitz ; c'est plutôt un outil d'aide aux auteurs (Haake, Knopick & Streitz, 1993 ; Streitz, Hanneman & Thüring, 1989 ; Streitz & Hanneman, 1990 ; Streitz, Haake, Hanneman, Lemke, Schuler, Schutt & Thüring, 1992).

Les congrès : Hypertext'89 a lieu à Pittsburgh, Hypertext II à l'université de York (McAleese & Green, 1990), et "Designing hypermedia for learning" à Rottenburg (Allemagne), dans le cadre du programme spécial "Technologies éducatives avancées" de l'OTAN (Jonassen & Mandl, 1990).

Les ouvrages : The society of text (Barrett, 1989), Hypertext / Hypermedia (Jonassen, 1989), Hypertext hands-on! (Shneiderman & Kearsley, 1989) sont publiés.

Création de la revue scientifique spécialisée *Hypermedia*, éditée par Taylor Graham. Le *International Journal of Man-Machine Studies* (IJMMS) publie un article fondamental de Thompson & Croft (1989) qui montre notamment l'utilité et la spécificité des hypertextes dans la recherche d'informations sur support informatique.

1990

Les congrès : ECHT (Versailles) devient "LE" congrès européen consacré aux hypertextes (Rizk, Streitz & André, 1990), tandis que l'OTAN soutient un deuxième workshop : "Hypermedia courseware" à Espinho au Portugal (Oliveira, 1992).

La littérature se diversifie : sont publiés un bon ouvrage introductif "Hypertext and Hypermedia" (Nielsen, 1990, un ouvrage de vulgarisation "Hypertext and Hypermedia, Theory and practice" (Woodhead, 1990), un ouvrage spécialisé "Hypermedia and literary studies" (Delany & Landow, 1990), et en France "Les hyperdocuments" (Balpe, 1990).

¹ Comparativement, la période 89-94 verra d'importants progrès dans le domaine du multi-média.

La navigation dans les hypermédias devient un thème de recherche important.

1991

Nanard & Nanard (1991) présentent MacWeb, un outil d'aide à la représentation des connaissances, préalable à l'élaboration d'hypertextes. Les auteurs proposent un modèle de l'hypertexte tirant parti des *typed nodes* (noeuds typés) et des *typed links* (liens typés), explicitant les relations entre les types. Ce système rend transparent tous les contenus et les relations intra et inter-objets. MacWeb est composé de :

- *Web* : c'est un "tissu", un ensemble de noeuds, de n'importe quelle structure ;
- *Chunks* : ce sont les noeuds typés ;
- *Chunktypes* : chaque noeud a un "type logique", dont le nom est disponible au niveau utilisateur.

On peut ensuite définir des relations entre types :

- *Links* et *Linktypes* : chaque lien est typé et directionnel, et le nom est disponible au niveau utilisateur ;
- *anchors* : les ancrs ne sont pas "géométriques" comme les boutons d'HyperCard, mais "logiques" comme dans Intermedia ; elles expriment une fonction logique d'un morceau de texte ou d'image.

La manifestation physique des "ancres" est libre. Le concepteur, comme dans les environnements objets, peut définir des relations entre "types", notamment d'héritage, des "méthodes" peuvent être écrites au moyen de scripts. L'originalité de MacWeb est que ces définitions peuvent être faites directement au niveau du réseau, où les classes sont manipulables comme des objets.

ToolBook est commercialisé pour le monde PC, sous Windows.

Le congrès Hypertext'91 a lieu à San Diego (117 papiers soumis pour 25 conférences acceptées) ; l'OTAN soutient un troisième workshop sur le thème : "Interactive multimedia learning environments", à l'université de Laval au Québec (Giardina, 1991). Les 1^o Journées "Hypermédias et apprentissages" ont lieu à Chatenay Malabry (De La Passardière & Baron, 1992).

Les ouvrages : "Hypertext / Hypermedia handbook" (Berk & Devlin, 1991) et "From Memex to Hypertext" (Nyce & Khan, 1991) sont publiés. Par ailleurs, "Hypertext in context" (McKnight, Dillon & Richardson, 1991) et la thèse de Rouet (1991, Université de Poitiers) rapportent des travaux expérimentaux solides, conduits sur plusieurs années : la psychologie cognitive commence à manifester son intérêt pour le domaine des hypertextes.

Création du SIGLINK, qui coordonnera et soutiendra l'activité spécifiquement hypertexte / hypermédia à travers le monde.

1992

Le deuxième congrès européen ECHT a lieu à Milan (Lucarella, Nanard, Nanard, & Paolini, 1992), sous le patronage de l'ACM et du SIGLINK. Ainsi, les congrès européens et américains se fédèrent. Ils auront lieu chaque année, en alternance. L'affiliation à l'ACM du congrès européen va de pair avec une baisse importante du nombre de papiers consacrés aux aspects psychologiques et ergonomiques. Lors de ce congrès ECHT'92, Eco (1992) présente un projet d'encyclopédie historique de forme hypertextuelle. *The Computer Journal* publie un numéro spécial sur l'"information retrieval" où l'importance des hypertextes dans ce domaine est soulignée.

En France, Laufer et Scavetta (1992) publient "Texte, hypertexte & hypermédia" dans la collection "Que Sais-Je?".

1993

FIRST, une base de donnée hypertextuelle fondée sur la logique floue est présentée par Guardalben & Lucarella (1993). L'argument des auteurs est qu'avec les SGBD (Booléens), l'utilisateur doit connaître l'information qu'il cherche. Or, quand l'information recherchée est floue, mal connue, et qu'il faut la transformer en requête de document, il y a toutes les chances pour que la réponse soit partiellement inadéquate. Par ailleurs, la pertinence de tel ou tel document sélectionné n'est jamais garantie et ne peut être estimée binaires (pertinent / non pertinent) mais selon une variable continue. La détermination d'une relation d'implication entre un document et une requête, et l'évaluation de la plausibilité de l'implication est un paradigme lancé par van Rijsbergen (basé sur une logique non-classique) et Croft (basé sur les réseaux Bayésiens). L'approche de Lucarella est basée sur la logique floue. Elle consiste à attribuer une valeur de certitude à un certain nombre d'arguments (requête). L'originalité des auteurs consiste à garder ce mode de description pour la base elle-même. Le modèle proposé détermine des attributs aux objets, attributs pouvant prendre des valeurs différentes selon les différents contextes (requêtes). Les objets sont reliés entre eux par des liens typés, qui précisent la nature de la relation (sémantique) et qui ont une valeur de vérité $[0, 1]$ qui reflète la force de l'association entre les concepts.

si la requête q porte sur le sujet c et que le doc A porte sur le sujet c , alors A est pertinent

si la requête q porte sur le sujet c et que le doc B a un lien avec le sujet c , alors B est pertinent selon la valeur du lien qui l'associe à c ,

et ainsi de suite pour l'ensemble des doc qui ont un lien avec c (ensemble que l'on nomme agrégat),

on peut optimiser l'agrégat, faire peser sur lui des contraintes, ainsi

à partir de la requête q , on détermine un sous ensemble flou R_q de documents

et un sous ensemble limité $Rq(a)$, sur lequel a porté une contrainte a qui détermine une valeur seuil $[0, 1]$ des liens.

Lors d'une expérimentation, les auteurs ont enregistré 30 requêtes et mesuré la précision et le rappel. Comme dans toutes les évaluations de systèmes de recherche d'informations, les deux indices varient de façon inverse ; Guardalben et Lucarella ont identifié un optimum (soit un équilibre entre pertinence estimée par l'utilisateur et nombre de suggestions du système).

Congrès : Hypertext'93 à Seattle, où Berstein propose une catégorisation des activités d'utilisation d'informations (cf. ci dessus) ; lors du colloque de la EARLI (European Association for Research on Learning and Instruction) à Aix-en-Provence, un symposium est consacré au thème de la non-linéarité dans les hypertextes (Rouet, Levonen, Dillon & Spiro, in press). Les 2^e Journées "Hypermédiatés et apprentissages" ont lieu à Lille (Baron, Baudé & de La Passardière, 1993).

L'ouvrage "Hypertext. A psychological perspective", édité par McKnight, Dillon & Richardson (1993), fait une synthèse très avancée des connaissances et des perspectives en psychologie cognitive sur les hypertextes. A titre indicatif, une revue aussi réputée que le *IJMMS* (qui devient le *International Journal of Human-Computer Studies*) compte dans son comité de lecture Cliff McKnight, Andrew Dillon et Jakob Nielsen, soit des auteurs qui se sont fait connaître par des travaux sur les hypertextes. Numéro spécial de *Information Processing & Management* consacré aux hypertextes.

1994

ECHT'94 a lieu à Edimburgh ; un hommage est rendu à Douglas Engelbart. Des revues d'EAO comme *Computers Education*, *The Journal of Computer-Based Instruction* publient une grande proportion d'articles rendant compte d'expérimentations sur des hypermédiatés d'apprentissage. Kintsch (1994) engage une discussion sur la possibilité d'expérimenter dans le domaine en utilisant comme variable dépendante le rappel de texte.

1995

Le grand public français découvre Internet grâce, notamment, au World Wide Web. Ce protocole de navigation dans Internet, développé par des ingénieurs du CERN à Genève, est une interface hypertexte, où l'utilisateur n'a qu'à cliquer sur des noeuds (mots en gras soulignés au niveau de l'interface). Les liens sont simplement des adresses Internet : ainsi, en cliquant sur un mot, l'utilisateur accède à un nouveau site. World Wide Web donne aussi la possibilité à chacun d'ajouter des liens ou des commentaires dans un site existant (ouvert). C'est donc, à peu de choses près, le Xanadu de Nelson qui se réalise.

Congrès : Hypertext'95 ; le second International Workshop on Hypermedia Design à lieu à Montpellier (le 1er avait eut lieu lors de ECHT'94 ; lors du colloque EARLI à Nimègue, 5 symposia sont consacrés aux hypertextes pour l'éducation.

IDÉES DIRECTRICES

On a pu se rendre compte de l'hétérogénéité des conceptions et des orientations sur les hypermédias. Il semble de ce fait important de distinguer les quelques idées directrices de ce domaine, des applications développées à partir de générateurs d'hypermédias ou de boîtes à outils de type HyperCard.

La non-linéarité

La première idée fondamentale est la non-linéarité des documents. L'idée de Nelson selon laquelle le document ne pourrait pas être réalisé sur support papier semble relativement secondaire¹. Un hypertexte ou un hypermédia doit permettre des accès et des cheminements multiples parmi les données. Cette caractéristique fonctionnelle est supportée par une organisation des documents en réseau. McAleese (1989b) précise que ces réseaux ne sont pas complets mais plutôt de la forme "filet de pêche" : chaque noeud est connecté à trois ou quatre autres.

La liberté

La deuxième idée importante est l'absence, a priori, de contrainte sur la conception (dans la définition des noeuds et des liens) et sur l'utilisation (dans le choix des parcours). On verra que cette liberté a des limites et qu'elle entraîne des difficultés, dans la conception et surtout dans l'utilisation. Ainsi une partie importante de la recherche va se consacrer à la définition de contraintes ainsi que de moyens pour "rationaliser" la conception et pour informer l'utilisateur (sur la nature des liens, sur le contenu des noeuds et sur la structure).

L'extension

La troisième "grande idée" concerne la possibilité, pour le concepteur mais aussi pour l'utilisateur, d'étendre le système : créer de nouveaux noeuds ou liens, ajouter une note, un *post-it*. Cette possibilité d'extension est en réalité beaucoup plus présente dans la tête des pionniers et de certains concepteurs que dans les pratiques des utilisateurs. En effet, l'idée d'hypertexte constitue une remise en cause du statut même du document², qui n'a plus un auteur et un lecteur, mais un ensemble de lecteurs / auteurs. Ainsi, l'idée d'extension, outre la notion de "document de grande taille", véhicule l'idée de configuration personnelle, voire de document personnel.

FONCTIONNEMENT

La relative simplicité de l'idée d'hypermédia, ainsi que l'hétérogénéité des applications, sont à l'origine d'une diversité des modes de fonctionnement des systèmes.

¹ On pourrait réaliser sur papier de nombreux hypertextes en indexant les cartes et en organisant le document à la manière d'un "roman dont vous êtes le héros".

² Cette remise en cause semble difficile à accepter *a priori*, encore plus que la non-linéarité. Sur les systèmes hypermédia que nous avons pu voir fonctionner, les utilisateurs ne créent pas de nouveau lien, ni de noeud, lors d'une première utilisation.

Le lien de parenté entre les hypermédias et les langages orientés objets (LOO) est évident chez Nanard et Nanard (1991, 1993). Dans ce cas de figure, le travail des chercheurs et des concepteurs sur la base de données de l'hypertexte consiste à définir des contraintes (logiques, sémantiques, ensemblistes, hiérarchiques, ...) sur les noeuds et sur les liens. La parenté avec les LOO est moins évidente dans le cas d'HyperCard / HyperTalk et inexistante dans le cas d'Hyperties : dans certains systèmes, il n'y a pas de véritable travail sur le niveau de la base de données.

BIBLIOGRAPHIE

Akscyn, R., McCracken, D.L., & Yoder, E. (1987). KMS : a distributed hypertext system for sharing knowledge in organizations. *Hypertext'87 Proceedings*, Chapel Hill. New York, NY : ACM Press.

Andonoff, E., Canillac, M., Mendiboure, C., & Zurfluh, G. (1992). OHQL : A hypertext approach for manipulating object-oriented databases. *Information Processing & Management*, 28 (5), 567-579.

Balpe, J.P. (1990). *Hyperdocuments, Hypertextes, Hypermédias*. Paris : Eyrolles.

Baron, G.L., Baudé J., & De La Passardièrre, B., (Eds.), (1993). *Hypermédias et Apprentissages 2*. Actes des 2^o journées scientifiques, Lille. Paris : Presses de l'INRP.

Barrett, E., (Ed.), (1988). *Text, ConText and HyperText*. Boston, MA : MIT Press.

Barrett, E. (Ed.), (1989). *The society of text*. Boston, MA : MIT Press.

Berk, E., & Devlin, J. (Eds.), (1991). *Hypertext / Hypermedia handbook*. New York, NY : McGraw Hill.

Bernstein, M. (1991a). Storyspace : Hypertext and the process of writing. In E. Berk & J. Devlin (Eds.), *Hypertext / Hypermedia handbook*. New York, NY : McGraw Hill.

Bernstein, M. (1993). Enactment in information farming. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.

Bolter, J.D. (1990). Topographic writing : hypertext and the electronic writing space. In P. Delany & G.P. Landow (Eds.), *Hypermedia and literary studies*. Cambridge, MA : MIT Press.

Brown, P.J. (1987). Turning ideas into products : the Guide system. In *Hypertext'87 Proceedings*, Chapel Hill. New York, NY : ACM Press.

Bruns, G. (1988). Germ : a metasystem for browsing and editing. *MCC Software Technology Program Technical Report, STP-122-88*.

Bush, V. (1933). The inscrutable 'thirties : reflections upon a posterious decade. In J.M. Nyce & P. Kahn (Eds.) (1991), *From Memex to Hypertext : Vannevar Bush and the mind's machine*. Boston : Academic Press.

- Bush, V. (1941). Memorandum regarding Memex. In J.M. Nyce & P. Kahn (Eds.) (1991), *From Memex to Hypertext : Vannevar Bush and the mind's machine*. Boston : Academic Press.
- Bush, V. (1945). As we may think. In J.M. Nyce & P. Kahn (Eds.) (1991), *From Memex to Hypertext : Vannevar Bush and the mind's machine*. Boston : Academic Press.
- Coney, M.B. (1992). Technical readers and their rhetorical roles. *IEEE Transactions on Professionnal Communication*, 35 (2), 58-63.
- Conklin, J. (1987). Hypertext : an introduction and survey. *IEEE Computer*, 20 (9), 17-41.
- Conklin, J., & Begeman, M. (1988). gIBIS : a hypertext tool for exploratory policy discussion. *Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work*. New York, NY : ACM Press.
- De La Passardière, B., & Baron, G.-L., (Eds.), (1992). *Hypermédiats et Apprentissages*. Actes des 1^o journées scientifiques, Châtenay-Malabry. Paris : Presses de l'INRP.
- Delany, P., & Landow, G.P., (Eds.) (1990). *Hypermedia and literary studies*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Eco, U. (1992). Hypermedia for teaching and learning : a multimedia guide to the history of european civilization (MuG). In D. Lucarella, J. Nanard, M. Nanard & P. Paolini (Eds.), *ECHT'92*, Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext, Milano. New York, NY : ACM Press.
- Engelbart, D.C. (1962). Letter to V. Bush and program of human effectiveness. In J.M. Nyce & P. Kahn (1991) (Eds.), *From Memex to Hypertext : Vannevar Bush and the mind's machine*. Boston : Academic Press
- Engelbart, D.C. (1982). Toward high-performance knowledge workers. OAC'82 Digest, *Proceedings of the AFIPS Office Automation Conference*, San Francisco, April 5-7.
- Engelbart, D.C. (1984). Authorship provisions in AUGMENT. COMPCON'84 Digest, *Proceedings of the 1984 COMPCON Conference*, San Francisco, CA, Feb 27 - Mar 1.
- Engelbart, D.C. (1988). A conceptual framework for augmentation of Man's Intellect. Republished in I. Greif (Ed.), *Computer Supported Cooperative Work : a book of readings*. San Mateo, CA : Morgan Kaufman.
- Engelbart, D.C. & English, W.K. (1968). A research center for augmenting human intellect. *AFIPS Conference Proceedings*, 33 (1). Washington, DC : The Thompson Book Company.
- Gardarin, G., & Valduriez, P. (1990). *SGBD avancés. Bases de données objets, déductives, réparties*. Paris : Eyrolles.

- Giardina, M., (Ed.) (1992). *Interactive multimedia learning environments*. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop at Laval University, Quebec, Jun 91. Berlin : Springer Verlag.
- Greif, I. (Ed.), (1988). *Computer Supported Cooperative Work : a book of readings*. San Mateo, CA : Morgan Kaufman.
- Guardalben, G., & Lucarella, D. (1993). Information retrieval based on fuzzy reasoning. *Data & Knowledge Engineering*, 10, 29-44.
- Haake, J., Knopik, T., & Streitz, N. (1993). The SEPIA hypermedia system as part of the POLIKOM telecooperation scenario. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.
- Halasz, F.G. (1987). Reflections on NoteCards : seven issues for the next generation of hypermedia systems. *Hypertext'87 Proceedings*, Chapel Hill. New York, NY: ACM Press.
- Jonassen, D.H. (1989). *Hypertext / Hypermedia*. Engelwood Cliffs, NJ : Educational Technology Publications.
- Jonassen, D.H., & Mandl, H. (1990). *Designing hypermedia for learning*. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Rottenburg / Neckar. Heidelberg : Springer Verlag.
- Jordan, D.S., & Russel, D.M. (1989). Facilitating the development of representations in hypertext with IDE. *Hypertext'89 Proceedings*, Pittsburgh. New York, NY: ACM Press.
- Kintsch, W. (1994). Latent semantic indexing as a technique for text analysis, *5th Annual Winter Text Conference*, Teton Village, Jackson (WY), Jan 22-28.
- Kreitzberg, C.B., & Shneiderman, B. (1988). Restructuring knowledge for an electronic encyclopedia. *Proceedings of the International Ergonomics Association's 10th Congress*, Sydney, Australia.
- Landauer, T., Egan, D., Remde, J., Lesk, M., Lochbaum, C., & Ketchum, D. (1993). Enhancing the usability of text through computer delivery and formative evaluation : the SuperBook project. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext. A psychological perspective*. Chichester : Ellis Horwood.
- Landow, G.P. (1992). Bootstrapping hypertext : student-created documents, intermedia, and the social construction of the knowledge. In E. Barrett (Ed.), *Sociomedia. Multimedia, Hypermedia and the social construction of knowledge*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Landow, G.P. (1990). The rhetoric of hypermedia : some rules for author. In P. Delany & G.P. Landow (Eds.), *Hypermedia and literary studies*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Laufer, R., & Scavetta, D. (1992). *Texte, hypertexte, hypermédia*. Paris : PUF (QJSJ?).

Lucarella, D., Nanard, J., Nanard, M., & Paolini, P. (Eds.), (1992). *ECHT'92*, Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext, Milano. New York, NY : ACM Press.

Marshall, C.C., & Irish, P.M. (1989). Guided tours and on-line presentations : how authors make existing hypertext intelligible for readers. *Hypertext'89 Proceedings*, Pittsburg. New York, NY : ACM Press.

Marshall, C.C., Halasz, F.G., Roger, R.A., & Jansen, W.C. (1991). Aquanet : a hypertext tool to hold your knowledge in place. *Hypertext'91 Proceedings*, San Antonio. New York, NY : ACM Press.

Marshall, C.C., & Rogers, R.A. (1992). Two years before the mist : experience with Aquanet. In D. Lucarella, J. Nanard, M. Nanard & P. Paolini (Eds.), *ECHT'92*, Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext, Milano. New York, NY : ACM Press.

Marshall, C.C., & Shipman, F.M. (1993). Searching for the missing link : Discovering implicit structure in spatial hypertext. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.

Marshall, C.C., Shipman, F.M., & Coombs, J.H. (1994). VIKI : spatial hypertext supporting emergent structure. *ECHT'94 Proceedings*, Edimburgh, Sept 19-23. New York, NY : ACM Press.

McAleese, R. (1989b). Navigation and browsing in hypertext. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext : Theory into practice*. Oxford : Intellect Ltd.

McAleese, R. (Ed.). (1989a). *Hypertext : Theory into practice*. Proceedings of Hypertext I, Aberdeen. Oxford : Intellect Ltd.

McAleese, R., & Green, C. (Eds.) (1990). *Hypertext : State of the Art*. Proceedings of Hypertext II, University of York. Oxford : Intellect Ltd.

McKnight, C., Dillon, A., & Richardson, J. (1990). A comparison of linear and hypertext formats in information retrieval. In R. McAleese & C. Green (Eds.), *Hypertext : State of the Art*. Oxford : Intellect Ltd.

McKnight, C., Dillon, A., & Richardson, J. (1991). *Hypertext in context*. Cambridge : Cambridge University Press.

McKnight, C., Dillon, A., & Richardson, J. (Eds.), (1993). *Hypertext. A psychological perspective*. Chischester : Ellis Horwood.

Meyrowitz, N. (1986). Intermedia : the architecture and construction of an object-oriented hypermedia system and applications framework. *Proceedings of OOPSLA'86*, Portland, OR.

- Michalak, S., & Coney, M. (1993). Hypertext and the author/reader dialogue. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.
- Nanard, J., & Nanard, M. (1991). Using structured types to incorporate knowledge in hypertext. *Hypertext'91 Proceedings*, San Antonio. New York, NY : ACM Press.
- Nanard, J., & Nanard, M. (1993). Should anchors be typed too? An experiment with MacWeb. *Hypertext'93 Proceedings*, Seattle. New York, NY : ACM Press.
- Nelson, T.H. (1965). A file structure for the complex, the changing and the indeterminate. *Proceedings of the 20th ACM National Conference*, New York, NY : ACM Press.
- Nelson, T.H. (1981). *Literary machines*. Sausalito, CA : Mindfull Press (OWL International, 1987).
- Nielsen, J. (1990). *Hypertext and hypermedia*. Boston, MA : Academic Press.
- Nyce, J.M., & Khan, P. (Eds.) (1991). *From Memex to Hypertext : Vannevar Bush and the mind's machine*. Boston, MA : Academic Press.
- Oliveira, A. (Ed.), (1992). *Hypermedia courseware : Structures of communication and Intelligent Help*. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Espinho, Portugal. Berlin : Springer Verlag.
- Rein, G.L., & Ellis, C.A. (1991). rIBIS : a real time group hypertext system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 34, 349-367.
- Rizk, A., Streitz, N., & André, J. (Eds.), (1990). *Hypertext : Concepts, systems and applications*. Proceedings of the European Conference on Hypertext, Versailles. Cambridge : Cambridge University Press.
- Robertson, C.K., McCracken, D., & Newell, A. (1981). The ZOG approach to man-machine communication. *International Journal of Man-Machine Studies*, 14, 451-488.
- Rouet, J.-F. (1991). *Compréhension de textes didactiques par des lecteurs inexpérimentés dans des situations d'interaction sujet-ordinateur*. Thèse de de Doctorat de l'Université de Poitiers, Poitiers.
- Rouet, J.-F., Levonen, J.J., Dillon, A.P., & Spiro R. (Eds.), (in press). *Hypertext and cognition*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Shneiderman, B. (1987). User interface design for the Hyperties electronic encyclopedia. *Hypertext'87 Proceedings*, Chapell Hill. New York, NY : ACM Press.
- Shneiderman, B., & Kearsley, G. (1989). *Hypertext hands-on!* Reading, MA : Addison-Wesley.

- Shneiderman, B., Brethauer, D., Plaisant, C., & Plotter, R. (1989). The Hyperties electronic encyclopedia : an evaluation based on three museum installations. *Journal of the American Society for Information Science*, 40, 3, 172-182.
- Slatin, J.M. (1991). Composing hypertext : A discussion for writing teachers. In E. Berk & J. Devlin (Eds.), *Hypertext / Hypermedia handbook*. New York, NY : McGraw Hill.
- Streitz, N.A., Hannemann, J., & Thüring, M. (1989). From ideas and arguments to hyperdocuments : travelling through activity spaces. *Hypertext'89 Proceedings*, Pittsburgh. New York, NY : ACM Press.
- Streitz, N.A., & Hanneman, J. (1990). Elaborating arguments : writing, learning, and reasoning in a hypertext based environment for authoring. In D.H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning*, Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, Rottenburg / Neckar. Heidelberg : Springer Verlag.
- Streitz, N., Haake, J., Hanneman, J., Lemke, A., Schuler, W., Schutt, H., & Thuring, M. (1992). SEPIA : a cooperative hypermedia authoring environment. In D. Lucarella, J. Nanard, M. Nanard & P. Paolini (Eds.), *ECHT'92*, Proceedings of the 4th ACM Conference on Hypertext, Milano. New York, NY : ACM Press.
- Thompson, R.H., & Croft, W.B. (1989). Support for browsing in an intelligent text retrieval system. *International Journal of Man-Machine Studies*, 30, 639-668.
- Trigg, R. (1983). *A network-based approach to text handling for the online scientific community*. PhD Thesis, University of Maryland.
- Trigg, R. & Weiser, M. (1986). TEXTNET : a network-based approach to text handling. *ACM Transaction Office Information Systems*, 4 (1), 1-23.
- van Dam, A. (1987). Hypertext'87 keynote address. *Hypertext'87 Proceedings*, Chapell Hill. New York, NY : ACM Press.
- Walker, J.H. (1987). Document examiner : delivery interface for hypertext documents. *Hypertext'87 Proceedings*, Chapell Hill. New York, NY : ACM Press.
- Woodhead, N. (1990). *Hypertext & Hypermedia, theory and applications*. London : Addison Wesley.
- Yankelovich, N., Haan, B.J., Meyrowitz, N.K., & Drucker, S.M. (1988). Intermedia : the concept and the construction of a seamless information environment. *IEEE Computer*, 21 (1), 81-96.



3, Place Victor Hugo
13331 MARSEILLE CEDEX 3

SECRETARIAT GENERAL

UNIVERSITE DE PROVENCE

(AIX-MARSEILLE I)

Marseille, le 27 Janvier 1997

Le Président de l'Université

à

Monsieur KNIPPEL J.M
Equipe HERMES - Case 33

Centre Saint Charles

Monsieur,

En réponse à votre lettre du mois de Décembre, j'ai l'honneur de donner mon accord de principe afin que l'Université de Provence accorde son sceau au dépôt du périodique "Bulletin d'Informatique Approfondie et Applications - ISSN 0291 - 5413" dont vous êtes le Directeur.

Je me propose de vous rencontrer à ce sujet le **Judi 30 Janvier 1997** à 10 heures, à mon bureau, si toutefois cela vous est possible.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Cordialement

Pour le Président et par délégation,
Le Secrétaire Général de l'Université

Henri LAFAGE

**Université de Provence
Atelier de Reprographie
Centre Saint Charles
3, place Victor Hugo
F - 13331 Marseille Cedex 3**

