

---

**PAREA**

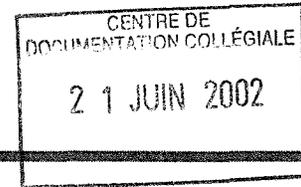
# **AGROSIM**

Définition d'un modèle de  
scénarisation pédagogique  
informatique applicable à des  
problèmes ou à des situations  
agroenvironnementales

**Claude Bourque**  
**Collège Lionel-Groulx**

**MAI 2002**

728658



---

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes qui ont contribué à un moment ou à un autre à la réalisation de cette recherche :

Les personnes qui ont cru à ce projet et qui en ont permis la réalisation :

Les membres du comité de sélection du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA)  
Francine Sénécal, Collège Lionel-Groulx  
Claude Chayer, Collège Lionel-Groulx  
Ginette Ouellette, Collège Lionel-Groulx  
Michel Boisclair, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), direction régionale Outaouais-Laurentides  
Réjean Jobin, Centre collégial de développement de matériel didactique (CCDMD)

Les personnes qui ont participé à l'encadrement de la recherche soit pour aider à la définition des éléments du modèle ou en valider certains objets :

Louise Guilbert, Ph. D. faculté des sciences de l'éducation, Université Laval  
Yves Mauffette, Ph. D, département de biologie, Université du Québec à Montréal

Les professeurs et les élèves du département de biologie de l'UQAM qui ont permis l'observation *in vivo* de leur démarche d'apprentissage par problème (APP).

Les professeurs du collectif de travail du collège Lionel-Groulx au Jardin des sources, leurs élèves et collaborateurs, ainsi que le service d'urbanisme de la Ville de Sainte-Thérèse pour le libre accès à la documentation du Jardin des sources.

Les participants des groupes de perfectionnement pédagogique en APP de Performa et du Saut Quantique qui, par leur écoute active et leurs remarques, ont permis d'identifier les ajustements à apporter au modèle en cours de construction.

Les personnes qui ont contribué à l'ébauche de situations problèmes, à tester la transférabilité du modèle et à valider différents aspects :

Michel Savoie, MAPAQ  
Louis Hudon, Jocelyne Morin, et Christine Lavoie, Collège Lionel-Groulx et Centre de formation agricole de Mirabel (CFAM)  
Clément Pouliot, Collège de Sept-Îles  
Roger Larivière, Collège de l'Abitibi-Témiscamingue

Françine Deslauriers, pour la mise en page et la révision linguistique du présent document.

Cyr-Marc Debien, pour son support constant, sa rigueur et sa disponibilité tout au long de la réalisation de la recherche.

---

## AVANT-PROPOS

Le présent document présente les résultats de la recherche et à ce titre, le devis pédagogique informatique en est le principal élément qui comporte :

- La série de pages-écrans que la programmation informatique doit traduire en un produit logiciel comme tel. Ces pages-écrans apparaissent en annexe.
- La définition des fonctionnalités pédagogiques informatiques issues de la recherche et appliquées aux pages-écrans.

Ce document présente aussi, en première partie, la démarche de recherche qui a mené à la définition du modèle exprimée par le devis. Réalisée dans un cadre analytique à deux volets, une analyse dite organique et une analyse dite systémique, la recherche y est présentée dans ses grandes lignes, les résultats étant intégrés au devis.

Soulignons qu'Agrosim est un projet de recherche subventionné par le Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA), le Centre collégial de développement de matériel didactique (CCDMD) et le Collège Lionel-Groulx. Agrosim est issu d'un processus d'harmonisation entre plusieurs programmes de formation en horticulture et en environnement qui a impliqué le Collège Lionel-Groulx, la Commission scolaire de la Seigneurie des Milles-Îles, l'Union des Producteurs agricoles du Québec (UPA Outaouais-Laurentides) et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ Outaouais-Laurentides).

En intégrant l'apprentissage par problème sur la base de scénarios tirés de réalités agroenvironnementales, le modèle Agrosim s'appuie directement sur l'Avis du Conseil de la science et de la technologie<sup>1</sup> du 6 septembre 2001 *car il y a une prise en compte des problématiques environnementales dans le processus de développement et de mise en œuvre des programmes de formation*. Par ailleurs, le modèle Agrosim permet une démarche d'apprentissage qui allie la compréhension des interrelations en environnement à une réflexion quant aux défis posés par le développement durable. Comme le souligne la Présidente dudit Conseil « (il faut) *Réaliser une véritable symbiose entre innovation et développement durable pour construire l'économie de demain...* ». «(il faut)... *hausser et orienter l'effort de recherche et d'innovation au Québec*». Souhaitons qu'Agrosim puisse contribuer à l'atteinte de cet objectif.

---

<sup>1</sup> page 83  
Page 2 sur 49

---

## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Les deux types d'analyse dans le processus de recherche Agrosim. -----	13
Figure 2	En phase I d'Agrosim, la démarche constructiviste et itérative associée au processus de résolution de problème vise l'élaboration d'un diagnostic environnemental dont la validation informatique permet l'accès à la phase II.-----	16
Figure 3	En phase II d'Agrosim, la démarche associée au processus de résolution de problème se limite à l'évaluation d'un plan d'intervention. -----	17
Figure 4	Les composantes de la page-écran de travail en phase I.-----	19
Figure 5	Éléments du schéma dynamique responsable des rétroactions génériques et contextuelles suite à une requête de repérage dans le processus de résolution de problème. -----	31
Figure 6	Les stratégies cognitives associées à la phase 1 et à la phase 2 du processus de résolution de problème. -----	39
Figure 7	Les composantes d'un plan d'intervention. -----	41
Figure 8	Les composantes des pages-écrans en phase 2.-----	42
Figure 9	a) L'échelle de notation de la conformité aux principes du développement durable; b) le curseur de notation et l'accès aux critères d'analyse de conformité (pôle par pôle) -----	43

---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Les éléments d'interaction pour construire une représentation du problème -----	20
Tableau 2	La grille de traçage informatique montre les énoncés qui servent à établir la cohérence des travaux d'analyse et de recherche que l'élève doit réaliser dans la phase 1 du logiciel -----	24
Tableau 3	La grille d'édition des messages de rétroaction générés par une requête de la validation de l'élève -----	26
Tableau 4	Le Métascope : outil de repérage dans le processus de résolution de problème -----	29
Tableau 5	Description des ressources et tâches attendues de l'élève -----	38
Tableau 6	Exemple d'intervention à évaluer -----	44

---

## TABLE DES MATIÈRES

Remerciements -----	1
Avant-propos -----	2
Liste des figures -----	3
Liste des tableaux -----	4
Table des matières-----	5
1. La recherche -----	8
1.1 Définition du problème et état de la question -----	8
1.2 Objectifs de recherche -----	10
1.3 Processus de recherche -----	11
2. Le modèle AGROSIM -----	14
2.1 Vue d'ensemble du devis pédagogique informatique -----	14
2.1.1 Les principales caractéristiques pédagogiques -----	14
2.1.2 Les principales fonctionnalités informatiques -----	14
2.2 Le processus de résolution de problème dans une démarche d'apprentissage constructiviste -----	15
2.3 La phase I d'AGROSIM : bâtir la représentation du problème environnemental --	18
2.3.1 La démarche de l'élève-----	18
2.3.2 La validation par diagnostic informatique -----	21
2.3.2.1 Le cadre de référence pour l'édition des messages de rétroaction-----	22
2.3.2.2 Les messages de rétroaction associés à une requête de validation de la part de l'élève-----	27
2.3.3 Le Métascope : outil de repérage dans le processus de résolution de problème-----	29

2.3.3.1 Composante "Me situer dans le processus de résolution de problème" du Métascope-----	30
2.3.3.1.1 Repérage générique dans le processus de résolution de problème : but, mode d'accès et rétroactions-----	30
2.3.3.1.2 Repérage contextuel dans le processus de résolution de problème : but, mode d'accès et rétroactions-----	32
2.3.3.1.3 Messages de rétroaction suite à une requête de repérage dans le processus de résolution de problème-----	32
2.3.3.2 Composante "En panne de questions?" du Métascope : modalités d'accès et message de rétroaction-----	35
2.3.3.3 Composante "Comment faire ?" du Métascope : modalités d'accès et message de rétroaction-----	35
2.3.4 Les autres particularités de la barre de menus principale-----	36
2.3.4.1 Le fureteur-----	36
2.3.4.2 Les ressources-----	36
2.4 La phase 2 : Évaluer un plan d'intervention selon les critères du développement durable et équitable-----	38
2.4.1 La démarche de l'élève-----	38
2.4.2 Règles et procédures d'édition du plan d'intervention-----	44
2.4.3 La validation par diagnostic informatique-----	45
2.4.4 Le Métascope : outil de repérage dans le processus de résolution de problème-----	45
Conclusion-----	47
Bibliographie-----	48

## Annexes

Annexe I. Pages-écrans de la phase 1 et de la phase 2

Quelques contenus types tirés du scénario "Jardin des sources"

Annexe II. Mise en situation

Annexe III. Index d'images

Annexe IV. Laboratoire

Annexe V. Les 5 catégories de questions en environnement

- Annexe VI. Vue d'ensemble des principes de durabilité et d'équité
- Annexe VII. La grille d'analyse de conformité aux principes du développement durable et équitable
- Annexe VIII. Plan d'intervention et rétroactions
- Annexe IX. Messages de rétroaction de la section «Comment faire ...?» du Métascope
- Annexe X. Autres ressources bibliographiques

---

# 1. LA RECHERCHE

## 1.1. DÉFINITION DU PROBLÈME ET ÉTAT DE LA QUESTION

Tel qu'établi dans le Cadre référentiel pour l'utilisation ou le développement de la résolution de problèmes en enseignement<sup>2</sup>, la résolution de problèmes est, en soi, une activité d'apprentissage et en même temps, une approche pédagogique favorisant des retombées intellectuelles de haut niveau chez les élèves<sup>3</sup>. Ses vertus en termes d'apprentissage et de dynamique organisationnelle n'ont d'égal que la difficulté à mettre le tout en place.

### **Difficulté organisationnelle**

Aller sur le terrain pour s'approprier une réalité donnée, l'analyser et poser un diagnostic sont des étapes importantes pour l'élève qui doit apprendre à intervenir de façon appropriée dans un contexte de résolution de problèmes. Mais il est impossible d'offrir à l'élève un plan de cours exclusivement bâti à partir de sorties sur le terrain. De plus, certains éléments du processus de résolution de problèmes s'avèrent ponctuels et difficilement reproductibles dans le temps. Le professeur fait alors appel à sa banque de diapositives pour illustrer son propos, alors que les stages et les visites permettent de cerner certains aspects particuliers. La démarche dans sa totalité, c'est-à-dire dans sa dimension interactive entre habiletés, connaissances et attitudes, demeure ainsi une activité rare pour un programme qui vise une telle compétence. Les programmes Technologie de la production horticole et de l'environnement (TPHE) et Sciences de la nature sont porteurs de cette compétence et, à ce titre, constituent la clientèle visée. Par ailleurs, on verra que le modèle s'avère transférable à d'autres programmes notamment aux programmes Sciences humaines et Sciences, Lettres et Arts.

### **Difficulté pédagogique : dimension élève**

On sait que la résolution de problèmes dépasse la procédure linéaire au sens strict du terme. Son usage révèle un processus relativement complexe. Dans un contexte d'apprentissage, de multiples interactions entre l'élève et le problème mettent en évidence un réseau d'événements cognitifs à structurer pour bâtir une représentation adéquate du problème et définir un plan d'intervention approprié. Ce problème d'ordre pédagogique touche plusieurs variables. D'abord, il y a la gradation en termes de réinvestissement des acquis et de transfert aux situations nouvelles pour stimuler l'élève et non pas le décourager. Cette gradation implique différents niveaux de complexité quant à l'analyse comme telle et aussi quant à l'arrimage des différents éléments de compétence qui viennent en appui à cette analyse. Outre la motivation chez l'élève, le système d'apprentissage doit présenter une architecture empreinte de la logistique du

---

<sup>2</sup> Poirier, Proulx, L. *et al.*, 1997.

<sup>3</sup> Tardif, 1992; D'Hainaut, 1985 *In* Cadre référentiel pour l'utilisation ou le développement de la résolution de problèmes en enseignement

programme de telle manière que l'élève puisse situer ses acquis par rapport à l'ensemble de son programme.

Par ailleurs, l'élève est aux prises, comme le professeur, avec des débats technico-scientifiques qui interpellent l'individu dans sa fonction sociale de citoyenneté. Les controverses associées aux OGM, à l'eau comme patrimoine mondial, doivent être prises en compte dans la démarche cognitive. Le projet cherche à concilier des objets traditionnels de formation technico-scientifique aux enjeux d'une formation plus éthique axée sur la citoyenneté. Le projet doit prévoir un «espace de réflexion réservé à la définition de ce que peut être un citoyen du monde dans un contexte de développement durable et équitable, dans ses valeurs, habiletés et comportements »<sup>4</sup>. Cette visée se veut modeste, mais toutefois empreinte de la même préoccupation du *Worldwatch Institute* qui mentionne cette cible en matière de recherche et de développement .

### **Difficulté pédagogique : dimension professeur**

Le troisième problème abordé par le présent projet concerne la volte-face pédagogique que représente un enseignement que nous voulons centrer sur des apprentissages. On connaît le réflexe bien ancré, et cela n'est pas énoncé de façon péjorative pour quiconque, de se réfugier dans ses contenus même si l'intention première du professeur est de modifier son approche. Le projet est conçu pour supporter des interventions où le professeur n'agira pas seulement comme diffuseur d'informations mais aussi comme tuteur, comme guide.

### **Pertinence du médium informatique**

Le médium informatique permet d'exploiter la richesse et la complexité de la situation d'apprentissage visée. Il offre une réponse aux problématiques organisationnelles et pédagogiques inhérentes au processus de résolution de problèmes. Le support informatique est particulièrement intéressant par les aspects suivants :

- Par sa capacité d'intégration des différents espaces en un lieu virtuel qui permet de gérer plusieurs facettes du processus de résolution de problèmes et d'en exploiter efficacement le potentiel pédagogique. Le logiciel doit exploiter différentes composantes d'ordre social, économique, éthique et écologique propres aux contextes de réalisation stipulés dans le programme afin de permettre à l'élève de s'approprier la dimension systémique visée. Cette capacité offre aussi la souplesse d'importer de nouvelles mises en situation problèmes et d'actualiser ainsi les bases de données;

---

<sup>4</sup> Gélinau, L. 1999. Quelques réflexions pour la mise en place de projets éducatifs ouverts sur le monde, porteurs et créateurs de sens.

<sup>5</sup> O'Meara M.. 2000. Harnessing Information Technologies for the Environment in , State of the world 2000. The first edition of the 21st century. Linda Starke, editor. A Worldwatch Institute report on progress toward a sustainable society.

- par sa capacité d'interactivité qui place l'élève dans une situation d'apprentissage allant au-delà de la stricte dimension encyclopédique ou descriptive. L'élève doit analyser des situations et poser des actions concrètes. Cette interactivité doit être significative et solliciter l'élève par son sens de l'observation, ses capacités de réflexion, de réorganisation et de synthèse. Tel que le reconnaît Martine Mottet<sup>6</sup>, responsable de projet au Centre collégial de formation à distance (CCFD), ce sont là les qualités essentielles à intégrer pour rendre le médium informatique pertinent et utile dans l'apprentissage;
- par sa réalité virtuelle et sa convivialité, le support informatique doit être attrayant et motivant pour l'élève. Il doit lui procurer un bon soutien à sa motivation et aiguïser sa curiosité.

## 1.2. OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'arrimage du potentiel éducatif des problèmes ou situations agroenvironnementales au potentiel des Technologies de l'information et des communications (TIC) conjugué avec la stratégie pédagogique d'apprentissage par problème (APP) constitue le cœur de la problématique du projet de recherche.

La recherche doit préciser les éléments à considérer pour habiliter l'élève à procéder à une analyse méthodique et rigoureuse d'un problème agroenvironnemental dans une démarche non pas linéaire, mais itérative et systémique. La recherche doit réussir à établir, à l'aide d'un modèle générique, comment aider l'élève à poser un diagnostic empreint, dans une certaine mesure, de la complexité des interrelations en environnement, et complété par une analyse de conformité des interventions quant aux principes du développement durable et équitable.

En plus des outils interactifs d'analyse, de synthèse, de support à la recherche documentaire multimédia et de diagnostic informatique, la recherche doit aussi déterminer selon quelles composantes le modèle aura les qualités optimales de transférabilité et d'adaptabilité. Le modèle multimédia d'apprentissage interactif doit ainsi concilier des objets motivationnels propres aux perceptions de l'élève et des objets logistiques propres à supporter le réinvestissement cognitif dans la classe collégiale traditionnelle, fut-elle en APP ou non. A priori, nous privilégions trois stratégies d'apprentissage. Inspirées de Doré et Basque (1998)<sup>7</sup>, ces stratégies sont :

- l'instruction systématique;
- le transfert ;
- la découverte et la construction.

---

<sup>6</sup> Mottet, Martine. 1998. La personne apprenante : au cœur de la conception d'un cours par Internet. *Clic*, no 26, décembre 98.

<sup>7</sup> Doré, S. et Basque, J. 1998. Le concept d'environnement d'apprentissage informatisé. *Revue de l'éducation à distance*. Vol.13 no. 1 pp.40-56.

Ces stratégies devront être validées mais, à première vue, elles semblent porter sur les activités d'apprentissage que nous voulons mettre en place dans le système ou environnement informatique du projet. L'élève apprendra de façon explicite la procédure d'analyse et l'appliquera à diverses situations pour s'approprier un cadre de référence plus global en respectant une vision écosystémique.

Ainsi, la recherche a pour principal objet la définition d'un modèle de scénarisation pédagogique informatique applicable à des problèmes ou à des situations agroenvironnementales. Plus spécifiquement, il faut :

- Identifier la ou les stratégies d'apprentissage les plus pertinentes pour l'élève;
- Définir le modèle d'analyse que l'élève réalisera;
- Établir, à partir des résultats de l'analyse, de quelle façon l'élève identifiera qu'il y a (ou qu'il n'y a pas) problème et quelle en est la nature, le cas échéant ;
- Déterminer, parmi un ensemble de causes et de conséquences, comment l'élève discriminera celles qui sont directement rattachées à la problématique identifiée;
- Déterminer, sur la base de variables spécifiques aux quatre pôles du développement durable et équitable (pôle économique, pôle social, pôle écologique et pôle éthique), de quelle façon l'élève choisira la ou les interventions appropriées;
- Spécifier de quelle façon l'élève établira son plan d'intervention;
- Modéliser un diagnostiqueur qui, basé sur un système de règles, régira les rétroactions pédagogiques en regard des choix de l'élève. Ainsi, le système pseudo-expert validera l'itinéraire de l'élève et proposera des pistes de solutions.

### 1.3. PROCESSUS DE RECHERCHE

Les objets de la recherche ont été abordés par l'intermédiaire de deux types d'analyse. Tel que montré globalement à la figure 1, une analyse dite organique a été réalisée pour définir les éléments structurants du modèle et une analyse dite systémique a permis de traduire ces dits éléments structurants en composantes pédagogiques informatiques du modèle recherché.

Soulignons que la construction du modèle, présentée au prochain chapitre, s'est faite de manière itérative entre les deux analyses. Le modèle et son logigramme ont évolué au fil des résultats et de la compréhension des contraintes informatiques du système pseudo-expert en construction. Les principaux éléments qui ont marqué ces analyses sont :

- Des ajustements d'ordre sémantique pour nuancer la portée de certaines expressions comme problème, solution, développement durable et équitable, diagnostic
- La définition du processus de résolution de problèmes comme cadre de référence pour la scénarisation informatique d'une part, et comme compétence à atteindre par une formation explicite, d'autre part
- La consolidation de l'hypothèse constructiviste comme approche pédagogique et ses références au concept d'îlot de rationalité de Fourez pour fixer les stratégies d'apprentissage les plus pertinentes et signifiantes pour l'élève (gradation des

niveaux de complexité, appel aux acquis, itinéraire cognitif par essai-erreur et par prise de décision)

- La définition de règles régissant la complexité des interrelations mises en jeu dans les situations problèmes (le diagnostic du problème posé, les causes, les conséquences, les interrelations, les processus), leur transférabilité à différents types de problèmes (eau, air, sol) et leur édition pour assurer une formation explicite quant à des éléments de contenus spécifiques
- L'arrimage entre l'analyse des problèmes environnementaux et l'analyse des solutions-interventions dans un contexte de développement durable et équitable (tétraèdre d'analyse de conformité de Claude Villeneuve, balises du portrait agroenvironnemental des fermes du Québec)
- La réflexion sur les composantes de la pensée analytique, de la pensée critique et de la pensée métacognitive à introduire dans les espaces métaphoriques
- La réflexion pour tenir compte des deux modes d'acquisition de l'information dans une situation d'apprentissage assistée par ordinateur : des élèves ayant une approche holiste et des élèves ayant plutôt une approche sérialiste (Dubois, CCDMD, 1997)
- L'identification d'éléments d'arrimage du modèle recherché à la classe collégiale traditionnelle

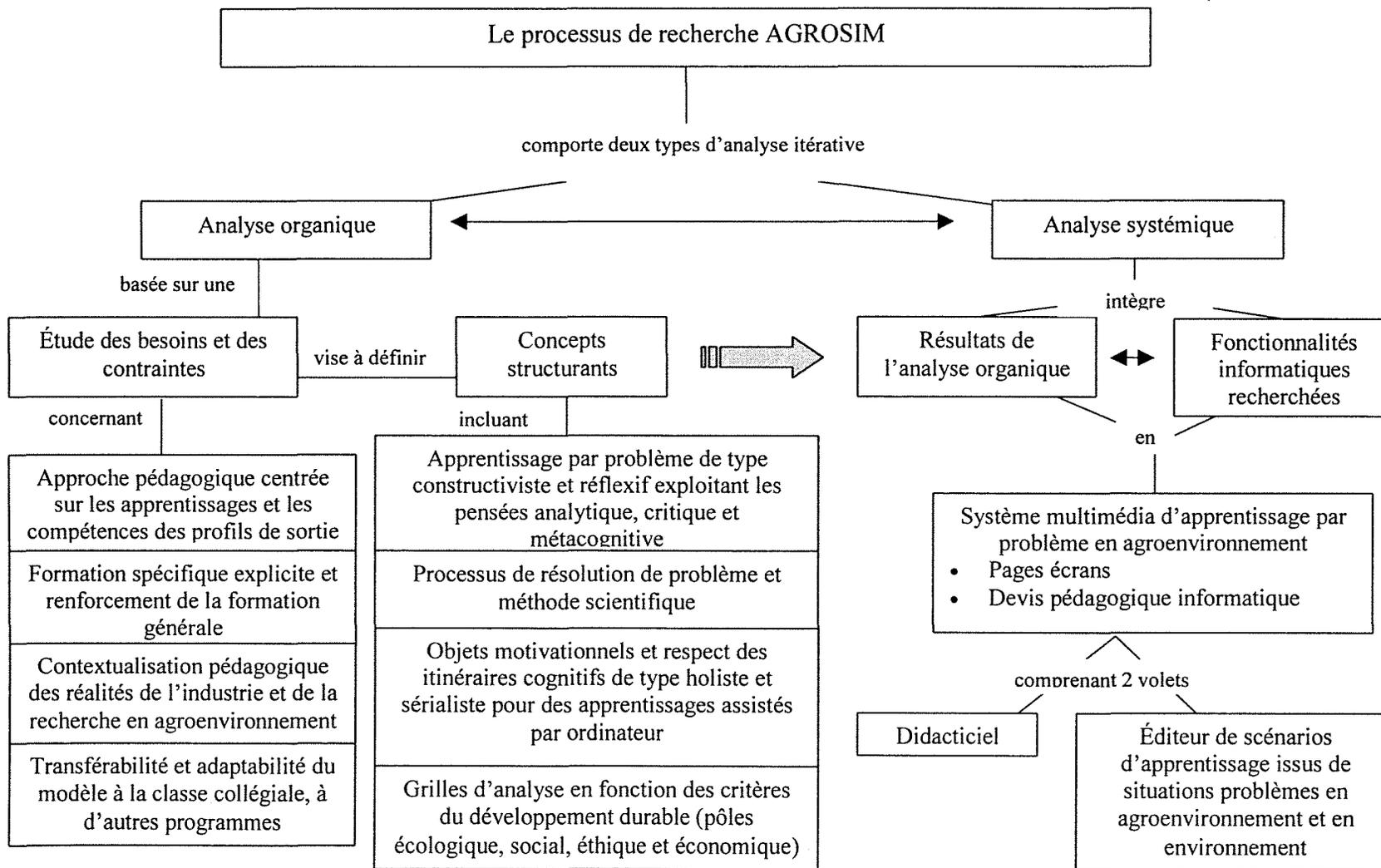


Figure 1. Les deux types d'analyse dans le processus de recherche Agrosim

---

## **2. LE MODÈLE AGROSIM**

Le modèle Agrosim est un devis pédagogique informatique qui définit un système multimédia d'apprentissage par problème en environnement comportant deux volets, un didacticiel et un éditeur.

Le volet didacticiel offre à l'élève des scénarios d'apprentissages par problèmes construits à partir de problèmes ou situations issus des réalités environnementales du Québec et, éventuellement, d'ailleurs dans le monde.

Conçu à l'origine pour traiter des situations agroenvironnementales spécifiques à l'atteinte de compétences pour les programmes harmonisés Production horticole et Technologie de la production horticole et de l'environnement, le modèle Agrosim s'avère transférable à toute situation ou problème environnemental.

Le volet éditeur est une «coquille ouverte» qui en fait un outil de transfert pédagogique qui permet d'éditer de nouveaux scénarios d'apprentissage et ainsi exploiter le potentiel éducatif des réalités environnementales de différents secteurs de l'industrie et de la recherche.

### **2.1. VUE D'ENSEMBLE DU DEVIS PÉDAGOGIQUE INFORMATIQUE**

#### **2.1.1. Les principales caractéristiques pédagogiques:**

Les principales caractéristiques pédagogiques sont :

- Un logiciel de formation en sciences et technologies de l'environnement qui intègre une formation explicite quant à la compétence de résolution de problèmes à l'aide d'une approche pédagogique de type constructiviste
- Un logiciel qui aide l'élève à construire un diagnostic empreint de la complexité des interrelations environnementales et qui allie une analyse de conformité des interventions au regard des principes du développement durable et équitable
- Un logiciel qui permet l'arrimage à la classe traditionnelle ce qui privilégie la relation professeur-élève
- Un outil de transfert pour exploiter le potentiel pédagogique de problèmes ou situations issus des réalités scientifiques et technologiques d'autres secteurs de l'industrie et de la recherche

#### **2.1.2. Les principales fonctionnalités informatiques**

Les principales fonctionnalités du modèle Agrosim sont :

- Un logiciel qui met de l'avant un processus d'analyse en deux phases : bâtir la représentation d'un problème environnemental en un diagnostic et analyser la conformité d'un plan d'intervention en fonction des principes du développement durable et équitable ou d'autres principes selon les préférences de l'enseignant

- Un système d'apprentissage multimédia interactif qui comporte, pour l'élève, les espaces de travail suivants: répertoire de mises en situation problèmes, choix d'hypothèses, identification des symptômes, recherche d'arguments, analyse de conformité des interventions proposées, diagnostic informatique de type semi-expert et messages de rétroaction
- Un ensemble d'outils qui permettent à l'élève de réaliser ses analyses et recherches (glossaire, médiathèque, index d'images, laboratoire-critères, expert, archives) et de faire le point sur son processus d'analyse (schéma dynamique de repérage dans le processus de résolution de problème et répertoire de questions génériques en environnement)
- Un éditeur qui permet, pour les enseignants, de renouveler les contenus des espaces de travail en fonction de nouveaux éléments de compétence et de nouveaux scénarios

## **2.2. LE PROCESSUS DE RÉOLUTION DE PROBLÈME DANS UNE DÉMARCHE D'APPRENTISSAGE CONSTRUCTIVISTE**

Les deux phases classiques du processus de résolution de problème (Bardwell *et al.* 1994 in Guilbert 1999; Beyer 1988 in Poirier Proulx, 1997; Legendre 1993 in Poirier Proulx, 1997) sont parties intégrantes du logiciel :

- Phase 1 : bâtir la représentation d'un problème environnemental (figure 2)
- Phase 2 : analyser la conformité d'un plan d'intervention en fonction des principes du développement durable et équitable (figure 3)

Le système d'apprentissage intègre ces deux composantes en un environnement multimédia interactif qui comporte les éléments suivants:

- répertoire de mises en situation problèmes
- choix d'hypothèses
- identification des symptômes
- recherche d'arguments à l'appui de son hypothèse
- messages de rétroaction définis par un diagnostic informatique de type semi-expert

En outre, l'élève réalise ses analyses et recherches à l'aide d'outils métaphoriques qui correspondent à des ressources particulières :

- glossaire
- médiathèque
- index d'images
- laboratoire-critères
- expert
- archives

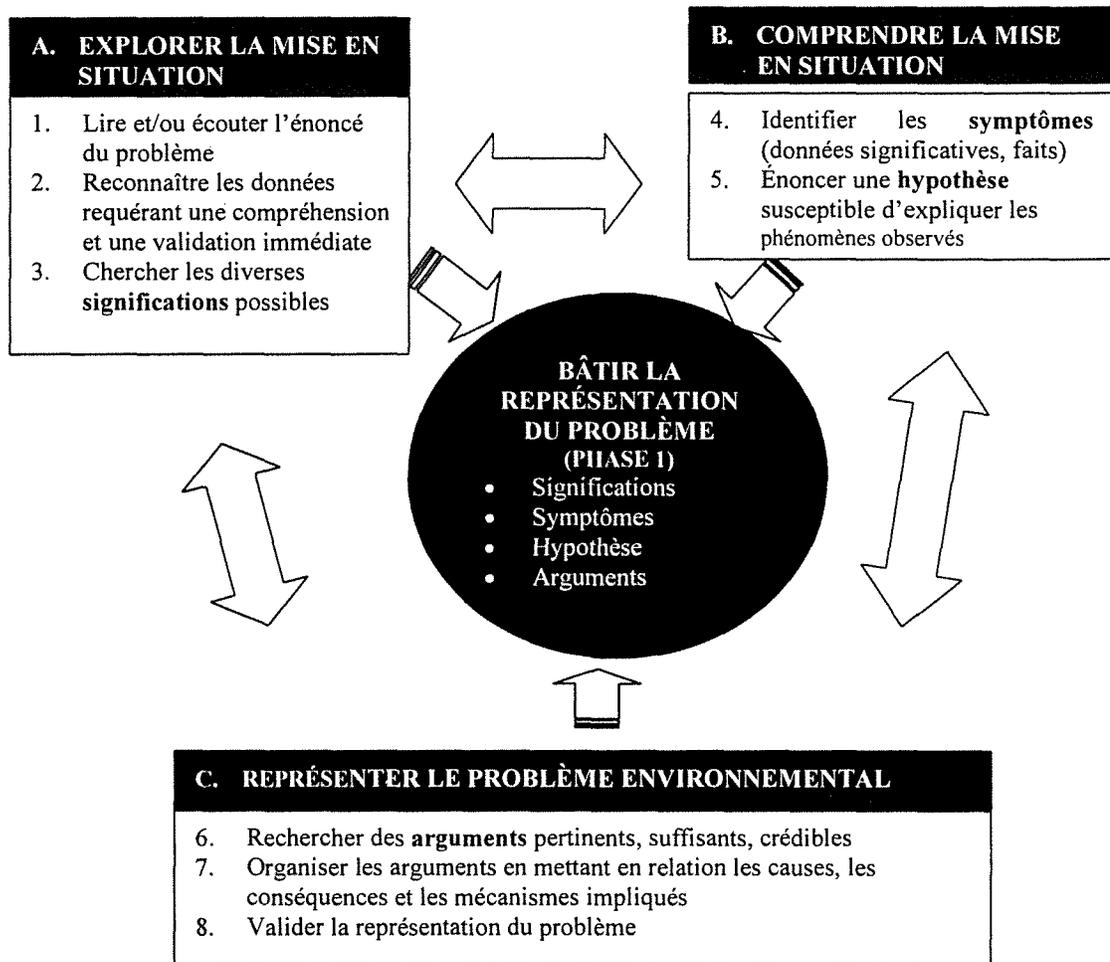


Figure 2. En phase I d'Agrosim, la démarche constructiviste et itérative associée au processus de résolution de problème vise l'élaboration d'un diagnostic environnemental dont la validation informatique permet l'accès à la phase II.

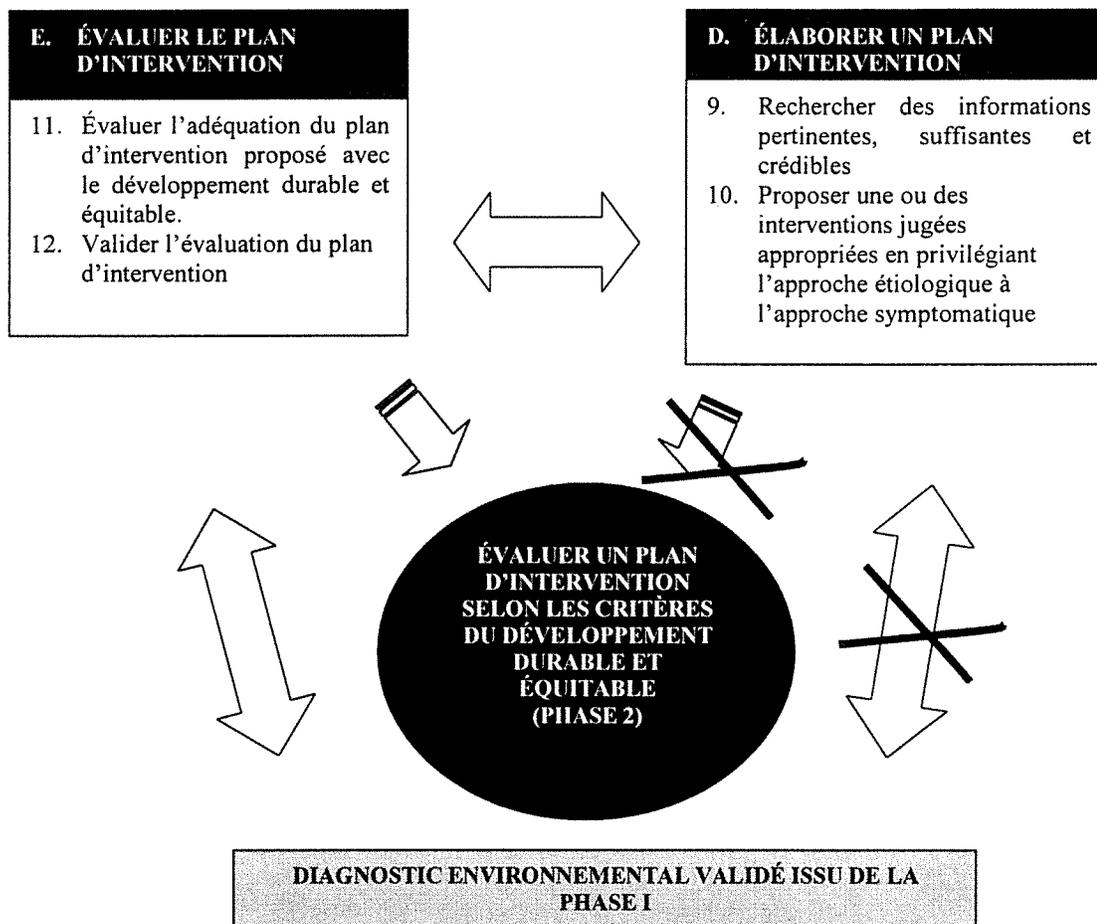


Figure 3. En phase II d'Agrosim, la démarche associée au processus de résolution de problème se limite à l'évaluation d'un plan d'intervention.

Le système d'apprentissage comporte aussi des outils de nature métacognitive :

- schéma dynamique de repérage dans le processus de résolution de problème qui aide l'élève à associer de manière explicite les fonctions d'analyse aux différentes étapes du processus (voir section Métascope plus loin)
- répertoire de questions génériques en environnement pour aider l'élève à structurer son analyse et guider sa réflexion autour de questions de recherche.

Tel que montré à la figure 2, en phase I d'Agrosim, l'élève réalise un ou des itinéraires cognitifs de type «essai-erreur» dans un contexte d'apprentissage où la mise en situation problème est un point de départ pour construire la représentation du problème. L'approche pédagogique retenue arrime ainsi le concept d'apprentissage constructiviste (Ouellet et Guilbert, 1997) au concept d'îlot de rationalité (Fourez, 1994).

La validation de la représentation du problème permet à l'élève d'accéder à la phase 2 pour procéder à l'évaluation du plan d'intervention selon les principes du développement durable et équitable (figure 3).

### **2.3. LA PHASE I D'AGROSIM: BÂTIR LA REPRÉSENTATION DU PROBLÈME ENVIRONNEMENTAL**

Les pages-écrans constituent l'interface entre l'élève et l'activité d'apprentissage comme telle. Ces pages-écrans sont en annexe 1 et la figure 4 présente l'environnement de travail mis à la disposition de l'élève. À titre d'illustration, l'annexe 2 montre des contenus pour une mise en situation.

#### **2.3.1. La démarche de l'élève**

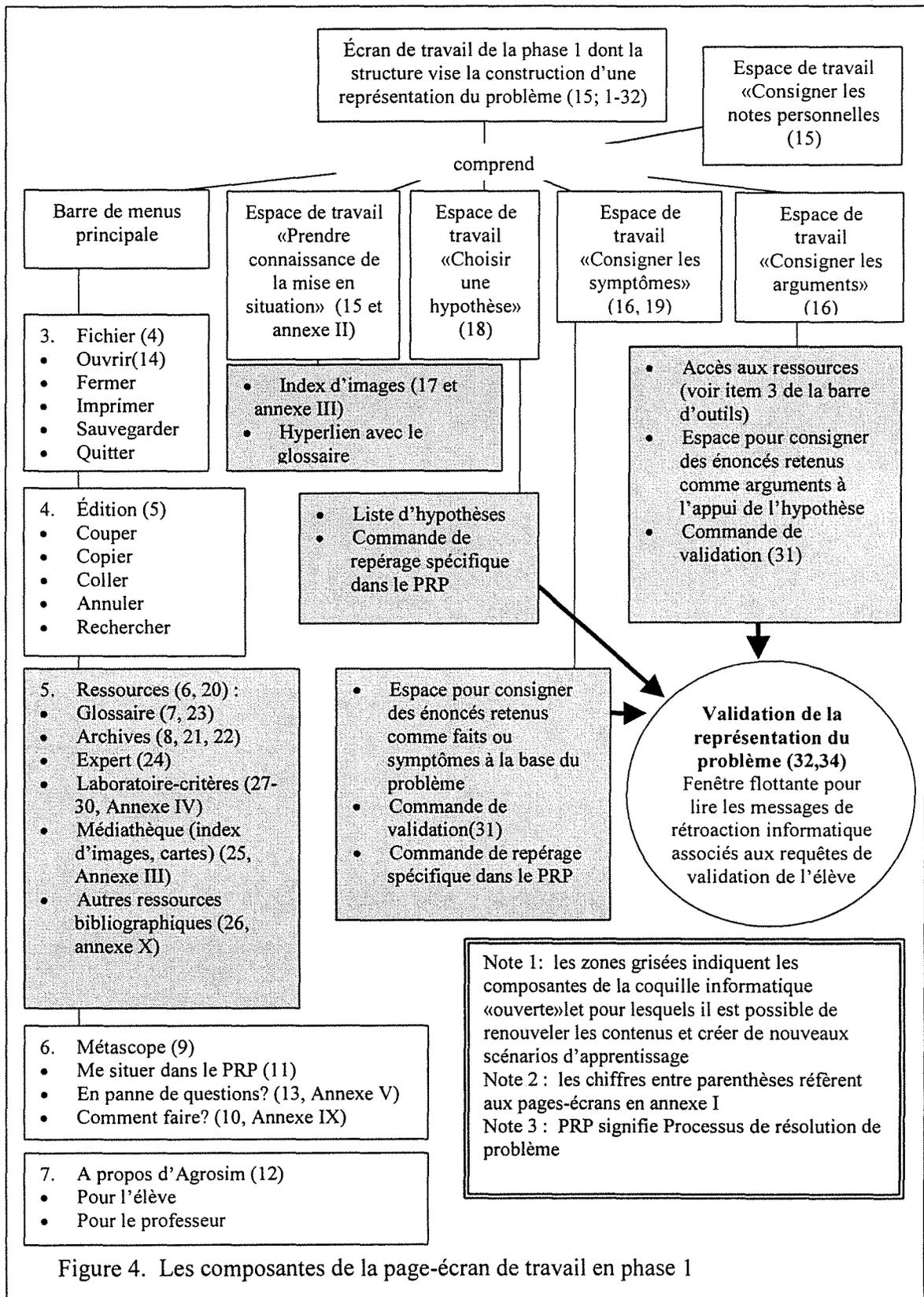
Dans le menu, l'élève sélectionne une nouvelle mise en situation ou une mise en situation déjà abordée et préalablement sauvegardée. L'élève se retrouve alors devant la page-écran de travail, qui comporte les cinq espaces suivants (figure 4):

- Espace pour prendre connaissance de la mise en situation
- Espace pour choisir une hypothèse
- Espace pour consigner les symptômes
- Espace pour consigner les arguments
- Espace pour consigner des notes personnelles

Cet environnement offre à l'élève un certain degré de liberté. À la manière d'un «voyageur» et à la différence d'un touriste qui a acheté un «forfait-tout-compris», l'élève peut, de manière holiste ou sérialiste (Dubois, 1997), à partir de l'écran de travail, explorer les différents espaces du logiciel selon l'itinéraire de son choix afin de procéder aux analyses requises à la construction de sa représentation du problème. L'élève holiste agit de manière intuitive et découvre les fonctionnalités au fil de ses explorations. L'élève sérialiste aura préalablement vérifié les procédures suggérées et applique ces dernières dans sa démarche cognitive. Les consignes sont disponibles par l'intermédiaire d'une barre d'outils qui offre des menus spécifiques:

- «À propos d'Agrosim, pour l'élève»
- «Comment faire?»

La présence simultanée des cinq espaces énumérés ci-dessus crée un écran de travail convivial qui fait émerger les résultats attendus de manière explicite et qui exprime le caractère itératif du processus de résolution de problème. Par son analyse des indices, des informations disponibles dans les ressources, par ses décisions quant à l'hypothèse retenue, aux énoncés retenus en guise de symptômes et ceux retenus en guise



d'arguments, l'élève construit sa représentation du problème. La pensée analytique de l'élève est ainsi réquisitionnée quant à plusieurs éléments de compétence :

- Éléments de compétence liés à des objets de formation spécifique relatifs à une mise en situation donnée (eutrophisation, demande biologique en oxygène, par exemple)
- éléments de compétence liés à l'application de la méthode scientifique comme la discrimination dans l'observation de faits, la reconnaissance d'une hypothèse, l'analyse de la pertinence et de la cohérence d'une argumentation à l'appui d'une hypothèse donnée
- Éléments de compétence liés au processus de résolution de problème notamment, l'analyse, la synthèse, la reconnaissance des relations de cause à effet et des interactions
- Éléments de compétence liés à la formation générale notamment quant au renforcement des capacités langagières et quant aux considérations éthiques posées par le développement durable et équitable

Les éléments de contenu associés à ces éléments sont distribués de manière générique ou spécifique selon le cas. Tous les contenus distribués dans les ressources (glossaire, archives, expert, laboratoire-critères, médiathèque et autres ressources bibliographiques) sont spécifiques à une mise en situation donnée et doivent ainsi être modifiés pour une nouvelle mise en situation. Par contre, les contenus liés au processus de résolution de problème et à l'application de la méthode scientifique sont des contenus génériques et sont partie intégrante du logiciel et de toute nouvelle mise en situation.

Chaque espace de travail comporte un élément qui contribue à construire la représentation du problème. Ces éléments, avec lesquels l'élève doit interagir, sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Espaces de travail dédiés à la construction de la représentation du problème	Éléments d'interaction de la part de l'élève	Fonctionnalité directement associée à la construction de la représentation du problème
Espace pour prendre connaissance de la mise en situation	La signification des mots-clés	Glossaire
Espace «Hypothèse»	Le choix d'une hypothèse compatible avec les symptômes (1 seul énoncé à la fois sur une possibilité de 5 ou 6)	Menu déroulant qui permet un seul choix à la fois
Espace «Symptômes »	La consignation des symptômes à la base du problème (3 à 5 énoncés sur une possibilité de 15 à 24)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Index d'images de la médiathèque</li> <li>• Sélectionner-déplacer pour mettre en ordre de priorité</li> <li>• Corbeille pour supprimer un choix</li> <li>• Reconnaissance d'un</li> </ul>

Espaces de travail dédiés à la construction de la représentation du problème	Éléments d'interaction de la part de l'élève	Fonctionnalité directement associée à la construction de la représentation du problème
		choix déjà fait
Espace «Arguments»	La consignation d'arguments, de nature qualitative et/ou quantitative, cohérents et pertinents quant à l'hypothèse retenue (5 à 9 arguments sur une possibilité de 10 à 20 arguments)	Ressources <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expert</li> <li>• Laboratoire-critères</li> <li>• Archives</li> <li>• Médiathèque</li> <li>• Autres ressources bibliographiques</li> <li>• Sélectionner-déplacer pour mettre en ordre de priorité</li> <li>• Corbeille pour supprimer un choix</li> <li>• Reconnaissance d'un choix déjà fait</li> </ul>
Espace «Notes personnelles»	Un aide-mémoire pour noter des questions à traiter dans le logiciel ou encore à discuter en classe.	Couper-Copier-Coller dans un logiciel de traitement de texte

Tableau 1. Les éléments d'interaction pour construire une représentation du problème.

Notons que dans le tableau 1, on indique aussi le nombre d'éléments à consigner par rapport au total d'énoncés disponibles dans les Ressources, ce dernier nombre pouvant fluctuer d'une mise en situation à une autre. Ainsi, un professeur peut décider d'éditer, dans les Ressources, entre 10 et 20 arguments dont seulement 5 à 9 sont exacts, ces derniers devant être consignés par l'élève dans l'espace «Arguments» de l'écran de travail.

### 2.3.2. La validation par diagnostic informatique

Seuls les espaces «Symptômes» et «Arguments» sont munis d'une icône «Validation» sur laquelle l'élève peut cliquer en tout temps afin d'obtenir une rétroaction dont le message valide les choix que l'élève a faits. En cliquant sur cette icône, l'élève crée une requête de validation dont l'exécution informatique est définie par des règles de programmation de type semi-expert.

### 2.3.2.1. Le cadre de référence pour l'édition des messages de rétroaction

Pour l'ensemble des interactions réalisées par l'élève dans les espaces de travail «Hypothèse», «Symptômes» et «Arguments», chaque message de rétroaction pose un diagnostic informatique qui obéit à des critères :

- La présence ou l'absence d'interaction dans les espaces de travail
- La valeur de vérité des choix, c'est-à-dire la nature des résultats attendus en fonction des objectifs d'apprentissage

Ces critères génèrent un cadre référentiel pour l'édition des messages de diagnostic informatique. Ce cadre référentiel comporte une grille de traçage informatique et une grille d'édition des messages de diagnostic.

La grille de traçage informatique permet, pour une mise en situation donnée, d'éditer les énoncés à distribuer dans les différents espaces de travail. En fait, la somme de ces énoncés établit la cohérence des travaux d'analyse et de recherche de la phase 1 du logiciel et cadre les différents itinéraires cognitifs que l'élève peut réaliser, à son gré, tel que mentionné précédemment. Le tableau ci-dessous illustre une telle grille pour un cas problème tiré de la réalité environnementale de la région de Ste-Thérèse, soit le cas du *Jardin des Sources*. Il est à noter que les éléments «Symptômes» et «Arguments», contiennent seulement les énoncés véridiques ce qui correspond à la catégorie 1 de la typologie<sup>8</sup> associée à l'édition (T1, dans le tableau). Les deux autres catégories de cette typologie permettent d'éditer des énoncés confondants. Puisque la coquille est ouverte, l'éditeur permet de produire de nouveaux scénarios d'apprentissage à partir d'autres cas problèmes.

---

<sup>8</sup> L'édition des énoncés obéit à la typologie suivante : T1 est un énoncé traduisant un fait observé pertinent à la compréhension du problème; T2 est un énoncé confondant ayant rapport à l'aspect enquêté, mais ne traduisant pas un fait observé mais une hypothèse, une opinion, une impression, une demi-vérité, une interprétation ou une intention d'intervention; T3 est un énoncé confondant n'ayant aucun rapport avec l'aspect enquêté.

Grille de traçage informatique : Exemple tiré du scénario « Couleur orangée de l'eau (Jardin des sources) »	
Élément de cohérence de la mise en situation et énoncés édités à distribuer dans les espaces de travail concernés	Espace de travail
<b>1. Hypothèses (une seule doit être vraie)</b>	
H1.Présence de fer H2.Mauvaise décomposition des sédiments H3.Contamination par des engrais H4.Contamination par des BPC, ou produits pétroliers H5.Dégradation naturelle de plantes aquatiques H6.Effet confondant	Hypothèse (menu déroulant) : choisir un seul énoncé
<b>2. Les symptômes (5) à retracer parmi les énoncés disséminés (24) dans l'index d'images</b>	
S1. Le fond de l'étang présente une coloration orangée S2. Les cailloux, sur lesquels l'eau de l'effluent 1 (L1-effluent <sup>9</sup> ) s'écoule, sont orangés. (T1) S3. Des débris de couleur rougeâtre flottent à la surface de l'affluent 2 et se retrouvent parmi les plants de quenouilles. (T1) S4. Les cailloux, sur lesquels l'eau de l'effluent 2 (L2-effluent) s'écoule, sont orangés. (T1) S5. Les cailloux sur le lit de la source affleurante (L1-source) sont orangés. (T1)	Index d'images de l'espace de travail «Symptômes»
<b>3. Les 9 arguments à retracer parmi les 20 disséminés dans les espaces de recherche</b>	
A1.L'eau libre montre une conductivité moyenne de 660 uS/cm dans l'étang 1 et de 731 uS/cm dans l'étang 2.	Laboratoire-critères
A2.Concentration en fer dans les sédiments de l'étang 1 atteint 108 000 mg/kg sec et 82 000 mg/kg sec dans l'étang 2.	Laboratoire-critères
A3.L'eau de l'étang 1 montre 62% d'oxygène dissous en surface et 56 % en profondeur alors que l'étang 2 affiche 104% en surface et 83% en profondeur. Le faible pourcentage d'oxygène dissous dans l'étang 1 indique un déficit d'oxygène à cause d'une oxydation chimique et/ou biologique.	Expert
A4.Seuil d'une eau considérée calcaire: > 400 uS/cm.	Laboratoire-critères
A5.Pour le fer, le seuil d'effets mineurs est fixé à 20 000 mg/kg sec	Laboratoire-critères
A6.L'eau libre des 2 étangs est fortement minéralisée. Elle dépasse d'environ 1,5 fois la norme d'une eau considérée calcaire (étang 1 : conductivité moyenne mesurée de 660 > 400 uS/cm; étang 2 : conductivité moyenne mesurée de 731 > 400 uS/cm).	Médiathèque
A7.La demande chimique en oxygène (DCO) de l'eau libre des 2 étangs (DCO de 28,8 et 34 mg/l dans l'étang 1 et de 30,7 mg/l dans l'étang 2) indique la présence de matière inorganique	Expert

<sup>9</sup> élément de repérage en hyperlien avec un document de la médiathèque. Ces éléments de repérage peuvent s'opérer en hyperlien avec toute ressource jugée appropriée par le professeur.

Grille de traçage informatique : Exemple tiré du scénario « Couleur orangée de l'eau (Jardin des sources) »	
Élément de cohérence de la mise en situation et énoncés édités à distribuer dans les espaces de travail concernés	Espace de travail
susceptible d'être oxydée de façon chimique et de consommer l'oxygène dissous.	
A8. Le fer (sous forme réduite) en solution dans l'eau s'oxyde au contact de l'oxygène (O <sub>2</sub> ). Le cation oxydé (Fe <sup>++</sup> ) précipite par la suite et se retrouve au fond du cours d'eau. Ce comportement explique la coloration orangée observée sur le lit de la source affleurante (L1-source) et de l'effluent 1 (L1-effluent), 2 zones de forte oxygénation. Le précipité orangé est entraîné par le courant et se retrouve en aval. Dans les zones de faible courant, il sédimente et s'accumule sur le fond soit sur les roches ou sur la végétation. L'oxydation du fer contenu dans l'eau explique, du moins en partie, le déficit d'oxygène mesuré.	Expert
A9. Des fouilles attestent de vestiges d'un dépotoir dont la présence de métaux ferreux en décomposition à la surface du sol, dans le sol jusqu'au niveau de la nappe phréatique.	Archives

Tableau 2. La grille de traçage informatique montre les énoncés qui servent à établir la cohérence des travaux d'analyse et de recherche que l'élève doit réaliser dans la phase 1.

Pour sa part, la grille d'édition des messages de rétroaction (tableau 3) permet de générer un diagnostic informatique conçu pour renseigner l'élève quant à la valeur des résultats consignés dans les différents espaces de travail et pour lui permettre d'ajuster sa stratégie, sans pour autant perdre l'approche constructiviste et réflexive. Sur la base des deux critères précédents, un code de trois couleurs a été créé :

- Le rouge et le vert quant à la valeur de vérité
- Le gris quant à l'absence d'interaction

Afin d'alléger l'édition et la programmation des messages, des regroupements ont été faits pour limiter à huit le nombre de messages de rétroaction. Outre un hyperlien vers une fonctionnalité, la nature des messages varie à partir des considérations suivantes :

- Code rouge : le message adresse des questions génériques à l'élève afin que ce dernier puisse réorienter sa recherche. Ces messages concernent des savoirs, savoir-faire et savoir-être relatifs au processus de résolution de problème ainsi que des consignes particulières.
- Code gris : le message indique à l'élève qu'il est tenu de faire un ou des choix. Le message précise aussi la consigne de la tâche à laquelle il a failli.
- Code vert : le message fait du renforcement positif en confirmant la justesse de l'analyse. Un code vert pour tous les énoncés génère la représentation synthèse du problème sous forme textuelle et sous forme schématique en associant les causes, conséquences, mécanismes et principales données qui concourent à la compréhension du problème. Un code vert pour tous les énoncés retenus donne aussi accès à la phase 2 du logiciel.

Grille d'édition des messages de rétroaction suite à une requête de validation en phase 1																	
Situation de l'élève	Faits-symptômes (5 énoncés recherchés parmi 24) <sup>1</sup>					Hypothèse (1 seul énoncé parmi 6)	Argumentation (5 énoncés recherchés parmi 20)									Situation visée par le message	Eléments du message (référence à la rubrique énonçant le message)
	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Cas 1																L'élève a fait tous les bons choix (vert)	Diagnostic synthèse et accès à la phase 2 (message 1)
Cas 2																L'élève n'a fait aucun choix (gris)	Rappel de la tâche et renforcement des trois savoirs relatifs au processus de résolution de problème. (message 2)
Cas 3 <sup>2</sup>																Bon choix d'hypothèse mais choix erronés parmi les symptômes et/ou les arguments	Questions génériques pour aider l'élève à reconsidérer ses choix (message 3)
Cas 4 <sup>3</sup>																Mauvais choix d'hypothèse et choix erronés parmi les symptômes et/ou les arguments	Questions génériques pour aider l'élève à reconsidérer son choix d'hypothèse et ses autres choix (message 4)
Cas 5																Choix manquants ou erronés (rouge et gris)	Rappel de la tâche et hyperlien avec le schéma dynamique (message 5)
Cas 6																Absence de choix	Rappel de la tâche et

<sup>1</sup> Ces nombres sont variables : le professeur les ajuste en fonction du degré de difficulté qu'il désire

<sup>2</sup> distribution aléatoire des couleurs sauf pour hypothèse

<sup>3</sup> idem note 1

Grille d'édition des messages de rétroaction suite à une requête de validation en phase 1																	
Situation de l'élève	Faits-symptômes (5 énoncés recherchés parmi 24) <sup>1</sup>					Hypothèse (1 seul énoncé parmi 6)	Argumentation (5 énoncés recherchés parmi 20)									Situation visée par le message	Éléments du message (référence à la rubrique énonçant le message)
	1	2	3	4	5	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
																d'hypothèse et choix erronés parmi les symptômes et/ou les arguments (3 couleurs)	hyperlien avec le schéma dynamique (message 6)
Cas 7 <sup>4</sup>																Aucun choix de symptômes et choix erronés parmi les arguments et/ou l'hypothèse (3 couleurs)	Rappel de la tâche et hyperlien avec le schéma dynamique (message 7)
Cas 8																Aucun choix d'arguments et choix erronés parmi les faits-symptômes et/ou l'hypothèse (3 couleurs)	Rappel de la tâche et hyperlien avec le schéma dynamique (message 8)

Tableau 3. La grille d'édition des messages de rétroaction générés par une requête de la validation de l'élève

<sup>4</sup> distribution aléatoire du rouge et du vert pour les éléments hypothèse et arguments.

### 2.3.2.2. Les messages de rétroaction associés à une requête de validation de la part de l'élève

Les énoncés qui suivent sont donnés à titre d'exemple. Leur édition finale est à faire suite à la conception infographique qui améliorera la convivialité ce qui permettra d'ajuster les contenus des messages. Les hyperliens vers la ou les fonctionnalités associées ne sont pas tous indiqués.

#### Message 1. Message spécifique exprimant la représentation synthèse du problème<sup>14</sup>

«Bravo! Les énoncés choisis sont bien des observations de faits, des symptômes à la base du problème posé dans la mise en situation. Effectivement, l'eau des 2 étangs montre une importante minéralisation. Elle dépasse d'environ 1,5 fois la norme d'une eau considérée calcaire (étang 1 : conductivité moyenne mesurée de 660 > 400 uS/cm; étang 2 : conductivité moyenne mesurée de 731 > 400 uS/cm). Le fer dans les sédiments atteint des concentrations qui dépassent le seuil d'effets mineurs (les sédiments de l'étang 1 montrent une concentration de 108 000 mg/kg sec et ceux de l'étang 2 montrent 82 000 mg/kg sec soit respectivement, un dépassement d'environ 5 fois et 4 fois la norme du seuil d'effets mineurs (20 000 mg/kg sec). Le fer en solution dans l'eau sous forme réduite (Fe) s'oxyde au contact de l'oxygène (O<sub>2</sub>). Le cation oxydé (Fe<sup>++</sup>) précipite par la suite et se retrouve au fond du cours d'eau. Ce comportement explique la coloration orangée observée sur le lit de la source affleurante (L1-source) et de l'effluent 1 (L1-effluent), 2 zones de forte oxygénation. Le précipité orangé est entraîné par le courant et se retrouve en aval. Dans les zones de faible courant, il sédimente et s'accumule sur le fond soit les roches ou la végétation. L'oxydation du fer contenu dans l'eau de la nappe phréatique explique, du moins en partie, le déficit d'oxygène mesuré. Une DCO élevée et un déficit d'oxygène viennent corroborer nos dires. En effet, la DCO élevée indique la présence de matière inorganique susceptible d'être oxydée et le faible pourcentage d'oxygène dissous dans l'étang 1 indique une consommation d'oxygène».

Hyperliens : schéma synthèse du problème ainsi que l'accès à la phase 2.

#### Message 2. Message générique

«Dans la phase 1 du logiciel, vous devez construire votre compréhension du problème posé par la mise en situation. Votre travail se fait à partir des espaces «Hypothèse», «Symptômes» et «Arguments» où vous devez consigner les résultats de vos recherches faites dans les «Ressources».

---

<sup>14</sup> Il s'agit de la seule coquille ouverte dans cette série de messages.  
Page 27 sur 49

**Message 3. Message générique :**

« Votre hypothèse est bonne, mais certains symptômes et/ou arguments ne sont pas pertinents. Considérez d'autres paramètres en vous rappelant qu'ils peuvent se compléter mutuellement. Ainsi, une mesure élevée de matières en suspension (MES) associée à une mesure élevée de demande biologique en oxygène (DBO) traduit une forte concentration de matière organique susceptible d'être oxydée par le métabolisme d'organismes décomposeurs (bactéries, mycètes et certains insectes coprophages). Passez en revue votre analyse à l'aide des questions suivantes :

- Votre hypothèse doit être argumentée sur la base de paramètres c'est-à-dire des caractéristiques mesurables. Quels sont ces paramètres? Pour chaque paramètre, quelle est la mesure?
- La mesure montre-t-elle un dépassement de la norme? Indique-t-elle une concentration trop élevée? Trop faible?
- Par rapport à la norme, cette mesure traduit-elle une concentration pour laquelle on atteint un seuil jugé de toxicité chronique? Ou un seuil d'effets mineurs?
- Ce problème s'est-il manifesté auparavant? Avez-vous consulté les archives?
- Que mentionne l'expert?

**Message 4. Message générique :**

«Sachant que votre hypothèse est fautive et que certains arguments sont bons, reconsidérez le menu déroulant d'hypothèses en identifiant l'hypothèse la plus logique en tenant compte des paramètres indiqués comme bons par le logiciel. Reconsidérez votre choix à l'aide des questions suivantes :

- Avez-vous consulté le sens du mot hypothèse?
- Avez-vous associé votre hypothèse à des paramètres mesurables?
- La norme est-elle dépassée?
- Quelles sont les conséquences de ce dépassement?
- Avez-vous consulté les archives?
- Que mentionne l'expert?
- Quels phénomènes peuvent fournir des explications plausibles et pertinentes à ces dépassements?

**Message 5. Message générique :**

«Votre diagnostic est basé sur des données fausses ou manquantes. Prenez connaissance du processus de résolution de problème en cliquant sur l'item «Me repérer» du Métascope de la barre d'outils. Revoyez votre stratégie de résolution de problème.

**Message 6. Message générique**

«Vous devez appuyer vos symptômes et arguments sur une hypothèse. Choisissez-en une qui établit la cohérence entre les symptômes et les arguments qui sont reconnus comme exacts par le logiciel.»

Hyperliens : Hypothèse, Arguments, Symptômes

### Message 7. Message générique

«Vous devez consulter les images de la médiathèque et glisser-déposer dans l'espace «Symptômes» les énoncés correspondant à un fait ou un à symptôme à la base du problème. Ces faits, une fois validés, vous aideront à choisir une hypothèse et à construire votre représentation du problème sur des bases plus solides et cohérentes.»

### Message 8. Message générique

«Votre représentation du problème doit se construire avec des arguments cohérents avec l'hypothèse retenue et les symptômes invoqués. Avant de procéder à la recherche des arguments, assurez-vous que les symptômes et l'hypothèse consignés sont associés de façon logique.

### 2.3.3. Le Métascope : outil de repérage dans le processus de résolution de problème

Dans le contexte constructiviste et réflexif où se trouve l'élève, le logiciel doit offrir des outils de repérage quant au processus de résolution de problème. À la manière du voyageur qui utilise boussole, carte et/ou guide pour planifier sa destination ou faire le point, l'élève dispose du Métascope pour organiser et ajuster sa démarche d'apprentissage. Le Métascope offre trois outils particuliers:

Composantes du menu déroulant «Métascope» dans la barre de menus principale	Nature des outils
Me situer dans le processus de résolution de problème	Accès à un repérage générique qui permet d'associer les fonctionnalités à partir du processus de résolution de problème dans son ensemble
	Accès à un repérage contextuel qui permet de retracer une opération donnée dans le processus de résolution de problème à partir d'une fonctionnalité de la page-écran de travail
En panne de questions?	Accès à un répertoire de cinq catégories de questions génériques qui permettent de structurer l'analyse d'une problématique environnementale
Comment faire?	Accès aux consignes qui définissent les fonctionnalités du logiciel

Tableau 4. Le Métascope : outils de repérage dans le processus de résolution de problème

Ces trois outils sont des composantes génériques en ce sens que leurs contenus sont les mêmes peu importe le scénario d'apprentissage. La coquille informatique en est fermée pour le professeur et pour l'élève.

### **2.3.3.1. Composante «Me situer dans le processus de résolution de problème» du Métascope**

Dans sa démarche constructiviste et itérative, l'élève réalise des itinéraires cognitifs de son choix et l'apprentissage est du type «essai-erreur». Pour se situer de manière explicite dans le processus de résolution de problème, l'élève a deux outils à sa disposition :

- Accès à un repérage générique qui permet d'associer les fonctionnalités à partir du processus de résolution de problème dans son ensemble
- Accès à un repérage contextuel qui permet de retracer une opération donnée dans le processus de résolution de problème à partir d'une fonctionnalité sur le bureau de travail

Ces deux outils répondent à des besoins différents tout en étant gérés par le même schéma dynamique dont les composantes sont présentées à la figure 5. Peu importe où il se trouve dans le logiciel, l'élève peut se repérer dans le processus de résolution de problème.

Le schéma dynamique génère des rétroactions dites génériques ou contextuelles selon le type de repérage visé par la requête de l'élève. Ces types de rétroactions sont définis pour tenir compte des deux modes d'acquisition de l'information dans une situation d'apprentissage assistée par ordinateur : des élèves ayant une approche holiste et des élèves ayant plutôt une approche sérialiste (Dubois, 1997).

#### **2.3.3.1.1. Repérage générique dans le processus de résolution de problème : but, mode d'accès et rétroactions**

Pour se créer une compréhension globale, générique, du processus de résolution de problème et des fonctionnalités qui y sont associées, l'élève choisit l'item «Me situer...» du menu déroulant du bouton Métascope dans la barre de menus principale qui accompagne toutes les pages-écrans du logiciel. Le processus de résolution de problème apparaît alors dans son ensemble et l'élève y sélectionne une étape particulière pour accéder à un message de rétroaction construit selon le modèle suivant :

- Précisions quant à l'étape du processus : la ou les opérations concernées sont présentées pour faciliter leur appropriation
- Consignes et hyperlien vers la fonctionnalité associée à l'étape
- Analogie avec le voyageur et questions génériques pour fournir des amorces analytiques, critiques et/ou métacognitives
- Retour à la page-écran de travail pour reprendre là où le travail avait été laissé au moment de la requête

Tel que montré à la figure 5, chaque fonctionnalité est supportée par une ou des opérations du processus de résolution de problème. Dans certains cas, une fonctionnalité donnée est supportée par une opération spécifique alors qu'autrement, certaines

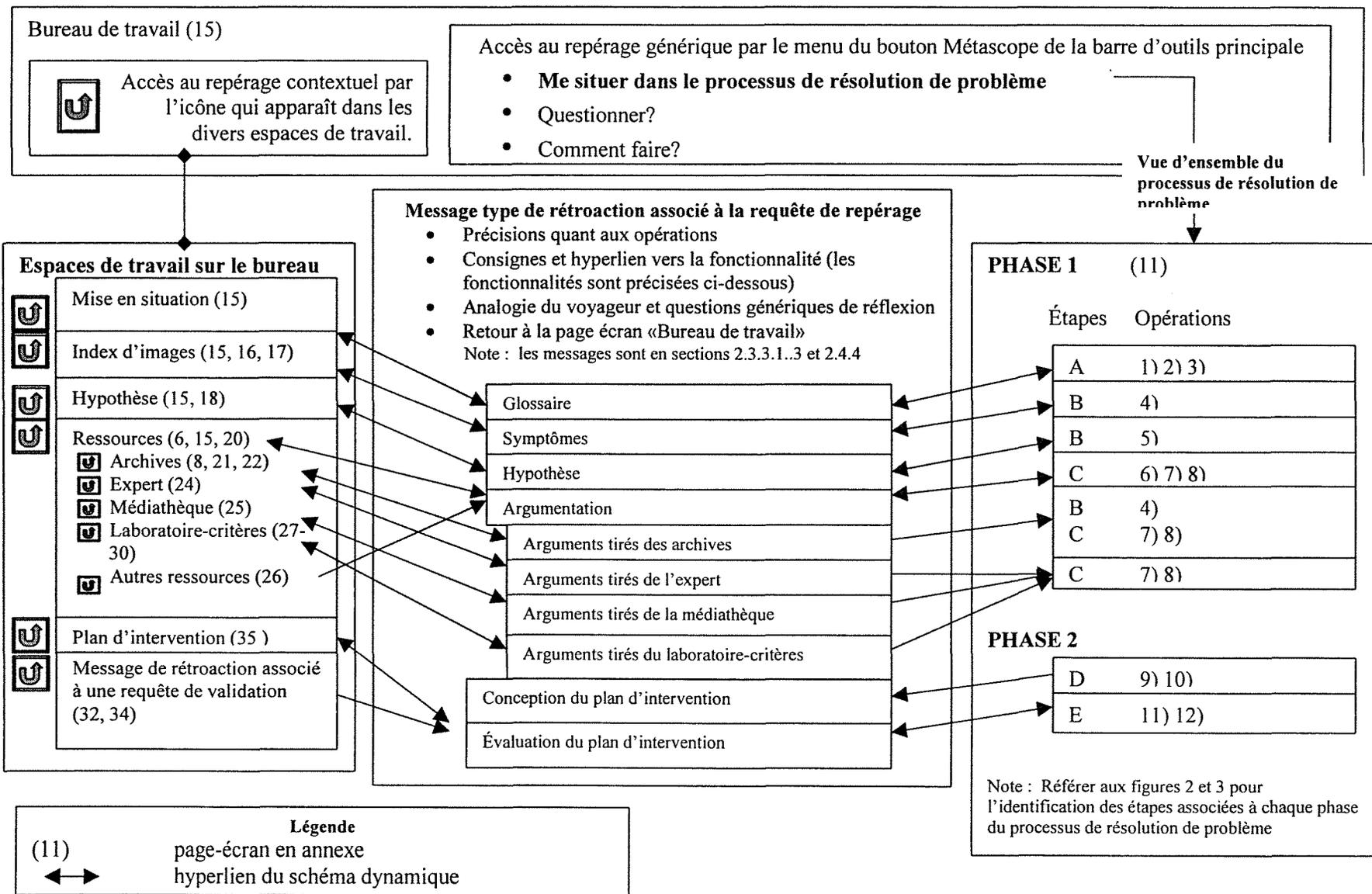


Figure 5. Éléments du schéma dynamique responsable des rétroactions génériques et contextuelles suite à une requête de repérage dans le processus de résolution de problème.

opérations du processus de résolution de problème sont regroupées pour correspondre à une fonctionnalité du logiciel. Par exemple, la fonctionnalité «Glossaire» est supportée par l'ensemble des trois premières opérations de l'étape A «Explorer la mise en situation». Les seules opérations du processus de résolution de problème qui ne sont pas interceptées directement par la démarche constructiviste sont les deux opérations de l'étape D «Élaborer un plan d'intervention» en phase II. À cet égard, le logiciel ne permet pas à l'élève d'élaborer un plan d'intervention correspondant au diagnostic établi en phase I. La fonctionnalité est descriptive en ce sens qu'elle offre une vue d'ensemble des principales composantes d'un plan d'intervention pour que l'élève puisse s'y référer le cas échéant. Nous y reviendrons au prochain chapitre.

### **2.3.3.1.2. Repérage contextuel dans le processus de résolution de problème : but, mode d'accès et rétroactions**

L'élève qui est à l'œuvre dans l'un ou l'autre des espaces à l'écran de travail, en phase I comme en phase II, peut en émerger n'importe quand et repérer à quelle étape du processus de résolution de problème ledit espace de travail est spécifiquement associé. Toujours en référence avec la figure 5, un clic sur l'icône  génère un schéma de repérage contextuel qui associe l'espace de travail d'où émane la requête à l'opération ou l'ensemble d'opérations dans le processus de résolution de problème. Le message de rétroaction obéit aux mêmes règles que celles présentées à la section précédente. Ainsi, peu importe l'origine de la requête de l'élève, le message sera le même, qu'il provienne d'une requête émanant de l'icône  dans l'espace «Hypothèse» sur le bureau ou qu'elle provienne d'une requête émanant de l'opération «5. Énoncer une hypothèse ...» du schéma présentant le processus de résolution de problème dans son ensemble. Tel qu'abordé précédemment, en phase II, les opérations de l'étape D sont rattachées à une fonctionnalité descriptive et non pas constructiviste et, en conséquence, le repérage contextuel est impossible. Par contre le repérage générique est possible pour cette étape.

Autre particularité, mentionnons que l'élève peut consulter le système de repérage contextuel à partir de l'ensemble «Ressources» ou encore à partir d'une ressource spécifique qu'il consulte sur le bureau. Dans ces cas, les messages sont différents puisque la nature de la consultation varie selon le type de ressource. On ne consulte pas les Archives et le Laboratoire-critères pour les mêmes raisons épistémologiques et les messages de rétroaction attirent l'attention de l'élève sur ces différences ou particularités qui se complètent mutuellement dans la construction d'une argumentation cohérente et plausible.

### **2.3.3.1.3. Messages de rétroaction suite à une requête de repérage dans le processus de résolution de problème**

Après avoir cliqué sur l'icône , l'élève prend connaissance d'un message accompagné d'un schéma qui localise l'étape de travail dans le processus de résolution de problème.

Ces messages, associés à leur fonctionnalité respective, sont :

- **Glossaire et processus de résolution de problème**

«À l'instar du voyageur qui fait des lectures pour commencer la planification d'un voyage, vous avez avantage à comprendre le sens des mots rencontrés. Prendriez-vous la chance d'acheter un billet de train en Europe en ne sachant pas ce que veut dire «Composter votre billet»? Cette étape A du processus de résolution de problème vise à «Explorer la mise en situation» et comporte trois opérations. Prenez le temps de faire les vérifications requises. Le glossaire <sup>16</sup> sert à vérifier le sens de certains mots ou expressions techniques et scientifiques liés au domaine visé par la mise en situation problème. Pour toute autre expression embêtante, utilisez un dictionnaire d'usage courant».

- **Index d'images et processus de résolution de problème**

«En consultant l'index d'images, faites comme si vous aviez à identifier les éléments-clés qui caractérisent une destination-voyage. Recherchez des données ou éléments significatifs et identifiez quels faits, quels symptômes sont à la base du problème. Vous avez besoin de ces symptômes comme base d'analyse. Chaque image est accompagnée de trois énoncés. Parmi ces énoncés, identifiez celui qui représente un fait, un symptôme qui permet d'affirmer qu'il y a quelque chose d'anormal. Méfiez-vous des impressions, opinions, hypothèses, intentions, demi-vérités... Cette discrimination est l'opération 4 de l'étape « Comprendre la mise en situation problème ». Avec la souris, «Glissez-déposez» l'énoncé de votre choix dans l'espace «Symptômes» de la page-écran de travail. Attention! Une image ne comporte pas nécessairement une bonne réponse.»

- **Hypothèse et processus de résolution de problème**

«De la même manière qu'on prépare un voyage en choisissant une destination possible parmi d'autres, vous devez choisir une hypothèse pour orienter vos recherches. Aidez-vous des faits validés dans l'espace «Symptômes» pour réfléchir sur des causes ou phénomènes qui peuvent être impliqués dans le problème posé. Choisissez une hypothèse parmi celles proposées. Au fil des conclusions de votre analyse, vous pourrez toujours changer votre choix si ce dernier vous semble incorrect.»

- **L'ensemble «Ressources» et processus de résolution de problème**

«Les arguments que vous recherchez dans les Ressources doivent construire une explication plausible, complète et cohérente avec l'hypothèse et les symptômes retenus. À l'instar du voyageur qui prépare son départ, organisez votre questionnement pour planifier votre recherche et soyez critique envers les données recueillies.

- Votre plan de questions est clair dans votre esprit : cliquez ici pour accéder aux ressources et commencer votre recherche d'arguments. Vous avez de la difficulté à poser vos questions? Trop de questions se bousculent dans votre esprit? En panne sèche? Cliquez ici pour voir des exemples de questions.» Note : Après

---

<sup>16</sup> Le soulignement indique un hyperlien vers une fonctionnalité du logiciel  
Page 33 sur 49

avoir lu le précédent message «Ressources», l'élève clique sur l'élément de son choix parmi les ressources.

- **Archives et processus de résolution de problème**

«Cette section Archives contient divers documents relatifs au problème à l'étude. De la même manière qu'un voyageur découvre des informations en consultant des événements passés, prenez soin de questionner ces archives pour déceler des indices, des informations qui vous aideront à comprendre la mise en situation problème.»

- **Laboratoire-critères et processus de résolution de problème**

«Vous trouverez, dans cette section, des résultats d'analyses effectuées sur différents paramètres. Le laboratoire peut faire référence à plusieurs dizaines de paramètres et ce, pour des échantillons d'air, d'eau, de sol et de spécimens vivants. Choisissez les paramètres qui sont pertinents à votre réflexion et obtenez des résultats en lien avec votre hypothèse. Au besoin, changez d'hypothèse. Pensez à vérifier les unités de mesure pour faire vos comparaisons sur les mêmes bases.»

- **Expert et processus de résolution de problème**

«Dans cette section, vous avez accès à une entrevue avec un expert. Comment interprète-t-il les résultats du laboratoire? Sont-ils normaux? Dépassent-ils les critères ou normes? À l'instar du voyageur qui consulte un guide ou une agence de voyage, il est de votre responsabilité, non seulement de prendre connaissance des avis, opinions et enseignements de l'expert, mais aussi d'en faire l'analyse pour identifier les éléments pertinents à la compréhension de la mise en situation problème. Recherchez les causes le plus en amont possible. Comme toute personne soucieuse de prendre en charge sa santé, recherchez le pourquoi du pourquoi pour être en mesure de corriger le problème à la source et non pas seulement traiter le symptôme.»

- **Médiathèque et processus de résolution de problème**

«Cartes, photographies, extraits vidéo et schémas sont susceptibles de contenir des informations pertinentes. Par exemple, prenez soin de localiser les sites d'échantillonnage ou encore les bassins versants.»

- **Autres ressources bibliographiques**

«Les références mentionnées sont là pour vous permettre de consulter d'autres ressources. Vous pourrez ainsi répondre à d'autres questions, mais vous ne pourrez pas glisser-déposer des énoncés dans vos espaces de travail. Par contre, vous pouvez utiliser le fureteur du logiciel pour retracer les ressources qui abordent un thème particulier. Bonnes lectures.»

### **2.3.3.2. Composante «En panne de questions?» du Métascope : modalités d'accès et message de rétroaction**

Par le processus analytique et réflexif mis en place dans le logiciel, l'élève s'engage dans une démarche cognitive grâce à ses propres questions. Pour aider l'élève à organiser sa recherche, le Métascope offre un répertoire de questions génériques. Ces questions

proviennent de Dahlgren, M. A. et G. Öberg. 2000. *Questioning to learn and learning to questions: structure and function of PBL scenarios in environmental science education* (13 p.) et sont regroupées en cinq catégories:

- Questions encyclopédiques
- Questions d'analyse de sens
- Questions d'analyse relationnelle
- Questions d'analyse de valeur
- Questions de recherche de solution

Chaque catégorie formule des exemples de questions dont l'élève peut s'inspirer pour orienter sa démarche dans une direction plutôt qu'une autre. Le contenu associé à ces catégories apparaît en annexe.

L'accès peut se faire de deux façons. Si l'élève clique sur l'item «En panne de questions?» dans le Métascope de la barre de menus principale ou sur le raccourci (?) disponible ailleurs dans les espaces de travail, alors le message est le suivant :

«Vous avez de la difficulté à poser vos questions? Trop de questions se bousculent dans votre esprit? Il y a 5 catégories de questions qui peuvent vous aider à organiser votre réflexion. Vous remarquerez que certaines prépositions interrogatives sont les mêmes pour des catégories différentes. La nuance est dans l'intention derrière la catégorie de questions. Lisez attentivement la description de chaque catégorie pour bien comprendre ces différences:

- Cliquer ici pour accéder à la catégorie de questions encyclopédiques;
- Cliquer ici pour accéder à la catégorie de questions de sens;
- Cliquer ici pour accéder à la catégorie de questions de relation;
- Cliquer ici pour accéder à la catégorie de questions de valeur;
- Cliquer ici pour accéder à la catégorie de questions de solution.»

### **2.3.3.3. Composante «Comment faire ?» du Métascope : modalités d'accès et message de rétroaction**

Cette composante correspond à l'aide classique dans tout logiciel. L'élève y accède en cliquant sur l'item «Comment faire ?» dans le menu Métascope de la barre de menus principale ou sur le raccourci  disponible dans les espaces de travail.

Les messages qui y sont associés présentent les consignes reliées à l'utilisation des fonctionnalités du logiciel pour une phase donnée. Par exemple, pour la phase 1 :

- Démarrer mon analyse de la situation problème
- Consulter le glossaire
- Choisir une hypothèse
- Identifier les faits significatifs à la base du problème
- Rechercher des arguments à l'appui de mon hypothèse
- Valider les résultats de ma représentation du problème
- Faire le repérage de mon travail dans le processus de résolution de problème?

Le message de rétroaction est le même message que celui qui est émis par une requête de repérage dans le processus de résolution de problème. Il en est ainsi puisque les fonctionnalités sont appuyées sur le processus de résolution de problème. Des exemples de messages apparaissent en annexe IX.

## **2.3.4. Les autres particularités de la barre de menus principale**

### **2.3.4.1. Le fureteur**

Outre l'item Métascope décrit ci-dessus, la barre de menus principale comporte les éléments suivants :

- Fichier
- Édition
- Ressources
- À propos d'Agrosim

Les items Fichier et Édition sont des composantes classiques pour un logiciel et elles sont présentées succinctement à la rubrique 2.3.1 « La démarche de l'élève ». L'item « À propos d'Agrosim » comporte un bref message de présentation du logiciel à l'intention de l'élève et un autre à l'intention du professeur.

Mentionnons toutefois que l'élève dispose d'un fureteur. Le fureteur fait la recherche sur des mots-clés préindexés dans les Ressources. Les prépositions interrogatives ne sont pas prises en compte dans la recherche. Il s'agit là d'un artifice qui sert de double renforcement auprès de l'élève car la préposition interrogative d'une part renforce la formation générale au niveau de l'expression écrite et, d'autre part, renforce l'habileté d'analyse et de recherche par une action concrète et intentionnelle de la part de l'élève.

### **2.3.4.2. Les Ressources**

Les données que l'élève doit étudier pour construire sa représentation du problème sont disséminées dans des bases de données ou outils métaphoriques précédemment énumérés et que nous rappelons ici:

- Le glossaire
- L'expert
- Les archives
- La médiathèque
- Le laboratoire-critères
- Les autres ressources bibliographiques

Ces bases de données contiennent toutes les informations que le professeur désire voir lues et traitées par l'élève. Le tableau suivant en présente les éléments distinctifs :

Ressources	Particularités	Interventions de l'élève
1. Glossaire	Glossaire conventionnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cliquer sur l'hyperlien</li> </ul>
2. Expert	Entrevue sous forme de questions-réponses pré-définies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glisser-déposer un énoncé jugé pertinent dans un espace de consignation (symptômes ou arguments)</li> </ul>
3. Archives	Divers documents tels article de journal, extrait de rapport de recherche ou étude	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glisser-déposer un énoncé jugé pertinent dans un espace de consignation (symptômes ou arguments)</li> </ul>
4. Médiathèque	Cartes, index d'images, extraits vidéo et schémas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glisser-déposer un énoncé jugé pertinent dans un espace de consignation (symptômes ou arguments)</li> <li>• Cliquer sur un hyperlien pour repérer un site d'échantillonnage, un bassin versant ou autre élément</li> </ul>
5. Laboratoire-critères	Résultats d'inventaires biologiques et de caractérisations bio-physico-chimiques d'échantillons d'eau, d'air et de sol: la conception du tableau de présentation des données et le type d'interaction par l'élève sont issus de l'étude du bordereau de transmission d'échantillons du laboratoire Maxxam Analytique inc. et du certificat d'analyse Bodycote Technitrol inc. Les critères applicables ont été répertoriés à partir des sites Internet du ministère de l'Environnement du Québec, de Santé Canada et d'Environnement Canada..	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir les paramètres pour lesquels un résultat est désiré</li> <li>• Glisser-déposer un énoncé jugé pertinent dans un espace de consignation (symptômes ou arguments)</li> </ul>
6. Autres ressources bibliographiques	Répertoire de quelques sites Internet ou volumes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copier l'adresse Web dans Internet Explorer et consulter le site en ligne</li> <li>• Copier une expression dans le fureteur du logiciel pour retracer</li> </ul>

Ressources	Particularités	Interventions de l'élève
		des données associées à cette expression et glisser-déposer un énoncé jugé pertinent dans un espace de consignation (symptômes ou arguments)

Tableau 5. Description des ressources et tâches attendues de l'élève.

## **2.4. LA PHASE 2 : ÉVALUER UN PLAN D'INTERVENTION SELON LES CRITÈRES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉQUITABLE**

### **2.4.1. La démarche de l'élève**

Rappelons qu'au terme de la phase 1, l'élève a eu accès à une représentation validée du problème posé. La ou les causes à la source du problème ont été identifiées de même que les mécanismes impliqués. En phase 2 du didacticiel, l'élève est invité à évaluer la conformité du plan d'intervention avec les principes du développement durable. Cette stratégie cognitive limite la démarche de l'élève à une seule des deux étapes de la phase 2 du processus de résolution de problème. Pour le bénéfice du lecteur, les étapes du processus de résolution de problème présentées précédemment aux figures 2 et 3 sont résumées à la figure 6 afin de souligner cet aspect de la conception du logiciel.

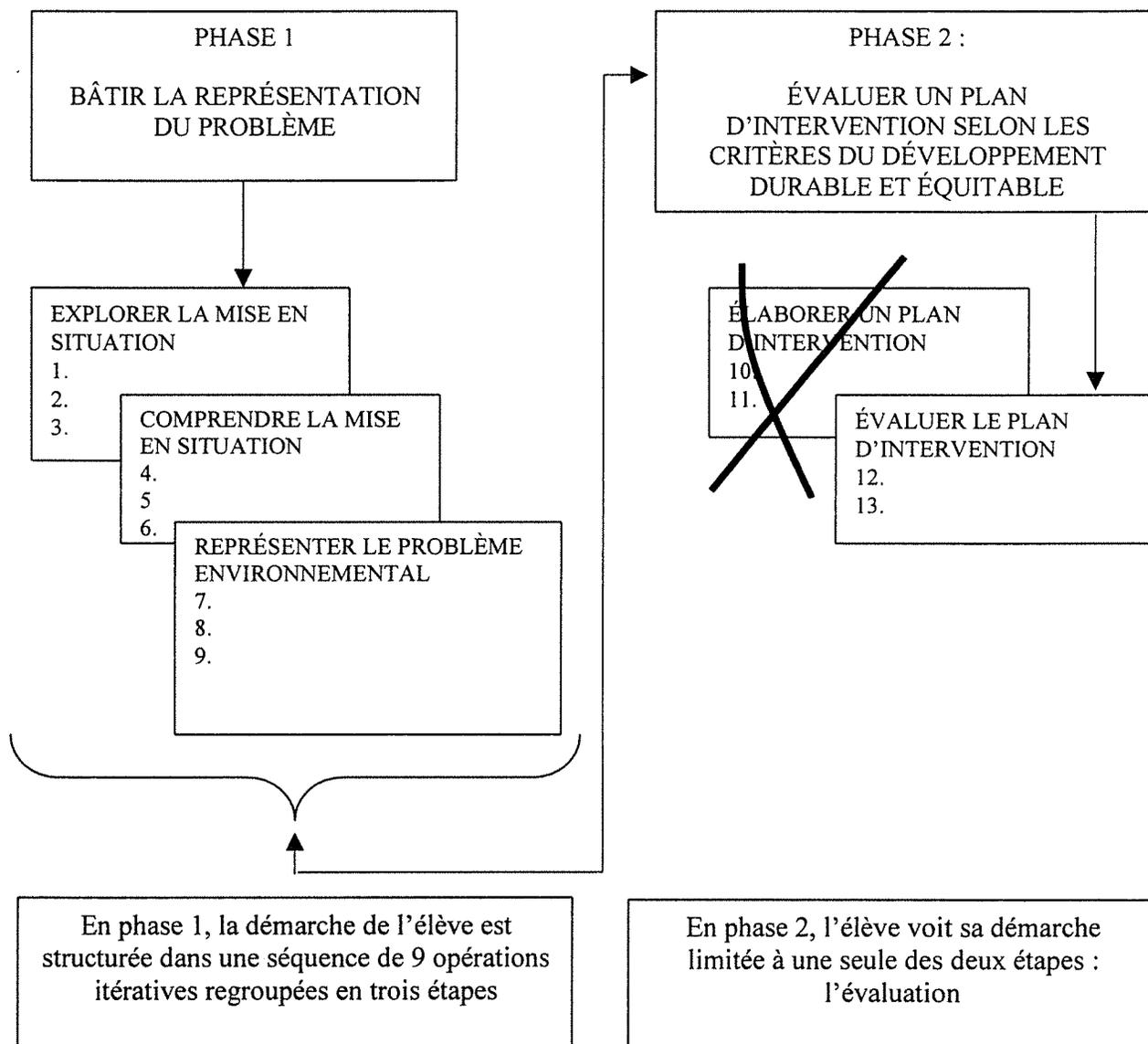


Figure 6. Les stratégies cognitives associées à la phase 1 et à la phase 2 du processus de résolution de problème.

Le choix de cette stratégie repose sur les aspects suivants :

- L'impossibilité de rencontrer les contraintes pédagogiques et informatiques imposées par l'ensemble du domaine d'application lié à la phase 2. Tel que montré à la figure 7, le processus de résolution de problème appliqué dans l'intégralité de la phase 2 révèle une quantité et une complexité d'éléments impossibles à traiter dans le cadre du présent logiciel.
- La nécessité d'offrir à l'élève un cadre de référence qui lie le contexte d'analyse de la phase 1 à un plan d'intervention tel que l'exige la réalité professionnelle.
- En corollaire au point précédent, la nécessité d'offrir une grille d'analyse suffisamment souple pour permettre à l'élève de s'initier aux principes du développement durable de manière contextualisée et ancrée sur des éléments de compétence spécifiques prédéterminés par le professeur.

La structure des pages-écran de la phase 2 (figure 8) présente deux constantes avec la structure des pages-écrans de la phase 1 :

- la barre de menus principale
- l'espace pour consigner des notes personnelles.

Deux espaces particuliers permettent à l'élève de réaliser le travail attendu:

- L'espace de travail pour prendre connaissance du plan d'intervention
- L'espace pour consigner l'évaluation qu'il en fait.

L'élève prend connaissance d'un plan d'intervention dont il doit évaluer chacun des énoncés en fonction de critères prédéfinis. Pour connaître ces critères et leur contexte d'application, l'élève dispose de ressources :

- Une vue d'ensemble des grands principes de durabilité et d'équité
- Une grille d'analyse de conformité aux principes du développement durable. Cette grille comporte quatre pôles d'analyse : pôle économique, pôle écologique, pôle social et pôle éthique
- Les composantes d'un plan d'intervention : schéma intégrateur (figure 7) qui présente les composantes d'un plan d'intervention tout en situant la phase 2 dans la globalité du processus de résolution de problème
- Un glossaire

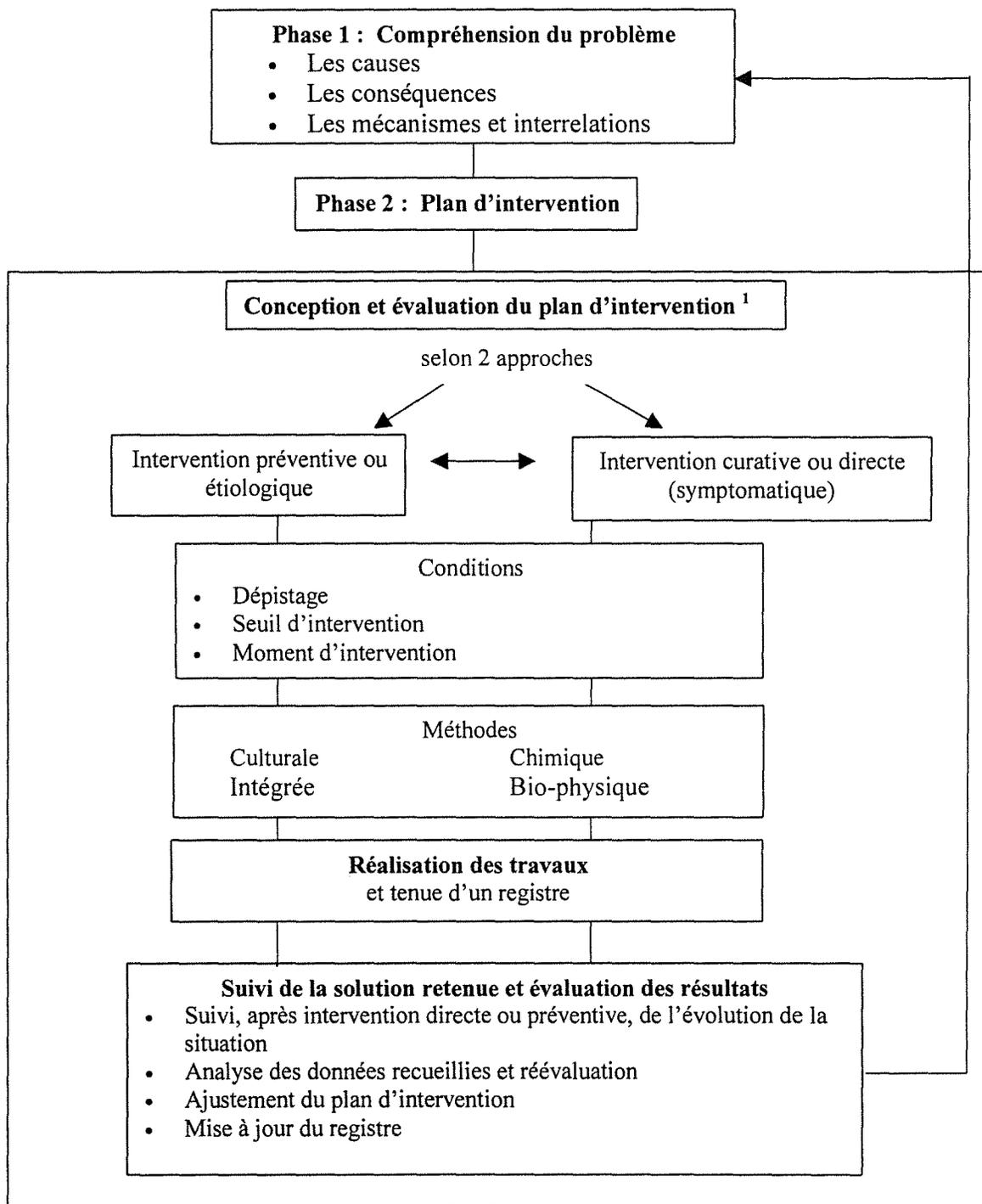


Figure 7. Les composantes d'un plan d'intervention.

(1) modèle agroenvironnemental élaboré avec la collaboration de Mme Jocelyne Morin, agronome

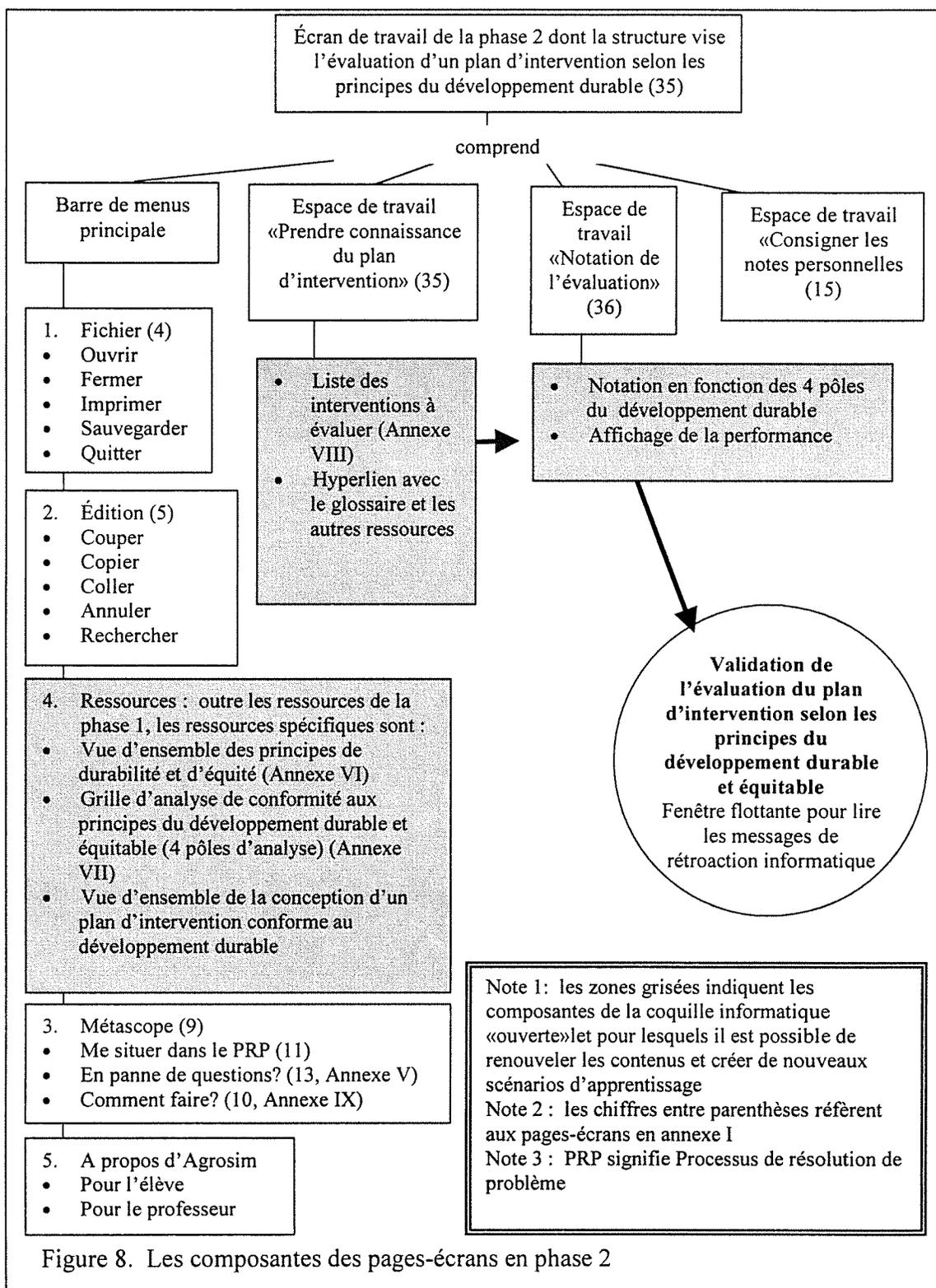
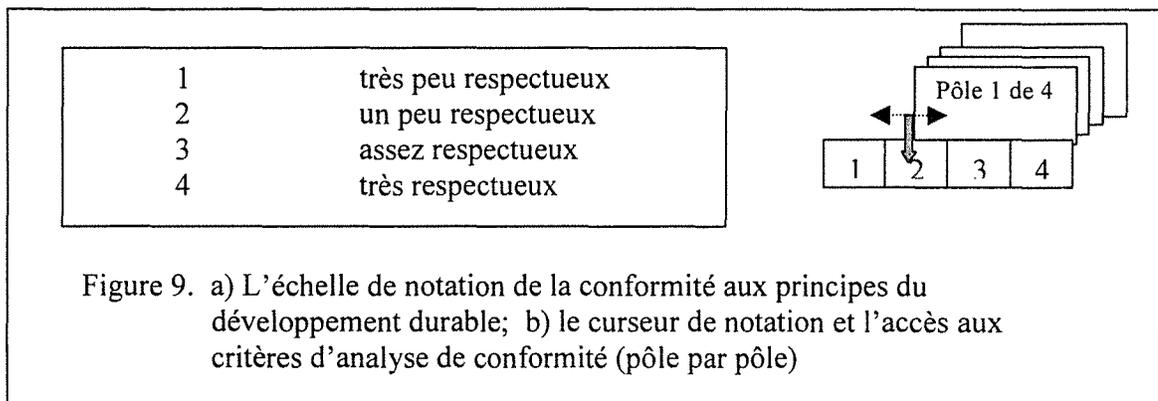


Figure 8. Les composantes des pages-écrans en phase 2

Les contenus des deux premiers outils sont présentés en annexe VI et VII respectivement. Les paramètres et indicateurs associés à ces pôles sont tirés du tétraèdre d'analyse de Claude Villeneuve (1998), du ministère de l'Environnement du Québec (Fonds d'action québécois pour le développement durable, 2001, <http://www.menv.gouv.qc.ca/programmes/faqdd/>) et du Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec (UPA, MAPAQ, 1999).

L'élève est tenu de prendre connaissance des énoncés du plan d'intervention et d'en évaluer la conformité à l'aide d'une échelle de notation (figure 9). Un curseur permet de procéder à la notation selon le choix de l'élève.



En double-cliquant sur le bouton droit de la souris, l'élève fait apparaître une icône qui donne accès à la description des critères du pôle concerné.

## 2.4.2. Règles et procédures d'édition du plan d'intervention

Pour éditer les énoncés qu'il désire voir évaluer par l'élève, le professeur utilise un canevas qui comprend cinq éléments :

- La référence au scénario
- Énoncé de l'action définie au plan d'intervention
- Un pôle référentiel et la notation attendue pour ce pôle
- Le critère qu'il désire faire retracer à l'élève
- La rétroaction suite à la requête de validation de l'élève

Ces éléments sont intégrés dans une grille qui est exportée dans l'espace «Prendre connaissance du plan d'intervention» de la page-écran de travail de la phase 2. L'exemple ci-dessous est illustré à partir du scénario «Couleur de l'eau au Jardin des sources». L'édition complète est en annexe.

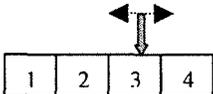
<p>Référence au scénario «Couleur de l'eau au Jardin des sources»</p> 	Notation des 4 pôles			
<p>Intervention à évaluer : Excaver la carrière au coût global de 2M\$ incluant consolidation des pentes et réparation aux bâtiments. Aux frais de la Municipalité, cette intervention crée une augmentation de 40% du compte de taxes des citoyens riverains et de 20% pour l'ensemble des citoyens de la Municipalité</p>	Écologique	Économique	Social	Éthique
<p>Critère : capacité d'assumer les coûts de façon réaliste</p>		1		
<p>Message de rétroaction :            Si 1-2 alors «Bonne réponse. Effectivement, la capacité de la communauté d'assumer les coûts de façon réaliste n'est pas démontrée dans cet énoncé».            Si 3-4 alors «Mauvaise réponse. La capacité de la communauté d'assumer les coûts de façon réaliste n'est pas démontrée».</p>				

Tableau 6. Exemple d'intervention à évaluer

Notons quelques précisions :

- Le plan d'intervention d'un scénario donné peut comporter de 5 à 10 éléments. C'est au professeur de décider combien d'énoncés il désire faire évaluer à l'élève.
- La zone grisée indique le pôle à évaluer.
- Chaque élément du plan d'intervention est un énoncé utilisant un verbe d'action qui cible un aspect précis et signifiant.

L'édition permet d'exploiter plusieurs aspects tel que le montre la grille d'analyse de conformité aux principes du développement durable (voir annexe VII). Parmi ces aspects, mentionnons que l'approche étiologique et l'approche symptomatique constituent les 2 pôles majeurs de référence. Cependant, cette polarité n'est pas toujours aisée à utiliser. Il peut arriver que certaines situations ne permettent pas une intervention

à la source et ce, pour des raisons techniques et/ou économiques. Une intervention symptomatique peut alors être considérée comme une intervention appropriée. Il faut se rappeler que l'édition de ces énoncés vise à initier l'élève aux principes du développement durable et que les pièges qui y sont tendus doivent viser des éléments de compétence spécifiques. Les attitudes et savoir-faire définis dans un profil de sortie d'un programme de formation font partie des balises pour l'édition de ces énoncés.

### 2.4.3. La validation par diagnostic informatique

Comme dans la phase 1, l'élève doit faire une requête de validation pour obtenir un message de rétroaction qui valide ou invalide l'évaluation quant à un énoncé donné du plan d'intervention. Ce message apparaît dans une fenêtre flottante. Une autre fenêtre affiche la performance de l'élève au fur et à mesure des énoncés évalués.

À l'affichage de la performance finale, un dernier message de rétroaction apparaît automatiquement:

- SI 10/10 ALORS: WOW! Rappelez-vous l'essentiel et agissez en conséquence: *«Nos lacs et nos rivières, on en n'hérite pas, on les emprunte à nos enfants»*.
- SI 8-9/10 ALORS: Très bonne performance! Avez-vous identifié quel(s) paramètre(s) d'analyse vous a (ont) causé problème? Rappelez-vous l'essentiel et agissez en conséquence: *«Nos lacs et nos rivières, on en n'hérite pas, on les emprunte à nos enfants»*.
- SI 6-7/10 ALORS: Performance acceptable! Avez-vous identifié quel(s) paramètre(s) d'analyse vous a (ont) causé problème? Rappelez-vous l'essentiel et agissez en conséquence: *«Nos lacs et nos rivières, on en n'hérite pas, on les emprunte à nos enfants»*.
- SI 3-4-5/10 ALORS: Performance décevante! Prenez le temps de consulter les données sur les 4 pôles d'analyse et les principes de durabilité et d'équité. Cherchez à comprendre vos erreurs.
- SI 0-1-2/10 ALORS: Performance pourrie! Prenez le temps de consulter les données sur les 4 pôles d'analyse et les principes de durabilité et d'équité. Soyez patient et recommencez.

### 2.4.4. Le Métascope : outil de repérage dans le processus de résolution de problème

En phase 2, les fonctionnalités associées au Métascope sont les mêmes qu'en phase 1 :

- Me situer dans le processus de résolution de problème
- En panne de questions?
- Comment faire...?

La seule particularité à mentionner concerne le repérage dans le processus de résolution de problème. Tel que mentionné précédemment et illustré à la figure 5, en phase 2, la démarche de l'élève est axée seulement sur l'évaluation du plan d'intervention. Le repérage générique et le repérage contextuel permettent toutefois à l'élève d'avoir une vue complète du processus de résolution de problème car le schéma dynamique permet une visualisation de toutes les étapes du processus. En cliquant sur l'icône  ou en

passant par l'item «Me situer» du menu Métascope, un message de rétroaction qui accompagne le schéma de repérage comporte les mêmes éléments qu'en phase 1 , à savoir :

- Précisions quant à l'étape du processus : la ou les opérations concernées sont présentées pour faciliter leur appropriation
- Consignes et hyperlien vers la fonctionnalité associée à l'étape
- Analogie et questions génériques pour fournir des amorces analytiques, critiques et/ou métacognitives
- Retour à la page-écran de travail pour reprendre là où le travail avait été laissé au moment de la requête

Pour tenir compte de la particularité mentionnée ci-dessus, le message comporte un hyperlien vers un document qui présente les composantes d'un plan d'intervention (figure 7) et quelques définitions d'usage.

Le message de rétroaction se lit comme suit :

«Vous devez faire votre évaluation sur la base de critères particuliers soit ceux du développement durable et équitable. Un plan d'intervention conçu de telle manière vise à apporter des corrections pour éviter que la situation ne se répète. On cherche à intervenir sur les causes premières du problème et non pas sur les symptômes. Faites comme la personne qui désire guérir un malaise à sa source au lieu de soigner le mal en faisant taire la douleur tout en ignorant la cause.

Cliquez ici pour prendre connaissance des informations concernant l'élaboration d'un plan d'intervention et avoir une vue complète du processus de résolution de problème.

Cliquez ici pour prendre connaissance des critères associés au développement durable et équitable»

---

## CONCLUSION

Comme tout modèle, le modèle AGROSIM se doit d'être soumis à l'usage. Ce sont les élèves et les professeurs qui vont le mettre à l'épreuve et le faire évoluer.

Cet aspect évolutif est nécessaire tant sur le plan du renouvellement des mises en situation problèmes que sur le plan de l'arrimage avec la classe traditionnelle qui demeure le lieu privilégié de la relation élève-professeur.

Cette relation s'enrichit de la technologie multimédia, mais encore faut-il se rappeler, et se le répéter, que cette relation se construit sur deux pôles : enseigner et apprendre.

*«Enseigner, c'est montrer ce qui est possible. Apprendre, c'est rendre possible à soi-même»*  
Paulo Coelho

Il faut aussi se rappeler que la motivation est au cœur de ces deux pôles et que cette motivation, celle du professeur, comme celle de l'élève, vient traduire les perceptions que l'on a quant à la valeur de l'activité d'apprentissage, le niveau de contrôle sur cette activité et le niveau de compétence qu'on s'accorde pour réaliser l'activité et les apprentissages (Davelay, 1992; Viau, 1994).

Ces objets motivationnels sont partie intégrante de ce modèle qui, espérons-le, saura contribuer à soutenir l'élève dans sa réussite.

---

## BIBLIOGRAPHIE

1. CANTIN, R., D. LACASSE ET L.ROY. 1996. *Intégration d'approches par problèmes en sciences, phase I : activité de synthèse*. Cégep de Rimouski. Rapport de recherche PAREA.
2. CAMP, G. 1996. *Problem-based learning : a paradigm shift or a passing fad?* University of Texas Medical Branch, MEO 1996; 1 :2. <http://www.utmb.edu/meo>
3. DAHLGREN, M. A. et Öberg, G. 2000. *Questioning to learn and learning to question : structure and function of Problem-Based Learning (PBL) scenarios in environmental science education*. Second international conference on PBL in higher education. Linköping, Suède, septembre 2000.
4. DORÉ, S. et BASQUE, J. 1998. *Le concept d'environnement d'apprentissage informatisé*. Revue de l'éducation à distance. Vol. 13, No. 1, printemps 1998.
5. FOUREZ, G. 1994. *Alphabétisation scientifique et technique*. Bruxelles: De Boeck-Wesmaël.
6. GIARD, J. T. 1991. *Communiquer pour apprendre : étude exploratoire de la résolution de problèmes par le groupe, sur réseau micro-informatique local*. Collège de Sherbrooke, Service de la recherche et du développement.
7. GIDDINGS, M. 2001. *Résumé des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable. [http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc\\_pubs/sommaire.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/sommaire.pdf)
8. GUILBERT, L. 1996. *La démarche scientifique : fiction ou réalité?* Revue Spectre, APSQ.
9. GOUVERNEMENT DU CANADA. 2001. Critères de qualité de l'eau de consommation au Canada. [http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/critere\\_p2.htm](http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/critere_p2.htm)  
[http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc\\_pubs/sommaire.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/sommaire.pdf)
10. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2001. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. [http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/](http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/)
11. LAFORTUNE, L., S. JACOB ET D. HÉBERT. 2000. *Pour guider la métacognition*. Collection Éducation Intervention. Montréal : Presses de l'Université du Québec.
12. LAROCHELLE, M. et DÉSAUTELS, J. 1992. *Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Québec/Bruxelles: les Presses de l'Université Laval et De Boeck-Wesmaël.

13. MARGETSON, D. 2000. *Reality, value, and the future of problem-based learning*. Second international conference on PBL in higher education. Linköping, Suède, septembre 2000.
14. MARTON, P. 1996. *La dimension pédagogique des systèmes d'apprentissage multimédia interactif*. Forum de la fondation Sophia Antipolis Formation, Enseignement à distance et multimédia.
15. MEUNIER, C. 1997. *Points de vue sur le multimédia interactif en éducation*. Montréal/Toronto : Éditions Chenelière/McGraw-Hill
16. MORIN, E. 1998. *Pourquoi et comment articuler les savoirs*. Rapport du Conseil scientifique de la consultation nationale au Ministre français de l'Éducation, de la Recherche et de la Technologie. Avril 1998.
17. OUELLET, L. et GUILBERT, L. 1997. *L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste*. Association canadienne d'éducation de langue française. Volume XXV N° 1, printemps-été 1997.
18. POIRIER PROULX, L. 1997. *Cadre référentiel pour l'utilisation ou le développement de la résolution de problèmes en enseignement*. Performa collégial.
19. PAQUETTE, C. 1996. *Portrait d'une école qui a de l'avenir : des paradigmes qui influent sur la vision éducative*. Vie pédagogique no. 100, septembre-octobre 1996, p. 6-20.
20. ROBITAILLE, J. ET M. LAFLEUR. 1996. *Terre comprise. Trousse éducative pour un avenir viable*. Coédition Recyc-Québec et Centrale de l'enseignement du Québec.
21. BPR GROUPE CONSEIL ET GROUPE DE RECHERCHE EN ÉCONOMIE ET POLITIQUES AGRICOLES. 1999. *Le portrait agroenvironnemental des fermes du Québec*. Rapport présenté à l'Union des producteurs agricoles du Québec (UPA), le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. 173 p.
22. VILLENEUVE, C. 1999. *Tétraèdre d'analyse du développement durable et équitable*. <http://www.ekolac.qc.ca/fran.htm>
23. VIAU, R. 1994. *La motivation en contexte scolaire*. Éd. Renouveau pédagogique, Montréal.

---

## LISTE DES ANNEXES

Annexe I. Les pages-écrans de la phase 1 et de la phase 2

*Cette série d'annexes veut illustrer quelques contenus à insérer dans la programmation.*

Annexe II. Mise en situation «Couleur étrange pour un étang»

Annexe III. Index d'images

Annexe IV. Laboratoire

Annexe V. Les cinq catégories de questions en environnement

Annexe VI. Vue d'ensemble des principes de durabilité et d'équité.

Annexe VII. La grille d'analyse de conformité aux principes du développement durable et équitable

Annexe VIII. Plan d'intervention et rétroactions

Annexe IX. Messages de rétroaction de la section «Comment faire ...?» du Métascope

Annexe X. Autres références bibliographiques

---

## ANNEXE I

### LES PAGES-ÉCRANS DE LA PHASE 1 ET DE LA PHASE 2

**Note: cette annexe est rédigée pour des fins de programmation et ne constitue pas une référence spécifiquement conçue pour la lecture du rapport**

# AGROSIM

( inscription de l'élève )

Prénom, nom

Cours

Programme

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

- Nouvelle mise en situation
- Ouvrir
- Fermer
- Enregistrer
- Enregistrer sous
- Mise en page
- Imprimer
- Quitter

Fichier    Édition    Ressources    Métascope    À propos

- Annuler
- Couper
- Copier
- Coller
- Effacer
- **Rechercher**

RECHERCHER    Pollution par le fer    **Allez-y**

RÉSULTATS DE RECHERCHE POUR    Pollution par le fer

Extrait de l'énoncé	Ressource
Oxydation du fer....	Expert
Présence de fer dans...	Archives

Allez-y  
Allez-y

◀ résultats précédents    **NOUVELLE RECHERCHE**    résultats suivants ▶

X



- Archives
- Expert
- Laboratoire et critères
- Médiathèque
- Glossaire
- Autres ressources bibliographiques

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

## GLOSSAIRE

Par ordre alphabétique, liste des mots en hyperlien avec la mise en situation et les différents outils de travail (hypothèse, faits) et de recherche (archives et autres ressources).

A

B

C

D

E

F

X

IMP

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

**ARCHIVES**

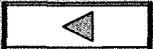
- Rubrique 1
- Rubrique 2**
- Rubrique 3
- Rubrique 4
- etc

Clic sur le titre pour ouvrir une fenêtre qui présente le **RÉSUMÉ DE LA RUBRIQUE**

Clic sur  pour accéder au texte complet de la rubrique

EXPRESSIONS EN HYPERLIENS À EXPORTER DANS L'ESPACE  
« ARGUMENTS RETENUS » DU CARNET DE NOTES SUR LE BUREAU



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Accès à un schéma dynamique présentant les étapes du processus de résolution de problème. L'élève peut explorer les 2 phases et prendre connaissances des étapes et des opérations qui y sont spécifiques.

NOTE: un repérage contextuel est disponible à partir de différents endroits sur le bureau de travail par l'icône 

Accès à une des pages-écrans de «Me situer» dans le Métascope:

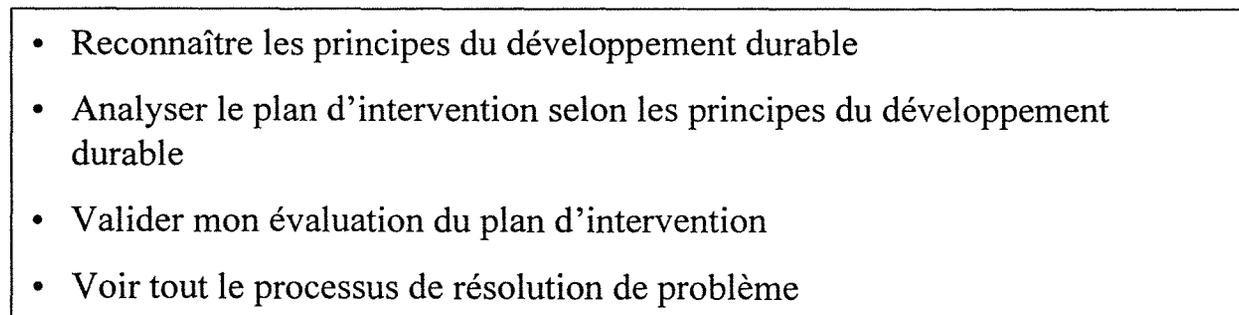
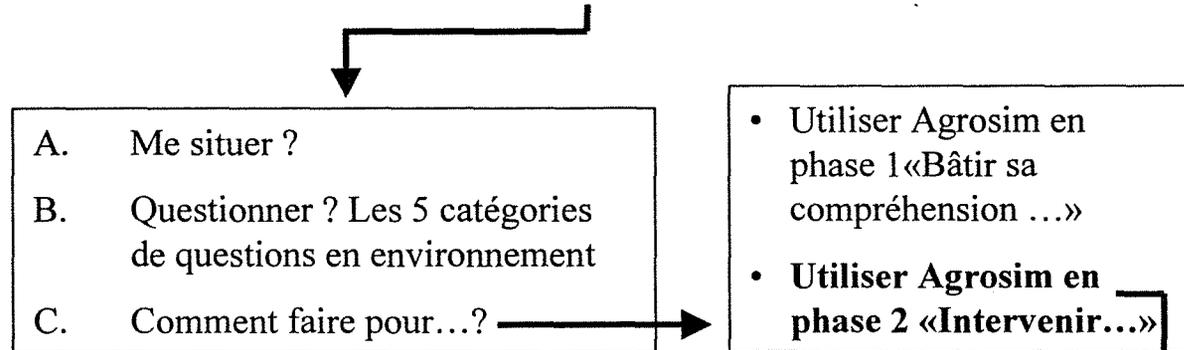
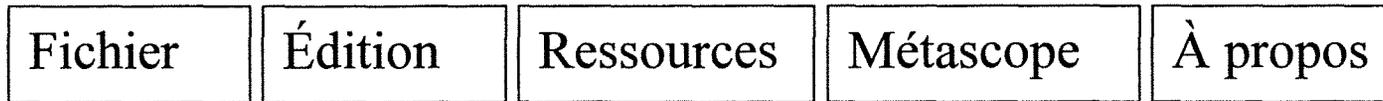
- Consigne
- Analogie du voyageur
- Questions d'amorce et/ou de réorientation de la réflexion

- A. Me situer ?
- B. Questionner ? Les 5 catégories de questions en environnement
- C. Comment faire pour...?

Accès à un répertoire de questions génériques regroupées en 5 catégories

- Utiliser Agrosim en phase 1 «Bâtir sa compréhension...»
- Utiliser Agrosim en phase 2 «Intervenir...»

- Démarrer mon analyse de la situation-problème
- Consulter le glossaire
- Choisir une hypothèse
- Identifier les faits significatifs à la base du problème**
- Rechercher des arguments à l'appui de mon hypothèse
- Valider les résultats de mon diagnostic
- Voir tout le processus de résolution de problème



**Voici le processus de résolution de problème dans lequel vous naviguez pour faire vos analyses. Chaque phase est divisée en étapes. Chaque étape comporte des opérations que vous devez exécuter de manière séquentielle et/ou itérative.**

**Cliquez sur un énoncé pour en savoir plus**

### **PHASE 1: BÂTIR SA REPRÉSENTATION DU PROBLÈME**

#### **EXPLORER LA MISE EN SITUATION**

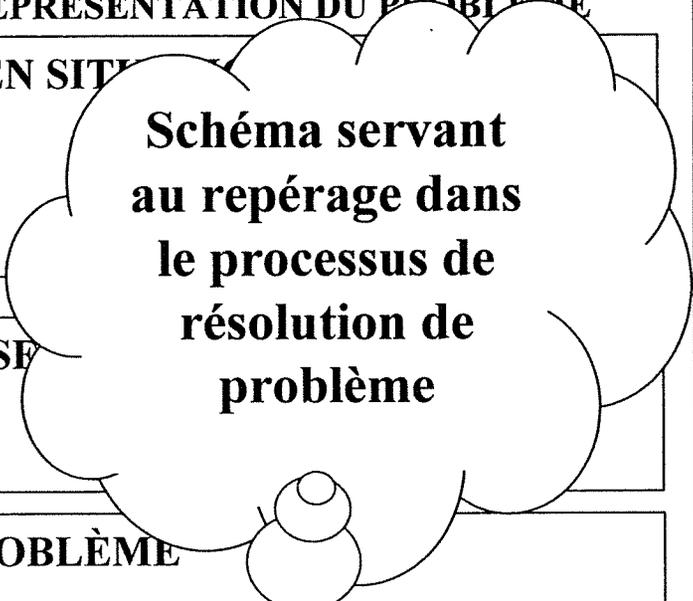
1. Lire ...
2. Identifier ...
3. Procéder à...

#### **COMPRENDRE LA MISE EN SITUATION**

4. Identifier...
5. Bâtir ...

#### **REPRÉSENTER LE PROBLÈME**

6. Identifier ...
7. Sur la base d'une hypothèse, rechercher ...
8. Construire et résumer ...
9. Valider ...



**Schéma servant au repérage dans le processus de résolution de problème**

### **PHASE 2 :INTERVENIR DE MANIÈRE COMPATIBLE AVEC LES PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉQUITABLE**

#### **ÉLABORER UN PLAN D'INTERVENTION**

10. Rechercher...
11. Formuler ...

#### **ÉVALUER LE PLAN D'INTERVENTION**

12. Vérifier...
13. Valider...

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

- À propos d'AGROSIM

**pour l'élève...**

- Objectifs d'apprentissage quant à la résolution de problèmes
- Objectifs d'apprentissages en sciences
- Démarche par essai-erreur

**pour le professeur**

- Coquille ouverte pour éditer de nouveaux contenus

# Les 5 catégories de questions en environnement<sup>1</sup>

Vous avez de la difficulté à poser vos questions? Trop de questions se bousculent dans votre esprit? Il y a 5 catégories de questions qui peuvent vous aider à organiser votre réflexion.. Vous remarquerez que certaines prépositions interrogatives sont les mêmes pour des catégories différentes. La nuance est dans l'intention derrière la catégorie de questions. Lisez attentivement la description de chaque catégorie pour bien comprendre ces différences.

Les questions  
encyclopédiques

Les questions  
de sens

Les questions  
de relation

Les questions  
de valeur

Les questions  
de solution

1. Dahlgren, M. A. et G. Öberg. 2000. Questioning to learn and learning to questions : structure and function of PBL scenarios in environmental science education. 13 p. Traduit par Claude Bourque, 2001.

Fichier

Édition

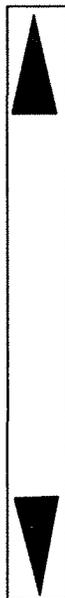
Ressources

Métascope

À propos

## Nouvelle mise en situation

Liste des mises en situation  
disponibles

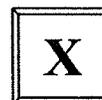


Résumé sommaire de la mise en  
situation



Nom de la mise en situation  
choisie

Ouvrir



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

### Mise en situation

- Présentation complète de la mise en situation
- Mots en hyperlien avec le glossaire

Cette section peut contenir de 5 à 8 images.

**Index d'images**

### Symptômes

Espace de travail servant à consigner des énoncés retenus comme faits ou symptômes à la base du problème

C VALIDATION



### Argumentation

Espace de travail servant à consigner des énoncés retenus à titre d'arguments à l'appui de l'hypothèse

RESSOURCES

C VALIDATION

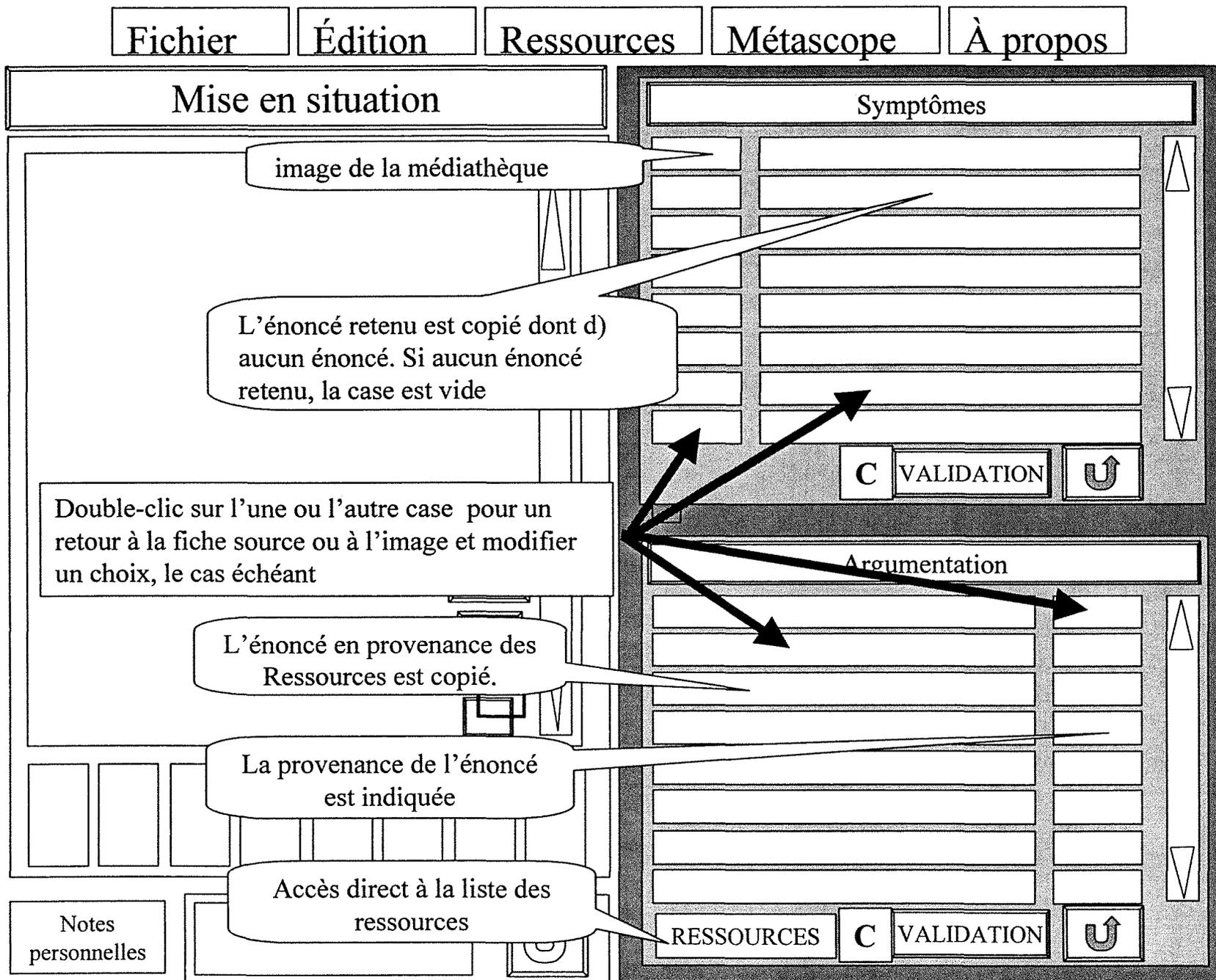


IMP

Notes  
personnelles

**Hypothèse**





Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

### Lit rouge de l'étang 1



Légende de l'image ; description factuelle du contenu de la photo.  
Description principalement visuelle.

Présentation  
de la ressource  
• Mots-clés  
hyperliens  
le glossaire

Index d'images

Notes  
personnelles

Hypothèse



RESSOURCES

C

VALIDATION



Imp

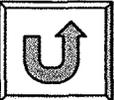
**Choix de l'hypothèse**

Indiquez le choix de votre hypothèse choix en cliquant sur un énoncé

Hypothèse numéro 1

[Empty list of hypothesis options]

L'éditeur Agrosim permet au professeur de rédiger les énoncés et de les exporter dans l'espace «Hypothèse» sur le bureau de travail de l'élève

Hypothèse 

Bouton sur lequel cliquer pour signifier un choix, ce qui inscrit l'énoncé dans l'espace «Hypothèse» sur le bureau

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

Présentation complète

de la mise en

•Mots en

hyperlien av

le glossaire

GLISSER-DÉPOSER

rouge de l'étang 1

a) Énoncé...

b) énoncé...

c) énoncé...

d) Aucun des énoncés ci-dessus

L'énoncé choisi est copié dans la section « Symptômes »

Ind



Zoom dans les images

Édition des énoncés a) b) et c) selon la typologie définie dans l'éditeur Agrosim

Notes personnelles

Mise en situation

Présentation de la mise en situation

- Mots en lien
- hyperliens
- le glossaire

Notes personnelles

Hypothèse

Symptômes


C VALIDATION U

Argumentation


RESSOURCES C VALIDATION U

• Archives

• Expert

• Laboratoire et Critères

• Médiathèque

• Glossaire

• Autres ressources bibliographiques

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

ARCHIVES

Présence  
de la  
•Mot  
hyper  
le gl

- Rubrique 1
- Rubrique 2
- Rubrique 3
- Rubrique 4
- etc

Clic sur un titre pour ouvrir une fenêtre qui présente le RÉSUMÉ DE LA RUBRIQUE

Clic sur  pour accéder au texte complet de la rubrique

EXPRESSIONS EN HYPERLIENS À EXPORTER DANS L'ESPACE « ARGUMENTS RETENUS » DU CARNET DE NOTES SUR LE BUREAU

X



?



Index d'images

Notes personnelles

Hypothèse



RESSOURCES

C

VALIDATION



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

ARCHIVES

TITRE DE LA RUBRIQUE SAISIE DANS LA TABLE DES MATIÈRES

Cliquer sur une expression en hyperlien et la glisser-déposer dans l'espace «ARGUMENTATION» du bureau

EXPRESSIONS EN HYPERLIENS À EXPORTER DANS L'ESPACE « ARGUMENTS » DU CARNET DE NOTES SUR LE BUREAU

Index d'images

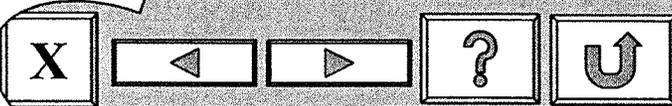
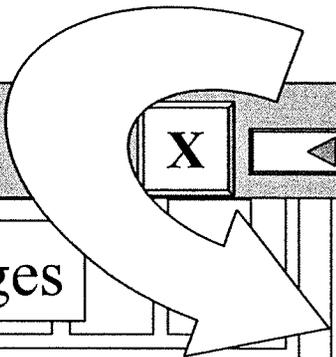
Notes  
personnelles

Hypothèse

RESSOURCES

C

VALIDATION



Mise en situation Symptômes

### GLOSSAIRE

Par ordre alphabétique, liste des mots en hyperlien avec la mise en situation et les différents outils de travail (hypothèse, faits) et de recherche (archives et autres ressources).

•Mots hyperle glo

A  
B  
C  
D  
E  
F

IMP

Notes personnelles

Hypothèse

RESSOURCES C VALIDATION

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

## EXPERT



Liste des questions prédéfinies abordées par l'expert

Cliquer un énoncé de la liste pour accéder à une question spécifique

Cliquer sur une expression en hyperlien et la glisser-déposer dans l'espace «ARGUMENTATION» du carnet de notes sur le bureau

X



?



Notes personnelles

Hypothèse



VALIDATION



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

## MÉDIATHÈQUE

- Sujet 1
- Sujet 2
- Sujet 3
- Sujet 4
- Sujet 5

1. Clic sur le titre pour ouvrir une fenêtre qui présente le **RÉSUMÉ DE LA RUBRIQUE**
2. Clic sur  pour accéder au texte complet de la rubrique
3. Expression en hyperlien à exporter dans l'espace «ARGUMENTATION »

Présentation  
de la rubrique  
•Mots-clés  
hyperliens  
le glossaire

Index d'images

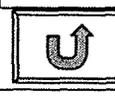
Notes  
personnelles

Hypothèse



RESSOURCES

VALIDATION



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

### AUTRES RESSOURCES

Liste de quelques (1-2) références bibliographiques avec cote de la bibliothèque

Liste de quelques (1-2) sites Internet

Présentation  
de la maladie  
• Mots-clés  
hyperlien  
le glossaire

X



?



Index d'images

Notes  
personnelles

Hypothèse



RESSOURCES

C

VALIDATION



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

Symptômes

## ESPACE LABORATOIRE-CRITÈRES

Le laboratoire Agrosim donne accès à plusieurs dizaines de paramètres regroupés en deux catégories d'analyse. De la même manière qu'un voyageur n'achète pas toutes les destinations possibles dans un catalogue, vous devez faire des choix.

Cliquez sur votre choix et suivez les procédures subséquentes pour choisir les paramètres dont vous désirez les résultats.

Présenter  
de la r  
•Mots

En plaçant la souris sur une case, une fenêtre s'ouvre et donne accès au niveau suivant

Pollution

Inventaire  
biotique

Accès aux résultats  
d'analyse ▶

Accès aux résultats  
d'inventaire ▶

X



?



Index d'images

Notes  
personnelles

Hypothèse



RESSOURCES

C

VALIDATION



## BORDEREAU D'ANALYSE POUR CARACTÉRISER UN ÉCOSYSTÈME

1) Échantillon		2) Type de caractérisation	
<input type="checkbox"/>	Sol	Caractérisation des agents biologiques	Bactéries ✓ Virus ✓ Protozoaires ✓ Phytoplancton ✓
<input checked="" type="checkbox"/>	Sédiment	Caractérisation des agents organiques	Huiles et graisses ✓ Pesticides ✓ Composés organiques volatils (COV) ✓ Biphényles polychlorés (BPC) ✓ Composés phénoliques ✓
<input type="checkbox"/>	Eau potable	Caractérisation des agents inorganiques	Métaux ✓ Nutriments ✓ Radionucléides ✓
<input type="checkbox"/>	Eau souterraine	Autres caractérisations physico-chimiques	
<input checked="" type="checkbox"/>	Eau de surface		
<input type="checkbox"/>	Déchet liquide		
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

- 1) Cliquer pour choisir le type d'échantillon dont on désire les résultats de caractérisation. En faisant un choix, la partie 2 du tableau (type de caractérisation) est activée.
- 2) Placer la souris sur un type de caractérisation pour ouvrir un menu déroulant des agents correspondants (la flèche associe la fenêtre à ouvrir).
- 3) Cliquer sur la famille de paramètres dont on veut les résultats: un crochet s'affiche automatiquement. En double cliquant sur le titre de la famille de paramètres, on ouvre une fenêtre qui montre la liste des paramètres correspondants.
- 4) Finalement, cliquer sur l'icône pour accéder à la page-écran affichant les résultats demandés.

Affichage des choix de l'élève selon les items sélectionnés dans l'écran précédent. Au plus, il devrait y avoir 8 items.

Ce bouton génère automatiquement les normes pour les résultats affichés dans le tableau. Les dépassements sont en couleur et peuvent être glissés-déposés à la section **Argumentation** du carnet de notes. S'il n'y a pas de résultat, alors le bouton n'est pas actif

## Résultats des analyses de laboratoire

Échantillon (s)	Paramètres	Unité	Site de prélèvement des échantillons (le nombre peut varier de 1 à 10)					Critère applicable
			1	2	3	4	5	
Sol								
Sédiments								
Eau potable								
Eau souterraine								
Eau de surface								
Déchet liquide								
Effluent								
Autre								
<b>Bactéries</b>								
	Coliformes Fécaux Totaux	col/ 100 ml	18	nd	9	63	nd	
	(E. coli)						n/d	
	Chlorophylle	mg/l	25,9	nd	0,03	nd	0,01	
	Chlorophylle	mg/l	25,9	nd	0,03	nd	0,01	
	(E. coli)	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	
	Chlorophylle	mg/l	25,9	nd	0,03	nd	0,01	

Le site échantillonné est en hyperlien avec une carte

Cliquer sur une expression en hyperlien et la glisser-déposer dans l'espace «**ARGUMENTATION**» sur le bureau: le résultat exporté est traduit en un message explicite de dépassement du critère pour le paramètre désigné.

Les résultats issus de la requête de caractérisation sont affichés pour la ou les catégories choisies et ce, pour tous les paramètres de chacune des catégories. L'affichage des résultats des autres caractérisations (polluants organiques, polluants inorganiques et autres caractérisations physico-chimiques) se fait en cliquant sur l'onglet correspondant.

## Inventaire biotique

Échantillon (s)	Taxon et espèce	Site de prélèvement des échantillons (le nombre peut varier de 1 à 10)					Critère applicable
		1	2	3	4	5	
Sol Sédiments Eau potable Eau souterraine Eau de surface Déchet liquide Effluent Autre	<b>Mollusques</b>						
Inventaire 1	Gastropoda	18	nd	9	63	nd	▲
Inventaire 2	•Phys	Cliquer sur une remarque en hyperlien et la glisser-déposer dans l'espace «ARGUMENTATION» sur le bureau. <i>Le résultat exporté est traduit en un message explicite de déséquilibre écosystémique pour le paramètre désigné.</i>					▼
Inventaire 3	Annel						
	Tubi						
	Anélides						▼

Les résultats issus de la requête de l'inventaire biotique sont affichés pour la ou les catégories choisies. L'affichage des résultats des autres inventaires se fait en cliquant sur l'onglet correspondant.

Les remarques de la page-écran «Résultats des analyses de laboratoire» s'appliquent à la présente page-écran

Fichier

Édition

Ressources

Métascope

À propos

Mise en situation

En cliquant sur l'un ou l'autre des boutons « VALIDATION », l'élève reçoit un message diagnostic qu'il peut lire. Il peut déplacer la fenêtre de message ou la fermer. Sur le bureau, sont alors mis en couleurs (rouge ou vert) les énoncés qui sont bons (vert) ou mauvais (rouge).

Pour corriger ses énoncés, l'élève peut simplement les glisser à la corbeille « C » ou bien cliquer sur l'énoncé à corriger, puis le remplacer par un autre de son choix.

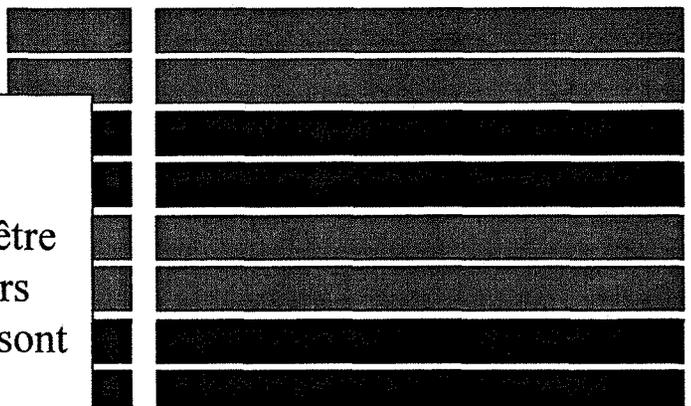
Il peut procéder de cette façon jusqu'à ce que tous les énoncés soient bons (vert).

Index d'images

Notes  
personnelles



Symptômes

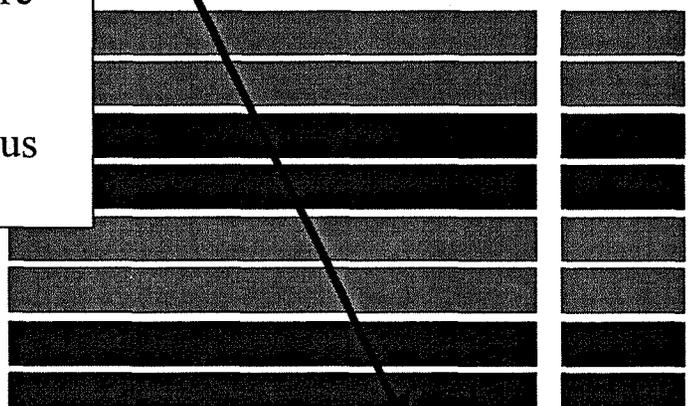


C

VALIDATION



Argumentation



RESSOURCES

C

VALIDATION



Fichier

Édition

Ressources

Métascope

A propos

Mise en situation

Symptômes

## DIAGNOSTIC DE VALIDATION

Message de rétroaction qui résume les choix de l'élève et qui suggère des pistes à suivre afin de compléter correctement l'analyse de la mise en situation ou qui autorise l'accès à la phase 2 dans le cas d'une analyse dûment validée.

X

PHASE 2

?

U

N  
personnelles

Hypothèse

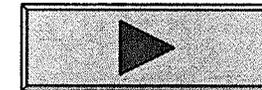
# PHASE 2

[Fichier](#)[Édition](#)[Ressources](#)[Métascope](#)[À propos](#)

Vous savez maintenant que le fer est la cause du problème et que ce fer résulte, du moins en partie, de résidus ferreux en décomposition dans le sol. Vous connaissez aussi la réaction chimique en cause et les processus impliqués pour expliquer la coloration orangée. Cliquez ici pour revoir le schéma synthèse du diagnostic de la phase 1.

Rappelons que la vocation attendue du site est celle d'un «parc» où il fait bon marcher et observer la faune et la flore des étangs; la municipalité, mi-urbaine, mi-rurale, comporte environ 18 000 habitants; le budget de restauration est limité. Comment intervenir pour éliminer ou tout au moins pour contrôler ce problème de couleur? On vous propose différentes interventions et on vous demande d'en évaluer chaque élément. Votre grille d'évaluation est celle du développement durable et équitable. Elle comporte 4 pôles d'analyse (écologique, économique, social et éthique) et une échelle de 1 à 4.

CLIQUER ICI POUR COMMENCER  
L'ÉVALUATION



ÉVALUATION DE LA CONFORMITÉ DES INTERVENTIONS AVEC LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

RESSOURCES

VUE D'ENSEMBLE DES PRINCIPES DE DURABILITE ET D'ÉQUITÉ

- Pôle écologique
- Pôle économique
- Pôle social
- Pôle éthique

Notation ⓘ

--	--	--	--

⬆ VALIDATION

Liste des 10 interventions à évaluer avec bouton à cliquer pour activer le choix, c'est-à-dire exporter le titre et la description de l'intervention dans leurs espaces respectifs

Cliquer sur le bouton pour accéder à la ressource

Excavation de la zone contaminée

Excaver la zone contaminée au coût global de 2M\$ incluant consolidation des pentes et réparation aux bâtiments. Aux frais de la Municipalité, cette intervention crée une contribution de 40% du compte de la Municipalité

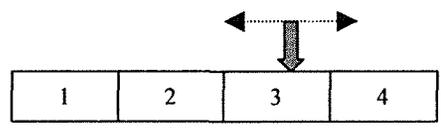
PERFORMANCE

- Titre 1
- Titre 2
- ...
- Titre 10

% de réussite évoluant en fonction des essais

Le titre suivant est activé par la fermeture du message de rétroaction

L'échelle de notation varie de 1 à 4: placez la **souris sur la case grise dans la zone de notation** pour activer le curseur ci-dessous et cliquez sur la flèche pour la saisir. Déplacez-la vis-à-vis la valeur désirée et relâchez le bouton pour inscrire la valeur dans la case grise



**Valeur**

**Degré de respect des principes du développement durable et équitable**

- 1      très peu respectueux
- 2      un peu respectueux
- 3      assez respectueux
- 4      très respectueux

VUE D'ENSEMBLE DES PRINCIPES DE DURABILITÉ ET D'ÉQUITÉ

- Pôle écologique
- Pôle économique
- Pôle social
- Pôle éthique

Notation des pôles

VALIDATION

Pour activer le bouton «Validation», vous devez noter le pôle en grisé.

---

## ANNEXE II

### MISE EN SITUATION «Couleur étrange pour un étang»

Note : les termes grisés sont des hyperliens avec le glossaire.

Le site du Jardin des sources porte les cicatrices d'une ancienne carrière de **moraine** des années '30. L'excavation ayant atteint le niveau de la **nappe phréatique**, l'exploitation de la carrière a donné naissance à une série de trois petits étangs reliés entre eux par un **ru**



Ces étangs se situent dans un micro **bassin versant**, en plein territoire urbain, dont le **biotope** riverain montre une **succession** passant graduellement du champ en **triche** à un jeune couvert forestier. La rareté de zones humides naturelles expliquent l'intérêt de la Ville pour la mise en valeur du Jardin des sources.

Il y a quelques années, la Ville a entrepris un nettoyage du fond et des berges des deux premiers étangs afin de rendre le site compatible à son utilisation prévue de parc à vocation écologique. En 1996, l'étang 1, le plus en amont, a été vidé, **dragué** et nettoyé de ses plus gros débris.





Le nettoyage de l'étang 2 eut lieu l'été suivant. De plus, des sentiers recouverts de copeaux ont été aménagés le long des berges et un enrochement a créé une cascade entre les deux premiers étangs. Immédiatement après le nettoyage, les étangs présentaient une eau claire.

Cependant il n'a suffi que de quelques années pour que l'étang 1 ne révèle à nouveau des caractéristiques **limnologiques** déplaisantes : odeurs désagréables, amas de débris végétaux flottant à la surface , végétation aquatique envahissante au fond des étangs, coloration orangée du fond du premier étang, eau **turbide**.



Des débris végétaux flottants sont même observés plus en aval, dans l'effluent de l'étang 2, jusqu'au 3<sup>ème</sup> lac.

Votre perplexité est à son comble. Comment de si petits étangs, alimentés par la nappe phréatique, peuvent-ils être à ce point endommagés? Tous ces symptômes créent une situation fort étrange, complexe.

Vous décidez alors d'enquêter sur un seul aspect de la situation à la fois. Vous traiterez les autres aspects dans une autre enquête. La couleur orangée devient votre première

cible. Vous êtes, en effet, convaincu que toute intervention pour restaurer le site du Jardin des sources doit s'attaquer à ce symptôme. Vous savez aussi que vous devez proposer des solutions ou des mesures qui devront tenir compte des cause(s) et processus impliqués. Vous êtes conscient que, sur la base d'une bonne compréhension des interactions environnementales, vous devez intervenir, de manière **étiologique** et non pas **symptomatique**. De plus, en respect avec les principes du développement durable, vous souhaitez que votre plan d'intervention soit pourvu d'éléments préventifs et curatifs.

Bonne enquête.

## ANNEXE III

### INDEX D'IMAGES

L'éditeur de cet index comporte sept éléments d'images. Chaque élément peut contenir une ou plusieurs images (schéma, diapositive ou court extrait vidéo) accompagnées de trois énoncés (cette valeur est fixe mais un quatrième énoncé «*aucun de ces choix*» apparaît par défaut dans le menu déroulant). L'éditeur permet d'exporter cinq à huit éléments d'images et leur menu déroulant de trois énoncés chacun. De plus, le professeur-éditeur doit fixer la valeur du nombre d'énoncés T1 (dans la typologie ci-dessous) que l'élève doit consigner dans l'espace «*Symptômes*». Cette valeur peut varier : trois, quatre ou cinq.

Le deuxième tableau est un répertoire des photos disponibles pour illustrer le cas problème. Ce répertoire permet de trier les photos en fonction de plusieurs scénarios.

L'édition des énoncés obéit à la typologie suivante : T1 est un énoncé traduisant un fait observé pertinent à la compréhension du problème; T2 est un énoncé confondant ayant rapport à l'aspect enquêté ne traduisant pas un fait observé, mais une hypothèse, une opinion, une impression, une demi-vérité, une interprétation ou une intention d'intervention; T3 est un énoncé confondant n'ayant pas rapport à l'aspect enquêté .

N.B. L'index d'images est construit pour un seul scénario à la fois et ce, pour en faciliter l'édition. Ainsi, pour un cas problème qu'un professeur voudrait traiter en plusieurs scénarios complémentaires, les photos et/ou les énoncés pourront être copiés-collés dans l'éditeur de la photovidéothèque du nouveau scénario.

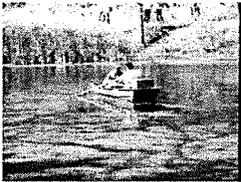
Notes pour la programmation : En gras : les bonnes réponses; en italique, la justification typologique qui n'est pas exportée dans le logiciel); en grisé, hyperlien vers le glossaire; les éléments sont en hyperlien avec la carte (médiathèque)

Éléments	Image et source	Énoncé a	Énoncé b	Énoncé c
1	 F1. images pour Agrosim\lit rouge.BMP  F2.  Dscn1563.jpg	<b>S1. Le fond de l'étang présente une coloration orangée.</b> <i>(T1)</i>	Les déchets se décomposent et produisent la couleur orangée. <i>(T2 Pas un fait. Hypothèse).</i>	Un échantillon d'eau devrait être analysé pour en déterminer la <b>conductivité</b> <i>(T2).</i>

Éléments	Image et source	Énoncé a	Énoncé b	Énoncé c
2	<p><b>Séquence de photos (zooms)</b></p> <p><b>Photo 2.</b>    Dscn1555.jpg</p> <p><b>Photo 3.</b>    Dscn1558.jpg</p> <p><b>Photo 4.</b>    Dscn1556.jpg</p> <p><b>Photo 5.</b>    Dscn1557.jpg</p> <p><b>Photo 6.</b>    Dscn1559.jpg</p>	<p>Un mucus rougeâtre semble recouvrir les cailloux du lit de l'effluent 1. (T2)</p>	<p><b>S2. Les cailloux, sur lesquels l'eau de l'effluent 1 (L1-effluent)<sup>1</sup> s'écoule, sont orangés. (T1)</b></p>	<p>L'enrochement crée une cascade servant à oxygéner l'eau. (T3)</p>
3	<p><b>Photo 7.</b>    Dscn1584.jpg</p>	<p>Un mucus rougeâtre semble recouvrir les cailloux du lit de l'effluent 2. (T2)</p>	<p>Les cailloux, sur lesquels l'eau de l'effluent 2 (L2-effluent)<sup>2</sup> s'écoule, sont orangés. (T2, Faux)</p>	<p>Il semble y avoir un déficit d'oxygène dans cette eau brouillée (hypothèse et T3)</p>
4	<p><b>Photo 8.</b>    Dscn1574.jpg</p> <p>et son zoom    Dscn1563.jpg</p>	<p><b>S3. Des débris de couleur rougeâtre flottent à la surface de la zone filtrante de l'étang 1 (T1)</b></p>	<p>La végétation se décompose mal et des colonies de bactéries rougeâtres se développent (T2 Hypothèse)</p>	<p>Les quenouilles envahissent l'étang (T2 Interprétation-généralisation)</p>

<sup>1</sup> Voir la carte pour localiser les observations

<sup>2</sup> Voir la carte pour localiser les observations

Éléments	Image et source	Énoncé a	Énoncé b	Énoncé c
5	<p>Photo 9.</p>  <p>Dscn1584.jpg</p>	<p>L'action bactérienne s'observe à la source affleurante (T2) <i>Interprétation-généralisation</i></p>	<p><b>S4. Le lit de la source affleurante (L1-source) est orangé. (T1)</b></p>	<p>La source affleurante est contaminée par des huiles et graisses (T3) <i>Interprétation</i></p>
6	<p>Photo 10.</p>  <p>Photo 11.</p>  <p>Photo 12.</p>  <p>Photo 13.</p>  <p>Dscn1573.jpg</p>	<p>Des amas de végétation flottent à la surface. <i>(T3 non pertinent)</i></p>	<p>Ailleurs, sur le lit des étangs, la couleur rougeâtre est beaucoup moins prononcée (T3)</p>	<p>La couleur rougeâtre est masquée par la végétation envahissante T2 <i>(T3)</i></p>
7	<p>Photo 14.</p> 	<p><b>S5. De tels résidus ferreux s'oxydent (<math>Fe^{++}</math>) dans l'eau. (T1)</b></p>	<p>L'oxydation du fer dans l'eau doit créer un déficit en oxygène. <i>(Hypothèse)</i></p>	<p>La DCO et la DBO devraient être mesurés pour savoir dans quelle mesure l'activité biologique et l'activité chimique consomment de l'oxygène dans l'eau <i>(action pour vérifier une hypothèse, T2)</i></p>

## ANNEXE IV

### LABORATOIRE ET CRITÈRES

Modèle d'affichage des résultats des analyses de laboratoire et des critères de qualité applicables suite aux requêtes de l'élève quant à des paramètres et à des échantillons spécifiques.

Exemple : Caractéristiques principales de l'eau et des sédiments des étangs du Jardin des sources.

*N.B. Le contenu est incomplet.*

ÉCHANTILLON								
<input type="checkbox"/> Sol		<input checked="" type="checkbox"/> Sédiments		<input checked="" type="checkbox"/> Eau de surface		<input type="checkbox"/> Eau potable		
<input type="checkbox"/> Eau souterraine		<input type="checkbox"/> Déchet liquide		<input type="checkbox"/> Effluent		<input type="checkbox"/> Autre _____		
Paramètres	Unité	Site de prélèvement des échantillons (Le nombre peut varier de 1 à 10.)						Critère applicable
		1	2	3	4	5	6	
Référence particulière (année d'échantillonnage)		99	97	99	97	99	97	
<b>I. Caractérisation des agents biologiques</b>								
<b>1.1. Bactéries</b>								
Escherichia coli (E. coli)	colonies/ 100 ml	18	nd	9	nd	63	nd	
Campylobacter (C. jejuni)	Col./100ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Coliformes fécaux totaux	Col./100ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Pseudomonas (P. aeruginosa)	Col./100ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Salmonella (S. typhi)	Col./100ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Shigella	Col./100ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Staphylococcus (S. aureus)	Col./100ml	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
<b>1.2. Virus</b>								
Hépatite A		nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>1.3. Protozoaires</b>								
Giardia	Nd note 1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Cryptosporidium	Nd note 1							
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>1.4. Phytoplancton</b>								
Chlorophylle	mg/l	25,9	nd	0,03	nd	0,01	nd	
Cyanophycées (toxines)	nd							
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								

ÉCHANTILLON								
<input type="checkbox"/> Sol <input checked="" type="checkbox"/> Sédiments <input checked="" type="checkbox"/> Eau de surface <input type="checkbox"/> Eau potable <input type="checkbox"/> Eau souterraine <input type="checkbox"/> Déchet liquide <input type="checkbox"/> Effluent <input type="checkbox"/> Autre _____								
Paramètres	Unité	Site de prélèvement des échantillons (Le nombre peut varier de 1 à 10.)						Critère applicable
		1	2	3	4	5	6	
<b>2. Caractérisation des agents inorganiques</b>								
<b>2.1. Métaux</b>								
Argent								
Arsenic								
Cadmium								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>2.2. Nutriments</b>								
Phosphore (total en P)								
Azote ammoniacal (en N)								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>2.3. Radionucléides</b>								
Plomb 210								
Radium 224								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>3. Caractérisation des agents organiques</b>								
<b>3.1. Huiles et graisses</b>								
Huiles et graisses totales								
Huiles et graisses minérales (Hydrocarbures pétroliers C10-C50)								
<b>3.2. Pesticides (herbicides, fongicides, insecticides)</b>								
Glyphosate								
Atrazine								
2,4-DB								
Organophosphates								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>3.3. Composés organiques volatils (COV)</b>								
<b>3.3.1. Trihalométhanes (THM)</b>								
Chloroforme								
Bromodichlorométhane								
Bromoforme								
<b>3.3.2. Hydrocarbures monocycliques aromatiques (HMA)</b>								
Benzène								
Toluène								
Éthylbenzène								
Xylène								
Chlorobenzène								

ÉCHANTILLON								
<input type="checkbox"/> Sol <input checked="" type="checkbox"/> Sédiments <input checked="" type="checkbox"/> Eau de surface <input type="checkbox"/> Eau potable <input type="checkbox"/> Eau souterraine <input type="checkbox"/> Déchet liquide <input type="checkbox"/> Effluent <input type="checkbox"/> Autre _____								
Paramètres	Unité	Site de prélèvement des échantillons (Le nombre peut varier de 1 à 10.)						Critère applicable
		1	2	3	4	5	6	
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>3.3.3. Hydrocarbures halogénés (HH)</b>								
Hydrocarbures halogénés totaux								
<b>3.3.4. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>								
Naphtalène								
Acénaphène								
Aroclor 1016								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>3.3.5. Hydrocarbures pétroliers</b>								
Hydrocarbures pétroliers C10-C50								
Hydrocarbures pétroliers totaux (HPT)								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								
<b>3.4. Biphényles polychlorés (BPC)</b>								
Aroclor 1016								
Aroclor 1242								
Décachlorobiphényle								
<b>3.5. Composés phénoliques</b>								
<b>4. Autres caractérisations physico-chimiques</b>								
Acidité (pH)								
Alcalinité								
Conductivité								
Couleur								
Demande biologique en oxygène (DBO)								
Demande chimique en oxygène (DCO)								
Dureté totale								
Oxygène dissous								
Potentiel d'oxydo-réduction								
Solides en suspension (SS) et SSV, ST, STV, et SD.								
Turbidité								
Température								
Voir Note 1 pour les autres paramètres.								

**Note 1 : Listes complètes des paramètres.**

- Eau potable [http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc\\_pubs/sommaire.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/dpc_pubs/sommaire.pdf)
- Eau de surface et sédiments : [http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/critere\\_p2.htm](http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/critere_p2.htm)
- Pour en savoir plus : <http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/catalogue/generale/97dhm215/eau.pdf>
- Symboles et abréviations : [http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/abreviations.htm](http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/abreviations.htm)

## ÉCHANTILLONS D'AIR

Paramètres	Unité	Site de prélèvement des échantillons (Le nombre peut varier de 1 à 10.)						Critère applicable
		1	2	3	4	5	6	
<b>Référence particulière (année d'échantillonnage)</b>								
<b>Taille des matières particulaires ambiantes. (MPA) (Particules inhalables)</b>	Microns							<b>Toxicité si 10 microns ou moins.</b>
<b>MPA<sub>10</sub></b>								
Fer								
Calcium								
Silicone								
Sodium								
Chlorure								
Aluminium								
<b>MPA<sub>2,5</sub></b>								
Sulfate								
Nitrate								
Ammonium								
Plomb								
Cadmium								
<b>Gaz précurseurs des MPA<sub>2,5</sub></b>								
Bioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )								
Bioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> et NO <sub>x</sub> )								
Composés organiques volatils (COV)								
Ammonium								
<b>Composés organiques volatils (COV)</b>								
Équivalent du CO <sub>2</sub>								
Dioxines								
Furannes								
<b>Trihalométhanes (THM)</b>								
Chloroforme								
Bromodichlorométhane								
Bromoforme								
<b>Hydrocarbures monocycliques aromatiques (HMA)</b>								
Benzène								
Toluène								
Éthylbenzène								
Xylène								
Chlorobenzène								

Paramètres	Unité	Site de prélèvement des échantillons (Le nombre peut varier de 1 à 10.)						Critère applicable
		1	2	3	4	5	6	
Voir <i>Note 2</i> pour les autres paramètres								
<b>Hydrocarbures halogénés (HH)</b>								
Hydrocarbures halogénés totaux								
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>								
Naphtalène								
Acénaphène								
Aroclor 1016								
Voir <i>Note 2</i> pour les autres paramètres.								
<b>Hydrocarbures pétroliers</b>								
Hydrocarbures pétroliers C10-C50								
Hydrocarbures pétroliers totaux (HPT)								
Voir <i>Note 2</i> pour les autres paramètres								

**Note 2 : Pour en savoir plus.**

- [www.cum.qc.ca](http://www.cum.qc.ca)
- [www.santepub-mtl.qc.ca](http://www.santepub-mtl.qc.ca)
- [www.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)
- [www.alap.qc.ca](http://www.alap.qc.ca)

---

## ANNEXE V

### LES CINQ CATÉGORIES DE QUESTIONS EN ENVIRONNEMENT

#### 1. QUESTIONS ENCYCLOPÉDIQUES

Ces questions sont formulées de telle manière que l'élève s'attend à une réponse sans équivoque et relativement simple. Dans son énoncé, l'élève mentionne de façon explicite le phénomène ou le terme ambigu. Les questions de cette catégorie sont des questions unidimensionnelles, en ce sens qu'elles n'interpellent qu'un seul aspect, celui-ci étant souvent de nature quantitative. L'élève attend une réponse brute; il n'attend pas une réponse approfondie faisant de quelconques liens avec d'autres considérations. Souvent, la réponse attendue est «oui» ou «non». Typiquement, la question est énoncée avec «Qui?», «Quoi?», «Lequel?», «Où?». Voici quelques exemples de ce type de questions :

- Depuis combien de temps l'agence de protection de l'environnement existe-t-elle?
- Combien de pollution produisons-nous?
- Quels sont les critères pour qualifier un pays de pays en voie de développement?
- Qui contrôle la certification des produits biologiques?
- Est-ce que les terres arables et les terres cultivées sont la même chose?
- Quelles sources d'énergie ont été utilisées au cours des derniers siècles?

#### 2. QUESTIONS D'ANALYSE DE SENS

Dans cette catégorie, l'élève révèle qu'il attend une réponse qui va plus loin que la définition du dictionnaire ou de l'encyclopédie. Sa question montre qu'il s'intéresse à la «face cachée» du concept ou du terme. Il cherche à en comprendre la structure, le sens. L'énoncé se caractérise souvent par une mise en relation entre les termes de la question, ce qui dénote une attente quant à la compréhension de la problématique. L'élève questionne avec les expressions «Que veut dire?», «Pourquoi?», «Qu'est-ce que?» :

- Que veut dire l'expression «mort naturelle»?
- Quand nous définissons le terme «écologique», à quels problèmes faisons-nous allusion?
- Pourquoi nos modes de transport sont-ils ce qu'ils sont?
- Qu'est-ce que le développement? À qui est-il destiné?

### 3. QUESTIONS D'ANALYSE RELATIONNELLE

Dans cette catégorie, l'élève questionne les causes ou les conséquences d'un phénomène donné. La question implique plusieurs aspects et les relations entre ces aspects. Les questions de cette catégorie abordent des contextes complexes souvent à plusieurs dimensions. L'élève cherche à comprendre évidemment les causes, mais aussi les influences, les conséquences, le «pourquoi derrière le pourquoi» :

- Quels sont les effets de l'urbanisation?
- En quoi nos modes d'aménagements paysagers ont-ils des effets sur la biodiversité?
- Quels instruments politiques ont façonné l'actuelle agriculture québécoise?
- D'un point de vue agroalimentaire et d'un point de vue individuel, quelles sont les conséquences de nos modes de transport?
- Pour le Québec, quelles sont les conséquences environnementales de l'adhésion à l'ALÉNA (accord de libre échange nord-américain)?
- Quelles conditions sont requises pour que le développement soit qualifié de durable et équitable?

***N.B. «Quel?» en version encyclopédique ou en version relationnelle? C'est l'intention qui appelle la nuance.***

### 4. QUESTIONS D'ANALYSE DE VALEUR

Ces questions sont de nature comparative. Leur but est d'évaluer les conséquences environnementales en des termes de «*meilleur*» ou de «*pire*». Même si l'élève réfère à des normes pour baser son jugement, il est clair que l'élève ne cherche pas la norme définitive. Les énoncés des élèves semblent montrer que ceux-ci cherchent des réponses pouvant les aider à développer leur propres valeurs de référence personnelle, leur point de vue «*justifié*». Il arrive que ces questions aillent au-delà du cours en abordant les dimensions existentielles du questionnement. Typiquement, une syntaxe d'analyse de valeurs s'identifie par des expressions comme «*qu'est-ce qui est bon?*», «*qu'est-ce qui est mauvais?*» :

- Quels modes de transport sont les meilleurs pour l'environnement?
- Quelles sources d'énergie sont les meilleures pour l'avenir?
- Est-ce que les activités des pays développés bénéficient aux pays en voie de développement?
- Quelle culture offre les meilleures perspectives d'un développement durable et équitable?

## 5. QUESTIONS POUR TROUVER DES SOLUTIONS

À ce niveau, la question dénote une attention plus globale, axée principalement sur la gestion des ressources naturelles ou environnementales. La question ne vise plus des éléments restreints, mais des aspects complémentaires pour dégager une vue d'ensemble et une solution concrète. Dans sa question, l'élève emploie des verbes comme «faire», «diminuer», «changer», «distribuer» :

- Que pouvons-nous faire avec le problème des phoques?
- Que pouvons-nous faire pour réduire la circulation automobile?
- Comment pouvons-nous modifier nos comportements pour aller dans le sens du développement durable et équitable?

---

## ANNEXE VI

### VUE D'ENSEMBLE DES PRINCIPES DE DURABILITÉ ET D'ÉQUITÉ

Selon le rapport Brundtland (1987), le développement durable doit répondre aux besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Pour citer un proverbe Inuit «*Nos lacs et nos rivières, on en n'hérite pas, on les emprunte à nos enfants*».

Les principes sont :

- vision et planification à long terme;
- équité inter et intra-générationnelle;
- respect de l'intégrité du milieu et de sa capacité de support;
- efficacité économique;
- principe de précaution .

Selon Claude Villeneuve<sup>3</sup>, une activité est durable si elle :

- consiste à utiliser des ressources selon des cycles viables;
- consiste à employer des sources d'énergie d'une fiabilité permanente;
- repose principalement sur le potentiel des êtres humains, c'est-à-dire leur communication, créativité, coordination, discernement et développement spirituel et intellectuel.

Par contre, une activité n'est pas durable si elle :

- exige un apport incessant de ressources épuisables;
- consiste à utiliser des ressources renouvelables plus rapidement qu'elles peuvent se régénérer;
- cause une dégradation cumulative de l'environnement;
- nécessite l'utilisation de quantités de ressources qu'on ne pourrait mettre à la disposition de tout le monde;
- donne lieu à l'extinction d'une forme de vie.

---

<sup>3</sup> Tétraèdre d'analyse de conformité aux principes du développement durable. Claude Villeneuve, [www.ekolac.qc.ca](http://www.ekolac.qc.ca)

Animé par l'esprit de la déclaration de Rio (1992)<sup>4</sup> et d'autres réflexions similaires, le ministère de l'Environnement du Québec regroupe sous douze thèmes les principes nécessaires à l'atteinte du développement durable :

- *La satisfaction des besoins essentiels des communautés humaines et l'amélioration du niveau de vie général.*

Les êtres humains sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Ils ont droit à une vie saine et productive en harmonie avec la nature. Voilà pourquoi il est nécessaire de créer les conditions permettant de satisfaire les besoins essentiels des communautés humaines et d'améliorer leur niveau de vie général. Il est donc question par ce principe, de l'exigence d'entreprendre des actions pour combattre la pauvreté, pour améliorer la qualité et l'accessibilité des services publics de santé et d'éducation, pour limiter les pressions démographiques sur l'environnement et le développement et pour permettre l'accès à des logements de qualité pour tous.

- *L'équité entre les nations et les générations.*

Les États ont le droit souverain d'exploiter leurs propres ressources. Ils ont aussi le devoir de faire en sorte que les activités exercées dans les limites de leur compétence ou sous leur contrôle ne causent pas de dommages à l'environnement sur leur territoire et dans d'autres États ou dans des zones ne relevant d'aucune compétence nationale. De plus, chacun doit s'assurer que le développement soit réalisé de façon à satisfaire les besoins des générations actuelles et futures. Ce développement doit tenir compte des impacts à long terme, des comportements et de l'ensemble des interventions des citoyens, groupes d'intérêt, entreprises, gouvernements, etc. en matière environnementale, économique et sociale.

- *L'intégration des aspects environnementaux, économiques et sociaux dans la prise de décision et la comptabilité nationale.*

Les questions environnementales ne peuvent être traitées en vase clos. Elles doivent être gérées de façon systématique et entièrement intégrées à toutes les facettes de la prise de décision par les citoyens, les entreprises et les gouvernements. Le premier pas vers le développement durable consiste en l'intégration de l'économie et de l'environnement à l'intérieur des mécanismes de prise de décision. L'intégration des décisions concernant l'environnement et l'économie doit toucher tous les aspects de l'administration publique y compris les mesures fiscales et budgétaires. Il doit y avoir mise en place de systèmes de comptabilité écologique et économique intégrés.

- *La modification des comportements, des modes de production et des habitudes de consommation vers des approches plus respectueuses de l'environnement.*

Afin de parvenir à un développement durable et à une meilleure qualité de vie pour tous les peuples, chacun doit viser à réduire et à éliminer les modes de production et de consommation non viables et à mettre au point des politiques et des stratégies en ce sens. Ce principe tend à promouvoir des modes de consommation et de production

---

<sup>4</sup> [http://www.menv.gouv.qc.ca/programmes/dev\\_dur/principe.htm](http://www.menv.gouv.qc.ca/programmes/dev_dur/principe.htm)

de nature à réduire l'agression environnementale et à répondre aux besoins essentiels de l'humanité. L'approche traditionnellement adoptée pour affronter les pénuries d'énergie et de ressources naturelles consiste à trouver de nouvelles sources d'approvisionnement. Dans une perspective de développement durable, il est préférable de promouvoir l'efficacité des procédés de fabrication et la réduction du gaspillage en favorisant le transfert vers des technologies plus respectueuses de l'environnement, ainsi que le meilleur usage des ressources et leur valorisation (réemploi, recyclage, etc.). L'expérience révèle que les entreprises qui s'appliquent à limiter le gaspillage et à prévenir la pollution peuvent retirer de multiples avantages de leurs efforts.

- *Le développement de mesures législatives efficaces en matière d'environnement et concernant la responsabilisation des pollueurs et l'indemnisation des victimes.*

Des mesures législatives efficaces en matière d'environnement doivent être promulguées. Les États doivent aussi élaborer des lois en matière de responsabilisation des pollueurs et d'indemnisation de leurs victimes. Un accès effectif du public à des actions judiciaires et administratives, notamment des réparations et des recours, doit être assuré.

- *L'accessibilité pour tous à l'information et à la prise de décision.*

La meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation de tous les citoyens concernés au niveau qui convient. Chaque individu doit avoir dûment accès aux informations relatives à l'environnement que détiennent les autorités publiques, y compris aux informations relatives aux substances et activités dangereuses dans leurs collectivités, et avoir la possibilité de participer aux processus de prise de décision. Les autorités doivent donc faciliter et encourager la sensibilisation et la participation du public en mettant les informations à sa disposition.

- *L'engagement actif et le partenariat de tous les groupes de la société - un partage des responsabilités.*

L'atteinte du développement durable exige l'engagement et la participation de tous les éléments de la société (entreprises, gouvernements, universités, organismes non gouvernementaux, autochtones, jeunes, femmes, etc.). La transition vers le développement durable sera plus facile si ces groupes choisissent de coopérer plutôt que de travailler de façon indépendante et dans des directions contradictoires. Le développement de mécanismes de concertation et la participation de tous les citoyens à la prise de décision en matière environnementale doivent être encouragés. Il faut susciter, auprès des communautés locales et du milieu régional, une prise de conscience et une appropriation du concept de développement durable et des approches favorisant l'utilisation durable des ressources, des espèces et des écosystèmes.

- *L'amélioration de la compréhension scientifique et l'encouragement à l'innovation scientifique et technologique en vue du renforcement des capacités.*

La résolution des enjeux environnementaux et une gestion éclairée doivent s'appuyer sur une solide base d'informations scientifiques et miser sur l'innovation. Chacun doit coopérer au renforcement des capacités (connaissances, ressources et possibilités de choisir) en matière de développement durable. Il faut donc améliorer, entre autres, la compréhension scientifique par des échanges de connaissances scientifiques et techniques et faciliter la mise au point, l'adaptation, la diffusion et le transfert de techniques, y compris les connaissances traditionnelles et les techniques nouvelles et novatrices. Les autorités doivent asseoir les stratégies de développement sur des bases scientifiques solides en favorisant l'échange d'information et en permettant une coordination entre les sciences physiques, économiques et sociales afin de mieux comprendre les effets des comportements économiques et sociaux sur l'environnement et ceux de la dégradation de l'environnement sur l'économie locale et mondiale.

- *La protection de l'environnement par la prévention.*

Le principe de prévention vise à minimiser et, si possible, à éliminer les rejets de substances potentiellement nocives et à promouvoir des produits et procédés moins polluants. L'évaluation des impacts environnementaux de tout projet susceptible de causer des dommages notables à l'environnement est un des instruments importants de prévention de la pollution et de prise de décision.

- *L'application systématique du principe de précaution.*

Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les États et l'ensemble des autres décideurs. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement.

- *L'application universelle du principe pollueur/utilisateur-payeur.*

Les autorités doivent s'efforcer de promouvoir l'internalisation des coûts de protection de l'environnement ainsi que l'utilisation d'instruments économiques en vertu du principe selon lequel le pollueur doit, en principe, assumer le coût de la pollution dans l'intérêt public et sans fausser le jeu du commerce international et de l'investissement. En vertu de ce principe, les utilisateurs de ressources environnementales devraient payer un juste prix pour l'utilisation de ce capital naturel. L'information sur les coûts environnementaux des actions entreprises par les secteurs public et privé devrait être entièrement accessible pour permettre au marché d'affecter efficacement les ressources. L'internalisation des coûts sociaux et environnementaux dans le prix des produits et des services constitue une bonne façon d'informer les consommateurs et de les sensibiliser à ces questions.

- *Le partenariat mondial*

Paix, développement et protection de l'environnement sont indissociables. Les États doivent coopérer afin de maintenir, protéger et restaurer l'équilibre et l'intégrité des écosystèmes. Ils doivent donc s'informer mutuellement de toute activité susceptible d'entraîner des dommages transfrontaliers. Ils doivent respecter les instruments du droit international relatifs à la protection de l'environnement et collaborer en vue de leur renforcement, et ce, même en temps de conflit armé. Ils doivent établir un nouveau partenariat afin de rendre l'économie mondiale plus efficace, plus équitable en donnant la priorité au développement durable. Pour ce faire, ils doivent mettre au point des mécanismes qui permettent des échanges scientifiques et techniques, l'abolition des barrières commerciales, l'uniformisation des normes environnementales, l'aide financière aux pays en développement, le maintien de la paix, etc. L'étroite coopération entre toutes les nations du monde est essentielle pour permettre aux pays en développement de se donner les assises d'un développement durable et ainsi assurer leur émancipation économique.

## ANNEXE VII

### GRILLE D'ANALYSE DE CONFORMITÉ D'UN PLAN D'INTERVENTION EN FONCTION DES PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET ÉQUITABLE

CRITÈRES D'ANALYSE	INDICATEURS PLUS SPÉCIFIQUES
<b>Pôle écologique</b> <i>Les indicateurs génériques de ce pôle sont la qualité du milieu et la pérennité des ressources renouvelables ou non renouvelables.</i>	
Application des 3RV : réduire, réutiliser, recycler et valoriser les matières résiduelles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimiser l'utilisation des ressources selon des cycles viables; c'est-à-dire sous le seuil de leur capacité à se renouveler (consommation humaine inférieure à la productivité écologique).</li> </ul>
Conception et application d'un plan sur la base de la connaissance des causes, conséquences et mécanismes impliqués.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître l'importance de la ressource pour les systèmes qui entretiennent la vie.</li> <li>• Concevoir et appliquer un plan intégré de gestion /intervention par bassin versant.</li> </ul>
Utilisation prioritaire de ressources énergétiques renouvelables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer les modes de transport.</li> <li>• Employer des sources d'énergie d'une fiabilité permanente.</li> <li>• Utiliser des systèmes d'économie d'énergie.</li> </ul>
Promotion de la mise en valeur des écosystèmes et de leur biodiversité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenir les systèmes qui entretiennent la vie.</li> <li>• Protéger les espèces rares ou menacées.</li> <li>• Minimiser les impacts sur le milieu.</li> <li>• Suivre les populations du milieu touché par un projet.</li> </ul>
Prévention pour éviter que le phénomène ne se reproduise.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éviter de causer une dégradation cumulative de l'environnement (réduction des pollutions).</li> <li>• Développer toute expertise en matière de décontamination (eau, air, sol).</li> </ul>
<b>Pôle économique</b> <i>Les indicateurs génériques de ce pôle sont les besoins matériels définis comme les moyens physiques permettant d'assurer la qualité de vie soit : l'alimentation, la sécurité physique, l'accès à la propriété, l'habitation et le transport.</i>	
Obtention de la plus grande qualité de biens et de services.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecter la capacité de payer de la communauté au sens large, citoyens, promoteurs et gestionnaires.</li> <li>• Faire des choix dans un but de durabilité.</li> <li>• Décider en fonction de besoins spécifiques.</li> <li>• Utiliser des procédés les plus efficaces et durables possibles.</li> </ul>
Augmentation de la richesse collective.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajouter de la valeur aux propriétés.</li> <li>• Augmenter les activités commerciales.</li> <li>• Créer des emplois.</li> <li>• Augmenter les salaires.</li> <li>• Appliquer les grands principes du développement durable.</li> </ul>
Partage de la richesse créée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer une qualité de vie au plus grand nombre d'individus.</li> <li>• Développer les compétences environnementales des travailleurs, gestionnaires et citoyens.</li> <li>• Promouvoir les connaissances liées au développement durable.</li> </ul>

<b>Pôle social</b>	
<i>Les indicateurs génériques de ce pôle sont les besoins sociaux et les aspirations individuelles comme la santé, l'éducation, un certain degré de liberté, l'amour et la reconnaissance.</i>	
Prise en compte de la santé et de la sécurité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer la santé et la sécurité des populations.</li> <li>• Améliorer ou maintenir la santé individuelle ou collective des personnes.</li> <li>• Mettre en place des actions préventives pour la santé.</li> <li>• Mettre en place les conditions qui assurent un sentiment de sécurité dans la population.</li> </ul>
Estime de soi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Générer des occupations valorisantes.</li> <li>• Favoriser l'accès à des occupations valorisantes.</li> </ul>
Pérennité, liberté, solidarité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promouvoir une démarche de concertation au sein de la communauté.</li> <li>• Favoriser la participation directe des acteurs aux organismes de gestion.</li> <li>• Soutien, à long terme, du développement durable dans la communauté.</li> </ul>
Éducation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclure des mécanismes visant l'éducation en matière de sécurité et de santé.</li> <li>• Permettre l'éducation de chacun selon ses besoins.</li> <li>• Intégrer formation continue, formation de base et éducation environnementale .</li> </ul>
<b>Pôle éthique</b>	
<i>L'indicateur générique de ce pôle est le partage équitable entre les humains, et avec la nature, des avantages et du bien-être énumérés dans les pôles précédents.</i>	
Maintien de la capacité de support pour les générations futures.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restaurer et décontaminer des infrastructures écologiques afin de permettre l'amélioration de la qualité de l'environnement et la récupération, par la population, des usages liés à ces infrastructures.</li> <li>• Construire, améliorer et développer des infrastructures écologiques redonnant l'accès à la population aux milieux naturels en préservant la biodiversité ou en mettant en valeur le patrimoine écologique.</li> </ul>
Solidarité, imputabilité et responsabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer l'imputabilité et l'équité dans la responsabilité financière.</li> <li>• Éliminer la pauvreté.</li> <li>• Améliorer l'autonomie des populations.</li> <li>• Respecter les droits humains.</li> <li>• Répartir équitablement les avantages résultant du développement.</li> <li>• Prévoir des mécanismes de règlement des litiges.</li> </ul>

## ANNEXE VIII

### PLAN D'INTERVENTION À ÉVALUER ET MESSAGES DE RÉTROACTION EN FONCTION DE LA RÉPONSE ATTENDUE

<b>Interventions à évaluer</b> <i>Référence au scénario «couleur de l'eau au Jardin des sources» .</i>	Notation des 4 pôles			
	Écologique	Économique	Social	Éthique
<p>1. Excaver la carrière au coût global de 2M\$ incluant consolidation des pentes et réparations aux bâtiments. Aux frais de la Municipalité, cette intervention crée une augmentation de 40% du compte de taxes des citoyens riverains et de 20% pour l'ensemble des citoyens de la Municipalité.</p> <p><b>CRITÈRE : Capacité d'assumer les coûts de façon réaliste.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 1-2 alors «Bonne réponse. Effectivement, la capacité de la communauté d'assumer les coûts de façon réaliste n'est pas démontrée dans cet énoncé».</i></li> <li>• <i>Si 3-4 alors «Mauvaise réponse. La capacité de la communauté d'assumer les coûts de façon réaliste n'est pas démontrée».</i></li> </ul>		1		
<p>2. Excaver la carrière au coût global de 2M\$ incluant consolidation des pentes et réparation aux bâtiments. Aux frais de la Municipalité, cette intervention crée une augmentation de 40% du compte de taxes des citoyens riverains et de 20% pour l'ensemble des citoyens de la Municipalité.</p> <p><b>CRITÈRE : Équité dans l'imputabilité des coûts.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 3-4 alors «Bonne réponse. Il semble y avoir un effort d'imputer les coûts de manière équitable entre les citoyens»</i></li> <li>• <i>Si 1-2 alors «Mauvaise réponse. Il semble y avoir un effort d'imputer les coûts de manière équitable entre les citoyens »</i></li> </ul>				3
<p>3. Construire des infrastructures écologiques redonnant l'accès à la population aux milieux naturels, et ce, en utilisant des matériaux recyclés.</p> <p><b>CRITÈRE : Restauration et décontamination des infrastructures écologiques afin d'améliorer la qualité de l'environnement et la récupération, par la population, des usages liés à ces infrastructures.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 3-4 alors «Mauvaise réponse. Il y a restauration sans prévoir de décontamination des résidus excavés»</i></li> <li>• <i>Si 1-2 alors «Bonne réponse. Il y a restauration sans prévoir de décontamination des résidus excavés.»</i></li> </ul>				2
<p>4. Construire des infrastructures écologiques redonnant l'accès à la population aux milieux naturels et ce, en utilisant des matériaux recyclés, en recyclant les déchets et en décontaminant les sols excavés</p> <p><b>CRITÈRES : Application des 3RV : réduire, réutiliser, recycler et valoriser les matières résiduelles et prévention pour éviter que le phénomène ne se</b></p>	4			

Interventions à évaluer <i>Référence au scénario «couleur de l'eau au Jardin des sources» .</i>	Notation des 4 pôles			
	Écologique	Économique	Social	Éthique
reproduise. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si 3-4 alors « Bonne réponse. Application des 3RV : réduire, réutiliser, recycler et valoriser les matières résiduelles et prévention pour éviter que le phénomène ne se reproduise».</li> <li>• Si 1-2 alors « Bonne réponse. Application des 3RV : réduire, réutiliser, recycler et valoriser les matières résiduelles et prévention pour éviter que le phénomène ne se reproduise».</li> </ul>				
5. Favoriser l'oxydation du fer et sa floculation dans l'étang 1 pour en diminuer la circulation dans les étangs en aval en ajoutant des roches à la cascade de l'effluent de l'étang 1 pour oxygéner l'eau de l'étang 1  <b>CRITÈRE : Conception et application d'un plan sur la base de la connaissance des causes, conséquences et mécanismes impliqués.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si 3-4 alors « Mauvaise réponse. Cet aspect ignore d'une part, que l'oxygène se dissout très peu dans une eau chaude (elle a été réchauffée par les pierres) et que, d'autre part, l'effluent transporte ce peu d'oxygène dans l'étang 2 et non pas dans l'étang 1.»</li> <li>• Si 1-2 alors « Bonne réponse. Cet aspect ignore d'une part, que l'oxygène se dissout très peu dans une eau chaude (elle a été réchauffée par les pierres) et que, d'autre part, l'effluent transporte ce peu d'oxygène dans l'étang 2 et non pas dans l'étang 1.»</li> <li>•</li> </ul>	1			
6. Construire une pompe fonctionnant à l'énergie éolienne pour oxygéner l'eau et ainsi favoriser l'oxydation du fer et sa floculation dans l'étang 1 pour en diminuer la circulation dans les étangs en aval.  <b>CRITÈRE : Utilisation prioritaire de ressources énergétiques renouvelables.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si 3-4 alors « Bonne réponse. Il y a utilisation prioritaire de ressources énergétiques renouvelables.»</li> <li>• Si 1-2 alors « Mauvaise réponse. Il y a utilisation prioritaire de ressources énergétiques renouvelables.»</li> <li>•</li> </ul>	3			
7. Favoriser l'oxydation du fer et sa floculation dans l'étang 1 pour en diminuer la circulation dans les étangs en aval en installant un diffuseur d'air dans le fond de l'étang 1  <b>CRITÈRE : Conception et application d'un plan sur la base de la connaissance des causes, conséquences et mécanismes impliqués.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si 3-4 alors « Bonne réponse. Cet aspect tient compte du fait que l'oxygène se dissout plus en profondeur où l'eau est plus froide.»</li> <li>• Si 1-2 alors « Mauvaise réponse. Cet aspect tient compte du fait que l'oxygène se dissout plus en profondeur où l'eau est plus froide.»</li> <li>•</li> </ul>	4			

Interventions à évaluer <i>Référence au scénario «couleur de l'eau au Jardin des sources» .</i>	Notation des 4 pôles			
	Écologique	Économique	Social	Éthique
<p>8. Sensibiliser la population à l'importance des étangs et marais</p> <p><b>CRITÈRE : Promotion de la mise en valeur des écosystèmes et de leur biodiversité.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 3-4 alors « Bonne réponse. Il y a promotion de la mise en valeur des écosystèmes et de leur biodiversité.»</i></li> <li>• <i>Si 1-2 alors « Mauvaise réponse. Il y a promotion de la mise en valeur des écosystèmes et de leur biodiversité.»</i></li> </ul>	4			
<p>9. Concevoir et installer une tranchée avec des plantes oxygénantes et filtrantes afin d'oxyder et d'intercepter le fer le plus possible dans l'étang 1 de telle sorte que les étangs en aval dans le micro bassin versant soient alimentés par une eau plus propre.</p> <p><b>CRITÈRE : Conception et application d'un plan intégré sur la base de la connaissance des causes, conséquences et mécanismes impliqués.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 3-4 alors « Bonne réponse. La référence au bassin versant démontre que la conception et l'application du plan intégré se fait sur la base de la connaissance des causes, conséquences et mécanismes impliqués.»</i></li> <li>• <i>Si 1-2 alors « Mauvaise réponse. La référence au bassin versant démontre que la conception et l'application du plan intégré se fait sur la base de la connaissance des causes, conséquences et mécanismes impliqués.»</i></li> </ul>	4			
<p>10. Utiliser le site comme laboratoire pour les écoles et comme vitrine auprès de la population en général.</p> <p><b>CRITÈRE : Soutien, à long terme, du développement durable dans la communauté.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 3-4 alors « Bonne réponse. Soutien, à long terme, du développement durable dans la communauté.»</i></li> <li>• <i>Si 1-2 alors « Mauvaise réponse. Soutien, à long terme, du développement durable dans la communauté.»</i></li> </ul>			4	
<p>11. Créer un comité de citoyens pour discuter de la problématique et proposer un plan d'action incluant un plan de financement.</p> <p><b>CRITÈRE : Promotion d'une démarche de concertation au sein de la communauté.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si 3-4 alors « Mauvaise réponse. Promotion d'une démarche de concertation au sein de la communauté.»</i></li> <li>• <i>Si 1-2 alors « Bonne réponse. Promotion d'une démarche de concertation au sein de la communauté.»</i></li> </ul>			4	

---

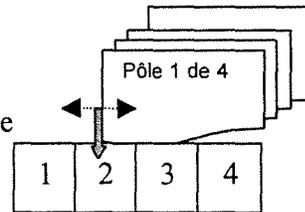
## ANNEXE IX

### MESSAGES DE RÉTROACTION DE LA SECTION «COMMENT FAIRE ...?» DU MÉTASCOPE

#### 1. Comment faire pour... «Évaluer le plan d'intervention?»

Le plan d'intervention comporte 10 énoncés présentés dans un tableau. Chaque énoncé correspond à un élément d'intervention que vous devez évaluer pour établir la conformité en fonction des principes du développement durable et équitable.

- Chaque énoncé doit être évalué en fonction d'un seul critère spécifique à un des quatre pôles du développement durable et équitable.
- Le pôle à considérer est identifié par une trame grise dans le tableau.
- Prenez connaissance des critères spécifiques au pôle concerné en plaçant le curseur sur une des cases de l'échelle de notation et en double cliquant sur le bouton droit de la souris. Choisissez le critère qui semble convenir à l'aspect à analyser et faites votre analyse en fonction de ce critère. Changez de critère au besoin.
- Notez sur une échelle de 1 à 4, jusqu'à quel point l'aspect est conforme aux principes du développement durable et équitable.
- Placez le curseur sur le niveau désiré de l'échelle de notation et cliquez sur ce niveau pour inscrire votre verdict.



#### 2. Comment faire pour... «Choisir une hypothèse?»

Votre choix d'hypothèse se fait à l'aide d'un menu qui vous offre un certain nombre d'énoncés. Choisissez un énoncé qui devient votre hypothèse. Ce choix est important, car il guide les recherches subséquentes. Rappelez-vous que l'hypothèse choisie, les symptômes et les arguments recueillis doivent former un ensemble cohérent. Rappelez-vous aussi que votre hypothèse doit être argumentée sur la base de paramètres, c'est-à-dire des caractéristiques mesurables. Quels sont ces paramètres? Pour chaque paramètre, quelle est la mesure?

#### 3. Comment faire pour... «Choisir des symptômes?»

Votre choix de symptômes doit se faire à partir des énoncés qui accompagnent les images dans l'index d'images de la mise en situation. Lisez attentivement ces énoncés et choisissez celui qui, selon vous, correspond à un fait ou à un symptôme en relation avec le problème posé. Faites attention, car vous devez faire preuve de discrimination pour distinguer un fait pertinent par rapport à un fait impertinent ou par rapport à une impression ou une hypothèse. Sachez faire ces

distinctions pour bien choisir. Si aucun des énoncés ne convient, alors signifiez ce choix comme réponse. Rappelez-vous que l'hypothèse choisie, les symptômes et les arguments recueillis doivent former un ensemble cohérent.

#### 4. Comment faire pour... «Choisir des arguments?»

Votre choix d'arguments se fait à partir de la lecture des documents classés dans les Ressources. À l'aide de la souris, cliquez sur un énoncé grisé dans le texte que vous êtes en train de lire et *glissez-déposez-le* dans la section Symptômes. Rappelez-vous que l'hypothèse choisie, les symptômes et les arguments recueillis doivent former un ensemble cohérent. Cette cohérence se construit par votre réflexion, par les questions que vous vous posez pour comprendre et résoudre le problème. Si vous êtes en panne de questions, consultez l'aide intitulée «En panne de questions» dans le Métascope.

#### 5. Comment faire pour... «Valider mes choix?»

Pour valider les choix que vous avez faits soit l'hypothèse, les symptômes et les arguments, il suffit de cliquer sur le bouton  qui apparaît dans les espaces de travail. Un code de couleur, le rouge et le vert, vous indique la valeur de vérité pour les choix que vous avez faits. Le gris indique que vous devez faire un choix. Un message accompagne le code de couleur : il ne vous donne pas la bonne réponse, mais vous indique comment vous y prendre pour faire correctement la démarche de résolution de problème.

#### 6. Comment faire pour... «Me situer dans le processus de résolution de problème» ou «Me démêler dans le processus de résolution de problème» ou «Me repérer dans le processus de résolution de problème».

Le processus de résolution de problème est au cœur de l'enquête que vous menez. Cette enquête se fait en deux phases, soit en premier, «*Comprendre le problème*» et ensuite, «*Intervenir selon les principes du développement durable*». Toutes les étapes inhérentes à ces deux phases sont schématisées dans un diagramme auquel vous avez accès en cliquant soit sur l'icône  ou en cliquant sur l'item «*Me situer dans le processus de résolution de problème*» du Métascope. En cliquant sur l'icône  vous accédez à la description de l'étape du processus de résolution de problème associée à l'espace de travail où vous avez fait votre requête de repérage. En cliquant dans le menu du Métascope, vous accédez à la description globale du processus de résolution de problème et vous pouvez explorer les différentes étapes. Souvenez-vous que ces étapes sont itératives. En d'autres mots, même si elles sont présentées dans un ordre, ces étapes nécessitent des va-et-vient pour construire la représentation du problème. Le choix d'une hypothèse, de symptômes et d'arguments sont à la base de la réflexion que la phase 1 exige de vous.

## **7. Comment faire pour... «Accéder à la phase 2 du logiciel.»**

L'accès à la phase 2 est conditionnel à la réussite de la phase 1. Le bouton d'accès à la phase 2 sera activé automatiquement lorsque vous aurez réussi à identifier tous les éléments du problème à savoir: la bonne hypothèse, les bons symptômes et les bons arguments. Un schéma résume alors la représentation du problème et est accompagné d'une description de cette représentation.

---

## ANNEXE X

### AUTRES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dictionnaire de l'écologie et de l'environnement
- Accès au thésaurus sur <http://www.planetecologie.org/>
- Le site francophone sur le développement durable <http://www.agora21.org/>
- Dossiers scientifiques sur l'eau :  
<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/potableNor.html>  
<http://wow.nrri.umn.edu/wow/>