

# Les systèmes intégrés d'aide à la décision (Siad) dans le secteur de l'environnement. Un outil élaboré au Québec (Canada)

JOSÉ A. PRADES, MARTIN MUJICA

Vers la fin des années 1960 et durant la décennie des années 1970 (Bavelas, 1968), une nouvelle tendance a commencé à se manifester dans le domaine de la gestion : la convergence des technologies et des méthodes utilisées dans ce domaine avec l'informatique et les télécommunications (DeSanctis et Gallupe, 1987 ; Galegher et al, 1990). Les organisations, qui étaient certes des grandes utilisatrices d'outils informatiques ou d'appareils et réseaux de télécommunications, sont devenues le lieu d'intégration par excellence des principales composantes technologiques d'une nouvelle étape dans l'évolution de la société industrielle contemporaine. Ce développement a permis aux organisations de prendre définitivement le virage de l'application de ces composantes technologiques au processus de prise de décisions. La facilité d'utilisation des nouvelles ressources informatiques et de télécommunications, leur potentiel d'automatisme, la rapidité et le caractère récurrent de leurs opérations, la capacité de traitement de grandes quantités de données, enfin l'éclatement des frontières physiques de l'endroit de réalisation de la tâche, étaient autant de raisons conduisant à voir la prise de décisions comme un processus pouvant être formalisé. De même, pouvait-on inventer des outils qui serviraient à la réalisation des différentes opérations associées à ce processus ?

Le groupe Conseillers en gestion et informatique CGI Inc.<sup>1</sup> a confié au Greige le mandat de réaliser un projet intitulé « Applications pratiques des télécommunications multimédias dans le secteur de l'environnement ».

Le projet confié au Greige<sup>2</sup> avait pour objet d'examiner l'utilisation des télécommunications multimédias conventionnelles et mobiles dans le secteur de l'environnement, dans des situations où il fallait prendre des décisions en contexte de crise et donc d'urgence. Le projet comprenait une évaluation des problèmes rencontrés, une comparaison entre les technologies de télécommunication disponibles et celles qui ont été effectivement utilisées et l'élaboration de scénarios sur les opportunités technologiques souhaitables et sur les bénéfices qu'apporte la technologie des Siad Volvox.

En accord avec cet objectif central, le projet tenait compte des grandes étapes du processus de décision (prévention, préparation, opération et restauration) et faisait le choix de quatre cas typiques<sup>3</sup>.

Le présent texte a pour objet de faire le point sur deux de ces études de cas. Il comprend deux parties. La première esquisse une présentation générale de la problématique des organisations ainsi que des ques-

tions relatives à la prise de décisions et aux outils qui servent à ce processus décisionnel. C'est en tant qu'outils de ce type que les Siad, ainsi que leurs composantes, sont analysés. La deuxième partie fait état des résultats essentiels de deux de ces études<sup>4</sup> de cas et tente d'analyser de manière globale, critique et prospective dans quelles conditions les nouvelles technologies de télécommunication peuvent être utilisées dans le domaine de l'aide à la décision en gestion environnementale.

## Organisations et décisions

### Les changements dans les organisations

Au fur et à mesure que les organisations deviennent plus complexes et les structures hiérarchiques plus flexibles, un fait nouveau apparaît : la fonction de la prise de décisions cesse d'être réservée au sommet de la structure bureaucratique ; elle se généralise à travers la mise en place du principe de la délégation. En effet, la complexité des organisations et de la prise de décisions fait que certaines opérations décisionnelles, parfois très complexes et lourdes de conséquences, deviennent une routine qui est confiée à des cadres moyens au sein de la structure. Les changements technologiques ultérieurs vont accélérer ce processus jusqu'à faire de la prise de décisions, une activité généralisée à l'ensemble de l'organisation.<sup>5</sup>

Plusieurs autres facteurs contraignent les organisations à améliorer leurs processus de décision, dans le temps même où ceux-ci deviennent de plus en plus complexes. Mentionnons en particulier :

- les changements très rapides dans l'offre et la demande, qui exigent que le temps de délibération préalable à la prise de décisions soit de plus en plus réduit ;
- les augmentations des prix des intrants (main-d'œuvre, matières premières, biens de capital, services, etc.) associées à des gains très importants dans la productivité, qui exigent que les décisions soient précises et opportunes, en vue de ne pas perdre un positionnement avantageux par rapport à la concurrence ou à l'obtenir si celui du concurrent est meilleur.

**Greige** : Groupe de recherche interdisciplinaire en gestion de l'environnement

JOSÉ A. PRADES  
Professeur à l'université du Québec à Montréal (Canada)  
Directeur du Greige  
Fax : 1 514 987 68 53 ;  
courriel : prades.jose@uqam

MARTIN MUJICA  
Professeur à l'université de Moncton (Canada)  
Directeur du département de sociologie  
Fax : 1 506 858 45 96 ;  
courriel : mujicam@umoncton

<sup>1</sup> CGI est une firme partie prenante du consortium Volvox, qui a pour objectif de développer des systèmes intégrés d'aide à la décision (Siad) applicables aux domaines de la gestion de l'environnement et du territoire.

<sup>2</sup> Le Greige est un organisme de recherche affilié à l'Institut des sciences de l'environnement de l'université du Québec à Montréal. L'équipe de chercheurs, animée par José A. Prades, sociologue et directeur du Greige, est composée par deux chercheurs sociologues, Martin Mujica et Robert Tessier et deux assistants, Marie-Ève Pineault (sciences de l'environnement) et Bertrand Perron (sciences politiques). Paul Beaulieu (sciences de la gestion), Claude Hamel (biologie) et Jean-François Léonard (sciences politiques) collaborent comme conseillers scientifiques.

Tous ces facteurs, et bien d'autres, ont fait que la fonction de prise de décisions est vue par certains pionniers comme devant et pouvant être formalisée. Les systèmes interactifs d'aide à la décision (Siad)<sup>6</sup> sont des résultats marquants de cet effort.

## Le Siad : un système d'action

La conception d'un Siad (voir *encadré*) suppose d'être capable de répondre à quatre questions essentielles : *qui, quoi, quand et comment* doit-on savoir, décider et agir. Ces défis se présentent non seulement au point de départ, mais à chaque étape du processus de conception du système d'informations qu'il faut rendre à la disposition du décideur. D'autre part, ces questions interpellent non seulement le *concepteur* mais aussi l'*opérateur* et éventuellement, dans la mesure de l'intégration déjà abordée, l'utilisateur. Répondre à chacune de ces questions nécessite des opérations importantes et complexes.

En répondant à la question *qui* doit savoir, décider et agir, le *concepteur* du Siad définit le système-acteurs en cause. Avant la mise en place d'un Siad, on identifie un sous-ensemble d'acteurs potentiellement impliqués dans des processus décisionnels de l'organisation. Ceci comprend aussi bien le pôle des utilisateurs que celui des fournisseurs d'information ou de décisions préalables à l'ensemble de décisions objet du Siad. Le système-acteurs est composé par des individus et des groupes, mais peut aussi inclure des acteurs plus impersonnels, comme une banque de données. Dans ce cas, il s'agit, en effet, d'un acteur possédant de l'information (numérique, graphique, en général factuelle et quantitative, mais aussi appréciative et qualitative) et capable de la fournir.

Durant l'utilisation du Siad pour un processus décisionnel, l'*opérateur* sélectionnera les acteurs possibles en vue d'établir l'ensemble d'informations ou de contributions permettant de dessiner les scénarios de décisions et, en dernière instance, la décision suggérée. Au besoin, l'*opérateur* pourra enrichir la sélection d'acteurs en fonction d'exigences ponctuelles ou en réponse à des nouvelles demandes.

Dans un premier temps, il est nécessaire d'établir les liens entre les acteurs proprement dits et le type d'information qu'il faut fournir ou demander à chaque catégorie de personnes ou de groupes, tant du point de vue de l'étendue et de la quantité des informations que de celui de leur qualité, leur rigueur, et leur profondeur. Cette interaction entre la demande des acteurs et le contenu du système suppose aussi une justification raisonnée des choix opérés (inclusions et exclusions, priorités, etc.).

Une fois ces décisions stratégiques prises, le *concepteur* d'un Siad doit déterminer le contenu du système d'information, c'est-à-dire le *quoi* fournir aux décideurs. Pour cela, il met en place un ensemble de scénarios d'utilisation et un modèle de prise de décisions qui suppose l'utilisation de ces scénarios. Au moment de l'utilisation du Siad, l'*opérateur* exploite les scénarios qui lui paraissent les plus intéressants ou encore il introduit de nouveaux paramètres au système au fur et à mesure que des nouveaux

besoins sont exprimés. Les définitions concernant le système d'information comportent des éléments portant tant sur le fond (quel type d'information, sur quel type de questions) que sur la forme (longueur des rapports, exhaustivité des informations, etc.), et encore une fois, tant au point de vue quantitatif que qualitatif.

La même distinction entre le *concepteur* et l'*opérateur* est pertinente dans les décisions concernant l'axe temporel du processus, c'est-à-dire dans le cas de la réponse au *quand* le système doit d'une façon ou d'une autre entrer en fonctionnement. À ce niveau, les questions auxquelles il faut répondre sont celles relatives aux délais souhaitables, permmissibles et indispensables, ainsi qu'à l'ordre et séquence des informations à fournir ou à demander.

Finalement, pour ce qui est du *comment*, il s'agit de déterminer quels équipements, quels logiciels seront utilisés, ainsi que leur localisation géographique et dans la structure hiérarchique de l'organisation. Ceci suppose un retour sur les acteurs puisque l'allocation des ressources n'a de sens qu'en fonction de la détermination des agents qui les feront fonctionner et en vertu de quels protocoles et instructions ils le feront.

## Résultats des études de cas

### L'incendie du dépotoir de pneus de Saint-Amable

Ayant bien des traits en commun avec d'autres cas de crise ou d'urgence environnementale (prise au dépourvu, coûts très élevés, multiplicité des informations et des décisions, etc.), ce cas (voir *encadré*)

#### Saint-Amable

Petite municipalité en banlieue de Montréal (Québec), sur la rive sud du Saint-Laurent.

Mercredi 16 mai 1990, 15 h 10 : un feu se déclare dans un entrepôt de pneus usés, situé à moins d'un kilomètre du village de Saint-Amable. La colonne de fumée noire qui monte du feu est visible au centre-ville de Montréal, à 40 km.

Dans les huit heures qui suivent l'éclatement du foyer d'incendie, le feu s'étend à tout le volume de pneus. L'accident vire à la crise, constituant une sérieuse menace environnementale et un risque pour la santé et le bien-être de la population.

Le terrain avait une vocation d'entreposage depuis une vingtaine d'années, ce qui a permis avec le temps l'accumulation de 4 millions de pneus (le site d'entreposage le plus important du Québec).

L'incendie a duré trois jours et l'amas de pneus fut enterré sous le sable le samedi 19 mai. Le centre de coordination de la crise a fermé ses portes le mercredi 23 mai, à 17 heures.

<sup>3</sup> Il s'agit des documents suivants : « Le cas de l'incendie de l'entrepôt de pneus à Saint-Amable » ; « Le cas de la politique de lutte contre les pluies acides » ; « Le cas de la prévention, la surveillance et le combat des incendies forestiers au Québec » ; « Le cas de l'étude d'impact de la construction d'un barrage hydroélectrique ». L'étude de ces cas a fait l'objet de quatre rapports, dont la version finale a été déposée auprès du Centre de recherches Volvox Inc. (CRVI).

<sup>4</sup> Pour éviter des répétitions fastidieuses et pour concentrer l'attention dans les limites d'espace qui sont les nôtres, nous ne considérerons ici que deux de ces cas, dotés de caractéristiques en quelque sorte extrêmes : le cas restreint et ponctuel de l'incendie d'un dépotoir de pneus et le cas englobant interfrontières de la lutte contre les pluies acides. Il va sans dire que ces considérations peuvent être appliquées, *mutatis mutandis*, aux deux autres cas de notre étude de base.

<sup>5</sup> « Old rule: managers make all decisions; new rule: decision making is part of everyone's job » (Hammer et Champy, 1993).

<sup>6</sup> L'équivalent anglais DSS (decision support systems) est aussi très utilisé dans d'autres langues.

## Qu'est-ce qu'un Siad (système intégré d'aide à la décision) ?

Un Siad est un système interactif d'action, fournissant des données et des modèles de décisions capables d'assurer la prise de décisions.

En tant que système interactif, il répond aux demandes de l'utilisateur par une sélection des données et des modèles pertinents, à partir d'une base de données. Le Siad est donc une interface entre l'utilisateur et la base. Pour procéder à ces choix, le Siad peut être doté d'un système expert.

Un système expert est, à son tour, un programme informatique qui :

- contient des modèles de raisonnement formalisés par un expert et découlant de son expertise,
- traite des questions complexes,
- fournit des modèles de résolution de ces questions à l'aide des modèles de raisonnement.

### Siad et hypermédias

Le Siad, sa base de données et le système expert peuvent avoir un format hypermédia (c'est-à-dire Hypertexte + multimédia).

**Hypertexte** = Ensemble de nœuds d'information et des liens entre eux, qui permettent une lecture non-séquentielle (« navigation ») dans un environnement informatique.

**Multimédia** = Environnement de communication utilisant des médias visuels - les textes, les images fixes, et les images en mouvement - et auditifs - les sons -, ou la combinaison des deux (visuels et auditifs) - les vidéos sonorisées.

### Les opérations principales d'un Siad

#### La sélection et acquisition des données

Cette opération comprend l'accès aux bases de données internes et externes ; l'assistance dans la sélection des données pertinentes au cas soumis à l'analyse.

Les modes de recherche les plus utilisés sont la recherche sémantique, à partir de mots clé et la recherche géographique.

#### L'analyse ou évaluation des données

Cela comprend notamment la manipulation de données multimédias d'origine diverse provenant de bases de données d'origine diverse et de bases de connaissances (systèmes experts) ; l'assistance pour l'analyse de la cohérence des données ; l'accès à des modèles permettant la prévision de phénomènes ; la simulation visuelle en trois dimensions de faits réels ou hypothétiques et la présentation des résultats d'analyse.

Les analyses peuvent être de nature heuristique, mathématique, graphique et statistique. Elles peuvent comprendre des fonctions d'analyse propres aux systèmes d'information géographique, comme la navigation spatiale, l'analyse simple et l'analyse de grilles.

#### L'aide à la décision

Les opérations d'aide à la décision peuvent être de différente nature : l'aide à l'élaboration de scénarios, l'aide à l'élaboration et à la pondération de critères, l'aide à la négociation, dans le cadre d'une décision collective.

Les analyses menant à la prise de décisions peuvent être monocritères ou multicritères, et autant de type qualitative que quantitative.

#### Les opérations administratives d'un Siad

Le fonctionnement d'un Siad suppose aussi l'accomplissement de certaines fonctions de pilotage des opérations et d'administration du système.

#### Le pilotage des opérations

Cette fonction est réalisée à l'aide d'un carnet de projet qui offre à un groupe d'utilisateurs un outil d'or-

ganisation et de présentation des documents relatifs au projet ou problème soumis au Siad.

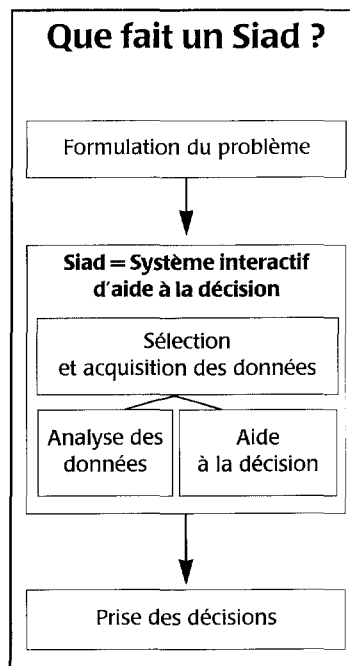
Le carnet peut comprendre des fiches, des index, des documents, des procéduriers, des registres des opérations, des journaux de bord, des calendriers, etc.

Le but du carnet de projet est de rendre transparent et convivial l'ensemble des opérations, de permettre la communication entre les intervenants et d'enregistrer les actions réalisées à l'aide du Siad.

#### L'administration du système

Les principales fonctions d'administration du Siad sont reliées à la gestion des bases de données, à l'acquisition des composantes, au développement de l'environnement de l'utilisateur et aux questions de sécurité du système.

Les questions d'appui à la création ou à la recherche-développement peuvent aussi être considérées comme relatives à l'administration dans la mesure où elles ne sont pas limitées à un projet ou problème particulier soumis au Siad.



présente des caractéristiques spécifiques qu'il faut souligner. Il s'agit en effet d'un cas qui est :

- circonscrit : parfaitement identifiable de façon très précise ;
- typique : fait partie d'un ensemble de cas similaires répandus partout dans le monde ;
- aléatoire : inactif pendant des décennies, peut être activé d'un coup en quelques secondes ;
- explosif : le foyer d'incendie devient brasier généralisé en quelques heures ;
- à haut risque de catastrophe durable : les effets nocifs (sur la nappe phréatique, par exemple) et les coûts de réparation vont durer des années ;
- disproportionné : tout en étant un enjeu mineur en lui-même, prend soudainement une ampleur qui dépasse les moyens de réaction d'une organisation locale (publique ou privée) et engage des ressources financières à grande échelle ;
- polycratique : les responsables directs des mesures d'urgence sont à la fois nombreux, mal spécifiés, difficiles à atteindre et, pour la plupart, absents du lieu où se situe le problème.

En tenant compte de cet ensemble de caractéristiques, il n'est pas étonnant qu'on ait pu constater des failles importantes au niveau de la coordination et des communications entre les divers intervenants, ainsi que des improvisations, des attentes inutiles et des prises de décision inadéquates et inefficaces. Il semble en même temps évident, en principe, que la présence d'un véritable Siad, bien préparé à l'avance, parfaitement adapté au cas et disponible immédiatement sur place, aurait évité sans aucun doute des coûts exorbitants et des dommages irréparables.

Nous disons en principe, pour signaler une nuance importante. Voici les éléments essentiels de notre raisonnement.

Considérons d'une part les caractères « aléatoire » et « disproportionné »<sup>7</sup> des risques que représente chaque dépôt de pneus ou chaque cas similaire. Un calcul économique permettrait aisément de constater que la société ne peut pas faire les investissements nécessaires pour doter chacun de ces sites d'un véritable Siad, avec le personnel et les charges financières que cela implique nécessairement. Considérons aussi, d'autre part, qu'il s'agit d'un cas « typique » dont les risques sont graves, coûteux (plusieurs millions de dollars) et durables. Le fait qu'il existe donc dans notre société un grand nombre de ce genre de points (mineurs) dotés de risques (majeurs) permet d'envisager une formule à la fois adaptée et rentable.

Cette formule consisterait justement dans la mise en œuvre d'une sorte de consortium formé par l'ensemble des responsables (à l'échelle régionale, nationale et internationale) de ces points de risque aléatoire. Un Siad « commun » de base pourrait être alors envisagé.

Comment peut-il s'y prendre concrètement ? Trois sortes d'opérations préalables sembleraient devoir s'imposer :

#### **Détermination de la prévention comme concept de base**

Une caractéristique décisive du cas qui nous occupe est la différence disproportionnée entre la simplicité (et les coûts) des opérations de prévention et celles de

réparation. Les opérations de prévention des risques de catastrophe environnementale (que ce soit pour un seul site ou pour plusieurs), se réduiraient en effet à relativement peu de choses : un système d'alarme-feu très sensible, distribué à différents points stratégiques du site ; un équipement d'extincteurs (sable, etc.) complet, adapté aux conditions particulières de chaque site, disponible sur place en permanence et susceptible d'être mis en opération quelques minutes après le déclenchement de l'alarme ; un corps de pompiers entraîné aux opérations de très grande urgence.

Dans le cas qui nous occupe, la fonction essentielle du Siad se concentrerait donc sur un investissement prioritaire dans la prévention de la catastrophe et dans la mise en place d'un système automatique et ultra rapide de télécommunications qui ayant tout prévu à l'avance, permettrait à une instance responsable de prendre les mesures qui s'imposent avant le déclenchement de la catastrophe. Pour le reste, la fonction du Siad serait de maintenir un contrôle permanent, pour assurer en tout temps le caractère opérationnel du système. De façon subsidiaire (cela semble beaucoup plus problématique), on pourrait étudier les opportunités d'un Siad pour tenter de pallier les effets dévastateurs d'une catastrophe environnementale en état avancé, de la façon la plus rationnelle et la plus efficace possible.

#### **Calcul des coûts**

Tenant compte de cette priorité, il convient de procéder à un calcul serré des coûts de la prévention, par rapport aux coûts que l'on évite en supprimant tout risque de catastrophe. On sait que pour un seul site le coût de cette dernière est de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de dollars, à la condition, certes, qu'elle se déclenche réellement et qu'elle demeure, pour un certain temps, non maîtrisable. Ce qu'il faut déterminer par conséquent, en parlant surtout d'un système de prévention commun à un ensemble de sites, est relativement concret. Il s'agit de préciser dans quelle mesure le coût de l'instauration et du maintien d'un Siad est réellement inférieur aux coûts (économiques, sociaux, politiques, sanitaires...) du risque de déclenchement d'une catastrophe environnementale dans l'un ou l'autre des sites à risque reliés dans le réseau.

#### **Recherche de partenaires**

Comme c'est le cas de l'instauration de toute forme de politique publique de grande échelle (Majchrzak, 1987 ; Barouch, 1989 ; Mermet, 1992), doter notre espace social d'un Siad conçu en fonction de la prévention des catastrophes environnementales pour un ensemble de points de risque aléatoires et multiples, est sans doute une opération très complexe. Elle suppose des promoteurs tenaces et clairvoyants, capables de construire et de proposer un outil à la fois, utile, efficace et rentable, qui réclame l'intervention de différentes instances responsables des secteurs privé et public, et qui tient compte des intérêts supérieurs de la société tout entière, sur le plan économique certes, autant que sur celui de la santé et de la sécurité des citoyens et sur celui de la sauvegarde de l'environnement. Le financement de l'élaboration et

<sup>7</sup> Normalement inactif pendant des décennies et un enjeu mineur en lui-même, doté cependant de grands risques qui exigent des interventions de grande échelle.

du suivi du projet commun, reviendrait enfin à l'ensemble de ces instances responsables sur la base d'un partage dûment négocié.

Notons pour finir que l'automatisme des réactions instauré par le système préventif des télécommunications du Siad supprime également le problème de la polycratie. En effet, celui-ci disparaît entièrement dès que le système d'alarme permet de déclencher l'ensemble des opérations nécessaires pour procéder à l'extinction des feux dans un laps de temps de quelques minutes. Pour le reste, ce même système de télécommunications n'a qu'à informer très rapidement toutes les instances responsables de la réussite de l'extinction ou, à la limite, de la nécessité de mettre en branle toute la batterie d'actions complémentaires destinées à affronter la catastrophe à grande échelle.

## La politique de lutte contre les pluies acides

Ayant également des nombreux traits en commun avec bien d'autres cas de crise ou de catastrophe environnementale, le cas des pluies acides est profondément différent de celui de l'incendie d'un dépotoir de pneus. Pour l'essentiel, en effet, il s'agit d'un cas (voir *encadré*) qui est :

- diffus : difficilement identifiable de façon précise à niveau de ces effets, dans le temps et dans l'espace ;
- atypique : il n'est pas une pièce détachable dans un ensemble de cas à risque, au contraire il se retrouve dans toutes les zones à haute activité industrielle, partout dans le monde ;
- régulier : dépourvu de hauts et de bas, constamment actif pendant des décennies ;
- continu : dépourvu de toute forme particulière d'urgence, les précipitations acides accumulent les dégâts,

### Les pluies acides

Pluies acides : précipitations dont le taux d'acidité est inférieur à un ph « normal » de 5,6 (taux d'une eau « neutre » = 7).

Causes principales : deux polluants atmosphériques : l'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>) d'origine industrielle et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), provenant de la combustion

L'étude réalisée par le Groupe de recherche interdisciplinaire en gestion de l'environnement (Greige), de l'université du Québec à Montréal, porte sur le contexte général et sur le processus concret de prise de décisions par les gouvernements du Québec et du Canada, entre 1980 et 1990, en vue de combattre les pluies acides. Ces décisions ont tenu compte des positions d'autres décideurs (notamment aux États-Unis, d'où provenait la plupart des polluants acides) et intervenants (scientifiques, groupes de défense de l'environnement, entreprises, médias et public)

au goutte à goutte si on ose dire, au gré des vents ;

- durable : ses effets nocifs et les coûts de réparation qu'ils entraînent vont durer des années, voire des décennies ;

- global : il s'agit d'un enjeu important qui implique des risques majeurs inter frontières sur les plans économique, social, sanitaire et environnemental et qui engage des responsabilités financières de très grande envergure ;

- polycratique : les responsables directs des mesures de lutte contre les précipitations acides sont à la fois nombreux, mal spécifiés, difficiles à atteindre et pour la plupart absents des lieux où se font sentir les effets du problème.

Étant donné l'extrême complexité qui caractérise le cas des précipitations acides, la lenteur et l'inefficacité de la réaction des instances responsables n'ont rien d'étonnant. En Amérique du Nord, cette lenteur a été tout particulièrement visible pour ce qui est du déclenchement des premières décisions effectives. Il a fallu en effet plus de dix ans pour se mettre en état de démarrage. C'est évidemment toute une différence par rapport au cas de l'incendie des pneus de Saint-Amable, dont le déclenchement des réactions a pris, lui, quelques heures, un délai qui par ailleurs s'est avéré beaucoup trop long pour éviter la catastrophe.

Cette différence, très frappante certes, n'est pas la seule tant s'en faut. L'incendie d'un dépotoir de pneus constitue un risque réel d'une catastrophe possible. Il s'agit cependant d'une catastrophe qu'on peut maîtriser à l'avance par des mesures préventives fondées, par exemple, comme on l'a vu, sur un Siad doté d'un réseau efficace de télécommunications. Dans le cas des précipitations acides, en revanche, il n'est surtout pas question d'un risque, mais d'une situation de fait bien établie, où une multitude de causes anthropiques, inhérentes à l'état actuel de la civilisation industrielle, sont en train de produire une multitude d'effets qui, à des degrés et à des niveaux fort divers, vont s'avérer graves pendant une longue période de temps.

Que nous apprend l'examen des caractéristiques spécifiques des précipitations acides, un cas patent et concret de « risques environnementaux globaux » (Salles, 1993), quant à l'opportunité d'y consacrer un Siad ?

Une première réflexion vient à l'esprit. Dans le domaine des précipitations acides, il n'est plus question de concevoir un Siad destiné à mettre sur pied, surtout et avant tout, des mesures de prévention. L'histoire des hésitations qui ont précédé la prise de conscience du besoin de s'en occuper avant que ce ne soit trop tard, c'est une chose du passé. Dans la présente situation, un Siad peut entrer en ligne de compte pour assurer avec succès d'autres opérations nécessaires. Nous en voyons deux tout particulièrement : l'une, du côté des conséquences, consisterait à accélérer la mesure des dommages de l'acidification et le choix des zones et des formes de protection qui s'avèrent prioritaires ; l'autre, du côté des causes, consisterait à accélérer le processus de transfert technologique, afin de diminuer ou de supprimer autant que possible, les principales sources anthropiques d'acidification par pollution atmosphérique. Il revient

drait aux promoteurs et aux spécialistes d'étudier en détail comment concevoir un Siad destiné à assurer l'une et l'autre de ces opérations indispensables.

Une opération extrêmement importante semble cependant préalable : résoudre le problème de la polycratie, de l'infinie multitude d'intervenants et de responsables dans la lutte contre l'acidification et ses conséquences. Ce problème capital, semble relativement abordable dans le cas qui nous occupe. L'étude du cas des pluies acides au Québec et en Amérique du Nord a été fort instructive à ce sujet. Nous avons appris en effet deux choses importantes. D'abord que l'initiative de la lutte contre l'acidification revient en fin de compte à une instance gouvernementale spécifique<sup>8</sup>. Ensuite que c'est autour du porteur de cette initiative, que se sont réunis tout un ensemble de partenaires : autres instances gouvernementales, intervenants du secteur privé, associations, groupes environnementaux, etc.

Cette expérience permet donc d'aboutir à une hypothèse de travail qui pourrait s'avérer très féconde pour le traitement des crises et des catastrophes environnementales globales, intersectorielles et inter frontières. Il s'agirait de partir de l'idée de la constitution d'un réseau de Siad sous la responsabilité immédiate des instances gouvernementales sur un plan régional. En Amérique du Nord, par exemple, ce serait le cas des différents ministères de l'Environnement qui œuvrent dans chacune des provinces canadiennes et chacun des États américains et mexicains.

La promotion d'un Siad destiné à affronter des problèmes globaux, devrait donc commencer par l'engagement ferme de l'une ou l'autre de ces instances ministérielles. C'est sur cette base, qu'il faudrait assurer deux opérations fondamentales. D'abord, les travaux préalables à échelle régionale : la collecte et le traitement de données pertinentes en fonction de la mesure des dommages, des zones et des formes d'intervention prioritaires ; l'étude des transferts technologiques indispensables pour supprimer à la longue les causes anthropiques de l'acidification. Ensuite, les approches nécessaires en vue de constituer le réseau continental de ces instances régionales, afin d'affronter rationnellement les problèmes et les voies de solution qui, en dernière instance, qu'on le veuille ou non, ne sont et ne peuvent être que des responsabilités communes et interdépendantes.

## Conclusions

Les considérations, très rapides, qu'on vient d'évoquer, nous mènent à une double conclusion, ou plutôt à une double hypothèse qu'il faudrait explorer et préciser avec attention.

– Dans le cas des crises et catastrophes environnementales de caractère ponctuel, les opportunités vont dans le sens d'un Siad destiné à traiter et à résoudre, sur un plan préventif, un ensemble de cas de la même espèce.

– Dans le cas des crises et catastrophes environnementales de caractère global, les opportunités vont

dans tout un autre sens. Il faut instaurer un Siad au niveau supérieur de chaque unité politique régionale et un réseau de Siad destiné à traiter et à entreprendre, à un niveau continu et interdépendant, une série de décisions fondées sur des données scientifiques et sur des priorités politiques déterminées rationnellement.

Watson et Bostrom (1991) ont souligné que le développement des systèmes intégrés d'aide à la décision comprend trois étapes : la définition du besoin justifiant le recours à ce type de systèmes, l'énoncé des principes qui guident leur organisation et leur construction et finalement, l'analyse des effets qui découlent de leur utilisation. Les efforts entrepris au cours des dernières années ont été concentrés surtout sur les aspects de conception, comme réaction à une grande concurrence pour un positionnement favorable dans un marché qui ne cesse de grandir. La consolidation de ces positions exigera sans doute que la phase de l'évaluation soit sérieusement entreprise. Dans ce sens, les Siad développés par Volvox offriront des possibilités d'analyse très intéressantes. En effet, dans la mesure où les objets des décisions qui découleront de ces Siad se situent dans des domaines d'une grande sensibilité physique et sociale, comme celui de l'environnement, l'évaluation pourra aborder à la fois et les questions formelles associées à la prise de décisions (les contenus des Siad) et les contenus relatifs à la gestion de l'incertitude qui est à la base de toute décision.

Les recherches dans ce domaine se situent à l'intérieur de ce qui a été désigné sous le nom de « nouvelle épistémologie » (Campari, 1991), qui reconnaît l'apport des sciences de l'information à la solution des multiples problèmes que la société contemporaine présente. Ce courant a permis de se déplacer du monde de l'ordre universel vers l'étude du chaos, de processus linéaires vers l'analyse des contradictions et des catastrophes, de la certitude vers l'incertitude, « de l'objet au système » (Morin, 1977), de l'unité vers la complexité et de l'expérience quotidienne vers la connaissance. Un monde qui nous amène en dernière instance à « la connaissance de la connaissance » (Maturana et Varela, 1987), qui, elle, implique une éthique de l'action humaine (ibid., p. 245).

Pour ce qui est des nouvelles technologies de l'information et des communications, cette épistémologie devrait faciliter le passage des modèles dominants de dysfonctionnement et de sujétion de faible interactivité où les réseaux sont peu utilisés et les appareils individuels jouent le rôle de gadgets, à un modèle d'intégration harmonieuse des technologies à la vie quotidienne et de grande interactivité (Mercier et al., 1984).

Dans le domaine des organisations, comme nous l'avons évoqué aux premiers paragraphes de cet article, cela signifie le passage de la gestion simple vers une cybernétique de l'organisation, qui permet une meilleure conception de la structure par le diagnostic (Beer, 1985). C'est dans cette perspective que les systèmes intégrés d'aide à la décision, tels que les outils développés par le consortium Volvox, peuvent s'inscrire. La porte est entrouverte pour le passage à des nouveaux modes de travail et de

<sup>8</sup> Dans le cas du Québec, c'est le ministère de l'Environnement qui a pris cette initiative.

# « Sciences, technologies et citoyenneté »

**Journées internationales sur l'éducation,  
la communication et la culture scientifique et industrielle  
24-28 mars 1997 - Chamonix**

AGNÈS PIVOT

AGNÈS PIVOT  
Sociologue

Dynamiques sociales et  
recomposition des espaces,  
CNRS, université Paris-X,  
200, avenue de la  
République,  
92001 Nanterre  
Tél : 01 40 97 71 16.  
Fax : 01 40 97 47 53.  
<http://www.cnrs.fr>

Comment enseigner aux enfants une science en perpétuel changement et de plus en plus souvent mise sur la sellette ? que signifie véritablement le terme « citoyenneté » et qu'est ce qu'une pratique démocratique ? Voici les questions sous-jacentes à ce colloque qui réunissait environ 300 enseignants, formateurs scientifiques et didacticiens s'interrogeant sur les liens entre sciences et citoyenneté<sup>1</sup>.

Être citoyen, est-ce donc une sorte de morale « extérieure » où un « bon » sujet ferait ce qu'on attend de lui ? ou une morale « intérieure » qui en ferait un homme, une femme, un enfant *participant* ? Si c'est cette dernière qui prévaut, comment orchestrer le débat sur les conséquences sociales de la science en véritable débat démocratique ? Comment enseigner cette science qui évolue, introduire la discipline du doute chez des enfants habitués à fonctionner sur des certitudes ?

C'est André Giordan, président de l'association, qui, lors de son introduction au colloque, a rappelé que les repères engendrés par le « progrès » disparaissaient et qu'il s'agissait d'imaginer de nouveaux mécanismes de régulation permettant de donner un sens au désordre apparent mais aussi de trouver d'autres valeurs et d'autres représentations du monde pour vivre cette évolution autrement que dans la passivité. Les formateurs et les enseignants ont là un rôle essentiel. Ils ne peuvent plus transmettre les sciences comme auparavant mais installer une réflexion à partir d'elles ; faire prendre conscience à l'élève des enjeux et des limites de la science – et peut-être par là des siennes propres –, lui enseigner que c'est plutôt la manière de poser la bonne question qui prime et non la réponse.

Les interventions de la première séance plénière ont toutes été teintées de cette interrogation.

B. Frelat-Kahn, didacticienne, propose, en partant de l'échec d'une certaine expertise qui impose des solutions plutôt qu'elle n'éclaire le débat, de ne pas aller de

la politique à la science mais plutôt de la science à la politique et de désacraliser le savoir lui-même.

E. Jouan, rédacteur en chef de la revue de vulgarisation scientifique *Eurêka*, regrette que les processus d'informations laissent peu de place au temps de la réflexion et aimerait que l'on pose les questions adéquates afin que la peur cède la place à la participation, par exemple : à quoi sert Dolly ? où vont les dollars de Dolly ? comment se fait la science ?...

A. Kirm, chercheur (ANRS), fait une autre constatation qui peut paraître paradoxale avec ce que l'on vient de dire mais qui ne l'est pas : l'apparition de collecte publique privée et le rôle influent des associations orientent le public sur des problèmes médicaux qui peuvent ne pas être les plus importants. C'est là un des points les plus cruciaux et les plus difficiles car, s'il est nécessaire de donner la parole à tous, il faut aussi « diriger » les débats, prendre des décisions. Qui va le faire ? Au nom de quelle légitimité ? (voir *encadré*)

R. Longet, de la Société suisse pour la protection de l'environnement, s'interroge sur les nouveaux critères de la science. Si, comme le dit Einstein, la science est le fruit de l'inspiration et de la transpiration, il est aussi le produit collectif d'allocations de moyens et pour cet intervenant les deux critères émergents sont celui du pouvoir – qui oriente la recherche publique et ses moyens – et du rendement (recherche privée). Sont-ils compatibles avec un véritable débat démocratique ? Il rappelle le choix du pétrole autour des années 1970, effectué sans aucune consultation, et qui a révolutionné notre mode de vie ; de même que pour l'alimentation où l'on ne choisit plus ce que l'on a dans son assiette. D'après ce chercheur, il existe maintenant

**ANRS** : Association nationale de recherches sur le sida.

**CSI** : Centre de sociologie de l'innovation.

<sup>1</sup> L'association Natures Sciences Sociétés-Dialogues s'était jointe à l'organisation de ce colloque et présidait la deuxième séance plénière.

## Communication, éducation et culture scientifiques et industrielles (Cecsi).

Le réseau **Cecsi** est la prolongation des Journées organisées par l'association Didactique – innovation – recherche en éducation scientifique (**Dires**).

Depuis leur création en 1979, les Journées internationales sur l'éducation scientifique se sont très largement développées et diversifiées. Il existe maintenant un nombre important d'enseignants, de formateurs, de vulgarisateurs, de chercheurs, de concepteurs, d'animateurs culturels et d'administrateurs de différents pays intéressés par l'innovation et la recherche sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles. C'est pour amplifier cette communauté

et sensibiliser aussi le grand public qu'a été mis en place un réseau **Cecsi** chargé de la promotion de la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles.

Les actes des Journées sont publiés annuellement.

Si vous souhaitez collaborer à la mise en place de ce réseau ou simplement recevoir la *Lettre Cecsi*, vous pouvez obtenir plus d'informations en écrivant ou en téléphonant au comité d'organisation.

Pour tous renseignements :

Daniel Raichvarg, GHDSO, Bât. 407, université Paris-Sud, 91405 Orsay cedex.