



HAL
open science

Multimédia et systèmes interactifs d'aide à la décision en situation complexe

Serge Garlatti

► **To cite this version:**

Serge Garlatti. Multimédia et systèmes interactifs d'aide à la décision en situation complexe. 43th meeting of the european working group "Multicriteria Aid for Decisions", Brest, march, Mar 1996, Brest, Finlande. hal-02142961

HAL Id: hal-02142961

<https://hal.science/hal-02142961>

Submitted on 4 Jun 2019

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

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

Multimédia et systèmes interactifs d'aide à la décision en situation complexe

S. Garlatti

Laboratoire IASC, Ecole Nationale Supérieure des
Télécommunications de Bretagne, ZI de Kernevent, BP 832,
29285 Brest Cédex. Tél : 98 00 14 53, Fax : 98 00 10 30,
E-mail: Serge.Garlatti@enst-bretagne.fr.

- I. Introduction**
- II. Le processus de décision**
- III. Les systèmes interactifs d'aide à la décision**

- IIV. Impact des systèmes à base de connaissances
- V. Impact des nouvelles technologies
- VI. Les hypermédia
- VII. Les SIAD pour l'environnement
- VIII. Conclusion et perspectives
- IX. Bibliographies

I. Introduction

Dans la vie quotidienne, nos décisions sont souvent prises sur la base d'intuitions et d'expériences passées. Elles sont issues d'heuristiques observables au travers de biais systématiques (Kahnemann, Slovic et al. 1982). Comme l'a observé Simon (Simon 1976; Simon 1982), ce type de stratégies ne peut s'appliquer qu'à des problèmes familiers. Lorsque nous sommes confrontés à des situations nouvelles, la tâche de prise de décision devient beaucoup plus difficile. De nos jours, l'environnement des décideurs est de plus en plus complexe et évolue rapidement. La tendance est plutôt à l'accroissement de cette complexité. Cet accroissement est dû à plusieurs facteurs : la technologie de l'information et des ordinateurs, une complexité structurelle des décisions, une plus forte compétition, l'ouverture au marché international, ... Il est plus difficile de prendre des décisions pour deux raisons. Premièrement le nombre d'alternatives - décisions potentielles - a cru en raison de l'amélioration de la technologie - puissance de traitement des ordinateurs fortement accrue - et des communications - réseaux. La nature des informations accessibles s'est enrichie et la quantité des informations accessibles est nettement plus importante. L'un de ces principaux problèmes est de déterminer les informations pertinentes pour sa décision (Holtzman 1989). Deuxièmement, le coût des erreurs de décision est plus grand, en raison de la complexité et de l'importance des conséquences engendrées par une décision et de la chaîne de réaction dans les différentes parties d'une organisation. De plus, il est nécessaire d'adapter en permanence sa stratégie au vu de la rapidité de changement de l'environnement qui nous entoure. Il est donc difficile d'adopter une stratégie d'essai-erreur pour gérer une organisation.

Il devient primordial d'utiliser des systèmes interactifs d'aide à la décision, notés **SIAD**, qui permettent d'évaluer la situation, les diverses alternatives et leurs impacts. Parmi les nombreuses définitions des SIAD, nous reprenons ici celle de Turban (Moore and Chang 1980; Turban 1993) qui porte à la fois sur les fonctions et la constitution du système. Un SIAD est un système d'information interactif, flexible, adaptable et spécifiquement développé pour aider la résolution d'un problème de décision en améliorant la prise de décision. Il utilise des données, fournit un interface utilisateur simple et autorise l'utilisateur à développer ces propres idées ou points de vue. Il peut utiliser des modèles - soit standards, soit spécifiques -, supporter les différentes phases de la prise de décision et inclure un système à base de connaissances.

Dans le cadre du déploiement des autoroutes de l'information (par exemple internet) et des réseaux intelligents, l'essor des multimédia est en train d'enrichir l'Aide à la Décision de nouvelles problématiques et de nouvelles pratiques. Du côté des nouvelles problématiques on trouve, en particulier, l'aide aux concepteurs et prestataires de services. Les services multimédia sont constitués de nombreux équipements spécialisés interconnectés par des réseaux standards et à haut débits. L'analyse du fonctionnement de ces services dépend certes de nombreux paramètres inhérents à leur technologie. Elle dépend aussi de facteurs moins palpables mais tout aussi importants, tels que la nature de l'application (textes, images fixes et/ou animées, son, ...) et le comportement des usagers. Aider le concepteur et le prestataire de service à construire et sélectionner, à partir de ces paramètres des critères propres à les aider dans leurs choix techniques est un enjeu économique considérable pour le monde de la communication multimodale actuellement en train de s'installer. Du côté des pratiques, on ne peut que remarquer que les nouvelles possibilités offertes par les multimédia :

- variété des informations manipulables (textuelles, sonores, iconiques, animées ou non),

- possibilités d'organisation et de navigation offertes par les hypermédia (association d'hypertextes et de systèmes multimodaux),

sont en passe de révolutionner la communication homme-machine. Un renouvellement complet des pratiques relatives aux systèmes interactifs d'aide à la décision, permettant au décideur une ergonomie de grande qualité, un accès enrichi à l'information et une gestion plus efficace de sa complexité. C'est ce dernier point qui est l'objet principal de ce document.

La suite de ce document est organisée de la façon suivante. Dans un premier temps, nous introduisons la notion de prise de décision et quelques définitions. Cette présentation n'est pas exhaustive, mais a uniquement pour but d'introduire un minimum de notions nécessaires à la présentation des SIAD. Après une analyse des classes de décisions abordés par ces systèmes, nous présentons l'architecture typique de ceux-ci, suivi des impacts des nouvelles technologies de l'information - autoroute de l'information et multimédia - sur ces systèmes, tels que les hypermédia et la navigation contextuelle qui améliore la coopération homme/machine. En conclusion, nous résumons les impacts de ces nouvelles technologies sur les SIAD et présentons quelques perspectives.

II. La prise de décision

Nous allons dans un premier temps donner quelques définitions importantes à propos de la prise de décision (Holtzman 1989) et nécessaire à la présentation des SIAD. Pour Holtzman (Holtzman 1989), prendre une **décision** signifie concevoir et s'engager à une stratégie d'allocation irrévocable de ressources précieuses - pris ici au sens général du terme. Le processus de prise de décision n'inclut pas l'allocation de ces ressources qui est appelée une **action**. De manière plus générale, on peut dire que tout individu placé devant plusieurs alternatives mutuellement exclusives, choisit l'une d'entre elles à la suite d'un processus mental que nous appellerons **décision**. On peut associer à toute décision son **domaine**. On peut par exemple distinguer les décisions médicales, des décisions militaires ou industrielles. Ces domaines peuvent être eux-mêmes divisés en sous-domaines. Le domaine d'une décision est par définition générique, c'est-à-dire que plusieurs décisions partagent le même domaine. Par contre, certains facteurs d'une décision sont uniques et dépendent de la décision et du décideurs. Nous appellerons ces derniers la **situation** d'une décision. Cette situation se compose du **contexte** et des **préférences** du décideur. Chaque décideur a pour une décision un contexte qui lui est associé et qui affecte fortement l'intérêt et la disponibilité des différents choix. Ce contexte inclut l'état des informations du décideur qui constitue sa perception des conséquences possibles de ses actions. Chaque décideur a des désirs particuliers qui sont exprimés par ses préférences sur les résultats possibles de sa décision. Par exemple, pour l'achat d'une voiture, le contexte d'un décideur pourrait inclure le fait qu'il ait une femme, quatre enfants et deux énormes chiens, qu'il a l'habitude d'aller en vacances camper avec une planche à voile et qu'il habite dans une région recouverte de neige en hiver. Ses préférences peuvent inclure son enthousiasme pour des moteurs diesels, des voitures "break", des embrayages pilotés et une transmission intégrale avec ABS. A toute décision sont toujours associées des "**alternatives**" parmi lesquels le décideur doit choisir. Sans alternative, il n'y a pas de décision. Ces alternatives peuvent être créées à partir des variables de décision qui sont soit génériques - appartiennent au domaine de décision - ou uniques - appartiennent à la situation de la décision. A chaque alternative est associée un **résultat** ou bénéfice espéré - au sens large du terme - qui peut guider le choix entre les alternatives.

Nous allons maintenant analyser les différentes phases du processus de décision, ainsi que

ces différents niveau de structuration.

II.1 Le processus de décision

Parmi les différents travaux sur les processus de décision, Simon (Simon 1977) distingue trois phases dans le processus de décision (Lévine and Pomerol 1989; Klein and Methlie 1990; Turban 1993) : la recherche d'information, la conception et le choix.

II.1.1 Recherche d'information (intelligence en Anglais)

Il s'agit d'identifier les objectifs ou buts du décideur, c'est-à-dire de définir le problème à résoudre. Pour cela, il est nécessaire de rechercher les informations pertinentes en fonction des questions que se pose le décideur. Puis ensuite, la décision est classée parmi les différentes catégories connues. L'acquisition d'informations pertinentes pendant cette phase peut se poser elle-même en terme de décision. En effet, dans certains problèmes, Il est parfois difficile de trouver ces informations pertinentes. Or, ce sont elles qui sont à l'origine du processus de décision et leur choix est crucial. En effet, elles influencent fortement les autres phases puisque tous les choix suivants en découlent.

Dans certains cas, le problème est décomposé en sous-problèmes - beaucoup de problèmes complexes peuvent être divisés en sous-problèmes plus simples à résoudre qui aide à résoudre le problème plus complexe. Cette phase se termine par un énoncé du problème à traiter.

II.1.2 La conception (design)

Cette phase comprend la génération, le développement et l'analyse des différentes suites possibles d'actions . Pour cela, il va être nécessaire de choisir un ou plusieurs modèles de décision en fonction de la complexité du problème à traiter. Pour le ou les modèles choisis, il faut déterminer les **variables de décision**, les **variables incontrôlables**, les **variables résultats** ainsi que les relations mathématiques ou symboliques ou qualitatives (Crossland, Wynne et al. 1995) entre ces variables et construire les différentes alternatives.

Pour un modèle quantitatif, cette phase se décompose, entre autres, des étapes suivantes :

- * déterminer les composants du modèle : les variables de décision, les variables incontrôlables, les variables résultats
- * la structure du modèle : l'équation qui régit les relations entre les composants du modèle
- * la sélection des principes de choix (critère d'évaluation) : l'évaluation des alternatives et le choix final dépend du type de critères utilisés. Par exemple, trouver la meilleure solution, une solution assez bonne ou satisfaisante, prendre des risques ou non. Parmi les différents principes de choix, les deux principaux sont les suivants : normatif ou descriptif. Pour les modèles normatifs, la solution proposée est la meilleure et il est possible de le prouver. Tandis que pour les autres seules des solutions assez bonnes ou satisfaisantes sont fournies (cf. pour de plus amples détails, paragraphe sur les modèles).
- * la génération des alternatives : une part non négligeable du temps est passée à générer les alternatives. Avec des modèles normatifs, les alternatives sont générées automatiquement, tandis qu'avec des modèles descriptifs, il est souvent nécessaire de le faire. Dans ce dernier cas, le processus peut être long et nécessite des recherches - notamment d'informations - et de la créativité.

- * la prédiction des résultats : Il est parfois nécessaire de prédire les résultats futurs de chaque alternative afin d'en évaluer les conséquences et de les comparer.
- * la mesure des résultats : cette mesure va permettre de comparer les alternatives

II.1.3 Le choix (choice)

Pendant cette phase, le décideur choisit entre les différentes suites d'actions - solutions - qu'il a été capable de construire et d'identifier pendant la phase précédente¹. Cette phase inclut la recherche, l'évaluation et la recommandation d'une solution appropriée au modèle. Une solution à un modèle est un ensemble spécifique de valeurs pour les variables de décision. Cette solution identifie l'alternative sélectionnée.

Cette phase se décompose en deux étapes : celle de recherche et celle d'évaluation. La phase de recherche peut être de type analytique (optimisation, toutes les alternatives sont atteintes), aveugle (recherche exhaustive ou partielle) et heuristique. Pour des modèles normatifs, une approche analytique ou une énumération complète et exhaustive des différentes alternatives est utilisée - une solution optimale est fournie en résultat. Par contre pour des modèles descriptifs, un nombre limité d'alternatives est utilisé soit par une recherche aveugle ou heuristique. Dans ces deux cas, seule une solution respectivement soit assez bonne, soit satisfaisante est fournie.

Cette recherche est couplée avec une évaluation qui est l'étape finale qui amène à une recommandation - solution. Parmi les méthodes utilisées, on peut citer : méthodes pour buts multiples, analyse de sensibilité, méthode "What-if", méthode "goal seeking".

II.1.4 Conclusion

Ce processus n'est pas obligatoirement séquentiel, il peut y avoir des retours arrière, c'est-à-dire que pendant la seconde ou la troisième phase, on peut être amené par exemple à générer une nouvelle alternative ou encore à rechercher de nouvelles informations, puis ensuite modifier le ou les modèles choisis. La présence de ces retours arrière pendant la processus de décision dépend du niveau de structuration du problème de décision.

II.2 Niveau de structuration des décisions

Il est devenu classique de distinguer les "programmed decisions" et les "non-programmed decisions", traduit ici par "décisions bien structurées" et "décisions peu structurées". En fait il existe un continuum allant des moins structurées aux plus structurées. Une décision est bien structurées quand un processus connu et explicitable existe permettant de traiter les informations dans le système (Lévine and Pomerol 1989)². Elle correspond à un programme immuable et fixe. Par exemple, de nombreux problèmes dans les organisations peuvent s'analyser en terme d'allocation de ressources (argent, temps, pouvoir, personnes, espace, équipement, l'affectation d'employés ou d'équipement à des travaux...). Un décideur doit allouer des ressources peu abondantes pour des activités variées afin d'optimiser un objectif

¹ La limite entre cette phase et la précédente n'est pas toujours très clair. En effet, certaines activités peuvent être exécutées pendant les deux phases et aussi parce qu'il est souvent nécessaire de retourner à la phase précédente.

² En fait, cet ouvrage introduit la notion de décision bien ou peu normalisée. La structuration de la décision est un préalable à sa normalisation. Nous n'avons retenu ici qu'une seule de ces deux notions afin de simplifier le discours.

mesurable. L'objectif est dans ce cas de minimiser ou maximiser une variable (l'objectif mesurable) : minimisation d'un coût ou maximisation de l'occupation de l'espace ou du temps. Les techniques d'optimisation via la programmation mathématique - programmation linéaire par exemple - sont ici utilisés, c'est-à-dire qu'il y a plusieurs variables reliées par une équation mathématique et soumises à des contraintes, il s'agit de maximiser l'une d'entre elles. La solution est la meilleure solution possible. Ces techniques supposent que : les résultats des différentes allocations peuvent être comparés et indépendantes, le résultat total - variable à maximiser ou minimiser - est égal à la somme des résultats des différentes activités, toutes les données sont connues et certaines, les ressources sont à utiliser de la manière la plus économique.

Une décision peu ou mal structurée est un problème qui va nécessiter un gros effort pour être formalisé. Il est probable que la stratégie du décideur sera une stratégie progressive avec des retours arrière. Elle peut donner lieu à des procédures non programmée - d'un point de vue informatique - ou peu programmée. Mais l'un des aspects les plus importants est que dans cette classe de décision, l'homme prend l'avantage sur la machine contrairement aux problèmes structurés. Résoudre le problème nécessite de faire appel à l'intuition et au savoir faire du décideur qui devient l'élément prépondérant du couple Homme/Machine. Dans ce cas, tout ou partie du contrôle de la recherche - processus de décision - doit être laissé au décideur. Dans ce cas, toutes les solutions ne sont pas atteintes. Seul, un sous-espace de l'espace de recherche - l'ensemble des solutions - est exploré. On parle dans ce cas de recherche heuristique qui fournit une solution au problème : une solution satisfaisante, mais peut être pas la meilleure. Cette notion de recherche heuristique est liée au principe de rationalité limitée de Simon (Simon 1977). Les systèmes Interactifs d'Aide à la Décision, dénoté SIAD - ou DSS : Decision Support System en anglais - ont été conçus pour résoudre ces problèmes de décision¹ - peu ou mal structurés.

Parmi, les décisions les moins structurées, nous appelons situations complexes celles qui possèdent les caractéristiques suivantes :

- * Il est impossible de trouver une modélisation complète du processus de décision. La décomposition du problème en sous-problèmes permet au moins de modéliser une partie du processus.
- * La phase de recherche d'information est difficile. Les informations pertinentes sont peu accessibles, hétérogènes, non structurées. Les objectifs des décideurs ne se laissent pas spontanément traduire en termes de décision.
- * L'identification du problème de décision nécessite l'utilisation de données et de connaissances provenant de plusieurs domaines réclamant une réelle expertise.
- * Pendant la phase d'information ou comme modèle, un système à base de connaissance est requis sur les différents domaines d'expertise concernés par la décision.

Par exemple, le problème de dépollution de la Rade de Brest, requiert des connaissances et données sur l'agriculture, l'écoulement des eaux de pluie, les courants marins, la faune et la flore marines, les produits polluants et leurs modes de propagation, ... En neurochirurgie, pour le traitement des épilepsies focales, des domaines comme la neuro-anatomie, la neurologie, neurophysiologie, la neurochimie, l'imagerie IRM, ... interviennent dans le processus de décision. Dans les réseaux de télécommunication actuels - autoroutes de l'information -, il devient crucial d'effectuer correctement le dimensionnement du réseau ou de portions de

¹La notion de SIAD ou DSS est multiple dans la littérature, nous en avons donner une particulière dans ce document.

réseaux. En effet, l'utilisation du multimédia entraîne des allocations de ressources parfois importantes. Le dimensionnement de ces réseaux devient donc critique. Aider un décideur à établir une stratégie d'allocation de ressources dans le réseau nécessite de prendre en compte tous les paramètres techniques liés aux réseaux, mais aussi le profil des utilisateurs, le type de service, ...

II.3 Les modèles

On peut diviser les modèles en deux grandes classes, les modèles normatifs et descriptifs. Les premiers fournissent la meilleure solution et explorent l'ensemble des solutions. Les seconds donnent une solution assez bonne ou satisfaisante, mais n'explorent qu'une partie des solutions - ou espace de recherche. Dans la suite de texte, la présentation des sous-classes modèles et des modèles n'est pas exhaustive, étant donné leur nombre.

Parmi les modèles normatifs, on peut citer les trois sous-catégories suivantes : énumération complète, optimisation via des algorithmes, optimisation via des formules analytiques. Ils possèdent les caractéristiques et les méthodes représentatives suivantes :

* Énumération complète :

Ils trouvent la meilleure solution parmi un ensemble relativement petit d'alternatives.

Les méthodes principales sont les tables et les arbres de décision pour un but unique, la théorie de l'utilité (MEU: maximum expected utility, spécifiquement conçue pour des décisions avec incertitude) et l'analyse multicritère (Roy and Bouyssou 1993).

* Optimisation via des algorithmes :

Ils trouvent la meilleure solution parmi un ensemble important voire même infini d'alternatives, en utilisant un processus d'amélioration pas-à-pas.

Les méthodes principales sont la programmation linéaire et autres modèles de programmation mathématique, programmation linéaire en nombre entier, programmation convexe, programmation multi-objectifs qui est une variante de la programmation linéaire pour plusieurs fonctions (critères) à optimiser simultanément.

* Optimisation via des formules analytiques :

Ils trouvent la meilleure solution en une seule étape en utilisant une formule.

Parmi les modèles descriptifs, nous allons présenter les quatre catégories suivantes : simulation, prédiction et heuristique. Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

* Simulation :

Ils trouvent une assez bonne solution ou la meilleure solution parmi les alternatives évaluées durant la simulation. Il y a normalement moins de simplifications par rapport à la réalité que dans les autres modèles. La simulation est une technique pour mener des expériences. Elle a pour objet de décrire et/ou de prédire les caractéristiques d'un système donné sous différentes configurations. Dès que ces caractéristiques sont connues, la meilleure solution parmi les alternatives évaluées est choisie.

* Prédiction :

Ils permettent de prédire le futur, c'est-à-dire de prévoir les conséquences des différentes alternatives dans un mois ou plusieurs afin de mieux évaluer celles-ci et de faire un choix. On peut citer parmi les méthodes les plus connues : les modèles de prédiction et les modèles markoviens. Ils fournissent une assez bonne solution ou une solution satisfaisante.

* Heuristiques :

On trouve ici deux méthodes principales qui trouvent une assez bonne solution au problème : la programmation heuristique et les systèmes à base de connaissances. La détermination d'une solution optimale pour certains problèmes complexes peut entraîner un coût et un temps prohibitif, ou encore peut être impossible. Dans de tels cas, il est parfois possible d'arriver à une solution satisfaisante plus rapidement et à un moindre coût. Ils sont plutôt utilisés pour des problèmes complexes et mal structurés, mais ils peuvent aussi être employés pour des problèmes bien structurés et apporter un gain en temps et en argent. Ces algorithmes n'explorent pas tout l'espace de recherche. A chaque étape du parcours de cet espace, les étapes suivantes sont évaluées et seules celles qui sont les plus prometteuses sont retenues. Cette notion d'étapes les plus prometteuses dépend complètement du problème à traiter. Mais il existe plusieurs classes d'algorithmes tels que Min-Max, Best-first, A*, etc., dont la fonction d'évaluation dépend du problème.

Pour les systèmes à base de connaissances, il s'agit d'acquérir par le biais d'interviews et de mises en situation les connaissances et les modes de raisonnement des spécialistes du domaine concerné. Ces connaissances déterminent en fait l'espace de recherche et donc la représentation du problème et les modes de raisonnement la façon d'explorer cet espace pour modéliser le processus de décision, non plus avec des méthodes quantitatives mais qualitatives ou symboliques. Après la phase d'acquisition, un artefact appelé système à base de connaissances, dénoté SBC, est construit afin d'établir un modèle du processus de décision et "d'imiter" le comportement humain en phase de résolution de problème. Ce type de techniques est utilisé dans des domaines restreints nécessitant des connaissances très pointues. Ces SBC n'explorent qu'une faible partie de l'espace de recherche potentiel en utilisant les stratégies des experts ou spécialistes du domaine. Ils ne permettent pas à un décideur d'y introduire ses propres préférences et circonstances de la décision, c'est d'ailleurs pourquoi ils sont surtout utilisés dans des situations bien définies et possédant une certaine stabilité.

Nous allons maintenant faire une présentation des SIAD. Puis, nous mettons en lumière les effets de ces nouvelles technologies sur les systèmes d'aide à la décision.

III. Les systèmes interactifs d'aide à la décision

Les SIAD ont été conçus pour résoudre des problèmes de décision peu ou mal structurés (Eierman, Niederman et al. 1995). Ces problèmes possèdent les ou l'une des caractéristiques suivantes (Klein and Tixier 1971) :

- * Les préférences, jugements, intuitions et l'expérience du décideur sont essentiels ;
- * La recherche d'une solution implique un mélange de recherche d'information, de formalisation ou définition et structuration du problème, du calcul et de la manipulation de données ;
- * la séquence des opérations ci-dessus n'est pas connue à l'avance parce qu'elle peut être fonction des données, être modifiée, peut ne donner que des résultats partiels, ou encore peut être fonction des préférences de l'utilisateur ;
- * Les critères pour la décision sont nombreux, en conflit et fortement dépendant de la perception de l'utilisateur ;
- * La solution doit être obtenue en un temps limité ;
- * Le problème évolue rapidement.

De nombreuses définitions des SIAD ont été proposées (Little 1970; Gorry and Scott-Morton 1971; Alter 1980; Bonczek, Holsapple et al. 1980; Keen 1980; Moore and Chang 1980). Ces diverses définitions ont mis l'accent soit sur le type de problèmes, soit sur les fonctions du système, soit sur ses composants ou encore sur le processus de développement. Nous reprenons ici la définition de Turban (Moore and Chang 1980; Turban 1993) qui porte à la fois sur les fonctions et la constitution du système.

Définition : un SIAD est un système d'information interactif, flexible, adaptable et spécifiquement développé pour aider la résolution d'un problème de décision en améliorant la prise de décision. Il utilise des données, fournit un interface utilisateur simple et autorise l'utilisateur à développer ces propres idées ou points de vue. Il peut utiliser des modèles - soit standards, soit spécifiques -, supporter les différentes phases de la prise de décision et inclure une base de connaissances.

Parmi les diverses caractéristiques que l'on associe aux SIAD, on peut ajouter les suivantes :

- * Ils apportent principalement une aide pour les problèmes peu ou mal structurés en connectant ensemble des jugements humains et des informations calculées.
- * Ils fournissent une aide pour différentes catégories d'utilisateurs, ou des groupes d'utilisateurs.
- * Ils supportent des processus interdépendants ou séquentiels
- * Ils sont adaptatifs - dans le temps. Le décideur peut être réactif, être capable de confronter des conditions changeant rapidement et d'adapter le SIAD pour faire face à aux nouvelles conditions. Il est suffisamment flexible pour que le décideur puisse ajouter, détruire, combiner, changer et réarranger les variables du processus de décision, ainsi que les différents calculs - fournissant ainsi une réponse rapide à des situations inattendues.
- * Le décideur a le contrôle de toutes les étapes du processus de décision et peut à tout moment remettre en cause les recommandations faites par le SIAD. Ce dernier doit aider le décideur et non se substituer à lui.
- * Ils utilisent des modèles. La modélisation permet d'expérimenter différentes stratégies sous différentes conditions. Ces expériences peuvent apporter de nouvelles vues sur le problème et un apprentissage.
- * Les SIAD les plus avancés utilisent un système à base de connaissances qui apporte notamment une aide efficace et effective dans des problèmes nécessitant une expertise.

Comme les SIAD sont des systèmes de résolution de problèmes peu ou mal structurés, ils permettent la recherche heuristique (Lévine and Pomerol 1989). Pour satisfaire les critères cités ci-dessus, un SIAD se compose d'un interface homme/machine, d'une base d'informations, d'une base de connaissances et d'une base de modèles (Alter 1980; Andriole 1982; Keen 1986; Doukidis, Land et al. 1989; Holtzman 1989; Klein and Methlie 1990; Sage 1991; Adelman and Leonard 1992; Holsapple, Whinston et al. 1993; Turban 1993) (cf. Fig. 1).

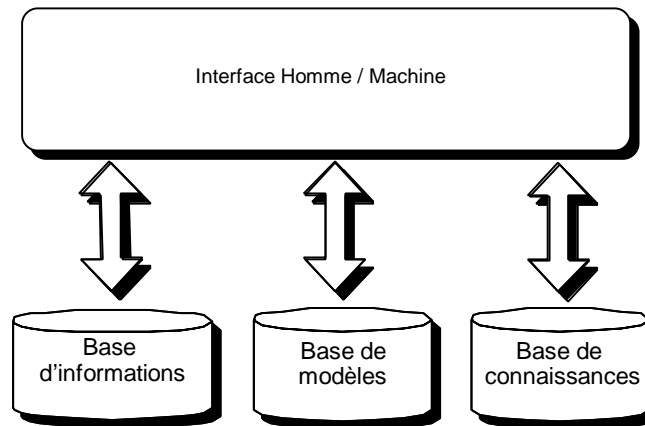


Fig. 1 Composition d'un Système Interactif d'Aide à la Décision

L'interface Homme/Machine permet la communication entre l'utilisateur et le système et offre l'accès à la base d'information, à la base de connaissances et à la base de modèle. La base d'information se compose d'une ou plusieurs bases de données et parfois de systèmes à base de connaissances qui peuvent être une source d'informations spécifiques à certains domaines. La base de connaissances peut être un système indépendant apportant une aide pour des problèmes précis nécessitant une expertise sur un domaine étroit. Il peut aussi apporter une aide aux autres composants du système, c'est-à-dire pour la recherche d'informations dans les bases de données, pour l'interface homme/machine ou pour l'élaboration et le séquençage des différentes phases du processus de décision en utilisant la base de modèles.

III.1 La base d'information

La base d'information est constituée principalement d'une ou plusieurs bases de données et parfois de bases de connaissances contenant des informations multimodales. Ces systèmes permettent à l'utilisateur d'accéder à des données - systèmes d'information de l'entreprise, données sur les patients d'un hôpital et aux connaissances. Les bases de données fournissent des mécanismes d'interrogation, notamment par des requêtes, de mise à jour et effacement des données, génération de rapports - sur les processus de décision, justification des choix par exemple.

Dans un SIAD, une base de données doit fournir les services suivants :

- * Mettre en corrélation des données de différentes sources
- * Recherche rapide de données pour des requêtes et des rapports
- * Réaliser des tâches de recherche complexe et des manipulations de données basées sur des requêtes

III.2 La base de modèles

La base de modèles se compose d'un ensemble de modèles et d'un système de gestion de ceux-ci. Les différents modèles peuvent être les suivants : outils de programmation mathématiques - recherche opérationnelle -, des modèles de prédictions, des modèles de simulation, des procédures de recherche heuristique, des diagrammes d'influence, des modèles financiers, des modèles statistiques, des modèles de planification, des modèles qualitatifs, des tableurs, des modèles d'expertise - un système à base de connaissances -, etc. (Holtzman 1989;

Turban 1993).

Le système de gestion de la base de modèles joue un rôle similaire à celui d'un système de gestion de base de données, mais pour des modèles. Il devra donc assurer des fonctions supplémentaires. Les principales fonctions du système de gestion de modèles sont les suivantes :

- * Création rapide et facile de modèles à partir de ceux existant ou à partir de rien ou encore à partir d'éléments de modèles
- * Interconnexion des modèles par des relations appropriées afin de supporter notamment la construction de nouveaux modèles à partir de ceux existants
- * Manipulation de modèles afin de mener des expériences et des analyses d'alternatives, choisir les valeurs des différentes variables de décisions ou fournir les données qui permettront de les calculer pour le modèle choisi.
- * Catalogue des différents modèles avec un accès à ceux-ci et à leur mode d'emploi éventuellement
- * Gestion de la base de modèles : stockage des accès, exécution des modèles, mise à jour, liens et recherche de modèles - par requêtes par exemple.

III.3 L'interface homme/machine

L'interface homme/machine permet à l'utilisateur de dialoguer avec les différents composants du système et de contrôler le processus de décision, mais ceci de la manière la plus uniforme possible. Il doit pour cela fournir principalement les fonctions suivantes :

- * Fournir un accès aux bases de données, bases de connaissances et bases de modèles
- * Permettre d'établir des liens entre ces différents systèmes afin de pouvoir utiliser les résultats de l'un - d'un calcul effectué par un modèle ou par des inférences de la base de connaissances - comme données en entrée pour un autre, d'utiliser les données de la base d'informations comme entrées ou sorties de calculs, ...
- * Être flexible et adaptable en fonction des différents utilisateurs et de ces différentes tâches, mais aussi des modèles utilisés
- * Afficher des informations multimodales : graphiques 2D ou 3D, textes, vidéo, images animées ou non, ...
- * Fournir des aides à l'utilisateur pour mener à bien sa tâche et le guider à travers des exemples
- * Fournir une interface en langue naturelle ou par un système de traitement de la parole.

La notion d'interactivité dans un SIAD renvoie au rôle indispensable de l'homme dans son fonctionnement, rôle non passif qui sous-tend le terme "Aide à la Décision", mais aussi à la qualité de l'intégration des différents composants du système et à la nature de l'interface homme/machine (Lévine and Pomerol 1989). En effet, ce n'est pas uniquement offrir un moyen conviviale et simple d'accès aux différents composants du système et à leur interconnexion. Cette interface doit pouvoir jouer "le rôle de collaborateur" avec le décideur, c'est-à-dire "connaître suffisamment ces intentions" et le contexte¹ du problème de décision pour pouvoir offrir une action coordonnée à celle du décideur. Il s'agit de concevoir un système coopératif permettant une répartition évolutive des compétences entre l'utilisateur et la machine - dépendante du problème à résoudre - et offrant une bonne intégration des deux

¹ pris ici au sens large et non dans le sens présenté en début de document

agents (Homme et Machine) dans le processus de décision. Cette répartition est un processus dynamique qui changera au fur et à mesure des problèmes résolus - décisions prises. Le statut de la décision devrait donc évoluer en terme de structuration, c'est-à-dire qu'elle devrait devenir de plus en plus structurée.

Dans le cadre des systèmes coopératifs, les systèmes à base de connaissances jouent un rôle central. En effet, ils permettent d'une part d'apporter une aide active (Mili 1990) à la résolution de problème de décision pendant toutes les trois phases : en offrant une aide à la recherche d'information, à la construction et à l'utilisation de modèles, à leur exécutions et leur évaluations (Klein 1988; Bunn and Silvermann 1995; Degoulet, Fieschi et al. 1995; Jurgen and Kowalczyk 1995; Zimmermann and Sebastian 1995). Ceci peut être réalisé à partir des connaissances sur le domaine, sur les modèles, sur les stratégies de construction de modèles. Ces systèmes à base de connaissances peuvent aussi servir de modèles (Hansen, Meservy et al. 1995).

IV. Impact des nouvelles technologies

Les autoroutes de l'information ont les cinq principales conséquences suivantes sur les SIAD - mais aussi sur les systèmes d'information en général - :

- 1) Un accroissement important du nombre d'informations disponibles.
- 2) Une distribution des informations sur le réseau.
- 3) Une diversité de la nature des informations : multimédia ; l'essor du multimédia n'est pas uniquement dû aux autoroutes de l'information puisque de nombreux services sont déjà disponibles au moment de leur avènement sur une station de travail, un ordinateur de bureau (sur des Cd-Rom), mais aussi de par la nature multimodale des informations pour certaines applications, comme les professions médicales.
- 4) La possibilité de la mise à jour permanente des informations sur chaque site, qui peut garantir l'accès à l'information la plus récente.
- 5) Le partage d'informations, mais aussi de traitements associés à celles-ci ou applicables à d'autres informations de même type sur son site propre ou sur d'autres.

L'accroissement du nombre d'informations accessibles permet d'enrichir et d'affiner le problème à résoudre. Par contre, il ajoute un degré supplémentaire de complexité. En effet, la recherche et la sélection des informations pertinentes pour le problème à résoudre est d'autant plus accrue.

Le multimédia permet de fournir à l'utilisateur des informations de natures différentes qui mises ensemble fournissent une interaction plus naturelle. Certaines applications peuvent exploiter le multimédia pour réaliser plus efficacement les différentes tâches des utilisateurs comme par exemple en radiologie pour du diagnostic avec des images IRM, angiographiques, 2D ou 3D, ou encore des signaux EEG ou pour des systèmes d'information géographique, ...

Tous ces média posent des problèmes spécifiques d'indexation et de recherche. En effet, il n'est pas possible de rechercher des textes, des images et des vidéo de la même manière. Il est nécessaire de développer des techniques spécifiques pour chaque type de médium.

L'affichage de plusieurs média en même temps pose un certain nombre de problèmes (Maybury 1994), dont les suivants :

- Choix le plus adéquat du ou des média en fonction du contexte de communication et/ou des choix ou préférences de l'utilisateur ou du type d'utilisateur.

- Assurer la cohérence entre plusieurs média, comme par exemple texte et images animées ou non donnant des informations spatiales entre des objets présents dans les images et référencés dans le texte, synchronisation temporelles du son et d'images animées et de textes.

En conclusion, la gestion du multimédia et la recherche des informations pertinentes, notamment au travers d'un réseau ainsi qu'un interface centré utilisateur sont des caractéristiques importantes pour la nouvelle génération de SIAD coopératifs. L'accroissement de la complexité de la recherche d'information ainsi que la gestion cohérente des média peut être gérée avec des systèmes à base de connaissances. L'avènement du multimédia et des documents électroniques a permis la naissance des hypertextes et hypermédia. Les hypermédia sont des systèmes d'information tout à fait adaptés dans le cadre des autoroutes de l'information (exemples : Netscape, Mosaic) et des SIAD coopératifs (Bieber 1992; Bieber 1993; Hua and Kimbrough 1993; Chang, Holsapple et al. 1994; Potter, Miller et al. 1994; Walden and Carlson 1994; Wong 1994; Abourizk and Chehayeb 1995; Bieber 1995; Eierman, Niederman et al. 1995; Forslund 1995; Harada, Ishimaru et al. 1995). En effet, ils offrent de nouvelles stratégies de recherche d'information bien adaptée aux situations complexes et autorisent un accès adapté aux différents utilisateurs. Nous présentons dans la suite ces systèmes. Cette présentation n'est pas exhaustive, mais en lumière les caractéristiques les plus importantes de ce type de systèmes dans le cadre des autoroutes de l'information, du multimédia et des SIAD.

V. Les hypermédia

V.1 Introduction

Les hypermédia¹ forment une nouvelle classe de systèmes de gestion d'information émergents (Conklin 1987; Smith and Weiss 1988; Balpe 1990; Daniel-Vatone 1990; Nielsen 1990; Brown 1991). Ils autorisent leurs utilisateurs à créer, annoter, relier ensemble et partager des informations de natures différentes telles que textes, graphiques, vidéo, animation, sons, programmes... Ils fournissent de nouvelles méthodes d'accès, non séquentielles, aux informations, plus flexibles incorporant les notions de navigation, d'annotation et un interface adaptable à l'utilisateur. Les hypermédia ont été définis comme une approche de la gestion d'information dans laquelle les données sont stockées dans un réseau de noeuds connectés par des liens (cf. figure 2). Ces noeuds peuvent contenir du texte, des graphiques, des images 2D ou 3D, des images animées ou non, du son, de la vidéo, mais aussi du code ou d'autres formes de données (Smith and Weiss 1988). L'idée originale d'hypermédia fut introduit pour la première fois par Bush (Bush 1945). Il a décrit un dispositif appelé "Memex" dans lequel un individu stockait des livres, des enregistrements et des communications qui étaient accessibles rapidement et de manière très flexible.

Un hypermédia peut être vu comme une sorte de base de données offrant un nouvelle méthode pour accéder et gérer directement des données. Tandis qu'une base de données fournit une structure autour des informations, un hypermédia n'a pas de structure régulière (Conklin 1987). Il fournit un nouveau type d'interface qui met l'accent sur des liens iconiques

¹Nous ne ferons ici aucune distinction entre hypertext et hypermédia ; dans la littérature, l'hypertext est souvent défini comme dédié à des informations textuelles, tandis que l'hypermédia traite des informations multimodales (textes, video, graphiques, sons, ...)

ou des marqueurs - encore appelés ancres - qui peuvent être insérés arbitrairement dans des informations et sont utilisés pour naviguer d'une information à une autre (Nielsen 1990). L'utilisateur est libre d'explorer et d'assimiler une information de différentes manières.

La notion d'hypermédia est en fait au carrefour de plusieurs disciplines : les interfaces Homme/Machine et les systèmes d'information, mais aussi la psychologie (Mcknight, Dillon et al. 1993).

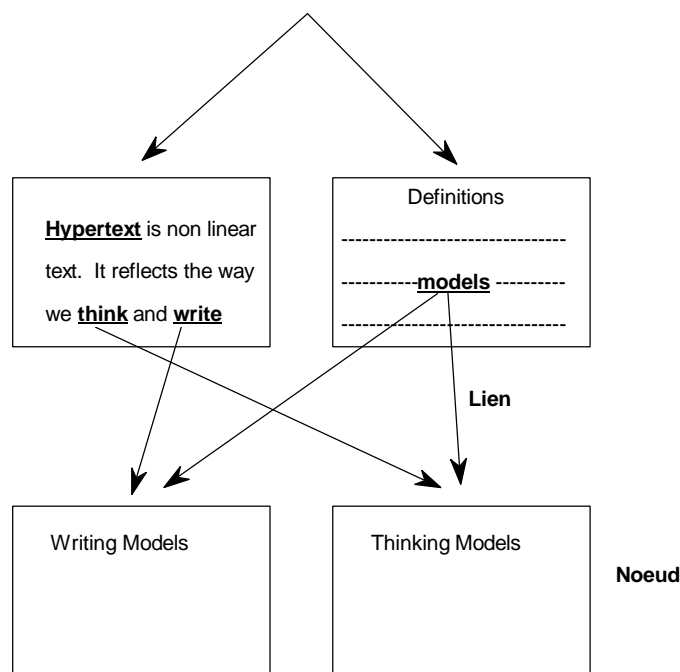


Fig 2. Exemple d'hypermédia (Balasubramanian 1995)

La structure d'un hypermédia est fondée sur nos processus de lecture et d'écriture (cf Figure 2). Ces derniers ne possèdent pas une nature linéaire, mais plutôt associative. Une partie de notre système cognitif - mémoire à long terme - peut être vue comme un réseau sémantique dans lequel les concepts sont reliés ensemble par associations. Un hypermédia tente d'exploiter cette structure cognitive (Smith, Weiss et al. 1987; Rada 1991).

Parmi les premiers systèmes hypermédia, nous pouvons citer :

* Augment/NLS (Engelbart 1963) :

oN Line System : stockage des papiers de recherche, mémos, rapports dans un même système avec des cross-références entre eux.

* Xanadu (Nelson 1988) :

un système pour stocker un corps d'écriture comme un tout interconnecté -> création d'un nouveau système d'exploitation muni d'un mécanisme de navigation.

* Intermédia (Meyrowitz 1986) :

éditeur de textes et de graphiques, un scanner d'images et un afficheur 3-D, video, ... peuvent tous être reliés à travers un réseau de stations.

* NoteCards (Halasz 1988) :

un hypermédia pour des concepteurs, auteurs et chercheurs pour analyser des informations, construire des modèles, formuler des arguments et traiter des idées (Un

réseau sémantique composé de notecards liées par des liens typés).

* KMS (Akscyn, Cracken et al. 1988) :

Knowledge Management System : gérer de grands réseaux hypertexte à travers un réseau local (travail en groupe, publication électronique, gestion de projet, manuels techniques et mail électronique).

* HyperTies (Schneiderman 1987) :

the Interactive Encyclopédia System : outil de création et de recherche.

* Guide (Brown 1987) :

l'hypertexte le plus populaire sur IBM PC et Apple (pas de différence entre création et lecture, comme KMS).

* Textnet (Trigg and Weiser 1986) :

Pour aider la communauté scientifique à la création de textes, notes de bas de page, annotations et critiques (réseau sémantique de noeuds).

* Writing Environment (Smith, Weiss et al. 1987) : fondé sur un modèle cognitif du processus de communication.

Après la présentation de ces systèmes, nous analysons la structure des hypermédia et leurs divers composants.

V.2 Structure d'un hypermédia

Un hypermédia est constitué d'une base d'information, appelé hyperbase, d'un système de gestion et de manipulation de noeuds, de liens et d'annotations, d'un interface utilisateur et d'un mécanisme de navigation. La base d'information peut être constituée soit de fichiers, de bases de données relationnelles ou orientées objet, de bases de connaissances accessibles directement ou au travers d'un réseau (exemple : World Wide Web avec internet). Le système de gestion permet de détruire, modifier et mettre à jour les noeuds, les liens et les annotations. L'interface utilisateur affiche les noeuds contenant les informations, les menus et les ancres sous forme de fenêtres et gère les événements (sélections d'ancres de l'utilisateur) pour les fournir au mécanisme de navigation. Ce dernier permet le parcours et/ou la construction du réseau de noeuds et de liens, l'accès aux informations et l'utilisation d'un système de recherche d'informations. Il fournit les informations, les ancres et les menus à l'interface et traite les événements de l'utilisateur (sélection d'ancres) afin de déterminer le noeud suivant.

V.3 Le réseau

Conceptuellement, un hypermédia est constitué d'un réseau $R \langle N, L \rangle$ où N est un ensemble de noeuds et L un ensemble de liens (cf. Figure 2) (Gouardères 1995). Un noeud est un contenant d'informations, un lien est orienté et connecte deux noeuds et représente une relation entre deux noeuds ou entre des informations contenues dans les noeuds. Un mécanisme appelé mécanisme d'ancrage autorise l'attachement de l'extrémité d'un lien à un noeud ou à des portions de noeud par l'insertion de marques appelées ancres dans le noeud d'origine. Les ancres peuvent être directement liées à l'information ou correspondre à des fonctions de manipulations ou d'accès plus générales liées à l'application considérée. A un noeud, est généralement associée une fenêtre de visualisation de son contenu. Une ancre peut être caractérisée par une portion de texte, ou une région dans une image ou des graphiques qui sont des zones sensibles de la fenêtre de visualisation.

Il existe deux types de noeuds : les noeuds simples contenant une information atomique et les noeuds composés contenant plusieurs informations qui peuvent être structurées (chapitre d'un livre avec ses paragraphes par exemple). Les noeuds peuvent être caractérisés de prédéfinis ou virtuels. Les noeuds prédéfinis possèdent un contenu qui est donné a priori, tandis que les noeuds virtuels ont un contenu construit en cours de navigation. Les liens représentent des relations entre les noeuds. Ils peuvent être typés : généralisation/spécialisation, composition, Indexation, structurel, ... Ils peuvent être également caractérisés de prédéfinis ou virtuels (résultant d'un calcul).

Le réseau peut être de nature statique, c'est-à-dire tous les noeuds et les liens sont prédéfinis. Le réseau est dit dynamique lorsque les noeuds et les liens ne sont pas connus à l'avance. Il peut y avoir deux raisons à cela d'une part l'ajout d'informations ou d'annotations par les utilisateurs pendant la navigation, d'autre part la construction des noeuds et/ou des liens pendant la navigation.

V.4 La navigation

L'objet du mécanisme de navigation est la recherche d'information par un parcours du réseau. Le mécanisme de consultation des informations en allant de noeud en noeud par activation des ancres constitue l'attrait principal de ces systèmes par rapport à un document classique. Ce mécanisme n'est pertinent que lorsque la base d'information est de petite taille. Dans le cas contraire, il est nécessaire de faire appel à des systèmes de recherche d'information. En effet, si l'on prend le cas du "World Wide Web" ou WWW, il semble très difficile de retrouver des informations uniquement par parcours des noeuds et des liens, étant la taille gigantesque du système et son caractère hautement dynamique. Dans WWW, il existe plusieurs systèmes de recherche d'information qui permettent de trouver sur le réseau les sites qui sont susceptibles de satisfaire la demande d'un utilisateur soit sous la forme de mots clé ou de requêtes.

Parmi les méthodes de recherche d'information on peut citer les suivantes :

- * Soit par requêtes : comme dans une base de données, crucial pour les grandes bases d'information (WWW).
- * Soit par contenu : tous les noeuds et les liens sont considérés séparément et examinés par rapport à la requête.
- * Soit par structure : un sous-réseau de l'hypermédia qui s'apparie avec la requête est sélectionné.
- * Soit par réseaux d'inférence : l'espace d'indexation est un réseau de croyance, structuré en une hiérarchie (Frisse and Steve 1990), ou un réseau d'inférence bayésien (Croft and Turtle 1989), ou encore un réseau de concepts (Lucarella 1990).
- * Soit par des hiérarchies de classes (Crouch, Crouch et al. 1989).
- * Soit par abstraction et agrégation (modèle objet).
- * Soit par un mode mixte recherche d'information + navigation : WWW

D'après Lucarella, les techniques de recherche d'information correspondent au "What to Where" - we know what we want, but we wish to find out where in the database it is - et la navigation au "Where to What" - we know where we are, but we want to know what is there (Lucarella 1990).

La navigation peut être caractérisée de statique ou dynamique. La navigation est statique lorsque le réseau est lui-même statique comme lors de la consultation d'une base de données

où le mécanisme ne fait que parcourir les liens établis entre les données. Par contre le mécanisme de navigation est dynamique lorsque les noeuds et/ou les liens peuvent être calculés au cours de la navigation. Dans ce cas, chaque noeud, lien et ancre peuvent être le résultat d'un calcul. Les hypermédia statiques ne sont pas très adaptés à de grandes hyperbases (problème de gestion des modifications), ni à leur intégration dans des SIAD comme outil de recherche et de sélection des informations. En effet, par nature les SIAD sont dynamiques puisque, par exemple, les données et les résultats de traitements ne sont pas connues à l'avance. Il n'est pas envisageable de déterminer à l'avance toutes les informations, les noeuds et donc les liens entre noeuds (Bieber 1992; Bieber 1995).

V.5 Hypermédia et Cognition

Avant de présenter cet aspect des hypermédia, il est nécessaire de distinguer deux types d'applications : premièrement, celles qui encouragent ceux qui désirent "vagabonder" dans un vaste nuage d'informations, collectant de la connaissance à travers leur cheminement dans le réseau et deuxièmement ceux qui sont couplés à une résolution de problème spécifique et qui sont plus structurés, voire même plus contraints. Ce second type d'application guide les utilisateurs au travers d'un espace d'information, contrôlant leur exploration à l'aide de cette structure prédéfinie. Il est plus adéquat pour des tâches nécessitant une bonne compréhension et/ou apprentissage. dans le cadre des SIAD, c'est le second type qui nous intéresse (Thüring, Hannemann et al. 1995).

L'objectif principal de la lecture d'un document ou d'un hyperdocument est sa compréhension. En science cognitive, la compréhension est souvent caractérisée par la construction d'un modèle mental qui représente les objets et leur relations sémantiques décrites dans un texte ou tout autre médium (Dijk and Kintsch 1983). La lisibilité d'un document peut être défini par l'effort mental nécessité par le processus de construction du modèle. Afin d'augmenter la lisibilité d'un document, il est nécessaire d'aider l'utilisateur dans la construction de leurs modèles mentaux en renforçant les facteurs qui aident ce processus et en affaiblissant ceux qui le gênent. Deux facteurs sont cruciaux : la cohérence qui à une influence positive et le surcoût cognitif qui a une influence négative sur la compréhension.

Un document est cohérent si le lecteur peut construire un modèle mental qui correspond à des faits et des relations dans un monde possible (Jonhson-Laird 1989). Deux types de cohérence sont importante pour construire un modèle mental : la cohérence locale et globale. Un lecteur établit par exemple des relations entre les informations présentent dans des phrases successives afin d'établir une cohérence locale. Pour accroître la cohérence locale au niveau d'un hypermédia, il faut limiter la fragmentation du document, souvent due à un manque de contexte d'interprétation. Pour cela, il est nécessaire de représenter explicitement les relations sémantiques entre noeuds et de préserver le contexte à travers les noeuds (notamment noeuds précédent et suivant). Une cohérence globale peut notamment être inférée par un lecteur sur un document en établissant des connections entre les paragraphes ou les chapitres. Dans un hypermédia, regrouper les informations en unités de plus haut niveau, fournir une vue d'ensemble des composants du document et de leurs relations en termes de cartes graphiques et de "browsers" et conserver le contexte de communication entre l'utilisateur et le système permet au lecteur de trouver la cohérence globale du document. Le contexte est ici plus général que le précédent.

Conklin a caractérisé le surcoût cognitif comme l'effort additionnel et la concentration nécessaire pour maintenir plusieurs tâches et pistes à un même moment (Conklin 1987). Ce surcoût cognitif est principalement du aux capacités limitées du processus humain de

traitement de l'information (Kaheneman 1973). Chaque effort supplémentaire pour lire réduit d'autant les ressources mentales utilisables pour la compréhension. Dans le domaine des hypermédia, ces efforts concernent principalement l'orientation, la navigation et l'ajustement de l'interface. Afin d'éviter la désorientation, les lecteurs doivent connaître la structure globale du document et avoir des traces de leurs "mouvements" dans cette structure. En effet, compréhension et orientation sont fortement liées. L'orientation aide le lecteur à trouver son chemin tandis que la navigation aide le lecteur à construire son chemin. Deux aspects importants de la navigation sont la direction - en avant et en arrière - et la distance - notion de pas et de sauts. Toutes les informations relatives à la navigation et à l'orientation prennent également part au contexte de la communication entre le lecteur et le système.

Comme nous avons pu le voir cette notion de contexte de communication est très importante afin de rendre l'interface le plus compréhensible possible. On parle de navigation contextuelle lorsque l'obtention du noeud suivant peut être le résultat du choix des liens possibles ou des noeuds possibles extrémités du lien choisi, en fonction du contexte. Ce qui peut être réalisé, soit par sélection de l'espace des liens ou des noeuds prédéfinis, soit par un calcul qui détermine un lien ou un noeud virtuel. Dans le premier cas le réseau peut être statique, tandis que dans le second cas le réseau est dynamique. Mittal et Paris définissent le contexte de communication entre un lecteur et un système par les critères suivants (Mittal and Paris 1993) :

* La situation de résolution de problème :

- La tâche courante : diagnostic, planification, ...
- Les méthodes pour réaliser la tâche : "divide and conquer", "generate and test", "hierarchical refinement", et/ou les modèles de décision
- Les résultats attendus
- Connaissances de domaine et leur représentation
- L'état du système

* Les participants impliqués : un seul ou plusieurs participants

* Le mode d'interaction dans laquelle la communication a lieu

- Le media : diagrammes, textes, images animées ou non, vidéo, son, dialogues en langue naturelle
- Le retour de l'utilisateur

* Le discours : Les buts de la communication, moyens de communication

* Le monde externe : par exemple textes scientifiques, rapports financiers, ...

Selon les situations, une partie de ces critères peuvent être uniquement utilisés. La prise en compte de ce contexte est un élément primordial pour les hypermédia mais aussi pour la coopération Homme/Machine. Pour les hypermédia, il faut ajouter les quelques critères cités précédemment.

La navigation contextuelle a deux effets importants : d'une part elle apporte de la cohérence au document, réduire le surcoût cognitif, mais aussi fournir l'accès aux informations pertinentes (Boy 1991; Haake 1992; Hardman, Bulterman et al. 1993; Montabord, Gibaud et al. 1993; Nanard, Nanard et al. 1993; Garlatti, Kanellos et al. 1994; Montabord, Garlatti et al. 1994; Nanard 1994; Garlatti 1995; Montabord, Gibaud et al. 1995; Montabord 1996). La réalisation de ce type de navigation passe notamment par l'utilisation de systèmes à base de connaissances (Carlson 1989; Schwabe, Feijo et al. 1990; Rada 1991; Bareiss and Osgood 1993; Jao and Hier 1993; Nanard, Nanard et al. 1993; Smith and Wilson 1993; Y. Shibata and

M. Katsumoto 1993; Arents and Bogaerts 1994; Garrity, Volonino et al. 1994; Maybury 1994; Ragusa 1994; Schwabe and Rossi 1994; Deschamps 1995). Ces derniers prennent en compte le domaine, les tâches des utilisateurs, leurs préférences pour les différents média par exemple pour établir le contexte de communication. La solution la plus souple et la plus évolutive consiste à utiliser un hypermédia dynamique, c'est-à-dire un mécanisme de navigation qui calcule les noeuds et/ou les liens et/ou les ancrs à partir du contexte de communication et d'une caractérisation des informations recherchées.

VI. Conclusion et perspectives

Les SIAD ont pour objet d'apporter une aide à la décision pour des problèmes peu ou mal structurés. En situation complexe, la décision n'est pas structurée et il devient donc primordial de concevoir des systèmes coopératifs permettant une répartition évolutive des compétences entre l'utilisateur et la machine - dépendante du problème à résoudre - et offrant une bonne intégration des deux agents (Homme et Machine) dans le processus de décision. Cette répartition est un processus dynamique qui changera au fur et à mesure des problèmes résolus - décisions prises.

L'avènement du multimédia permet une ergonomie de meilleure qualité et des interfaces plus naturelles à condition de prendre en compte les contraintes qui y sont liées. Les contraintes du domaine de la décision entraîne le choix de certains média plutôt que d'autres, notamment parce qu'ils sont plus "naturels" pour les décideurs. La présentation de plusieurs média doit assurer la cohérence - sémantique - des informations présentées. Les autoroutes de l'information, d'une part véhiculent ces informations multimodales, et d'autre part accroissent de manière considérable la quantité d'information disponible. Ceci a pour effet d'augmenter la complexité de la décision. Offrir l'information pertinente devient donc crucial. L'accès aux informations pertinentes ne peut se faire que grâce à des systèmes d'aide à la recherche d'information. Les hypermédia sont parfaitement à même de remplir ce rôle, mais sous certaines conditions. Dans le cadre des hypermédia couplés à des systèmes de résolution de problèmes, la structure du ou des domaines concernés et les contraintes de la décision permettent de n'offrir que les informations pertinentes et ainsi de s'affranchir d'une partie de la complexité engendré par ces réseaux. Dans le cadre des SIAD, l'hypermédia doit être dynamique et offrir une navigation contextuelle. Cette dernière sélectionne l'information pertinentes et favorise la compréhension du décideur en maintenant le contexte de communication explicite. Pouvoir sélectionner les bonnes informations implique la détermination de domaines sémantiques bien délimités, ce qui est sous-jacent aux hypermédia couplés à des solveurs de problèmes. Ce dernier est fondamental pour assurer une réelle coopération entre le décideur et le SIAD.

Dans le cadre des SIAD munis d'un hypermédia, l'un des enjeux sera de pouvoir détecter les stratégies de résolution d'un problème de décision par le biais des interactions Homme/Machine afin d'apprendre et d'aider à structurer la décision, mais aussi de modifier en conséquence l'interface pour l'adapter au mieux à une classe de décideur et/ou à chaque décideur.

VII. Bibliographies

- Abourizk, S. M. and N. N. Chehayeb (1995). "A hypertext Decision Support Model for contractor Prequalification." Microcomputers in Civil Engineering **10**(2): 111-121.
- Adelman and Leonard (1992). Evaluating decision support and expert systems. New York, Wiley.
- Akscyn, R., R. L. Cracken, et al. (1988). "KMS : A distributed hypermedia system for managing knowledge in organizations." CACM **31**(7): 820-835.
- Alter, S. L., Ed. (1980). Decision Support Systems: Current Practices and Continuing Challenges, Addison-Wesley.
- Andriole, S. J. (1982). Handbook for the design, Development, Evaluation and Application of Interactive Decision Support Systems. Princeton, NJ Petrocelli.
- Arents, H. C. and W. F. L. Bogaerts (1994). Knowledge-based indexing of Hypermedia information for task-related navigation. Moving Towards Expert Systems Globally in the 21st Century, Cognizant Commun. Corp.
- Balasubramanian, V. (1995). State of the art review on Hypermedia Issues and Applications, Rutgers University, New Jersey,
<http://www.csi.uottawa.ca/~dduchier/misc/hypertext-review>.
- Balpe, J.-P. (1990). Hyperdocuments, Hypertextes, Hypermedias, Eyrolles.
- Bareiss, R. and R. Osgood (1993). Applying AI Models to the Design of Exploratory Hypermedia Systems. Hypertext'93.
- Bieber, M. (1992). "Automating hypermedia for decision support." Hypermedia **4**(2): 83-110.
- Bieber, M. (1993). Providing Informations systems with full hypermedia functionality. IEEE.
- Bieber, M. (1995). "On Integrating Hypermedia into Decision Support and other Information Systems." Decision Support Systems **14**(3): 251-267.
- Bonczek, R. H., C. W. Holsapple, et al. (1980). "The evolving roles of models in Decision Support Systems." Decision Sciences **11**(2).
- Boy, G. A. (1991). Indexing Hypertext Documents in Context. ACM Conf on Hypertext Proc : Hypertext'91, San Antonio, Texas.
- Brown, P. J. (1987). Turning Ideas into Products: The Guide System. Hypertext'87, ACM Press.
- Brown, P. J. (1991). Hypertext : dream and reality. Hypermedia/Hypertext and Object Oriented Databases. C. e. Hall.
- Bunn, D. W. and B. G. Silvermann (1995). "Decision technology and intelligent decision support." European Journal of operational Research **84**(1): 1-4.
- Bush, V. (1945). "As We May Think." The Atlantic Monthly **176**(July): 101-108.
- Carlson, P. A. (1989). Hypertext and Intelligent Interfaces for Text Retrieval, The Society of Text, Hypertext, Hypermedia, and the Social Construction of Information. the Society of

Text, MIT Press, Massachusset: 59-76.

Chang, A.-M., C. W. Holsapple, et al. (1994). "A Hyperknowledge framework of Decision Support Systems." Information Processing & Management **30**(4): 473-498.

Conklin, J. (1987). "Hypertext: An introduction and Survey." IEEE Computer.

Croft, W. B. and H. Turtle (1989). A retrieval Model Incorporating Hypertext links. Hypertext'89, ACM Press.

Crossland, M. D., B. E. Wynne, et al. (1995). "Spatial Decision Support Systems: an overview of technology and a test of efficacy." Decision Support Systems **14**(3): 219-235.

Crouch, D. B., C. J. Crouch, et al. (1989). The use of cluster hierarchies in Hypertext Information retrieval, Hypertext'89, ACM Press.

Daniel-Vatone, M. C. (1990). "Hypertextes : des Principes Communs et des Variations." TSI **9**(6): 475-492.

Degoulet, P., M. Fieschi, et al. (1995). "Decision Support Systems from the standpoint of knowledge representation." Methods of Information in Medecine ; Concepts, knowledge and language in Health-care Information Systems (IMIA) **34**(1-2): 202-208.

Deschamps, R. (1995). Bases de connaissances généralisées : une approche fondée sur un modèle hypertexte expert, Toulouse.

Dijk, T. A. V. and W. Kintsch (1983). Strategies of discourse comprehension. Orlando, Academic Press.

Doukidis, G. I., F. Land, et al., Eds. (1989). Knowledge-based management support systems. Chichester, Ellis Horwood Limited.

Eierman, M. A., F. Niederman, et al. (1995). "DSS theory: a model of constructs and relationships." Decision Support Systems **14**(1): 1-26.

Engelbart, D. C. (1963). "A conceptual Framework for the augmentation of an's Intellect." Visits in Information Handling, Spartan Books **1**.

Forslund, G. (1995). "Toward cooperative advice-giving systems: a case study in knowledge-based decision support." IEEE Expert **10**(4): 56-62.

Frisse, M. E. and S. B. Steve (1990). Information retrieval from Hypertext: Update on the dynamic Medical Hanbook Project. Hypertext'90, ACM Press.

Garlatti, S. (1995). The ATLAS Project, ITS Seminar, University of Sussex.

Garlatti, S., I. Kanellos, et al. (1994). YAKA : un système d'information intensionnel sur le cerveau humain. Informatique des Organisations et des systèmes d'information et de décision, Aix en provence.

Garrity, E. J., L. Volonino, et al. (1994). Hypermedia expert systems to support organizational decision making. Moving Towards Expert Systems Globally in the 21st Century, Lisbon/Estoril, Portugal, Cognizant Commun. Corp.

Gorry, G. A. and S. Scott-Morton (1971). "A Framework for Management Information Systems." Sloan Management Review **13**(1).

Gouardères, E. (1995). "Un Modèle pour la Conception d'Expertexte." Ingénierie des systèmes d'information **3**(2-3): 393-419.

- Haake, A. (1992). CoVer : A Contextual Version Server for Hypertext Applications. ACM ECHT, Milano.
- Halasz, F. G. (1988). NoteCards: A multimédia Idea Processing Environnement. Interactive Multimedia. S. Ambron and K. Hooper, Microsoft Press.
- Hansen, J. V., R. D. Meservy, et al. (1995). "Case-based reasoning application techniques for decision support." Intelligent systems in accounting, finance and management 4(2): 137-146.
- Harada, N., K. Ishimaru, et al. (1995). Cooperative dialog system for Decision Support. IEEE International Conference of the fuzzy systems, Yokohama, Japan, IEEE.
- Hardman, L., D. Bulterman, et al. (1993). Links in Hypermedia : the requirement for context. Hypertext'93.
- Holsapple, C. W., Whinston, et al. (1993). Recent developments in decision support systems. Berlin, New York, Springer-Verlag.
- Holtzman, S. (1989). Intelligent Decision Systems, Addison Wesley.
- Hua, H. and S. O. Kimbrough (1993). On Hypermedia-based argumentation Decision Support Systems. The twenty-Sixth Hawaii International Conference on System Sciences, Wailea, HI, USA, IEEE.
- Jao, C. S. and D. B. Hier (1993). Applying hypermedia and expert system technology to the neurological consultation. 6th annual IEEE Symposium on computer Board medical systems, IEEE.
- Jonhson-Laird, P. N. (1989). Mental Models. Foundations of Cognitive Science. M. I. Posner. Cambridge, MIT Press: 469-499.
- Jurgen, F. I. and W. Kowalczyk (1995). "An intelligent interactive project management support system." European Journal of Operational Research 84(1): 60-81.
- Kaheneman, D. (1973). Attention and Effort. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Kahnemann, D., P. Slovie, et al., Eds. (1982). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases, Cambridge University Press.
- Keen, P. (1986). Decision Support Systems: the next decade. Decision support Systems: a Decade in Perspective. E. R. Mclean and H. G. Sol, Elsevier Science Publishers B. V. (North Holland): 221-237.
- Keen, P. W. (1980). "Adaptative Design for Decision Support Systems." Data base 12(1 et 2).
- Klein, D. A. (1988). Integrating Artificial Intelligence and Decision Theory to Forecast New Markets, IBM Research Division, Yorktown Heights.
- Klein, M. and L. B. Methlie (1990). Expert Systems: A Decision Support Approach with applications in management and finance, Addison-Wesley Publishing Compagny.
- Klein, M. and V. Tixier (1971). SCARABEE: a data and model bank for financial engineering and research. IFIP congress, North Holland.
- Lévine, P. and J. Pomerol (1989). Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts, Edition Hermès.
- Little, J. D. (1970). "Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus."

Management Science **16**(8).

Lucarella, D. (1990). A model for Hypertext-Based Information Retrieval. European Conference on Hypertext (ECHT'90).

Maybury, M. T. (1994). "Knowledge-Based Multimedia : The Future of Expert Systems and Multimedia." Expert System with Applications **7**(3): 387-396.

Mcknight, C., A. Dillon, et al., Eds. (1993). Hypertext: a Psychological Perspective. Chichester, Ellis Horwood Limited.

Meyrowitz, N. K. (1986). Intermedia: The architecture and Construction of an Object-oriented Hypermedia System and Application framework. OOPSLA'86.

Mili, F. (1990). Active DSS: Issues and Challenges. TIMS/ORSA National Conference, Las Vegas, May.

Mittal, V. O. and C. L. Paris (1993). Context: indentifying its elements from the communication point of view. Workshop on Using Knowledge in its context, IJCAI, Chambery, Laforia.

Montabord, E. (1996). Base de connaissances, hypermédia et contexte, Rennes 1.

Montabord, E., S. Garlatti, et al. (1994). Interaction between a hypermedia and a knowledge base management system about the brain. neural networks and Expert Systems in Medecine and Healthcare, Plymouth.

Montabord, E., B. Gibaud, et al. (1995). HYPER-YAKA : base de connaissances et hypermédia sensible au contexte. Langage et Modèles à Objets, Nancy.

Montabord, E., B. Gibaud, et al. (1993). An hypermedia system to manage anatomical knowledge about brain. Computer Assisted Radiology, Berlin.

Moore, J. H. and M. G. Chang (1980). "Design of Decision Support Systems." Data Base **12**(1 et 2).

Nanard, J. (1994). Multimédia and Hypermédia facing the concept of active document. BIWIT'94, Bayonne.

Nanard, J., M. Nanard, et al. (1993). Integrating knowledge-based Hypertext and Database for task-oriented Access to Documents. Database and Expert Systems Applications, DEXA'93, Prague, Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science.

Nelson, T. H. (1988). "Managing immense storage : Project Xanadu provides a model for the possible future of mass storage." Byte **13**(1): 225-238.

Nielsen, J. (1990). Hypertext and Hypermedia,. Boston, Academic Press: 223-291.

Potter, W. D., J. A. Miller, et al. (1994). "A hyper-semantic approach to intelligent information systems." Integrated computer aided engineering **1**(4): 341-357.

Rada, R. (1991). Hypertext: From text to expertext, McGraw Hill.

Ragusa, J. M. (1994). Models of multimedia, hypermedia and 'intellimedia' integration in expert systems. Moving Towards Expert Systems Globally in the 21st Century, Cognizant Commun. Corp.

Roy, B. and D. Bouyssou (1993). Aide multicritère à la décision : méthodes et cas. Paris, Economica.

- Sage, A. P. (1991). Decision Support System Engineering. New York, Wiley.
- Schneiderman, B. (1987). User Interface Design for the Hyperties Electronic Encyclopedia. Hypertext'87, ACM Press.
- Schwabe, D., B. Feijo, et al. (1990). Intelligent Hypertext for Normative Knowledge in Engineering. Hypertext : Concepts, System and Applications, Tthe European Conf. on the Hypertext.
- Schwabe, D. and G. Rossi (1994). From domain models to hypermedia applications: An object-oriented approach, New York University, Information system Department.
- Simon, H. A. (1976). Administrative Behavior. New York, Free Press.
- Simon, H. A. (1977). The new science of management decision, Prentice Hall, New Jersey.
- Simon, H. A. (1982). The Science of Artificial. Cambridge, The M.I.T.Press.
- Smith, J. and S. Weiss (1988). An Overview of hypertext. CACM.
- Smith, J., S. Weiss, et al. (1987). A hypertext writing Environnement and its Cognitive Basis. Hypertext, ACM Press.
- Smith, P. A. and J. R. Wilson (1993). "Hypertext and expert systems: the possibilities for integration." Interacting with computers 5(4): 371-384.
- Thüring, M., J. Hannemann, et al. (1995). "Hypermedia and Cognition: Designing for Comprehension." Communication of the ACM 38(8): 57-66.
- Trigg, R. and M. Weiser (1986). "TEXTNET: a Network nased Approach to Text Hanling." ACM Trransactions on Office Information System.
- Turban, E. (1993). Decision Support and Expert Systems. New York, Macmillan.
- Walden, P. and C. Carlson (1994). Strategic management with a hyperknowledge support system. The twenty-Seventh Hawaii International Conference on System Sciences: Information Systems: Decision Support and Knowledge-Based Systems, Wailea, HI, USA, IEEE Comput. Soc. Press.
- Wong, S. T. C. (1994). "Preference-Based Decision Making for cooperative knowledge-based Systems." ACM Transactions on Information Systems 12(4): 407-435.
- Y. Shibata and M. Katsumoto (1993). Dynamic hypertext and knowledge agent systems for multimedia information networks. Hypertext'93.
- Zimmermann, H. and H. Sebastian (1995). Intelligent system design support by fuzzy multi criteria ND evolutionary algorithms. International conference on fuzzy systems, Yokohama, Japan.