

ZABR



Version juillet 2008

Gestion des rivières périurbaines  
Développement de l'outil SIC

**Action n°4 du Programme 2007 au titre de l'accord-cadre**  
**Agence de l'Eau - ZABR**

Juillet 2008

## Sommaire

Préambule.....	3
En résumé : .....	4
1. Cadre général.....	5
1.1 Initiatives de la ZABR en matière d’outils d’intégration des connaissances.....	5
1.2. Pourquoi un SIC ? .....	5
1.3. Objectifs du SIC:.....	6
1.4. Les indicateurs du SIC: .....	6
1.5. Les réseaux d’observation et le SIC .....	8
1.6 Découpage du territoire sous le SIC.....	9
1.7. Intérêt opérationnel du SIC .....	12
1.7 Fonctionnalités du SIC .....	13
1.8 Fenêtres d’exploration, de visualisation, d’analyse gestion.....	16
2. Exemple d’application.....	18
2.1 Intégration des couches essentielles et expertes.....	18
2.2. Découpage de l’espace .....	19
2.3. Des indicateurs spécifiques du corridor .....	19
2.4. IPc DH004 : indicateur de sensibilité du lit à l’incision par les déversoirs d’orages....	21
2.5. IDc P003 : Indicateur de défense du lit et modalités d’actions .....	24
2.6 Eléments de définition d’un observatoire.....	29
2.7 Utilisation du SIC en appui au programme de mesures DCE .....	31
2.8. Perspectives .....	31
ANNEXE .....	32
Annexe 1 - Informations géo-référencées essentielles pour les indicateurs régionaux.....	33
Annexe 1 (suite) .....	34
Annexe 2 : Fiche de saisie type pour les indicateurs.....	35
Annexe 3 Fiche tableur de calcul ascendant avec correspondance des échelles spatiales.....	36
Annexe 4 Repérage des brins codés depuis le SIC. ....	37
Annexe 5 Couches à utiliser pour le calcul des indicateurs du corridor rivulaire.....	38
Annexe 6 Potentialité de généralisation des indicateurs Pressions/Défense du corridor .....	45
Annexe 7 "page 1 -Mode d’emploi de la plate-forme XGEO du SIC" .....	46
Bibliographie scientifique de fond .....	47
Valorisation .....	47

## Préambule

Ce rapport de fin d'étude est réalisé dans le cadre de l'action 4 : «Gestion des rivières périurbaines : outil SIC », pilotée par la ZABR pour le compte de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

Le programme de développement 2007 du SIC comprenait plusieurs actions visant à représenter l'état écologique du réseau hydrographique et de ses potentialités d'assimilation :

- compilation d'informations datées et géo-référencées,
- synthèse des données expérimentales (ZABR, OTHU et études SAGYRC) et de données associées aux couches expertes (hydrologie, géomorphologie, fonctionnalités),
- construction de métadescripteurs du système «pressions-défenses» dans les corridors, et représentation en diagramme permettant d'identifier les leviers de réhabilitation,
- proposition des métriques et indicateurs à l'échelle des tronçons, unités pertinentes d'actions et de chantiers pour les gestionnaires,
- définition d'une stratégie pratique de diagnostic et d'acquisition de données (notion d'observatoire) pour ce type de rivières périurbaines.

### Responsables de projet :

pour l'UR Hydrologie Hydraulique du Cemagref : J.F. PERRIN, P. BREIL, J. BOULOS (CDD).

Pour le bureau GIPEA : J.P. ASTE, N. BADJI.

Pour l'UMR 5600 Lyon 2 : L. SCHMITT, L. GROSPRETRE.

### Moyens mobilisés

Les équipes impliquées dans ce programme 2007 étaient :

- Le bureau Gipea : Jean-Pierre Asté (Dr), Nourdine Badji, Alexandre Carbonel
- Le Cemagref de Lyon : Jean-François Perrin (ing. responsable de projet), Johanna Boulos (ing. vacataire 6 mois), Pascal Breil (CR hydrologue), Michel Lafont (DR hydrobiologie), Philippe Namour (ing. hydrochimie), avec l'appui de Laurent Valette et Thierry Fournier.
- L'UMR 5600 –laboratoire de Géographie Lyon 2 : Laurent Schmitt (MdeC), Loïc Grosprêtre (doct.)

Et en collaboration étroite avec Stéphane Guérin et l'équipe technique du SAGYRC.

## En résumé :

### Ce qui a été réalisé

- Développement de l'outil Système d'Intégration de la Connaissance (SIC) en collaboration avec le bureau d'études GIPEA.
- Intégrations dans le SIC des couches d'information Pression, Etat et Réponses du cas test « Contrat de rivière Yzeron Vif »
- Développement d'indicateurs de Pression et de Défense du cours d'eau et de son corridor rivulaire – construction d'une représentation de la balance P/D
- Base d'un découpage en secteurs de vallée
- Implémentation d'indicateurs géomorphologiques d'une méthode de découpage du réseau hydrographique en tronçons de gestion
- Implémentation d'indicateurs hydrologiques de capacité d'auto épuration des tronçons de gestion en lien avec les indicateurs géomorphologiques

### Ce qui est transposable facilement à d'autres bassins

- l'outil SIC d'importation et de gestion de l'information
- les indicateurs régionaux de Pression et Défense du corridor
- la méthode de découpage hydro-géomorphologique en tronçons de cours d'eau (notamment via le bureau d'étude « Dynamiques Hydro »)
- le potentiel d'autoépuration en lien avec la géomorphologie de la rivière
- les éléments de définition d'un réseau complémentaire

### Ce qui resterait à faire

- Adapter l'ergonomie de l'environnement du SIC à la problématique du suivi des masses d'eau . Pour cela :
  - o - automatiser l'affichage des balances sous forme de graphiques associés ou de codes couleur de parties de la masse d'eau pour les différentes échelles d'analyses :
  - o - balance IP/IR aux points RCS et RCO le cas échéant ;
  - o - balance IP/IR des sous bassins d'ordre 2 pour les indicateurs régionaux ;
  - o - balance IPv/IRv en lien avec les secteurs de vallée pointés ;
  - o - balance IPC/IDc en lien avec les tronçons de cours d'eau pointés ;
  - o - donner accès à une feuille de saisie et de visualisation format tableur depuis le SIC afin de créer un lien entre les fichiers tableurs qui fournissent des valeurs nécessaires au calcul des indicateurs ;
  - o - prévoir l'entrée des coordonnées géographiques des points stations d'état depuis le tableur.
- Créer, éditer et sauvegarder sous le SIC le tableau de bord annuel du bassin.
- Développer et implémenter sous le SIC les IRv des secteurs de vallée. Cela nécessite *a priori* l'implication des SHS.

## **1. Cadre général**

### **1.1 Initiatives de la ZABR en matière d'outils d'intégration des connaissances**

La Zone Atelier du Bassin du Rhône (ZABR) fédère une vingtaine de laboratoires appartenant à 13 établissements dans une perspective d'Observatoire de recherche, sur le fleuve Rhône, son corridor principal et quelques bassins versants affluents. La diversité des données produites par les investigations scientifiques, qu'il s'agisse de grandeurs physiques et statistiques ou de données biologiques et sociologiques, nécessite des systèmes adaptés de compilation et de traitement de l'information. Cette information scientifique est le plus souvent attachée d'une part à un dispositif de collecte permanent (chroniques, capteurs) ou complémentaire (campagnes, enquêtes), et d'autre part à un territoire sur lequel des pratiques d'aménagement et de gestion imposent des contraintes au cycle de l'eau et aux usages qui en découlent. A l'intention des gestionnaires qui sont les ultimes bénéficiaires de ces travaux, il importe de valoriser sous une forme accessible les avancées méthodologiques.

La Zone Atelier Bassin du Rhône a souhaité mettre en place une gamme d'outils adaptés à la recherche et à l'exploitation de ces informations servant à la représentation des connaissances, ainsi :

- le Géorépertoire est un catalogue de lots de données de toutes natures, avec une signalétique alimentée par une base de métadonnées,
- un jeu de modèles et de SIG dédiés à des problématiques spécifiques, par exemple le SIG historique de cartes géographiques du Y lyonnais,
- le Système d'intégration de la connaissance (SIC) est quant à lui ciblé sur le suivi des effets des aménagements réalisés en vue d'améliorer la qualité écologique des cours d'eau d'un territoire.

### **1.2. Pourquoi un SIC ?**

Les scientifiques et les gestionnaires poursuivent par des voies différentes le même objectif d'augmenter le niveau de connaissance d'un territoire : les premiers au travers des recherches sur les processus et les seconds à partir des données d'état qu'ils recueillent et gèrent pour les projets d'aménagement. Les uns et les autres ont besoin de compiler et de confronter de nombreux lots de données, d'en connaître l'origine, le niveau de pertinence, la durée de validité...

La gestion de l'eau, dans sa globalité, et particulièrement dans un domaine périurbain, est une tâche extrêmement complexe qui requiert les compétences de nombreux spécialistes. Elle intercepte également une très grande diversité de dispositions réglementaires, ce qui multiplie les responsabilités et alourdit les procédures au moment des aménagements. Le comité de pilotage en charge d'un contrat de rivière comme d'un SAGE, doit optimiser le bon usage de toutes ces compétences et capitaliser la connaissance acquise sur l'objet de gestion à l'échelle de son territoire. Par exemple, l'évaluation du potentiel de résilience des rivières anthropisées mobilise de nombreux champs disciplinaires (dynamique des lits, hydrologie de surface et du sous-écoulement, biologie de l'assimilation, etc.). Ces données de formats variés et en plus nettement évolutives dans le temps, sont mal gérées par un simple SIG de compilation et cartographie en ce sens que tous les acteurs n'en disposent pas et n'ont pas cette compétence.

Le groupe de recherche constitué sur le site atelier OTHU-ZABR a donc choisi de générer un support d'intégration des connaissances (SIC) qui remplisse à la fois la tâche de stockage des résultats essentiels de recherche, d'études et de documents d'experts (couches interprétées et tables), et la tâche de restitution de diagnostics géoréférencés, en vue de l'évaluation, de l'aide à la décision et de la communication (indicateurs synthétiques, contraintes d'usage, contexte sociétal).

### **1.3. Objectifs du SIC:**

Le SIC répond à une demande récurrente des gestionnaires des cours d'eau sur les méthodes d'évaluations des effets des aménagements réalisés. Il a vocation à rassembler tous les points de vue et interprétations utiles pour la gestion des cours d'eau et des risques associés.

Les objectifs du SIC sont :

- de servir de moyen de représentation conventionnel des indicateurs de pression, de réponse, et d'état d'un cours d'eau relativement à l'évaluation de l'effet des actions menées pour sa réhabilitation et sa préservation, en particulier pour répondre aux objectifs de la Directive Cadre Eau,
- de visualiser le potentiel écologique sur le linéaire hydrographique et décrire le contexte des acteurs et leviers d'actions, pour une aide à la décision publique en gestion intégrée,
- de soutenir l'investigation scientifique autour de l'état fonctionnel des cours d'eau, visant à mettre en relation les actions anthropiques et son état écologique par la mutualisation des données et des connaissances acquises
- d'améliorer la prestation des bureaux d'études qui répètent souvent un travail de compilation des données
- de contribuer comme média de connaissance et de négociation entre gestionnaires, groupes d'usagers et riverains.

### **1.4. Les indicateurs du SIC:**

La notion d'indicateurs pour l'évaluation est essentielle car elle doit synthétiser de manière quantitative des facteurs de cause et d'effet. Les indicateurs doivent par ailleurs être sensibles à toute évolution de ces facteurs. Il faut aussi qu'ils soient partagés par les acteurs des cours d'eau. Le SIC reprend à ce titre les types d'indicateurs préconisés par le document <sup>1</sup>« Indicateurs Régionaux d'Evaluation des contrats de rivières et des SAGE de Rhône-Alpes » (février 2007) basé sur le modèle « Pression- Etat- Réponse » de l'OCDE. Ces indicateurs sont uniformisés à l'échelle des bassins Rhône-Méditerranée-Corse et Loire-Bretagne, d'où leur cohérence régionale.

1. Les indicateurs de pression « IP » reflètent les pressions exercées par l'activité humaine ou le milieu naturel lui-même (par exemple du fait de particularités environnementales locales) sans pour autant pouvoir établir un lien direct avec les conséquences. Ces données sont fournies pour l'essentiel par les études réalisées par les bureaux d'étude à la

---

<sup>1</sup> [http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/doc/guides/Indicateurs\\_regionaux\\_Resume.pdf](http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/doc/guides/Indicateurs_regionaux_Resume.pdf)  
[http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/doc/guides/Indicateurs\\_regionaux\\_Rapport.pdf](http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/doc/guides/Indicateurs_regionaux_Rapport.pdf)

demande des comités de pilotage. Il s'agit en effet d'établir un état des lieux dans l'espace du territoire de gestion pour définir les réponses adaptées.

2. Les indicateurs de réponse « IR » reflètent les aménagements réalisés ou les opérations de réhabilitation qui concourent à réduire les pressions. Les IR sont parfois basés sur des préconisations de bonne gestion ou des objectifs de performance des aménagements. En ce sens ils peuvent être moins tangibles que les IP. L'IR rend alors compte d'un effet potentiel dont l'efficacité réelle dépend de la représentativité de l'indicateur d'état.
3. Les indicateurs d'état « IE » sont destinés à rendre compte de la situation environnementale et des caractéristiques bio-physiques du milieu. Ces indicateurs sont normalisés en ce qui concerne la qualité physico-chimique, bactériologique et biologique de l'eau. Cette normalisation permet la comparaison intra et inter bassins versants. Il s'agit cependant d'informations dont la pertinence spatiale et temporelle est très dépendante de la densité et de la fréquence du réseau d'observation. Pour les indicateurs d'état physique, certains sont faciles à mesurer (continuité hydraulique) mais pour d'autres la représentativité des informations est très dépendante des efforts d'échantillonnage consentis.
4. Les indicateurs de défense du corridor rivulaire « IDc ». En complément des trois types d'indicateurs régionaux IP, IR et IE, un quatrième type d'indicateur a été créé. Les IDc ont vocation à représenter l'effet protecteur ou de bio-assimilation d'un corridor rivulaire et de son cours d'eau contre les pollutions diffuses d'origine agricole et urbaine. Cette capacité à dégrader des flux polluants provenant des versants connectés latéralement par le corridor rivulaire n'est plus à démontrer. Même si elle reste pour l'instant mal quantifiée les facteurs de contrôle en sont à peu près cernés. C'est donc une propriété fondamentale à considérer dans la gestion car elle va participer à la faisabilité de l'objectif de qualité de la ressource, donner des critères de réalisme et donc de la « distance » entre l'état constaté et l'état à réaliser, ainsi que de la vitesse à laquelle il est possible d'atteindre cet objectif si l'on prend en compte le linéaire du cours d'eau. La capacité de défense repose sur des métriques courantes et accessibles pour la partie ripisylve. Pour la partie cours d'eau les métriques sont moins usuelles et portées pour l'instant par la recherche. Elles sont néanmoins accessibles aux bureaux d'études après formation (le SIC est aussi construit dans cet objectif). Elles expriment les relations entre les flux, les formes géomorphologiques et les fonctions biologiques associées. De même, les caractéristiques géomorphologiques du lit du cours d'eau et son régime hydrologique vont influencer sur les sens et direction des échanges hydriques et de polluants entre la nappe d'accompagnement (ou nappe rivulaire) et le cours d'eau. Il est montré que l'intensité des échanges peut concourir à améliorer la capacité d'auto épuration du cours d'eau. L'IDc peut aider à l'interprétation des résultats d'état inattendus : ainsi un état qui se dégrade malgré une réduction des pressions ne signifie pas forcément que la réponse est inefficace si parallèlement les défenses ont été amoindries. De même une amélioration peut être constatée en l'absence d'une réponse du fait d'un renforcement naturel des défenses. L'identification des IDc permet de découper ou tronçonner un cours d'eau en sections homogènes sur le plan de la capacité d'auto épuration. Cette représentation permet *a priori* de mieux positionner et interpréter les IE du réseau d'observation dans leur contexte et d'en évaluer la représentativité spatiale. Afin de caractériser la capacité d'auto épuration d'une partie de cours d'eau, les pressions et défenses sont calculées dans l'espace du corridor rivulaire. Cela permet de construire une balance IPc / IDc qui exprime une capacité potentielle d'auto épuration. Les indicateurs sont calculés dans l'espace du corridor rivulaire où il est défini une zone tampon de part

et d'autre du cours d'eau. La largeur de cette zone est d'une façon générale liée à la taille du cours d'eau qui détermine la distance d'influence aux berges entre le cours d'eau et sa nappe. Une bande végétale et diversifiée de 100 mètres est ainsi considérée comme très efficace pour des cours d'eau moyens à grands. Pour les ruisseaux une dizaine de mètres devrait suffire. Plusieurs distances peuvent être testées mais une valeur de 50 mètres semble adaptée pour les petits cours d'eau.

5. Les indicateurs du secteur vallée. Ce cinquième type d'indicateur est proposé afin de mettre en exergue les leviers de l'action locale sur le corridor rivulaire. Ces leviers sont représentés par les acteurs et groupes d'acteurs tenant d'intérêt dans la gestion des cours d'eau et des espaces rivulaires. Les secteurs de vallée sont définis à partir d'unités paysagères au sens des caractéristiques naturelle et socio-économique qu'elles présentent. Les indicateurs de pression et de défense du secteur vallée résultent de l'agrégation des indicateurs IPc et IDc disponibles à l'échelle des tronçons de corridor qui composent la vallée.

### **1.5. Les réseaux d'observation et le SIC**

Les indicateurs IP, IR sont recueillis à l'échelle des bassins versants. Ils sont le plus souvent cumulés sur l'espace du bassin d'un cours d'eau d'ordre 2 dans le cas d'un contrat de rivière. Le cumul sur un cours d'eau d'ordre 1 peut-être motivé par des enjeux particuliers liés à des pressions avérées.

Deux types de réseaux sont définis pour renseigner les indicateurs de la DCEE :

- Les réseaux de contrôle de surveillance (RCS) dont l'objectif est de donner un aperçu de l'état des masses d'eau à l'échelle des hydro-éco-régions. L'objectif est d'avoir un réseau représentatif mais non exhaustif compte tenu de l'effort que cela impliquerait.
- Les réseaux de contrôle opérationnel (RCO) qui sont ciblés sur les masses d'eau présentant un risque de non atteinte d'un bon état écologique (NABE) au plus tard en 2015. C'est le cas des masses fortement modifiées par l'activité anthropique sur le plan chimique comme sur le plan physique. Il est maintenu jusqu'à ce qu'une amélioration soit détectée ou que le bon état potentiel soit atteint. Il peut passer ensuite en RCS. Il se veut représentatif des principaux types de dégradation et ne peut concerner tous les sites en NABE.

A ces deux réseaux devraient s'ajouter des points de contrôle sur des sites de référence afin d'en suivre l'évolution avec une tendance évolutive du climat qui pourrait redéfinir les objectifs d'un bon état écologique. Il est aussi prévu un réseau de contrôle d'enquête pour le suivi des pollutions accidentelles et un réseau de contrôle additionnel pour le suivi des sites protégés.

Les réseaux DCEE relève nécessairement d'une approche statistique basée sur la représentativité des masses d'eau et de leur types de perturbation à l'échelle du territoire français. A l'échelle plus locale des SAGE et contrats de rivière il est préconisé le développement de réseaux complémentaires (aux précédents) par les collectivités (RCC) en charge de la gestion de la ressource en eau (*cf. Intérêt des réseaux complémentaires pour les collectivités, AE RMC et Régions Rhône Alpes, Avril 2008*). Le RCC vient compléter les



réseaux DCEE. C'est en substance l'observatoire tel que préconisé dans les contrats de rivières. Il serait constitué par un suivi de points stratégiques servant à mesurer l'efficacité globale des réponses apportées. Le RCC rejoint en cela le RCO mais à l'échelle de la gestion de la masse d'eau. C'est par exemple le point de bouclage d'un bassin versant sur lequel plusieurs types de Réponse sont implémentés. Le RCC doit aussi permettre de suivre les sources de Pressions identifiées individuellement afin de mesurer l'effet des réponses. Cela permettra de valider la démarche statistique du RCO à l'échelle DCEE. Pour compléter le RCS, le RCC doit intégrer le suivi de points de références réputés en très bon état (TBE) afin de vérifier qu'ils sont bien préservés et contribuent toujours à l'amélioration de la qualité de la ressource en eau à l'échelle de gestion locale. De même les points de référence sont nécessaires pour suivre l'effet d'une tendance climatique sur la définition de la référence locale du TBE.

L'action de reportage auprès de l'Union Européenne impose aussi que ces réseaux aient des protocoles de mesures et des indicateurs partagés afin de permettre une bancarisation des données. Dans le cadre du SIC, les fiches de description des indicateurs régionaux sont donc reprises et accessibles sous la forme de documents HTML importés (ou en accès via connexion Internet) depuis les documents produits par les groupes de travail des agences de l'Eau Rhône méditerranée corse et Loire-Bretagne en association avec la DIREN et la Région de Rhône-Alpes (*Indicateurs régionaux d'évaluation des contrats de rivières et des SAGE de Rhône-Alpes, 64 indicateurs, version octobre 2006*). Les indicateurs locaux sont en partie identiques aux indicateurs régionaux et pour d'autres plus spécifiques des fonctionnalités naturelles ou capacité de défense du corridor.

Dans le cadre du SIC, une fréquence d'échantillonnage des IE de une à quatre fois par an est préconisée, selon les situations (référence, stratégique, opérationnelle) et la distance à l'objectif (une ou deux classes de qualité d'eau selon grille Agence). Ainsi une fréquence d'une fois par an pour les points de référence et les points stratégiques, une fréquence de deux fois par an pour les objectifs à une classe en masse d'eau classée ABE (atteinte probable du bon état écologique) et une fréquence de quatre fois par an pour les objectifs à deux classes (ou plus) et les objectifs de bon potentiel écologique pour les masses d'eau classées en NABE. Pour les IP, IR, IPc et IDc une fréquence annuelle paraît suffisante pour décrire l'action humaine ou la vitesse d'évolution naturelle du corridor rivulaire.

## **1.6 Découpage du territoire sous le SIC**

### Echelle masses d'eau

La gestion des masses d'eau d'un territoire impose un découpage spatial qui prend en compte la nature de la masse d'eau (souterraine, superficielle, courante, stagnante) mais aussi la faisabilité de l'atteinte du bon état écologique. A l'échelle du territoire de gestion, il est donc aussi pris en compte la réversibilité des pressions et les états mesurés des masses d'eau. Sont ainsi définis des objectifs d'atteinte (ABE) ou non atteinte (NABE) du bon état écologique (DCEE) avec la notion intermédiaire d'atteinte du bon potentiel écologique (ABPE) pour les masses d'eau fortement modifiées mais pouvant être améliorées. Ces 3 cas sont illustrés sur la figure1 d'amont en aval sur un bassin périurbain.

A cette échelle de découpage l'observation à court terme de l'effet des réponses apportées à l'exception de celles qui touchent directement le cours d'eau reste incertain pour des raisons d'inertie en lien avec les distances. Les contrats de rivière adoptent plus volontairement

l'échelle des cours d'eau d'ordre 2 mais il est mentionné dans les indicateurs régionaux que pour les pollutions diffuses le milieu souterrain peut rallonger le temps de l'effet escompté. A ce niveau les surfaces intègrent encore de nombreux processus d'écoulement. Il paraît donc nécessaire de calculer des indicateurs sur les secteurs les plus réactifs aux réponses apportées. A ce titre, deux échelles infra sont proposées dans le SIC.

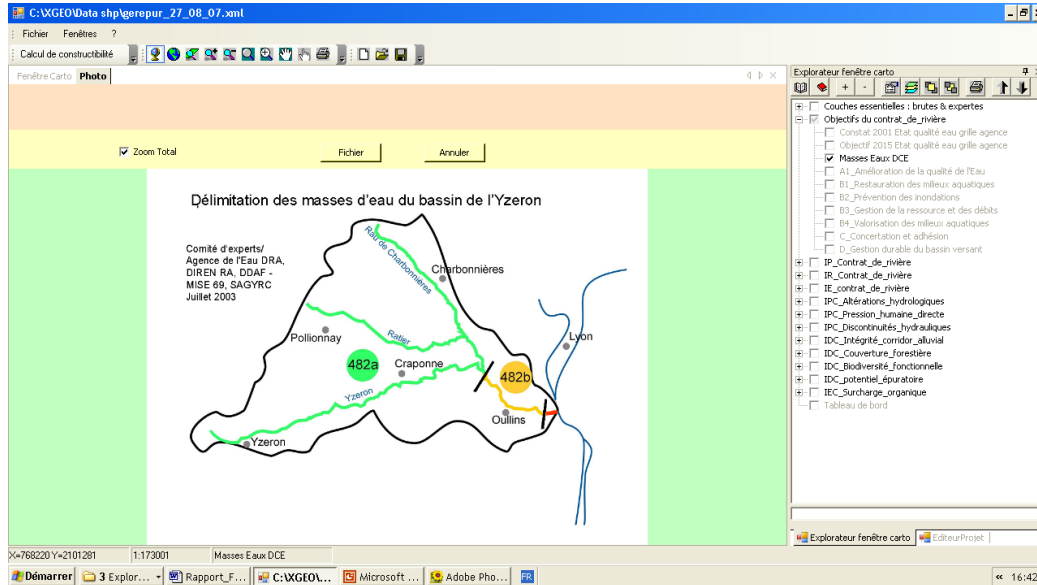


Figure 1.

### Echelle secteur de vallée

Cette échelle est basée sur une typologie du paysage de la vallée qui tente de traduire d'une part sa capacité naturelle de résilience (ou défense) et d'autre part la capacité d'intervention des acteurs locaux pour gérer le fond de vallée.

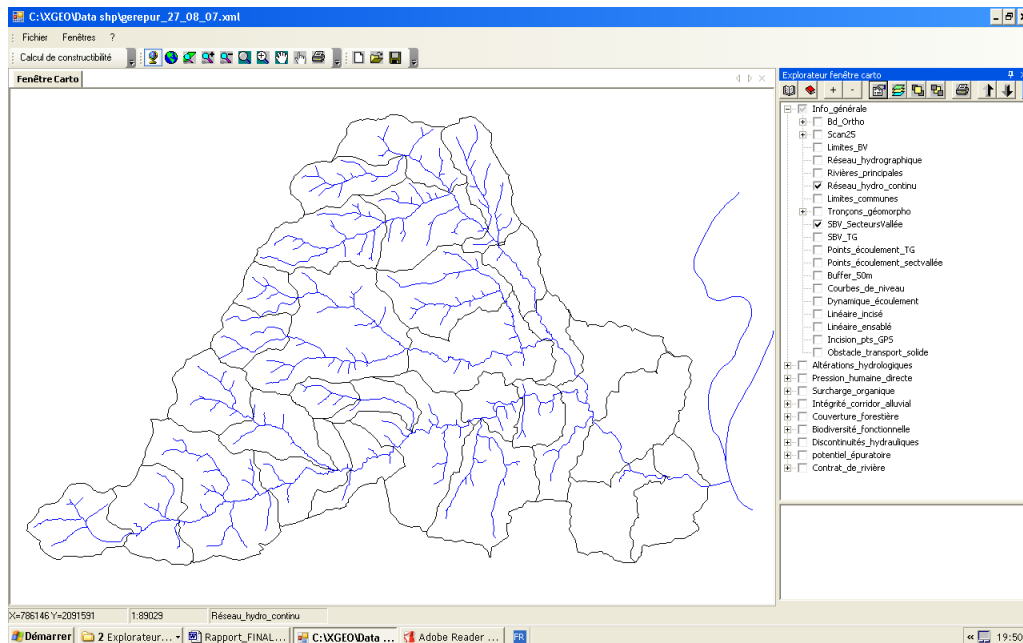


Figure 2.

De fait l'occupation du sol peut révéler des groupes d'acteurs. Ainsi, dans une vallée agricole les agriculteurs seront les acteurs des bonnes pratiques à développer, dans une vallée résidentielle il s'agira d'évaluer l'implication des associations de la nature et des services d'assainissement, dans une vallée arborée se seront les exploitants privés et domaniaux.

Cette échelle est expérimentale et devrait être travaillée plus à fond avec des socio-économistes. La figure 2 en donne une illustration.

### Echelle tronçon de cours d'eau

Le découpage est réalisé de préférence sur une base géomorphologique qui présente un caractère naturel plus durable que la nature de la ripisylve ou le régime hydrologique du tronçon qui sont plus facilement modifiés par les Pressions.

Les caractéristiques géomorphologiques sont supposées jouer un rôle déterminant dans les relations hydriques des versants vers les cours d'eau mais aussi des cours d'eau vers la nappe d'accompagnement et vice versa. On en conçoit un rôle sur le métabolisme propre du cours d'eau. Les indicateurs de défense (D) mais aussi de pression (P) et de réponse (R) sont calculés dans des bandes de versant délimitées de part et d'autre du tronçon. On parle de zone tampon du corridor rivulaire.

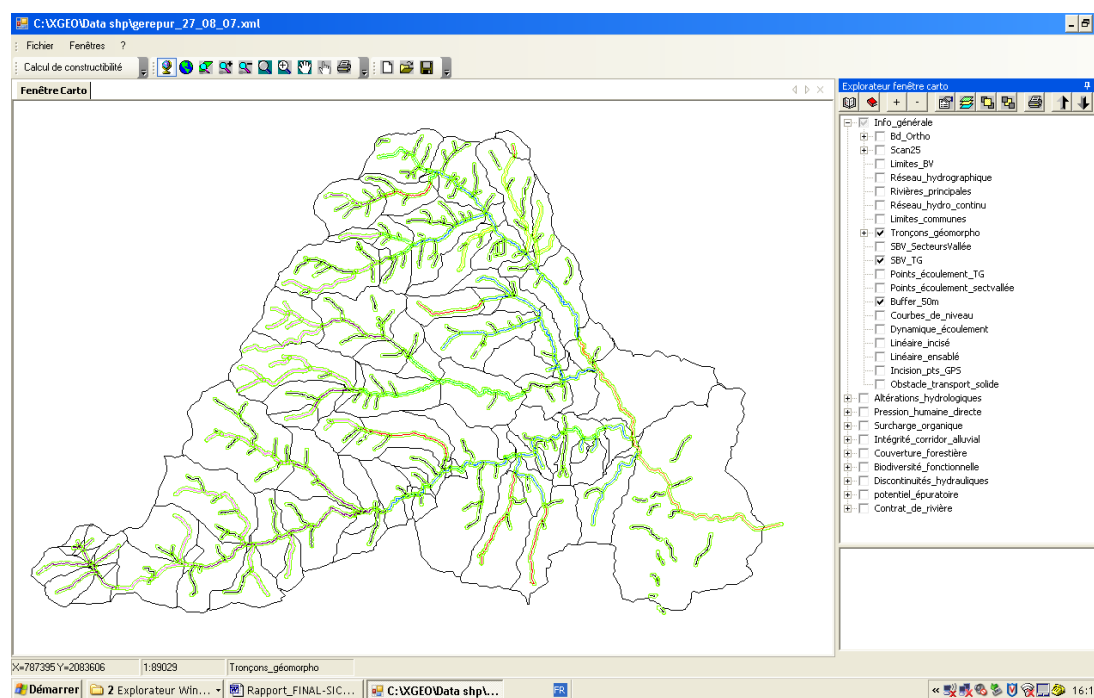


Figure 3.

La figure 3 donne un aperçu du découpage d'un bassin versant test en sous bassins contributifs de tronçons des cours d'eau délimités par des types hydrogéomorphologiques (Schmitt & al., 2008, typologie présentée en annexe 8). Une zone tampon, ici choisie de 50 m, délimite l'aire de calcul des IPc, IDc et IRc.

D'autres méthodes de découpage seront à tester sur la base de données simples d'accès comme la pente et la granulométrie.

## 1.7. Intérêt opérationnel du SIC

Le SIC permet de rassembler les données P, E et R pour suivre l'effet des aménagements préconisés pour améliorer la qualité des masses d'eau. Les informations sont datées afin de pouvoir évaluer la dynamique de ces processus. A ce système conventionnel de représentation il est ajouté pour les cours d'eau la notion de capacité de défense (D) du système naturel. Cette capacité est réelle et doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats observés à partir des indicateurs d'état. L'usage de cette capacité variable le long d'un cours d'eau peut servir une logique de compensation spatiale des pressions et défenses dans un territoire de pressions évolutives comme pour le milieu périurbain. Ce pourrait être par exemple appliqué au positionnement des déversoirs d'orage. Le gestionnaire peut aussi viser des actions de modération des pressions sur des éléments de territoire identifiés comme déficitaires en termes de défenses (donc de potentialités écologiques); stimuler par des actions d'ingénierie écologique les défenses du milieu ou bien choisir la restauration physique sur des tronçons altérés par des problèmes d'incision ou d'ensablement.

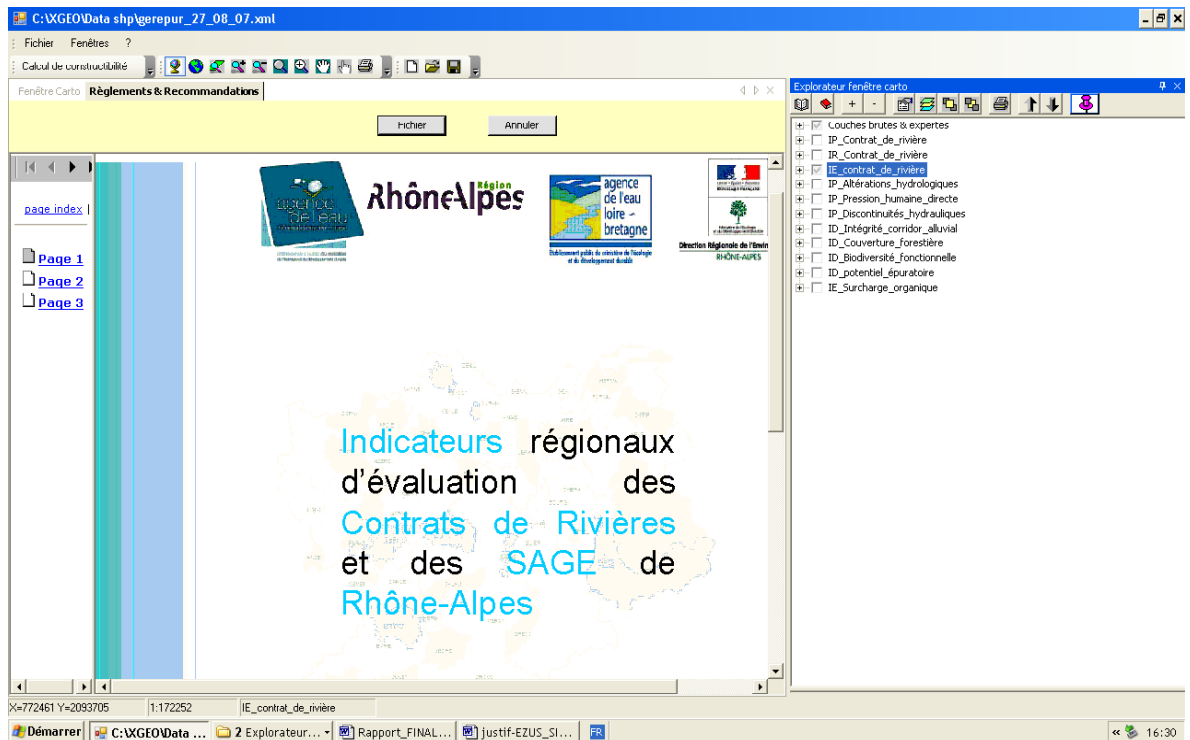


Figure 4.

Le SIC permet au non-spécialiste d'apprécier la distribution spatiale des (dés)équilibres. Pour faciliter cette tâche, le SIC donne accès aux documents de description des indicateurs régionaux préconisés par les agences de l'eau RMC et LB pour rendre compte des P, E, R. Des indicateurs dédiés au fonctionnement spécifique du milieu récepteur des pressions sont proposés en complément, ceci afin de prendre en compte la résilience ou capacité de défense (D) naturelle de ces systèmes. Cela permet une meilleure interprétation des états mesurés mais aussi d'envisager l'utilisation de ces propriétés en gestion. Les indicateurs dédiés sont ici développés pour les cours d'eau mais cela pourrait être étendu aux plans d'eau ou encore aux eaux souterraines.

Il est prévu en appui à cette information une représentation des groupes d'acteurs compétents pour agir sur l'amélioration ou la non-dégradation des (dés)équilibres. On trouve aussi bien des acteurs institutionnels récurrents que des acteurs privés sous la forme d'associations par exemple et qui sont spécifiques au secteur de vallée. Une étude des compétences territoriales (par les SHS peut être) et des procédures de mise en oeuvre de celles-ci par les acteurs locaux devraient être menée afin de « borner » la démarche de la capacité d'intervention et d'implication locale. Cet aspect entre par ailleurs dans les volets B4 et C des indicateurs régionaux.

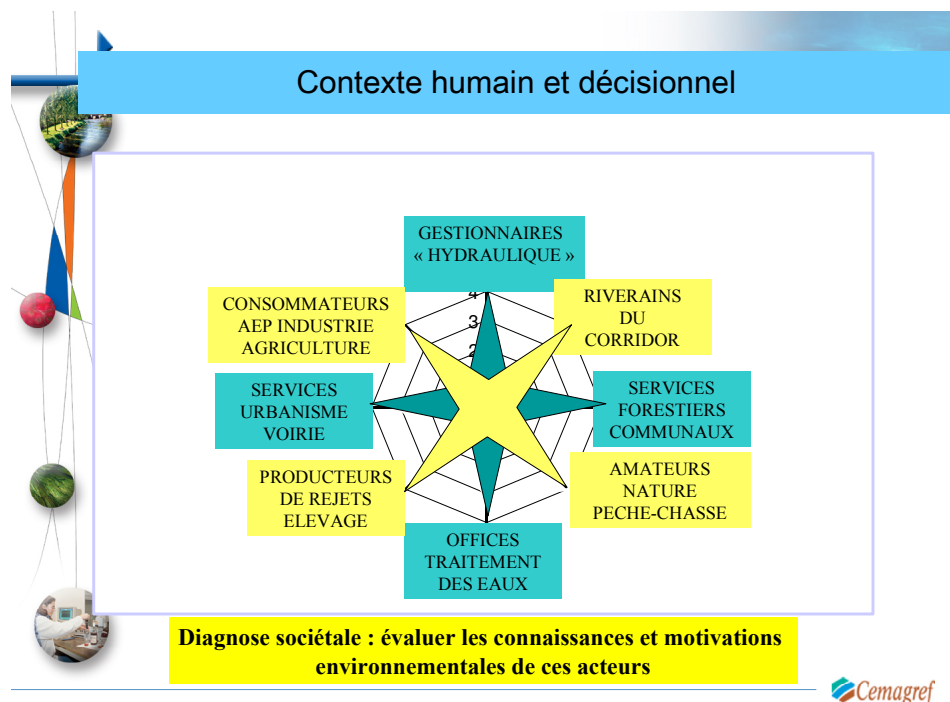


Figure 5.

Le SIC doit à terme permettre la simulation de l'effet d'un indicateur sur l'équilibre pression-défense d'un tronçon de rivière. La validité de cette simulation dépendra de la connaissance des processus qui lient cet indicateur aux informations spatiales disponibles. Le SIC peut donc servir à mettre en évidence les besoins cognitifs sur des secteurs à gérer en priorité.

### 1.7 Fonctionnalités du SIC

Le SIC a été développé sur la base de la plateforme XGEO ® produite par le bureau d'étude GIPEA. Cette plate-forme offre plusieurs fonctionnalités pratiques en terme de visualisation, d'importation et d'exportation. La première du mode d'emploi donnée en annexe 7 donne la liste des fonctions. La partie visualisation est particulièrement puissante et permet à l'utilisateur de scruter des parties du territoire de gestion tout en conservant une vue d'ensemble. L'outil est volontairement orienté vers l'aide à la décision et donne la possibilité d'associer à chaque couche des informations, des règlements et d'en visualiser le résultat spatial au travers de requêtes intra et inter couches. Une requête spécifique nommée « Constructibilité » permet d'évaluer l'appartenance d'une zone à une catégorie définie par l'utilisateur. Le choix des attributs qui participent à ce calcul revient à l'utilisateur. C'est donc une requête multicritère réalisée sur le territoire de gestion qui permet de spatialiser par

exemple des conditions favorables ou au contraire limitantes pour la gestion des masses d'eau de ce territoire. Une requête « sélection spatiale » est aussi disponible sur le croisement de deux couches sur le territoire de gestion. L'exemple ci-dessous croise la couche zone inondable avec la couche zone bâtie. La requête indique que 167 éléments bâtis sont communs aux couches « PPR rouge » et « bâti général ». La valeur obtenue participe au calcul direct de l'IP régional B2-359 qui est à exprimer en nombre de personnes. Un zoom contextuel permet de visualiser le type de bâti concerné (habitations, entreprises,...). Il est aussi possible de visualiser des distributions d'attributs des couches. On conçoit que ces fonctionnalités soient adaptées à un travail de suivi et de représentation de l'évolution des indicateurs dans l'espace de gestion.

Le SIC a été conçu pour un usage pratique et accessible au non-spécialiste afin d'être partagé par les gestionnaires, les bureaux d'études et les chercheurs. Il permet de capitaliser l'information essentielle et de renvoyer aux documents sources.

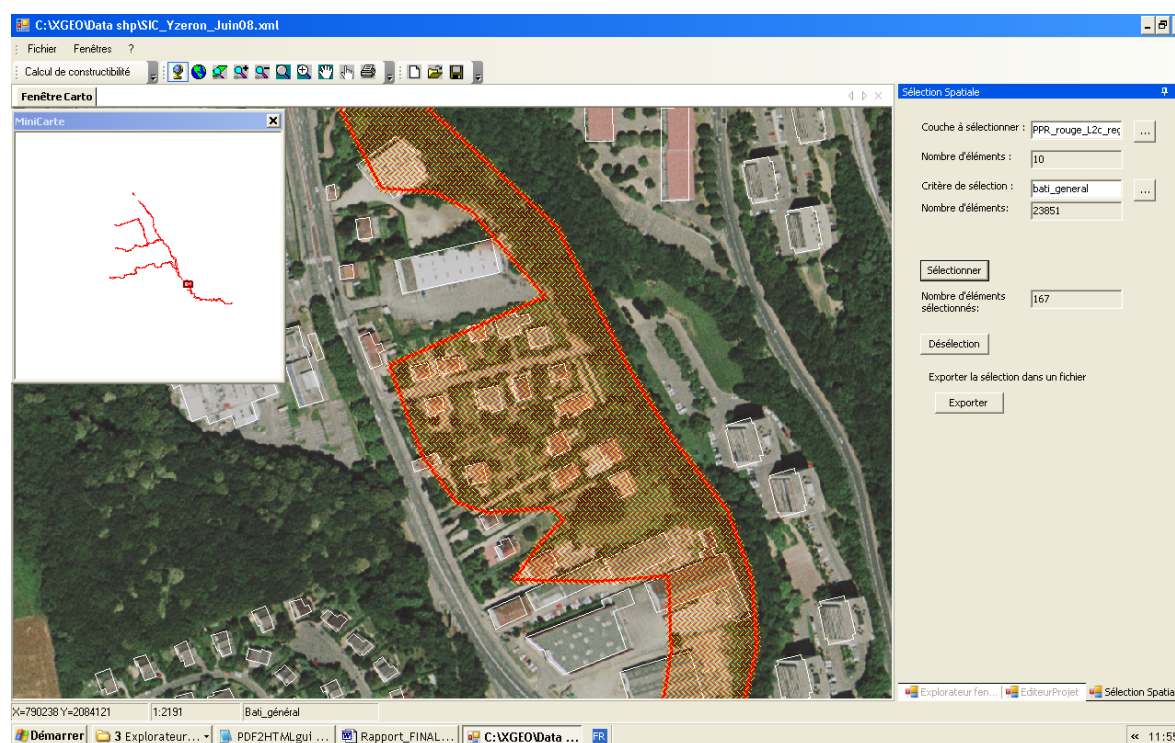


Figure 7

La construction des indicateurs P,E et R repose sur la disponibilité de couches essentielles dont une synthèse a été réalisée à partir des indicateurs régionaux (annexe 1). Ces couches sont qualifiées de brutes quand elles sont importées en l'état (ex : couche vecteur du réseau hydrographique fourni par l'IGN) ou expertes quand elles ont fait l'objet d'un traitement ou ont été créées à des fins précises avant l'importation (ex : repérage des contours des plans d'eau, des zones humides). Dans les couches expertes on trouve celles développées pour le calcul des Indicateurs Dc (ex : la segmentation hydrogéomorphologique, les limites du corridor rivulaire,...).

Une partie des indicateurs, essentiellement d'état et de réponse, sont des valeurs numériques non géo-référencées avec précision mais rattachées à une zone géographique : bassin total pour le RCO, bassin d'ordre 2 et commune pour les indicateurs régionaux, secteurs de vallée

ou portion de corridor rivulaire et cours d'eau pour les indicateurs de défense proposés. Ces indicateurs sont des taux, des nombres, des durées qui traduisent des pratiques spatiales ou temporelles. On peut citer la population raccordée par type d'assainissement en AC ou ANC (IP A1-1), la gestion des prélèvements en période critique (IR B3-241-2), le nombre de réunions et courriers (IR C294),...

Ces indicateurs non géo-référencés sont à coder sous la forme d'attribut des différentes couches « zones géographiques » auxquelles ils sont rattachés. Ils sont saisis directement sous le SIC par le gestionnaire. Ils sont alors de ce fait accessibles aux requêtes de calculs simples qui permettent d'obtenir la valeur d'un indicateur.

D'une manière générale, tous les indicateurs sont à saisir chaque année afin de pouvoir évaluer leur évolution et construire un tableau de bord. Le SIC donne toute liberté à l'utilisateur dans la structuration de l'arborescence des couches d'information. Ainsi, le gestionnaire peut choisir de répéter la totalité de l'arborescence chaque année ou de créer des sous couches d'attribut par année .

Dans le principe tous les indicateurs utilisés sont accompagnés d'une fiche d'information décrivant la méthode d'obtention. Il est ainsi possible de revisiter le calcul des indicateurs à la lumière de nouvelles données ou de nouveaux modèles de description. C'est une caractéristique importante qui permet de développer de la connaissance en capitalisant sur la connaissance acquise sur le territoire, d'où le nom de l'outil.

Le SIC permet d'importer les formats courants de cartographie issus des SIG. Chaque couche doit être associée à un fichier d'information. Il est aussi possible d'y attacher un règlement comme par exemple un seuil de déséquilibre à ne pas dépasser selon les tronçons d'un cours d'eau. On obtient ainsi une visualisation des parties sensibles des milieux récepteurs selon le(s) paramètre(s) retenus. Le SIC peut aussi être alimenté via des données numériques directement saisies sous tableur dont l'usage est maintenant largement répandu. Ces données servent à renseigner les éléments de calcul des indicateurs qui sont extraits des rapports par exemple. Une illustration de la table de calcul Altération Hydrologique (AH) est donnée en annexe1.

En fonction de la nature des données sources, trois chemins d'importation sous le SIC sont possibles (voir 1,2,3 sur schéma ci-dessus). Le chemin 1 correspond aux données qui sont déjà sous un format SIG du commerce. Il peut s'agir de données vecteur comme de fonds cartographiques ou de photos. Ces couches sont qualifiées de couches brutes en ce sens qu'elles sont importées en l'état sans traitement par l'utilisateur. Il convient dans tous les cas de renseigner la fiche d'information associée qui détaille l'origine des données (fournisseur), la date d'obtention, la localisation et les traitements réalisés pour obtenir la couche importée. C'est à cette condition que les données peuvent être reprises, ré-interprétées et complétées.

Pour les données issues de rapports techniques sous forme de tableaux par exemple, ou de mesures P, E, R, D il faut utiliser le chemin 2. Il convient alors de saisir les données dans un format prédéfini de feuille tableur où chaque tronçon, unité élémentaire de gestion, est repéré par un code. Ce format est illustré en annexe2.

La logique amont-aval est déterminante dans le cas des écoulements par gravité. Pour les données nécessitant un cumul des indicateurs d'amont en aval comme pour les secteurs de vallées ou encore les bassins versants pour les indicateurs régionaux, il faut suivre le chemin

3. Cela consiste à renseigner une feuille de tableur qui contient la numérotation ascendante des brins du réseau hydrographique du territoire étudié (annexe4). Les différentes échelles d'emboîtement sont repérées dans la même feuille de calcul. Les propriétés courantes d'un tableur permettent alors des opérations de l'aval vers l'amont afin d'évaluer l'effet des indicateurs situés en amont. A titre d'exemple on peut citer le cumul des prélèvements d'eau.

*A noter que la logique amont-aval ne s'impose pas partout : c'est le cas particulier des grands cours d'eau soumis au flux et reflux des marées (cas de la ville de Nantes). Dans ce contexte les petits affluents à ces grands cours d'eau sont eux-même soumis au mouvement des marais et il convient d'évaluer la distance d'effet pour délimiter cette masse qui peut couler dans deux sens opposés. La conséquence en est que les pressions amont mais aussi aval peuvent impacter l'état du cours d'eau.*

Pour les chemins 2 et 3, la sélection et le traitement des données issues de rapport sont définis par l'utilisateur qui doit préciser la méthode de travail utilisée dans la fiche d'information. Cette fiche doit aussi être importée dans l'outil SIC en document attaché à la couche concernée.

### **1.8 Fenêtres d'exploration, de visualisation, d'analyse gestion**

La fenêtre Explorateur de projet offre une structuration hiérarchique, et une logique personnalisable d'affichage.

Dans l'exemple de la figure 7, on retrouve les principaux items d'un contrat de rivière. Chaque item est lui-même composé de sous items fils. On a accès aux attributs contenus dans chacune des couches de base, dont la possibilité de changer les symboles ; on peut aussi ajouter des liens vers des documents (fiches des types hydro-géomorphologiques, règlements, normes...). De plus, le SIC permettra la visualisation rapide des graphiques de la balance entre indicateurs de pression et de défense, ce qui constituera un outil de synthèse visuelle et de gestion prospective particulièrement innovant.

L'observatoire de suivi des états est placé dans le répertoire « IE\_Contrat\_de\_rivière ». Il fait référence aux mesures ponctuelles réalisées sur la masse d'eau de manière continue (station de débit pour le suivi des effets des aménagements sur les étiages (IE\_B3-239, IP\_B3-253) ou encore des campagnes sur la physico-chimie et la biologie de l'eau (IE\_A32, IE\_A3-90, IEB13-38) ou de la ripisylve (B11\_108). Les stations sont positionnées géographiquement sous un SIG puis importées. Les données mesurées sont renseignées dans un fichier tableur organisé selon la hiérarchie d'un cours d'eau si c'est le type de masse d'eau concerné. Cette structure autorise des calculs simples d'amont en aval sous un tableur. Un exemple est donné en annexe 3 et 4.

La figure 7b présente l'organisation de l'item Gestion de la ressource avec ses couches de calcul et ses deux indicateurs régionaux. Les valeurs associées sont à recalculer chaque année en fonction de l'évolution des couches de calcul.

La figure 7c présente le détail du tableau de bord où sont compilés les résultats numériques des indicateurs par année.



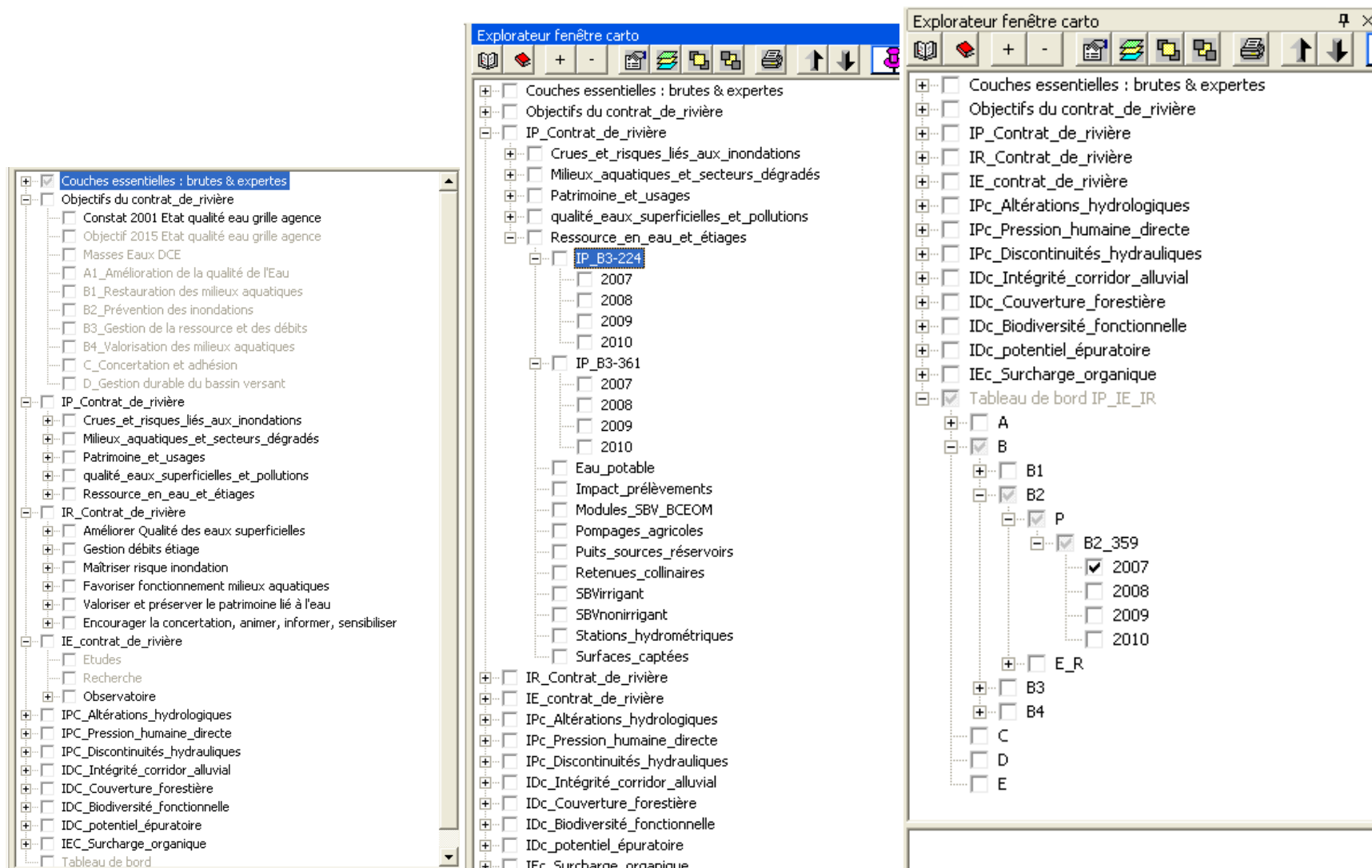


Figure 7 a,b,c

## **2. Exemple d'application**

Cas du bassin de l'Yzeron - Principaux résultats:

Le bassin périurbain de l'Yzeron fait l'objet d'un contrat de rivière dont les trois premiers objectifs sont :

- Améliorer la qualité de l'eau
- Lutter contre les inondations
- Restaurer les milieux aquatiques

Un certain nombre d'études ont été menées pour préciser à l'échelle des 150 km<sup>2</sup> de ce bassin les secteurs de cours d'eau dont la qualité est dégradée, les secteurs où le débordement est dommageable à l'activité humaine, les secteurs où le milieu physique constitue un facteur de dégradation du milieu aquatique.

### **2.1 Intégration des couches essentielles et expertes**

Les couches suivantes ont été importées sous le SIC Yzeron :

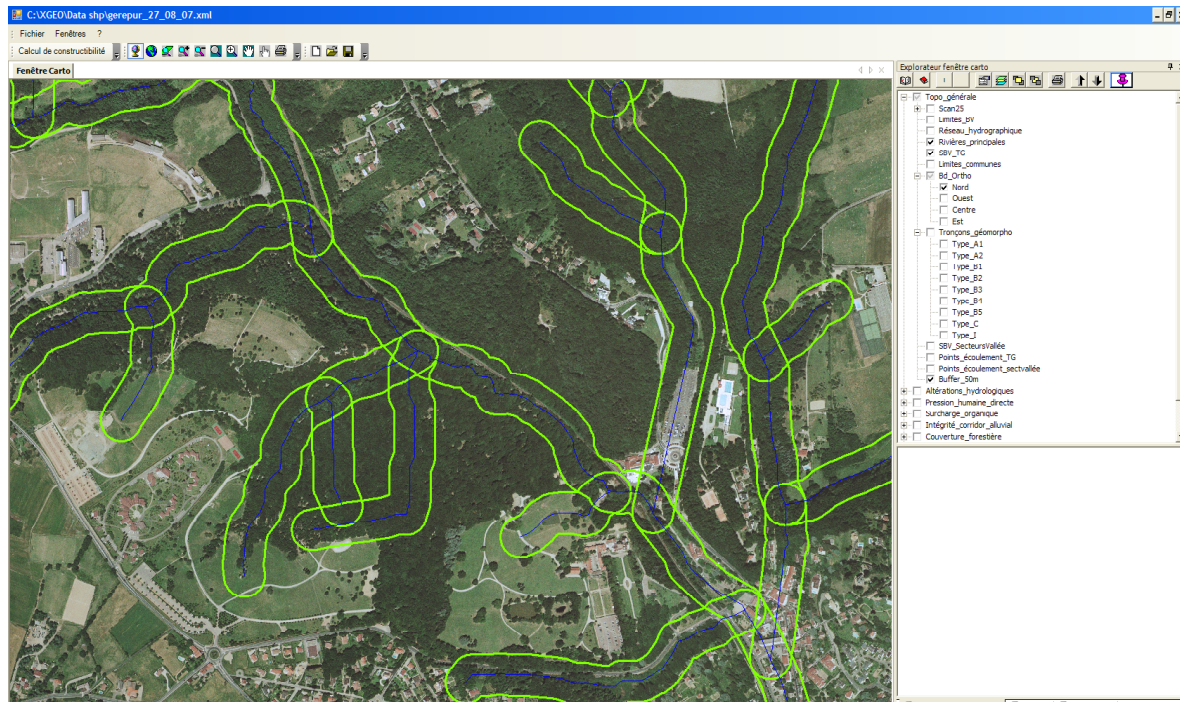
- couches de données essentielles: BDTOPO (IGN), BDORTHO (IGN), scan 25 (IGN), réseau hydrographique, occupation des sols (CORINE land cover), propriétés pédologiques (base de données sol Rhône-Alpes), photos aériennes (IGN et autres sources), cartes d'état des lieux réalisées dans le cadre de l'étude de diagnostic du bassin versant de l'Yzeron par le SEAGYRC, localisation des données d'état antérieures, tables de valeurs des données, physico-chimiques et méta-descripteurs de l'état écologique (chimie, métriques de morphologie fluviale, communautés biologiques et paramètres de processus d'assimilation);

- couches expertes qui proviennent de la confrontation de couches disponibles et de relevés de terrain, de résultats de modélisation hydrologiques (types d'apports du versant à la rivière, relation nappe-rivière) et de typologies : typologie hydro-géomorphologique d'états de référence, évolutions géomorphologiques (incision, ensablement), continuité hydrographique, capacités d'échanges hydriques, harmonisation d'indicateurs biologiques, cartes interprétatives des effets de l'emprise humaine sur des facteurs de contrôle : régime hydrologique influencé, flux de granulats, matières organiques et fines, pressions sur les berges...

Les couches sont associées à des fiches d'information et de signalétique ou encore méta-données : elles font partie intégrante du SIC et renseignent sur l'origine du lot de données et les attributs de la couche, la précision des données, leurs dates de validité, le référentiel géographique, selon la procédure Géorépertoire ZABR. Elles décrivent aussi les procédures de calcul utilisées en particulier pour les couches expertes ou renvoient à des documents accessibles et pérennes. Cela permet de revisiter les couches expertes en fonction de l'accumulation des données et des connaissances. C'est le lien essentiel avec l'activité scientifique et de R&D sur les indicateurs.

## 2.2. Découpage de l'espace

L'ensemble des données a été intégré sur la base des segments géomorphologiques de la typologie hydro-géomorphologique d'états de référence, élaborée par l'université Lyon 2 (UMR 5600). Ces segments, d'une longueur de plusieurs centaines de mètres à plusieurs km, sont considérés représenter des types de fonctionnement versant-rivière et nappe-rivière. Le transfert des pollutions depuis les versants vers les cours d'eau est par ailleurs contrôlé par le type d'activité ou d'usage du sol situé à proximité du cours d'eau pour ce qui concerne les pollutions diffuses. Il a donc été défini une bande de corridor de 50 m part et d'autre du cours d'eau et au niveau de chaque tronçon ou segment géomorphologique. Cet espace est représenté par les polygones en vert dans la figure 8. Il délimite l'espace où des facteurs de pression ou de défense sont calculés pour générer les indicateurs IPC et IDc.



ERROR: ioerror  
OFFENDING COMMAND: image

STACK: