

# Contribution à la capitalisation de la connaissance environnementale

BOUBAKER<sup>1</sup> Leila, DJEBABRA<sup>1</sup> Mébarek & GONDRON<sup>2</sup> Natacha

<sup>1)</sup> Laboratoire LARPI, Institut d'Hygiène et de Sécurité –  
Université Hadj-Lakhdar Batna, Algérie.

<sup>2)</sup> ENS des Mines de Saint-Étienne, France.

## 1. Introduction

Jusqu'à une période récente, nous avons l'habitude de distinguer dans une entreprise ou une installation industrielle trois types de systèmes [1] : le système opérant, le système d'information et le système de décision.

Les travaux réalisés sur ces systèmes étaient centrés essentiellement sur la conception des systèmes d'information [2] dont l'archétype est MERISE [3] et le traitement de l'information à l'aide des Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) adéquats. Toutes ces réalisations constituent donc des systèmes d'aide à la décision.

Face à la complexité croissante des systèmes industriels, ces outils d'aide à la décision ne sont plus aptes à aider leurs systèmes de décision [4]. Car, il ne s'agit plus d'une simple information à exploiter, mais d'un concept autrement complexe comme *la connaissance*. Le problème n'est plus d'améliorer les systèmes d'informations (ni de les compliquer) mais plutôt d'effectuer un saut qualitatif du type « système de base de connaissances » dont le but est de concevoir des systèmes de traitement (ou de gestion) de la connaissance (SGBC) [5].

Les systèmes experts représentent la catégorie la plus importante de systèmes à base de connaissances dont le but est avant tout de nature pratique. Il s'agit en fait d'assister un décideur en mettant à sa disposition les connaissances dont il a besoin pour résoudre certains cas difficiles. Cependant, tous les chercheurs du domaine de l'intelligence artificielle sont convaincus que les systèmes experts présentent des limites majeures dont la plupart sont bien connues dans la littérature sur les systèmes experts et qui concernent les applications de taille réelle (incomplétude de l'expertise, erreurs des règles, inconsistance des règles entre elles), la modélisation du sens commun, réduction de l'expertise à des règles, explosion combinatoire des règles et surtout la nécessité d'heuristiques [5].

Pour remonter aux origines de ses limites, nous devons rappeler que lorsque l'on discute de l'information et de la connaissance, il est utile de noter que toutes deux sont des créations humaines (ou de constructions sociales). Elles sont conçues pour expliquer et répondre à certains défis que l'homme peut rencontrer [6]. C'est pour cette raison, que la création de la connaissance à partir d'une base de données, et qui relève du domaine KDD (Knowledge Data Discovery) ou Datamining, conduit souvent à des connaissances trop générales en raison de la nature même de la base de données [7].

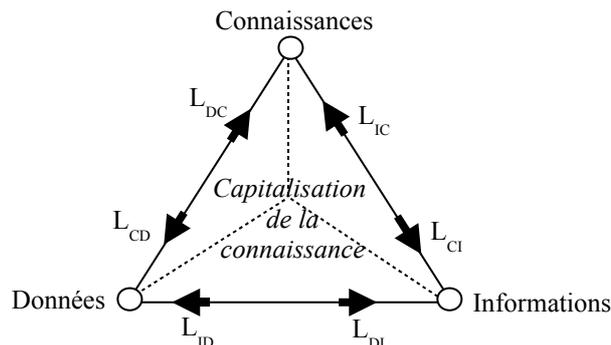
Pour pallier à l'ensemble de ces contraintes, nous proposons un modèle tripolaire de création puis d'exploitation de la connaissance que nous appliquons à un domaine porteur qui est celui de la protection de l'environnement.

## 2. Présentation du modèle proposé

Sur la base de ce qui précède, une connaissance est donc constituée d'informations qui sont interprétées, consciemment ou inconsciemment, par un individu au terme d'un processus d'apprentissage. La connaissance peut être codifiée sous la forme de publications, de brevets, de normes, de codes de pratique et de plans, mais elle peut également se retrouver dans les habilités, l'expertise, l'expérience, et les pratiques des individus et des organisations [8].

Par ailleurs, la connaissance inclut des aspects multiples suivant le domaine cerné par cette connaissance. Par exemple, dans les domaines de la sécurité routière et celui de la protection de l'environnement, les connaissances routière et environnementale incluent des aspects scientifiques et technologiques, mais également des aspects organisationnels [9]. Ainsi, la connaissance est créée à partir des données (recueillies de manière directe – sous forme de mesures- ou indirectes – sous forme d'appréciations d'experts) et à partir des informations, alors que son exploitation s'effectue à la fois sur les données et sur les informations. Par conséquent, la capitalisation de la connaissance environnementale est concrétisée à la fois par la création puis par l'exploitation de cette connaissance.

D'où une dynamique d'interactions entre le triptyque « Données – Informations – Connaissances » (figure 1).



**Figure 1** : Liens entre données, informations et connaissances.

Le modèle de la figure 1, que nous proposons, est représenté par un *graphe orienté* composé d'un ensemble de nœuds et d'un ensemble d'arcs.

Nous remarquons que ce mode de représentation remet en cause la modélisation classique couramment rencontrée dans certains documents qui stipule que l'interaction entre les éléments du triptyque « *Donnée – Information – Connaissance* » est du type séquentiel et que l'information constitue le trait d'union entre Donnée, considérée comme élément de départ, et Connaissance, considérée comme élément final de cette séquence.

Dans notre modèle, chaque nœud représente un des éléments du triptyque « *Donnée – Information – Connaissance* ». Mieux encore, il peut constituer un point de départ (*nœud source*) et peut être en même temps un point d'arrivée (*nœud cible*) de la capitalisation de la connaissance. Ainsi, chaque nœud de notre modèle, qu'est un *nœud inévitable* pour la capitalisation de la connaissance, se présente comme point singulier : les données sont d'abord à la base du savoir et se trouvent au niveau inférieur de l'organisation, l'information précède logiquement la connaissance et enfin la connaissance qui trouve sa matière nécessaire dans l'information. Cette connaissance peut être tacite ou explicite<sup>1</sup> [8].

Enfin, les arcs liant les différents nœuds du graphe correspondent aux différents points de vue associés à la capitalisation de la connaissance (tableau 1).

<i>N° d'interaction dans le modèle</i>	<i>Phase de la capitalisation de la connaissance</i>	<i>Point de vue correspondant</i>
L <sub>DC</sub>	Création de la connaissance	Base de connaissances élaborée à partir des données objectives (issues de l'expérimentation et des mesures effectives sur le terrain) et/ou subjectives (issues du

<sup>1</sup> Il est important de signaler que le passage entre ces deux types de connaissances ne s'exécute pas automatiquement, ni même systématiquement. Certaines connaissances tacites ne pouvant tout simplement pas se partager, donc devenir explicite [8].

		retour d'expérience et/ou détenues par les experts)
L <sub>DI</sub>		Structuration des données sous forme informationnelle
L <sub>IC</sub>		Base de connaissances formalisée à partir des informations
L <sub>CD</sub>	Exploitation de la connaissance	Transmission de la connaissance sous forme d'une communication
		Mise en œuvre de la connaissance sous forme d'une action qui donne lieu à de nouvelles données
L <sub>CI</sub>		Demande d'un complément d'informations
L <sub>ID</sub>		Retour d'informations.

**Tableau 1** : Points de vue de la capitalisation de la connaissance environnementale.

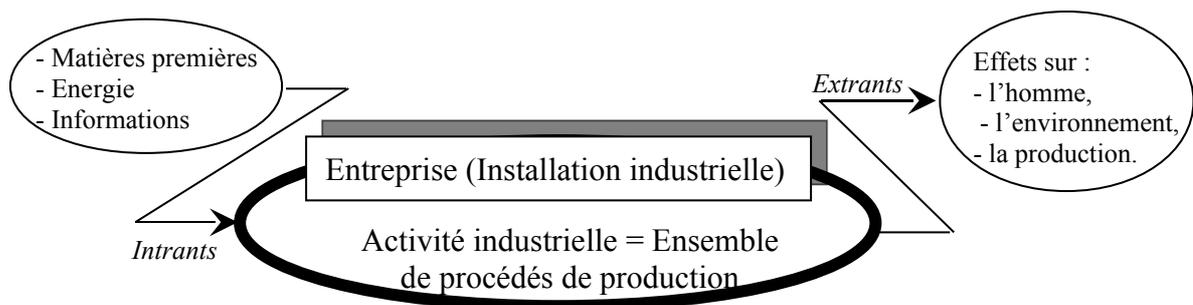
L'examen du tableau 1 montre que le champ d'action de la capitalisation de la connaissance est très vaste puisque la pratique de ces différents points de vue, de manière indépendante, fait apparaître l'implication de nombreux acteurs de compétences diverses. Par contre, ce qui apparaît à partir de ces différents points de vue c'est leur convergence et leur complémentarité pour mener à bien la capitalisation de la connaissance<sup>2</sup>.

C'est ce concept de capitalisation de connaissances qui apparaît désormais urgent de promouvoir : *l'articulation des différents points de vue (tableau 1) devant faire l'objet d'une pratique conjointe.*

C'est un autre avantage de notre modèle de référence (figure 1) qui se veut opératoire. Afin d'illustrer nos propos, nous proposons dans la section suivante une des possibilités d'exploitation de notre modèle.

### 3. Exploitation du modèle de la capitalisation de la connaissance

L'exploitation du modèle de référence de la figure 1, que nous retenons dans cette section, concerne la Gestion Intégrée de la Connaissance Environnementale (GICE) dont le principe est résumé par la figure 2.



**Figure 2** : Modélisation systémique de l'entreprise.

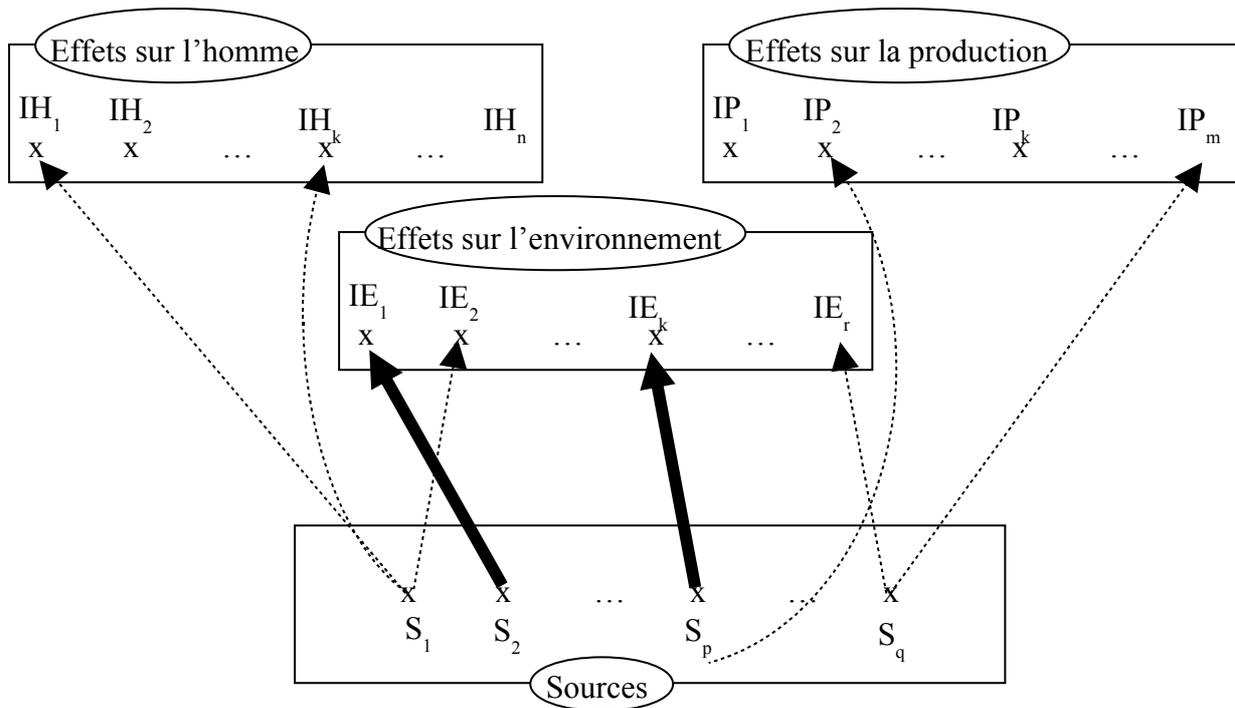
Dans la figure 2, une activité industrielle est définie par un ensemble de procédés de production où chaque procédé est défini, à son tour, par un ensemble de tâches. Chaque tâche est scindée en un ensemble d'opérations auxquelles sont associées les conditions d'exécution des procédés de production. L'avantage de cette hiérarchisation est la possibilité de déduire

<sup>2</sup> Pour rappel, cette capitalisation de la connaissance est composée, successivement, de la création de cette connaissance (toutes les interactions qui vont dans le sens « vers le pôle de la connaissance » dans la fig. 1) et de son exploitation (toutes les interactions qui vont dans le sens « à partir du pôle de la connaissance » dans la figure 1).

les dangers professionnels associés à l'activité en question [10]. Dans notre cas, ce sont les Impacts Environnementaux Significatifs (IES) qu'il faut mettre en évidence.

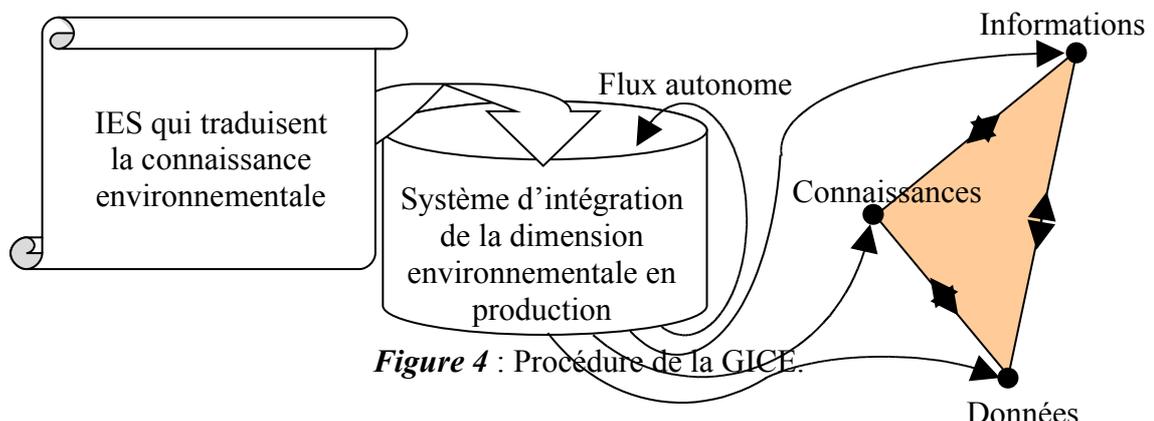
Les extraits du modèle de la figure 2 traduisent, dans leur ensemble, les effets sur l'homme (effets positifs / négatifs), les effets sur la production (performance / contre performance) et les effets sur l'environnement (préservation / dégradation).

La GICE est basée sur l'hypothèse selon laquelle la maîtrise des IES ne peut être obtenue qu'à partir d'une modélisation des interactions entre les sources de pollution et les cibles impactées. Dans notre cas, c'est une modélisation matricielle dont la forme est représentée par la figure 3 où les IES sont représentés par des traits pleins.



**Figure 3** : Matrice des interactions des flux.

Sur la base de ce qui précède, la GICE consiste à maîtriser les IES déduits par la matrice des interactions de la figure 3. Cette maîtrise est gouvernée par un système d'intégration (figure 4).



**Figure 4** : Procédure de la GICE.

Dans la figure 4, l'intégration environnementale appliquée au pôle *Connaissances* traduit le premier niveau de la GICE où le respect de la réglementation environnementale est important surtout dans le cas où l'entreprise considère la réglementation non pas comme une contrainte mais plutôt comme une opportunité à saisir pour acquérir un avantage concurrentiel.

Enfin, l'intégration environnementale appliquée aux pôles Données et Informations reflète le deuxième niveau de la GICE où la formation et la sensibilisation du personnel, quant aux enjeux que présente cette gestion, occupent une place de choix [11].

En effet, tous les travaux de recherche portant sur les conditions de réussite et/ou d'échec du management environnemental s'accordent sur le fait que le facteur humain est à la fois source de réussite et d'échec de tout projet d'intégration environnementale [12].

#### 4. Application de la GICE à une cimenterie Algérienne

L'exemple d'application retenu de la GICE concerne la cimenterie de Batna dénommée SCIMAT\_Batna.

##### 4-1. Rappel succinct du processus de fabrication du ciment

De la carrière, on récupère de l'argile et du calcaire où ils subissent un premier broyage puis acheminés vers les silos d'homogénéisation où ils arrivent sous forme de tas. Par ajout de pozolane (qui minimise le prix de revient), de minerai (qui diminue la température) et de fer, le mélange va encore subir un broyage à cru puis la farine, déversée dans les cyclones, subit un pré échauffement puis échauffement dans les fours. Le clinker obtenu est mis en silos de stockage pour subir un dosage en gypse (qui augmente le temps de reprise) et enfin un dernier broyage pour obtenir du ciment.

##### 4-2. Création de la connaissance environnementale

La création de la connaissance environnementale étant la première phase de la capitalisation de la connaissance environnementale. Cette création est concrétisée par la mise en évidence des IES de la SCIMAT\_Batna.

Pour cela, le point de départ consiste en un recueil de toutes les données pertinentes relatives aux intrants (matières premières, énergie et informations) et aux extrants de la SCIMAT\_Batna. Un extrait de ces données pour l'année 2006 est fourni par la première partie du tableau 2.

<i>Paramètres de la SCIMAT</i>		<i>Information environnementale</i>
Energie électrique (Kw/h)	117 457 924,00	Consommation d'énergie électrique
Gaz (Nm <sup>3</sup> )	8 067 550	Consommation de gaz
Eau (m <sup>3</sup> )	231 440	Consommation d'eau
Matières premières (tonnes)	147 4933	Consommation de matières premières
SO <sub>2</sub> (Tonnes/An)	226,06	Emission de gaz
Co <sub>2</sub> (Tonnes/An)	753534	Emission de gaz
NO <sub>x</sub> (Tonnes/An)	209,42	Emission de gaz
Poussières (tonnes)	3265,31	Emission de poussières
<i>Données environnementales de la SCIMAT</i>		<i>Information environnementale (sous forme d'aspect environnemental)</i>
Taux de pollution	80 %	Risque de pollution
Coût de dommage	15.000,00 DA	Risque d'altération du site
Taux d'incidence (taux de plaintes de riverains)	1 plainte en 2005	Risque d'atteintes de maladies respiratoires
Coût de re-médiation	2.245.384, 00 DA	Information des populations et sensibilisation

**Tableau 2** : Création de la connaissance environnementale de la SCIMAT\_Batna, Algérie.

A partir de ces données, on déduit des informations environnementales qui peuvent être internes ou bien externes à la SCIMAT\_Batna (cf. dernière colonne du tableau 2). La distinction entre ces deux types d'informations réside dans le fait que l'information environnementale externe est relative aux environnements actifs et passifs de la SCIMAT\_Batna alors que l'information interne est structurée par processus suivant la norme ISO 14001 [13].

Remarquons que ce processus de déduction de l'information environnementale est celui évoqué dans le tableau 1 par le lien  $L_{DI}$ .

Evidemment, pour faire évoluer cette information environnementale en connaissance environnementale, ladite information est directement assimilée à un aspect environnemental. Dans le cas où cette assimilation n'est pas directement possible, on procède à une reformulation plus adéquate des données environnementales (ceci est traduit par l'arc  $L_{ID}$  dans notre modèle de référence de la figure 1). Ainsi, nous obtenons des données environnementales formulées sous forme d'indicateurs (cf. deuxième partie du tableau 2).

L'évolution d'une information environnementale en connaissance environnementale (lien  $L_{IC}$  dans notre modèle de référence de la figure 1) s'effectue en se référant à une grille qui permet de qualifier toute information environnementale en connaissance environnementale (Tableau 3).

<i>Fréquence d'occurrence</i>		<i>Coût environnemental</i>		<i>Degré de Maîtrise</i>	
1	Au plus une fois par mois	1	L'entreprise n'est pas taxée	1	Maîtrise certaine et immédiate (inférieure à une journée) grâce à l'existence des procédures et à leur application correcte.
2	Au moins une fois par mois	5	L'entreprise est taxée au moins une fois par an	2	Maîtrise certaine mais non immédiate (inférieure à une semaine) à cause des procédures et des moyens de contrôle imprécis
4	De manière continue			3	Maîtrise possible mais correction difficile pour cause de procédures insuffisantes ou inadéquates
				4	Pas de maîtrise pour causes de l'inexistence des procédures ou de leur non respect.

**Tableau 3** : Grille de la déduction de la connaissance environnementale.

Ainsi, la grille du tableau 3 joue un rôle d'un processus de qualification permettant de ne retenir que les aspects environnementaux ayant un poids supérieur au seuil 8. Ainsi, à partir des aspects environnementaux du tableau 2 et en utilisant les critères de la grille fournis par le tableau 3, nous déduisons les Impacts Environnementaux Significatifs (IES) pour le cas de la SCIMAT\_Batna : pollution de l'air, pollution de l'eau, pollution du sol et pollution de la végétation.

Pour achever cette phase de construction de la connaissance environnementale, nous rappelons que la déduction de la connaissance à partir des données environnementales est possible (lien  $L_{DC}$  dans notre modèle de référence de la figure 1). En effet, cette déduction consiste en une comparaison directe des données environnementales aux seuils normatifs. Dans notre cas d'application, nous ne disposons pas de seuils pour certaines de ces données.

#### **4-3. Exploitation de la connaissance environnementale**

L'exploitation de la connaissance s'effectue, en générale à des fins de *gestion* de cette connaissance [14]. Dans notre cas, c'est la maîtrise des IES que nous retenons pour illustrer notre modèle de référence de la figure 1.

Ainsi, ce modèle complété par les différents points de vue détaillés dans le tableau 1 permet d'explorer les deux possibilités de cette maîtrise :

- Lien  $L_{CI}$  qui correspond à une mise à jour de l'information environnementale. Ceci s'effectue grâce à une procédure de pérennisation que nous traduisons sous forme d'effort fournis pour maîtriser les IES avec des mesures appropriées [9]. Dans le cas de la SCIMAT\_Batna, nous avons constaté que cet effort est important du fait que la politique adoptée pour le moment est du type curatif et non pas préventif. A cela, s'ajoute les problèmes d'après certification ISO que connaît la SCIMAT\_Batna qu'est certifiée ISO 14001 en 2005. Pour rappel, ces problèmes relèvent de l'amélioration continue que doit engagée la SCIMAT\_Batna pour ne pas limiter la procédure de certification ISO au simple effet de mode.
- Lien  $L_{CD}$  qui correspond en une reformulation encore plus commode des données environnementales (sous forme d'indicateurs de performance environnementale). Dans ce contexte, l'exploitation de la connaissance environnementale nous permet de définir de nouveaux indicateurs (données environnementales) qui reflètent les situations actuelles et futures de la SCIMAT\_Batna :
  - o Pour la situation actuelle de la SCIMAT\_Batna, nous retenons l'Indicateur de conformité Réglementaire (IR) défini par l'équation (1) et l'indicateur de suivi défini par l'équation (2) :

$$IR = \frac{\text{Valeur Mesurée} - \text{Valeur Réglementaire}}{\text{Valeur Réglementaire}} \quad (1)$$

$$IS = \frac{\text{Valeur mesurée} - \text{Valeur précédente}}{\text{Valeur précédente}} \quad (2)$$

- o Pour la situation future de la SCIMAT, nous retenons l'Indicateur d'Objectif (IO) à atteindre pour satisfaire les exigences de la norme ISO 14001 fourni par l'équation (3) et l'Indicateur de Progrès (IP) représenté par l'équation (4) :

$$IO = \frac{\text{Valeur Objectif} - \text{Valeur Réglementaire}}{\text{Valeur Réglementaire}} \quad (3)$$

$$IP = \frac{\text{Valeur mesurée} - \text{Valeur Objectif}}{\text{Valeur Objectif}} \quad (4)$$

Ainsi, ces nouveaux indicateurs constituent un véritable tableau de bord pour la SCIMAT\_Batna afin de réussir l'intégration de la dimension environnementale dans son processus de production (Tableau 4).

Paramètres	Indicateurs de performance environnementale			
	Indicateur réglementaire (IR)	Indicateur de suivi (IS)	Indicateur de progrès (IP)	Indicateur Objectif (IO)
Energie électrique		9,28		
Gaz		0,05		
Eau		10 <sup>-3</sup>		
CO <sub>2</sub>	1506,10	9,11		
NO <sub>x</sub>	3,01	10 <sup>-3</sup>		
SO <sub>2</sub>	- 0,55	0,01		
Poussières	31,65	0,01	39,81	0,2

**Tableau 4** : Indicateurs de performance environnementale de la SCIMAT\_Batna (Année 2006)

De cette manière et grâce aux indicateurs de suivi et de progrès, la SCIMAT\_Batna adoptera une politique de la prévention environnementale qui constitue le principe fondamental de la GICE.

En effet, la GICE permet non seulement l'identification des points de pollutions ainsi que leurs impacts sur l'environnement, mais également de fixer des objectifs pour pallier à ces pollutions en terme de suppression des sources de pollution tout en maîtrisant les coûts environnementaux.

Convaincue de l'intérêt d'une GICE, la SCIMAT\_Batna a mis en place un plan d'action environnemental pour l'horizon 2007 – 2008 intitulé « *je l'aurais demain* » dans lequel le premier objectif concerne le plafonnement des rejets atmosphériques à un seuil de 50 mg/Nm<sup>3</sup>. Ce premier objectif reflète parfaitement le premier niveau de la GICE (respect de la réglementation en vigueur).

L'autre objectif est celui de la formation du personnel où la SCIMAT\_Batna projette le maintien du programme de formation de son personnel pour l'horizon 2007 – 2008 sur des périodes de trois à quatre mois par année et avec un budget d'environ 1000 KDA.

Enfin, il est important de signaler que la SCIMAT\_Batna a mis en place la norme ISO 14001 et avant sa certification, elle a été taxée une fois (en 2005) pour cause de pollution de son environnement. Depuis, la SCIMAT\_Batna a marqué une nette évolution dans sa gestion quotidienne où l'intégration de l'environnement est devenue un enjeu stratégique.

## **5. Conclusion**

L'application de notre modèle de référence de la figure 1 sur l'exemple de la SCIMAT\_Batna nous a permis, dans un premier temps, de mettre en exergue la pertinence de notre contribution dans un domaine porteur qu'est celui de la gestion intégrée de la connaissance environnementale et, dans un second temps, d'illustrer dans le contexte environnemental les différents points de vue associés au triptyque « Données – Informations – Connaissances ».

Notons pour conclure, que le regard nouveau apporté à la capitalisation de la connaissance environnementale permet sans doute d'ouvrir d'autres voies de réflexion notamment en matière d'anticipation de la dégradation environnementale qui constitue l'un des éléments clés de la gestion intégrée de la connaissance environnementale.

## Références bibliographiques

- [1] L. Boubaker, (2001). *Mise en place de l'approche CIM dans un SdP. Cas d'une cimenterie algérienne*. Thèse de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle (option : gestion des risques) soutenue à l'Université de Batna.
- [2] M. Djebabra, M. Chaouaou, S. Djebabra et M. Mouda, (2005) « *Etude d'un sous-système d'information d'une cimenterie algérienne. Cas de la SCIMAT-Batna* » *Revue RIST. Vol. 15 N°1, pp. 115-132*.
- [3] G. Gaboy, (1989). *A prendre et pratiquer MERISE*. Editions Dunod Info.
- [4] J. L. Ermine, (1993) « *Apport de l'intelligence artificielle à la sécurité industrielle* » Assises internationales de formations universitaires et avancées dans le domaine des sciences et techniques de dangers. Bordeaux- France, les 19-21 janvier, pp.185-188.
- [5] D. K. Shneider, (1994). *Modélisation de la démarche du décideur politique dans la perspective de l'intelligence artificielle*. Thèse de Doctorat en Sciences Economiques et Sociales soutenue à l'Université de Genève.
- [6] J. K. Mchumbu, (2002). *Manuel pour le partage des connaissances sur le développement et la transformation de la communauté*. Editions Oxford Canada.
- [7] D. G. Tremblay (2003). *Productivité et performance : enjeux et défis dans l'économie du savoir*. Note de recherche 2003-13 de la Chaire de recherche du Canada sur les enjeux socio organisationnels de l'économie du savoir. Télé université. Université de Canada.
- [8] D. Bertanes & A. Said, (2006) « Intelligence économique et management des connaissances : deux facettes complémentaires d'une même problématique ». *Colloque en route vers Lisbonne, les 9 et 10 novembre, France*.
- [9] L. Boubaker, M. Djebabra & S. Chaabane, (2006) « *Professional hazards: a methodological proposal* » Proceedings of the 2006 International Symposium on Safety science and Technology – ISSST'2006 edited by Science Press USA Inc. Vol. VI Part A, October 24-27, Changsha, China, pp. 527-532.
- [10] L. Boubaker et M. Djebabra, (2007) « *Capitalisation des connaissances routières : vers un modèle de référence* » *Transports revue* éditée par les éditions Techniques et Economiques - France. N° 445 Septembre – Octobre, pp. 325-329.
- [11] L. Boubaker, M. Djebabra, N. Gondron & H. Ali-Koudja, (2007) « *Le rôle du facteur humain dans l'intégration de la dimension environnementale dans les entreprises algériennes. Cas de l'industrie ciments & dérivés* » Communication présentée lors de la 5<sup>ème</sup> journée scientifique nationale sur l'environnement et le développement durable. Batna le 05 juin 2007.

- [12] M-C. Domasik-Bilocq, N. Semal & M. Von Frenckell, (2002) « La sensibilisation du personnel dans le cadre de la mise en place d'un système de management environnemental : une porte d'entrée pour l'éducation relative à l'environnement dans l'entreprise» Revue Education relative à l'environnement. Vol. 3, pp. 83-106.
- [13] L. Boubaker, M. Djebabra & N. Gondron, (2007) « *Proposition d'une méthode d'identification et de maîtrise des impacts environnementaux* ». Première Rencontre Internationales sur l'Economie de l'Environnement d'Annaba PRIEEA'2007, 18-19 Novembre, Annaba - Algérie.
- [14] J. P.Poitou, (1996) « *La gestion des connaissances, comme condition et résultat de l'activité industrielle*».Intellectica, Vol. 1, No 22, pp. 185-202.

**L'auteur correspondant** : Prof. DJEBABRA Mébarek. **Mail** : Djebabra\_mebarek@Yahoo.fr