



HAL
open science

Gestion des rivières périurbaines : Développement de l'outil SIC

Pascal Breil

► **To cite this version:**

Pascal Breil. Gestion des rivières périurbaines : Développement de l'outil SIC. [Rapport de recherche] irstea. 2008, pp.49. hal-02601170

HAL Id: hal-02601170

<https://hal.inrae.fr/hal-02601170>

Submitted on 16 May 2020

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

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

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.....	5
En résumé :	6
1. Cadre général.....	7
1.1 Initiatives de la ZABR en matière d’outils d’intégration des connaissances.....	7
1.2. Pourquoi un SIC ?	7
1.3. Objectifs du SIC:.....	8
1.4. Les indicateurs du SIC:	8
1.5. Les réseaux d’observation et le SIC.....	10
1.6 Découpage du territoire sous le SIC.....	11
1.7. Intérêt opérationnel du SIC	14
1.7 Fonctionnalités du SIC	15
1.8 Fenêtres d’exploration, de visualisation, d’analyse gestion.....	18
2. Exemple d’application.....	20
2.1 Intégration des couches essentielles et expertes.....	20
2.2. Découpage de l’espace	21
2.3. Des indicateurs spécifiques du corridor	21
2.4. IPc DH004 : indicateur de sensibilité du lit à l’incision par les déversoirs d’orages....	23
2.5. IDc P003 : Indicateur de défense du lit et modalités d’actions.....	26
2.6 Eléments de définition d’un observatoire.....	31
2.7 Utilisation du SIC en appui au programme de mesures DCE	33
2.8. Perspectives.....	33
ANNEXE	34
Annexe 1 - Informations géo-référencées essentielles pour les indicateurs régionaux.....	35
Annexe 1 (suite)	36
Annexe 2 : Fiche de saisie type pour les indicateurs.....	37
Annexe 3 Fiche tableur de calcul ascendant avec correspondance des échelles spatiales.	38
Annexe 4 Repérage des brins codés depuis le SIC.	39
Annexe 5 Couches à utiliser pour le calcul des indicateurs du corridor rivulaire.....	40
Annexe 6 Potentialité de généralisation des indicateurs Pressions/Défense du corridor.....	47
Annexe 7 "page 1 -Mode d’emploi de la plate-forme XGEO du SIC"	48
Bibliographie scientifique de fond	49
Valorisation	49

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 métadescription 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 ¹« 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

¹ http://www.gesteau.eaufrance.fr/documentation/doc/guides/Indicateurs_regionaux_Resume.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.

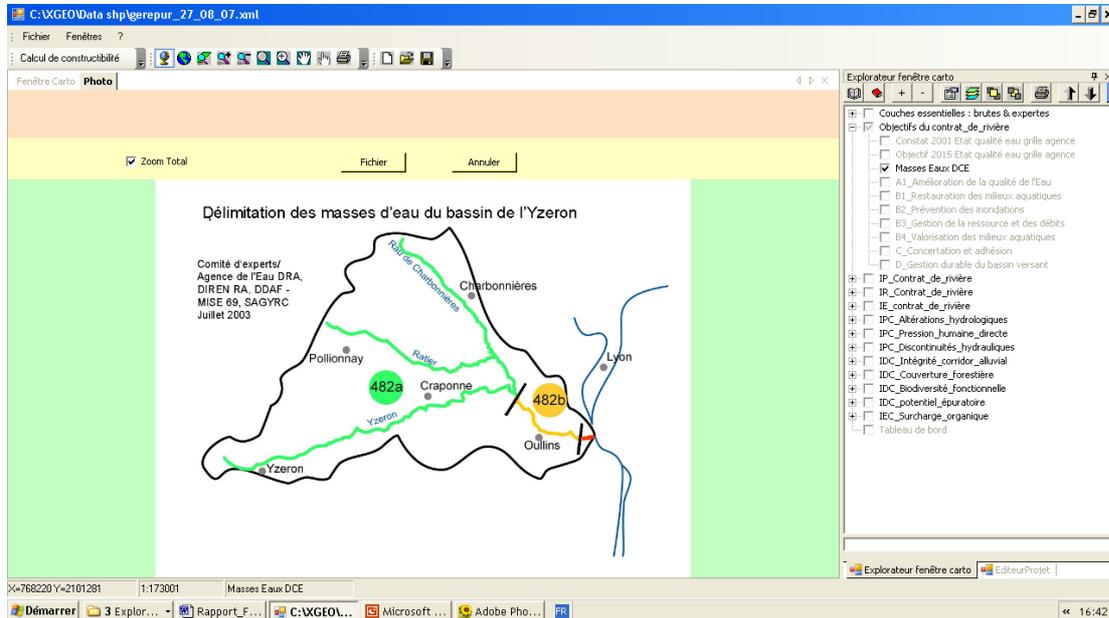


Figure 1.

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.

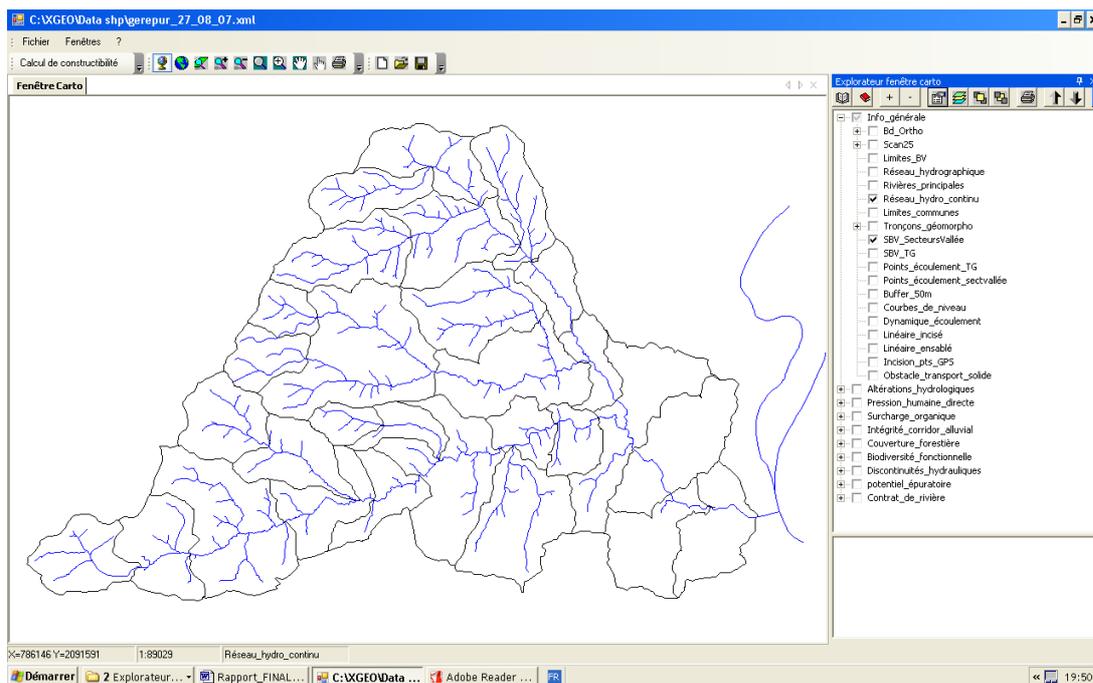


Figure 2.

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.

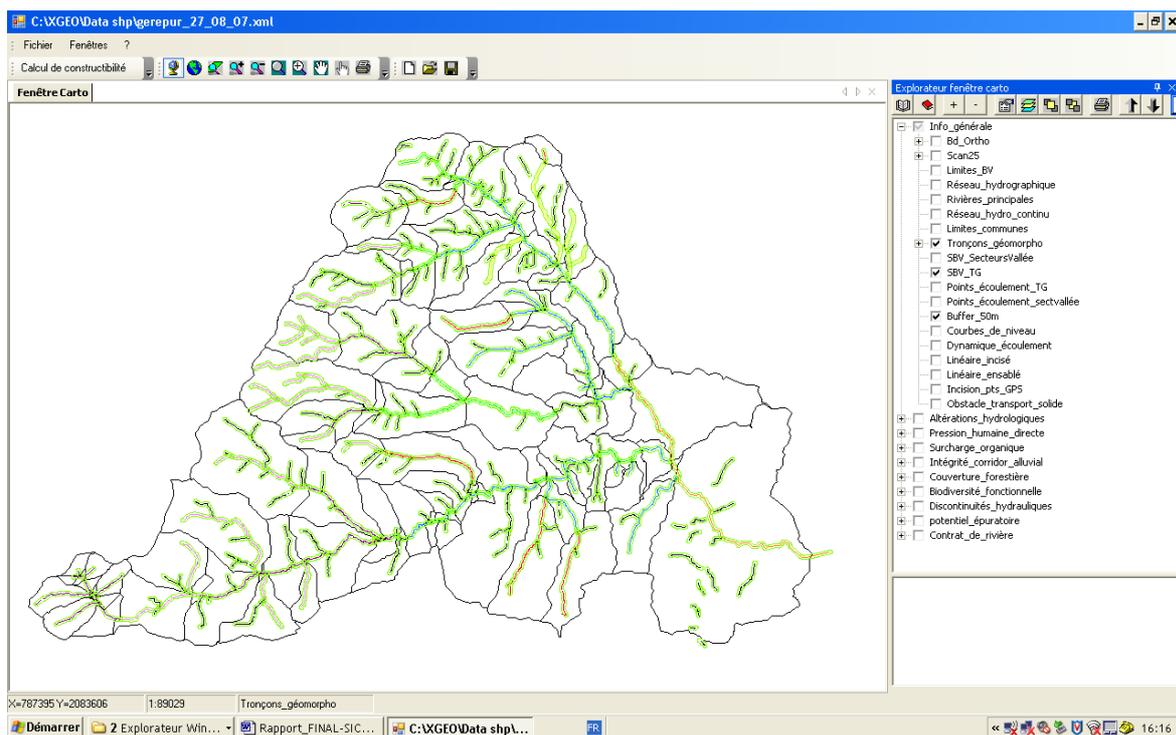


Figure 3.

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.

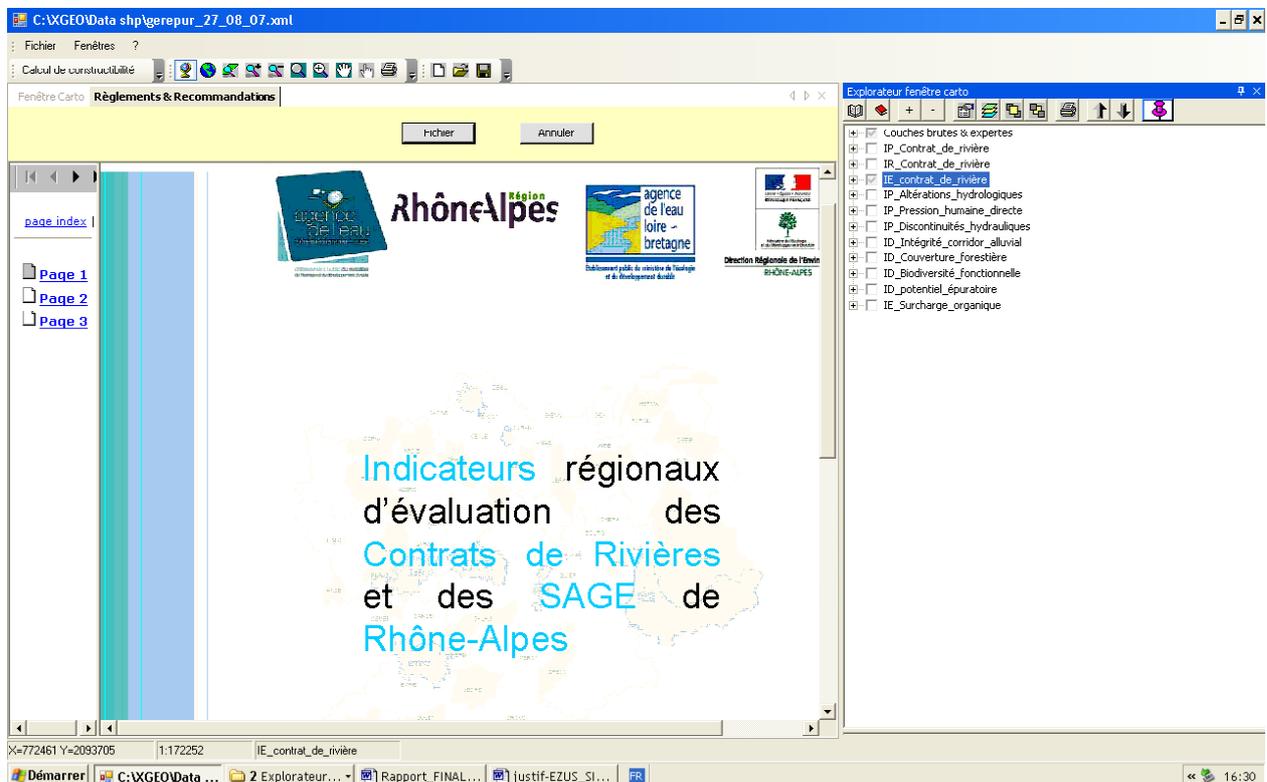


Figure 4.

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.

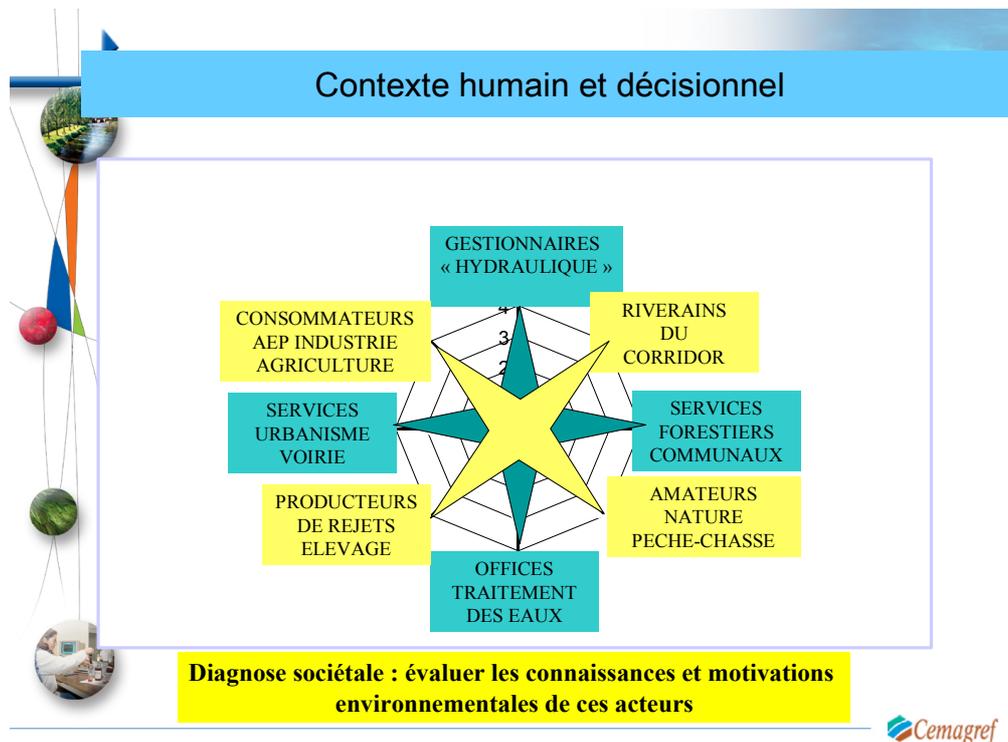


Figure 5.

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.

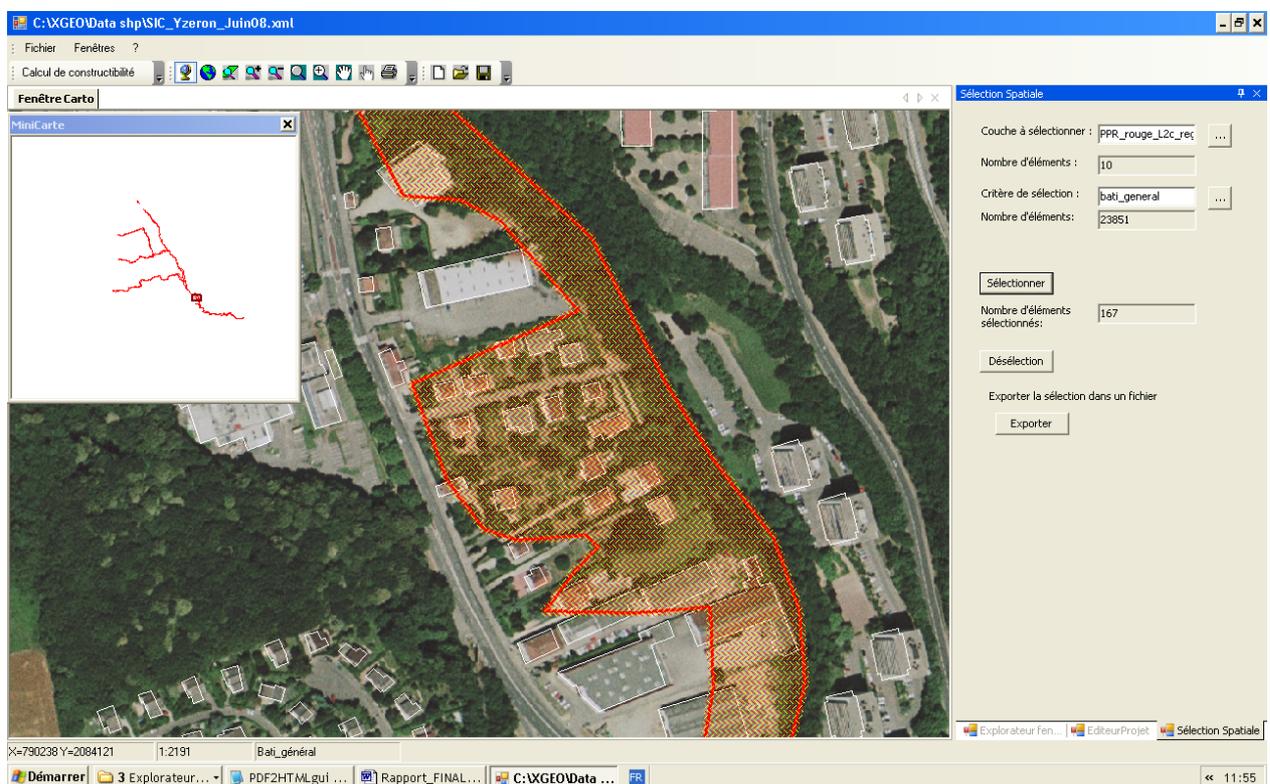


Figure 7

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.

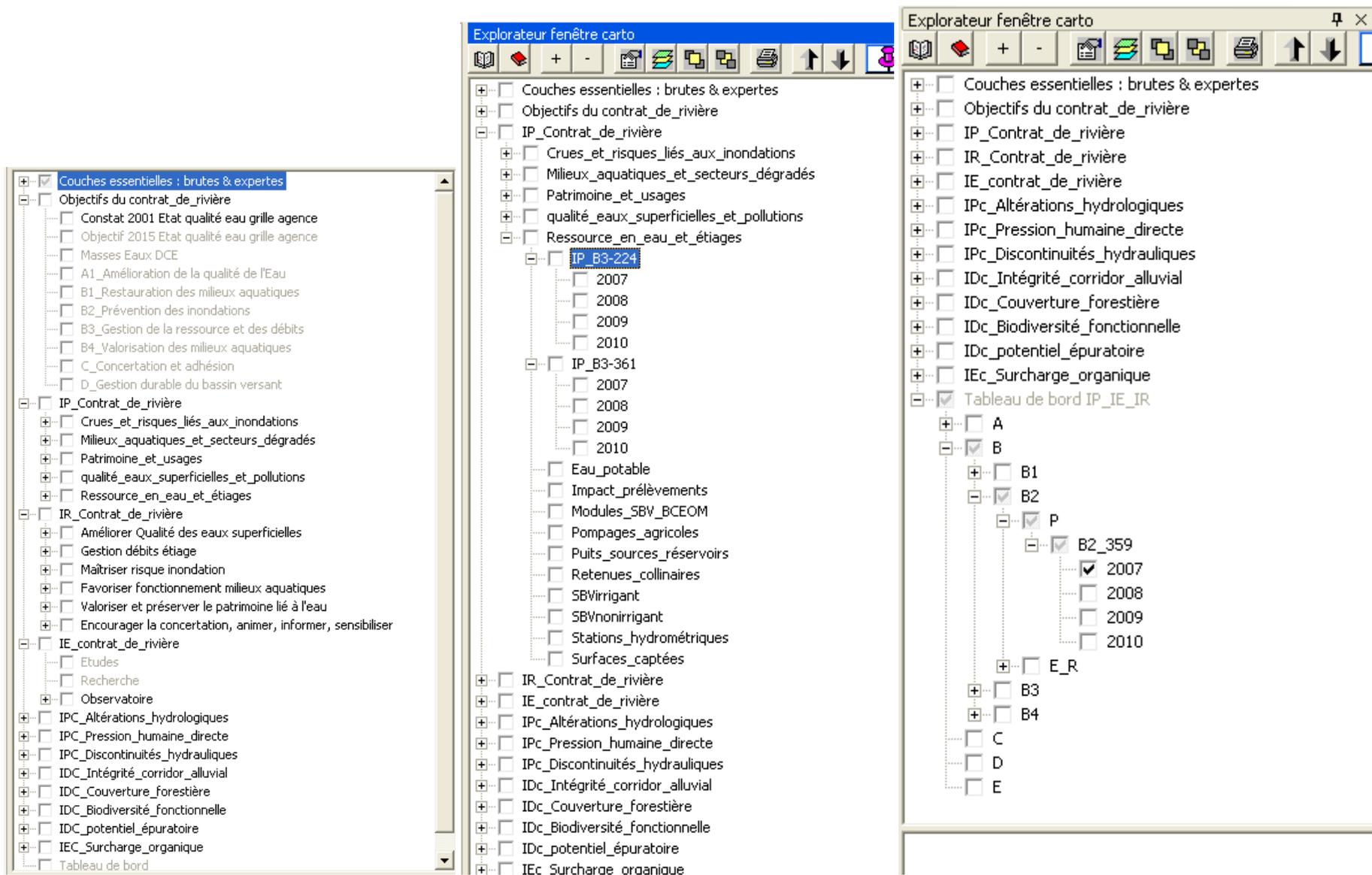


Figure 7 a,b,c

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 km² 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.

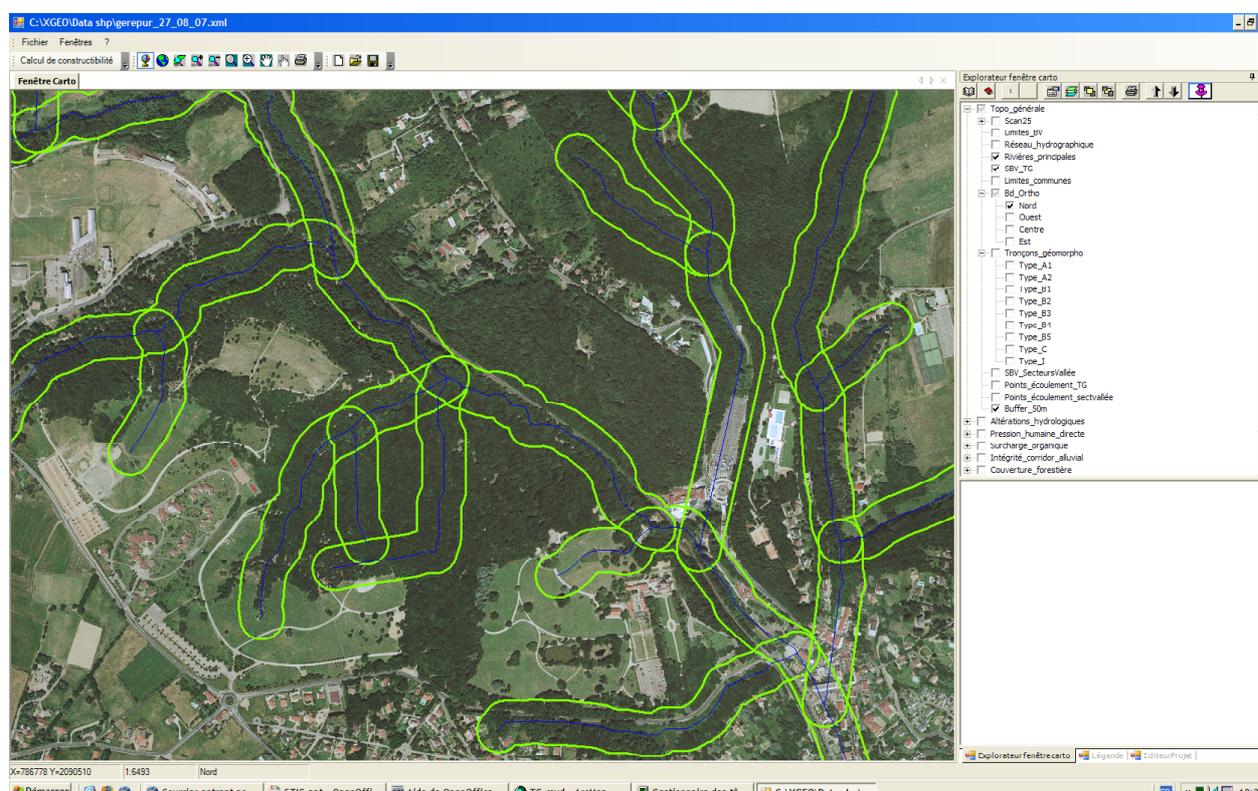


Figure 8

A un niveau supérieur d'intégration, on délimite un secteur de vallée qui peut regrouper 1 à 4 segments précédents, soit une longueur de 3 à 10 km, homogène quant aux vocations du territoire (vallée et versants) et au contexte humain et urbanistique, cartographiable au 1/10.000. On y exprime les facteurs anthropiques sous forme de pressions tangibles sur le corridor, liées à des pratiques sociétales.

2.3. Des indicateurs spécifiques du corridor

LISTE DES METADESCRIPTEURS CHOISIS SUR L'YZERON

Pour établir le plan de gestion du bassin versant de l'Yzeron, huit catégories de métadéscripteurs ont été retenues, comprenant elles-mêmes de deux à trois indicateurs :

Métadescription	Indicateur
Altération Hydrologique AH	AH001: Impact des prélèvements AH002: Imperméabilisation AH003: Nombre de déversoirs d'orage
Pression Humaine Directe PHD	PHD001: Accessibilité PHD002: Présence de déchets en rive et dans le lit PHD003: Naturalité des berges
Surcharge Organique SO	SO001: Mesure de la DBO5 SO002: Mesure de NH4+
Intégrité du Corridor Alluvial ICA	ICA001: Continuité de la ripisylve ICA002: Largeur de la ripisylve
Couverture Forestière CF	CF001: Etat du boisement CF002: Nature des essences CF003: Envahissement par les renouées
Biodiversité Fonctionnelle BF	BF001 : IBGN BF002 : Traits Fonctionnels BF003 : ID
Discontinuités Hydrauliques	DH001: Puissance spécifique du cours d'eau DH002: Pourcentage de faciès lotiques DH003: Artificialisation du lit DH004 : Sensibilité à l'incision
Potentiel Epuratoire	PE001: Oxygénation du milieu interstitiel PE002: Colmatage du fond du lit PE003 : Capacité potentielle de filtration hyporhéique

Ces huit métadescription forment les 8 branches du graphique en « toile d'araignée ».

AH, PHD et SO forment la classe des métadescription des Pressions exercées sur le milieu.
ICA, CF et BF forment la classe des métadescription de DEFENSE du milieu
DH et PE sont des indicateurs complémentaires : selon leur note, ils se comporteront comme des indicateurs de pression ou de défense du milieu.

Enfin, une note globale est attribuée au tronçon considéré en appliquant la formule suivante :

$\text{Note globale de la balance} = \sum I_{pi} - \sum I_{di}$

Les informations nécessaires au calcul des différents indices du corridor sont listées en annexe 5. La transposabilité à d'autres bassins est précisée en annexe 6.

2.4. IPc DH004 : indicateur de sensibilité du lit à l'incision par les déversoirs d'orages

Résumé

Pour ce qui est des impacts géomorphologiques des rutp (rejets urbains en temps de pluie), l'étude des facteurs déclencheurs et/ou de prédisposition à l'incision a mis en lumière les 3 facteurs suivants : (i) le nombre de points de rejets, (ii) la typologie géomorphologique d'états de référence et (iii) la taille du bassin versant. A partir de ces résultats, il sera possible de dresser une carte de sensibilité à l'incision, qui pourra être intégrée dans le SIC. La visualisation des futures extensions des zones urbanisées, et de leurs ouvrages techniques, permettra de projeter et prévenir de futures incisions. Cet indicateur de sensibilité est classé dans les indicateurs de pression de discontinuité hydraulique. Il rend compte d'un risque géomorphologique qu'il convient de maîtriser, car les sédiments déstockés tendent à ensabler les branches principales, ce qui pose d'autres problèmes de gestion.

Des indicateurs de la stabilité du profil en long

Les éléments qui suivent rentrent dans le calcul des indicateurs de la Préservation et restauration des milieux aquatiques (B12). La méthode est en principe transférable en l'état.

OBJECTIFS

- mise en forme pour le SIC de la typologie géomorphologique du réseau hydrographique de l'Yzeron et des fiches descriptives de chaque type ;
- mise en forme pour le SIC de l'inventaire des incisions et des rejets urbains de temps de pluie (IP B12-124) ;
- mise en forme pour le SIC de l'inventaire des tronçons ensablés et des obstacles au transport solide (IP B12-124) ;
- établissement d'une carte de sensibilité à l'incision (IE B12-130);
- élaboration des bases d'un plan de gestion des incisions et de l'ensablement (IR B12-349)

METHODE

- positionnement GPS des diverses observations de terrain ;
- mise en forme pour le SIC ;
- traitements statistiques ;
- terrain : topométrie, mesure du transport sableux, dendrochronologie... ;
- synthèse des résultats et traduction de ces derniers en termes de carte de sensibilité à l'incision et de plan de gestion.

ETAT D'AVANCEMENT

- La typologie du réseau hydrographique de l'Yzeron a été réalisée dans le cadre du projet régional GEREHPUR.
- L'étude des problèmes d'incision et d'ensablement, particulièrement longue et délicate, a débuté dans le cadre de plusieurs projets soutenus par la Communauté Urbaine de Lyon et le SAGYRC.

TACHES REALISEES A CE JOUR

- les différentes couches SIG de la typologie géomorphologique ont été vérifiées, corrigées et intégrées dans le SIC. Ces données ont été assorties de Fiches descriptives. Ces dernières décrivent chaque type de cours d'eau par des indications qualitatives, quantitatives et des illustrations (cf. infra).
- les couches pour le SIC...
 - o de l'inventaire des incisions (tronçons incisés, incisions ponctuelles, sous-bassins concernés) ;
 - o des rejets urbains de temps de pluie ;
 - o de l'ensablement ;
 - o et des obstacles au transport solide (anciens seuils artificiels en dur, nombreux seuils artificiels de type « artisanal » réalisés par les pêcheurs) ;...ont été préparées et intégrées dans le SIC.

- Les investigations de terrain montrent :
 - o que les incisions les plus importantes sont systématiquement liées à des ruti ;
 - o que les incisions sont susceptibles de survenir très rapidement (1 à 2 ans) après l'implantation d'un ruti ;
 - o que les types géomorphologiques B4, B5 et B2 sont les plus sensibles aux incisions (pour des chenaux dont ordre ≤ 2) ;
 - o que, dans le bassin de l'Yzeron, les incisions n'affectent pas les ruisseaux dont la surface drainée dépasse 4 km² ;
 - o que les types C, B3 et B4 sont les plus affectés par l'ensablement (pour des chenaux dont l'ordre > 2) ;
 - o qu'une part significative (entre 42 et 98 % !) du transport sableux (et donc de l'ensablement) dans les branches principales du réseau hydrographique provient des déstockages sédimentaires par les incisions des ruisseaux de tête de bassin (résultat préliminaire à confirmer et préciser).

Ces différents résultats permettent notamment d'envisager de réaliser une carte de sensibilité à l'incision, actuelle et prospective, dans ce dernier cas en intégrant les plans d'urbanisation des prochaines décennies (cf. infra).

PROLONGEMENTS POSSIBLES

Carte prospective de sensibilité des ruisseaux de tête de bassin à l'incision.

La réalisation de cette carte de sensibilité implique :

- o que le modèle de typologie soit appliqué à tous les drains de tête de bassin ;
- o de distinguer tous les ruisseaux dont la surface de drainage est inférieure à 4 km² ;
- o et d'intégrer les plans d'urbanisation des prochaines décennies (nouveau PLU de la Communauté Urbaine de Lyon).

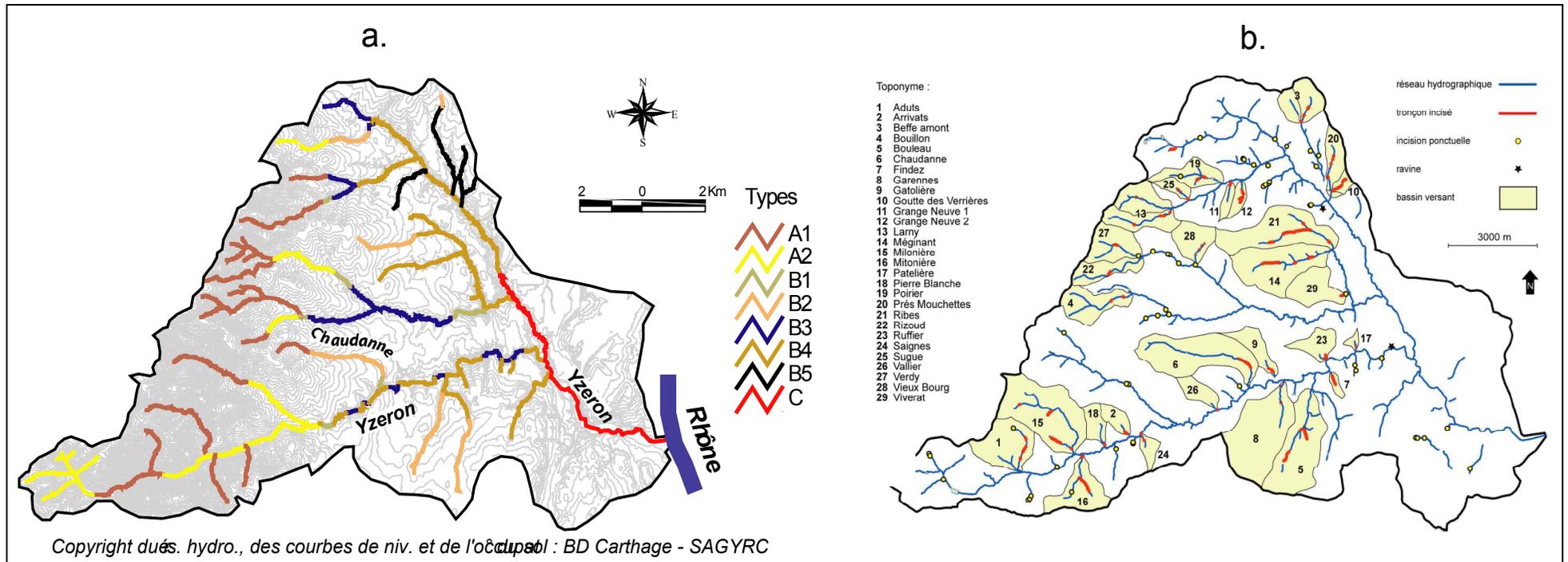


Figure 9 :

a. Typologie géomorphologique du réseau hydrographique de l'Yzeron.
 b. Carte des incisions des ruisseaux d'ordre 1 à 2 du bassin versant de l'Yzeron.

2.5. IDc P003 : Indicateur de défense du lit et modalités d'actions

Résumé

La modélisation hydrologique des types de connexion des flux d'eau entre les versants et la rivière et son croisement avec la typologie morphologique en rivière a permis de dresser du potentiel d'échange hydrique entre la colonne d'eau et son substrat. Ce potentiel est un indicateur de la capacité de défense du milieu récepteur. Son croisement avec la localisation et la densité des déversoirs d'orage permet de classer les situations en trois catégories : non affectée (pas de déversoir), en équilibre (nombre de déversoirs limité et bon potentiel d'échange du milieu) et à risque (déversoirs sur secteur à faible potentiel). Le gestionnaire dispose ainsi d'un élément supplémentaire de diagnostic pour mettre des priorités sur ses actions de réhabilitation en vue d'atteindre un bon état ou un bon potentiel écologique. Ce résultat est illustré dans la figure 9c.

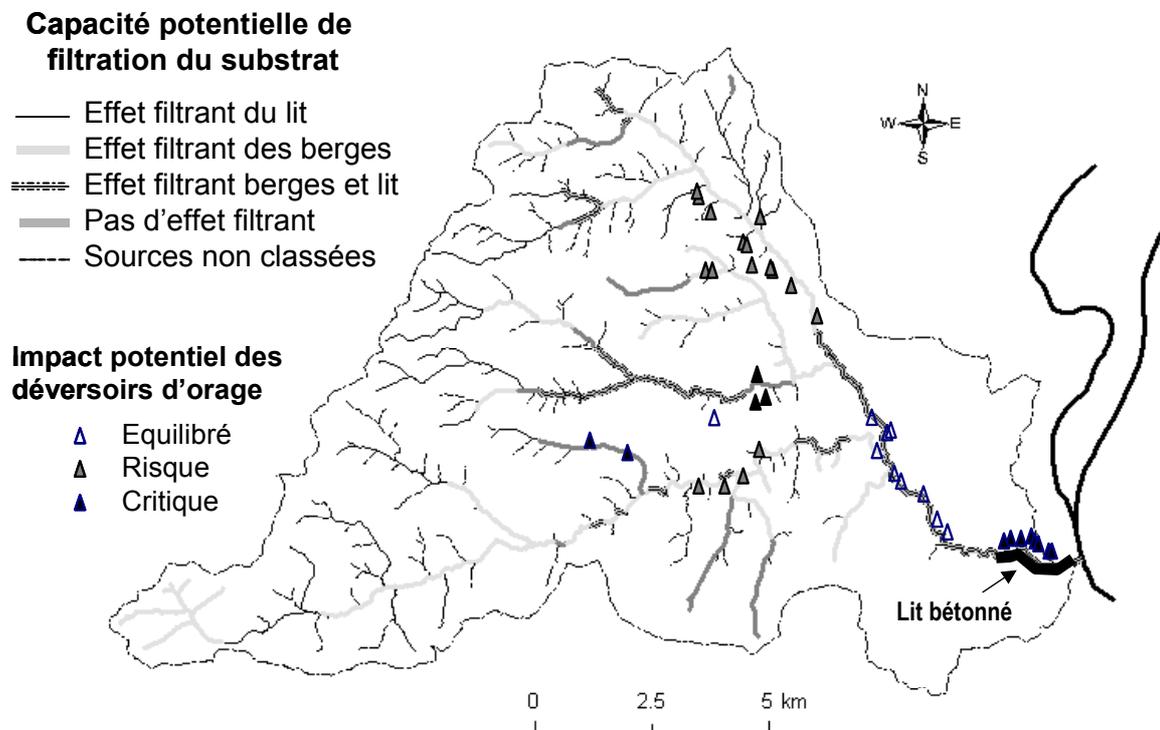


Figure 9c Cartographie du risque d'impact des rejets de temps de pluie dans les cours d'eau de l'Yzeron. Le risque est évalué par le croisement du nombre de points de rejets et la capacité d'échange nappe-cours d'eau.

Analyse de la combinaison spatiale entre types géomorphologiques et dynamiques hydrologiques en versant

Réseaux hydrographiques pérennes et non pérennes du bassin de l'Yzeron

Les relations nappe-rivière sur les flux d'échanges sont *a priori* variables selon les saisons. En période de basses eaux, de mai à septembre, les échanges hyporhéiques du réseau non pérenne

seront très liés au type de relation nappe rivière qui se développe dans l'espace du corridor rivulaire. Le modèle hydrologique distribué calé par R. Gnouma (2005) sur le bassin de l'Yzeron a permis de simuler un état du réseau d'écoulement non pérenne lors de la période de mai à septembre (fig. 10). L'écoulement de surface ne persiste que sur les principaux affluents: le Dronau, le Ratier, le Chrabonnières et l'Yzeron et se réduit à environ 30% du réseau qui est développé en période de hautes eaux. Ce résultat est présenté en figure 15. Ce fonctionnement doit être pris en compte dans l'interprétation des indicateurs.

Il a été noté par ailleurs qu'un sous écoulement persistait même au plus fort de l'été dans le réseau non pérenne. Toute la période transitoire de réduction du réseau pérenne (mars à mai) serait donc dominée par des exfiltrations de la nappe d'accompagnement vers le substrat de la rivière. Cela permet le maintien de la faune hyporhéique et benthique ubiquiste. Pour les périodes de reprise des écoulements d'octobre à novembre puis de hautes eaux d'octobre à février les sens d'écoulement peuvent s'inverser assez rapidement puis perdurer. Les analyses qui suivent ont été menées pour évaluer ces effets selon les saisons et les types hydrogéomorphologiques (formes) en lien avec l'hydrologie (flux) des versants qui s'y déversent.

Deux situations sont considérées pour étudier la combinaison des flux et des formes :

- **En basses eaux**, à partir d'une zone tampons de part et d'autre du cours d'eau. Elle a été calculée sous SIG (Gnouma, 2005). La figure 11 représente les dynamiques hydrologiques, la segmentation géomorphologique et les limites de la zone tampon de 100 m. Les pourcentages des différentes dynamiques hydrologiques localisées le long de chaque segment géomorphologique ont été extraits. Les résultats ensuite moyennés par type géomorphologique afin d'identifier les combinaisons dominantes de flux et de formes (figure 12).

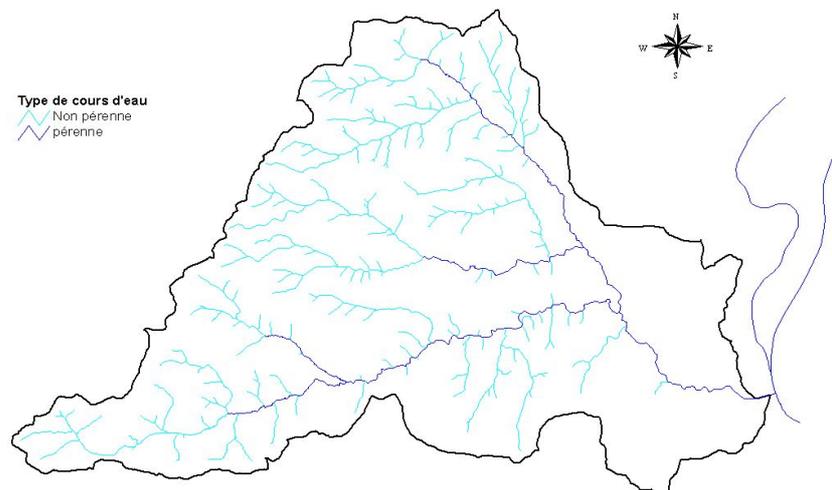


Figure 10 : Réseaux pérennes et non pérennes (de mai à septembre) sur le bassin de l'Yzeron.

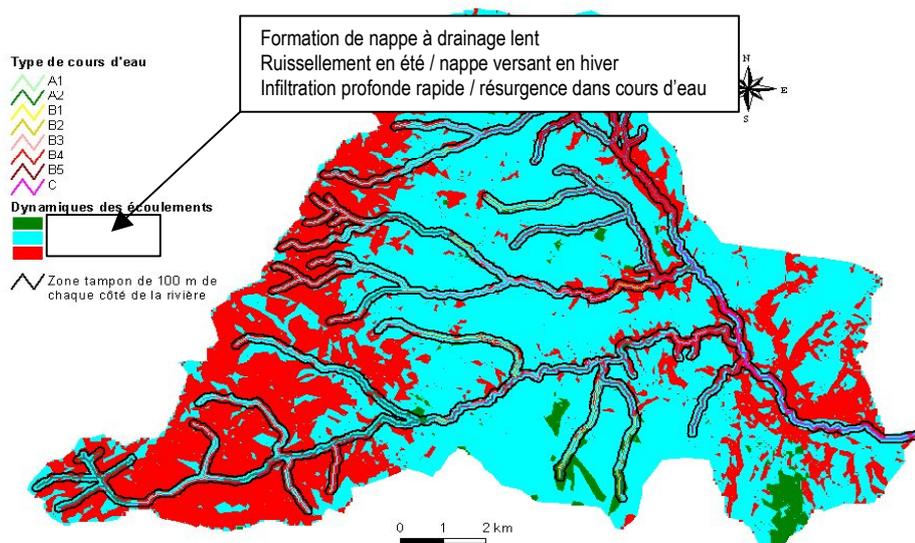


Figure 11. Délimitation de la zone tampon de 100 m le long du réseau hydrographique de l'Yzeron. Segments hydrogéomorphologiques et dynamiques hydrologiques.

- **En hautes eaux**, en considérant que c'est l'ensemble du bassin versant amont à chaque segment géomorphologique qui impose la dynamique hydrologique. Les pourcentages des différentes dynamiques sont alors extraits des bassins situés en amont.

Interprétation

En basses eaux, les résultats sont consignés dans la figure 12. Par soucis d'interprétation, les dynamiques hydrologiques ont été traduites par leur mode de connexion à la rivière: vidange de nappe constituée (cas assez limité sur le bassin en versant), ruissellement depuis la berge et résurgence dans le cours d'eau.

On constate le rôle dominant du ruissellement pour les types A2, B1 à B4 et C. Cela se traduit par une connexion latérale, via une nappe perchée temporaire, au ruisseau. Les flux hyporhéiques latéraux pourront exister au passage des crues estivales qui prennent naissance sur des parties limitées du bassin en règle générale. Les caractéristiques de sinuosité et de substrat des types B2, B4, B5 et C vont favoriser les échanges latéraux pour l'essentiel, mais toujours en lien avec la densité des alternances seuil-mouille qui contrôlent la ligne d'eau pour les débits faibles à moyens (Breil et *al.*, 2008). Les flux hyporhéiques longitudinaux qui court-circuitent les sinuosités devraient prédominer dans le type C.

Le type B2 se distingue par un lien sensible avec les quelques zones de nappe de versant constituées sur le bassin de l'Yzeron. C'est certainement en lien avec les caractéristiques pédologiques de ces secteurs à perméabilité moyenne et épaisseur conséquente sur des zones de plateau. D'où une capacité de stockage et de ressuyage. On peut s'attendre à une alimentation soutenue des écoulements par le drainage de ces nappes en comparaison des autres parties du bassin. L'infiltration, révélée par exemple dans un segment du type B4 de

l'Yzeron, est de nature à régénérer le milieu hyporhéique altéré dans ce cas par des flux urbains. L'étude et la localisation de ces zones mériteraient une attention particulière dans le cadre d'un plan de gestion.

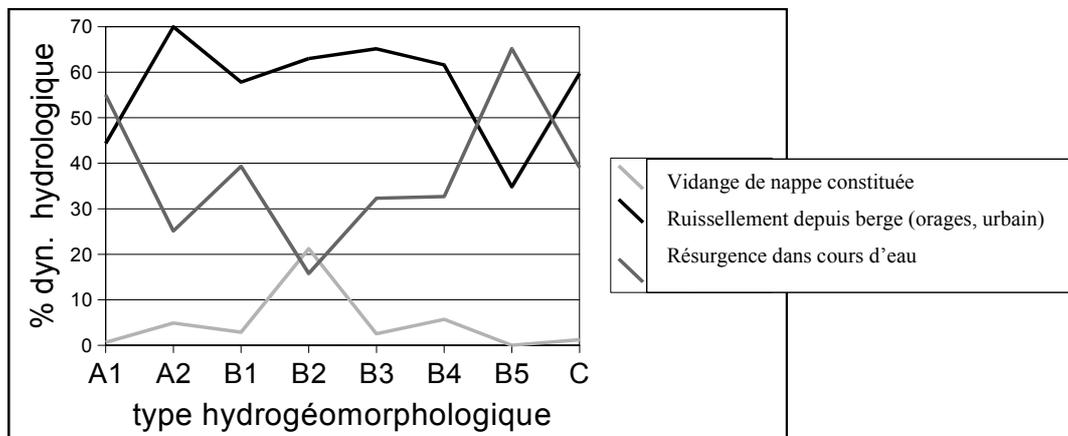


Figure 12. Pourcentage de combinaison des dynamiques de flux (dynamique hydrologique) et de formes (types hydrogéomorphologiques) en période de basses eaux sur le bassin de l'Yzeron.

Le ruissellement urbain, non pris en compte dans cette analyse, va essentiellement modifier la dynamique des écoulements de surfaces et créer des conditions de forts gradients depuis la rivière vers la nappe. Ces pulsations devraient intensifier les flux hyporhéiques par un phénomène de « pompage » mais il convient d'en mesurer l'effet réel sur les flux échangés entre le substrat et la rivière.

En hautes eaux, l'influence des écoulements liés aux bassins amont des segments est résumée dans la figure 13. Y sont représentées les 3 modalités qui influencent la dynamique hydrologique : la pente, la profondeur et la perméabilité des sols.

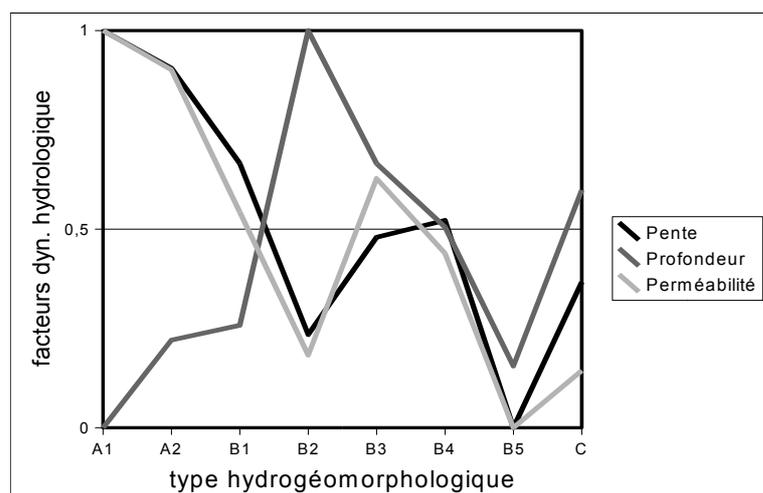


Figure 13 Evolution moyenne par type hydro-géomorphologique des modalités pente, profondeur et perméabilité des sols des bassins versants amont aux segments du réseau hydrographique de l'Yzeron.

Les valeurs moyennes des facteurs ont été calculées pour chaque bassin versant amont à chaque segment hydrogéomorphologique du réseau hydrographique. Ensuite, les valeurs

obtenues ont été moyennées par type de segment A1 à C. Pour rendre la figure lisible, les moyennes ont été normées par rapport à leur gamme de valeurs respectives.

On constate que les fortes pentes, les faibles épaisseurs de sol et les fortes perméabilités caractérisent les bassins amont aux types A1, A2, B1, B3 et B4. Ce qui suggère un fonctionnement dominant par apports souterrains. Le type B2 se distingue par de fortes épaisseurs de sol de ses bassins amont et des valeurs assez faibles en perméabilité et pente. Cela suggère à nouveau une connexion par drainage de nappe. Le type B5 est contrôlé en amont par les valeurs les plus faibles que l'on puisse rencontrer à l'échelle du bassin de l'Yzeron. Cela correspond au affluents rive gauche du Charbonnières. Les écoulements sont donc peu temporisés avant d'atteindre ces cours d'eau. Cela pourrait expliquer en partie l'importance de l'incision qui s'y développe (cf. figure 9a).

Au regard de la diversité des combinaisons formes-flux rencontrées, nous avons tenté de hiérarchiser la capacité d'échanges en rivière selon deux axes:

- l'axe des flux verticaux entre la colonne d'eau et le substrat
- l'axe des flux horizontaux, qui marque des conditions actives d'échanges entre la rivière et ses berges.

Ainsi les facteurs pente, granulométrie, % de faciès lotiques et connectivité souterraine ont été attribués aux flux verticaux, les facteurs de sinuosité et de connectivité latérale aux flux horizontaux. Les valeurs de chaque facteur ont été normalisées sur les gammes de valeurs rencontrées dans le bassin de l'Yzeron. La hiérarchisation qui en résulte est donc relative au bassin lui-même. La moyenne des facteurs de forme et de flux a été calculée pour chaque type hydrogéomorphologique. Le résultat est présenté dans la figure 14.

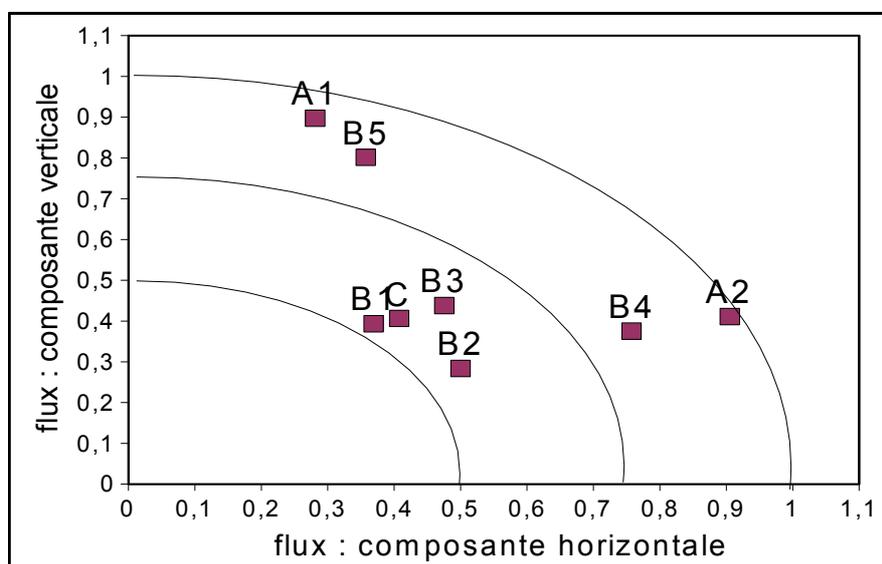


Figure 14. Normalisation des combinaisons flux-formes en composantes de flux verticales et horizontales entre la rivière et son substrat en période d'étiage.

Il en ressort que les combinaisons flux-formes les plus actives en terme d'échanges entre la rivière et le corridor hyporhéique correspondent aux groupes A1-B5 et A2-B4 avec une composante nettement verticale pour le premier et une composante nettement horizontale pour le second. 5. Un troisième groupe est formé par les type B1,B2, B3 et C. Il se distingue par

des composantes d'échange verticale et horizontale moyennes par rapport aux deux autres groupes. Les types B1 et B2 sont contrôlés par les affleurements de la roche mère et présentent respectivement l'absence de seuils et la plus faible sinuosité. Ces types hydrogéomorphologiques se comportent essentiellement comme des systèmes de transfert en raison de l'absence de corridor hyporhéique et donc de capacité de stockage et d'échange. Ils constituent un troisième groupe à faible capacité d'échange.

Les types C et B3 sont des types moyens, mais cela ne signifie pas que les échanges soient faibles car il s'agit d'une normalisation dans la gamme des facteurs observés du bassin de l'Yzeron. Les types B5 et B4 (B1, B2, B3 et C de même) sont situés dans des secteurs soumis à des influences urbaines. Leur capacité de restauration écologique pourrait différer compte tenu des directions privilégiées d'échanges entre versant, rivière et substrat.

Ce premier modèle de prédétermination doit être considéré comme une clef de lecture de la capacité d'échange des flux hydriques dans le corridor hyporhéique. Il pourrait déjà aider à mieux gérer les impacts sur le linéaire du réseau hydrographique de l'Yzeron.

2.6 Eléments de définition d'un observatoire

La définition du réseau complémentaire des collectivités (RCC, abordé au paragraphe 1.5) doit pouvoir s'articuler avec l'observatoire mis en place dans le cadre d'un SAGE ou d'un contrat de rivière. Les méthodes d'échantillonnage et les paramètres biologiques et physico-chimiques du réseau DCEE (RCS et RCO) y sont décrits avec précision. La liste des paramètres dépend cependant du classement de la masse d'eau et peut être plus ou moins contraignante. C'est le cas des masses d'eau classées en NABE mais pas de celles classées en ABE. L'intégration des connaissances relatives à la ressource en eau à l'échelle du territoire de gestion (SIC) permet de rationaliser le choix des stations à mettre en place. Nous donnons ici les grandes lignes de l'établissement de l'observatoire de l'Yzeron qui fait l'objet d'une commande par ailleurs par le SAGYRC. Nous précisons la démarche pour le Ratier à titre d'exemple.

La connaissance de la qualité chimique et biologique des cours d'eau reposent sur des données collectées dans le cadre d'études et de l'état initial aux aménagements. Ces données peuvent être complétées par des campagnes plus anciennes. Il a été possible de remonter à 1964 pour l'Yzeron. Il est ainsi possible d'établir l'évolution de la qualité biologique en certains points du réseau hydrographique. Cela n'est pas le cas des données chimiques plus difficiles à interpréter en l'absence de protocoles d'analyse bien décrits et en raison du caractère fugace de certains paramètres pouvant varier dans la journée en lien avec l'activité humaine mais aussi naturelle. Pour les données biologiques, l'analyse des données anciennes a permis de constater que le secteur de l'Yzeron situé entre St Laurent de Vaux et la confluence avec le Dronau avait toujours conservé une bonne qualité hydrobiologique. Il semble que la situation en piémont de ce secteur soit favorable à la résurgence des eaux qui ont transitées par les versants. Sur la base de cet historique il a aussi été possible d'identifier les 5 stations les mieux suivies sur le bassin. Elles sont au nombre de trois sur l'Yzeron et de deux sur les autres cours d'eau principaux du bassin, une sur le Charbonnières et une sur le Ratier. Les positions de ces stations concordent assez bien avec les points de suivi à mettre en place pour suivre l'effet des aménagements.

Cas du bassin de l'Yzeron – volet A - Objectif de réduction des pollutions et d'amélioration de la qualité des eaux

Pour la masse d'eau amont classée ABE (482A, objectif DCEE 2015) les principaux enjeux du contrat de rivière portent sur la reconquête de 2 classes de qualité sur le Ratier et d'une classe de qualité sur les parties amont et aval de l'Yzeron avant sa confluence avec le Charbonnières. Les linéaires concernés représentent au total 2/5 environ du réseau hydrographique principal.

En aval (482B) la masse d'eau aval est scindée en deux parties. Celle qui conflue avec le Rhône est classée en NABE car son écoulement est contrôlé par une centrale hydroélectrique du Rhône. La partie intermédiaire est liée à un objectif de bon potentiel écologique. La qualité de médiocre à bonne devrait être atteinte par la réduction des rejets urbains de temps de pluie, nombreux sur cette partie (et le Charbonnières qui est en ABE). Une station RCO est prévue dans cette la partie intermédiaire.

Deux ouvrages majeurs seront mis en place pour réduire l'aléa des crues qui menacent la partie aval.

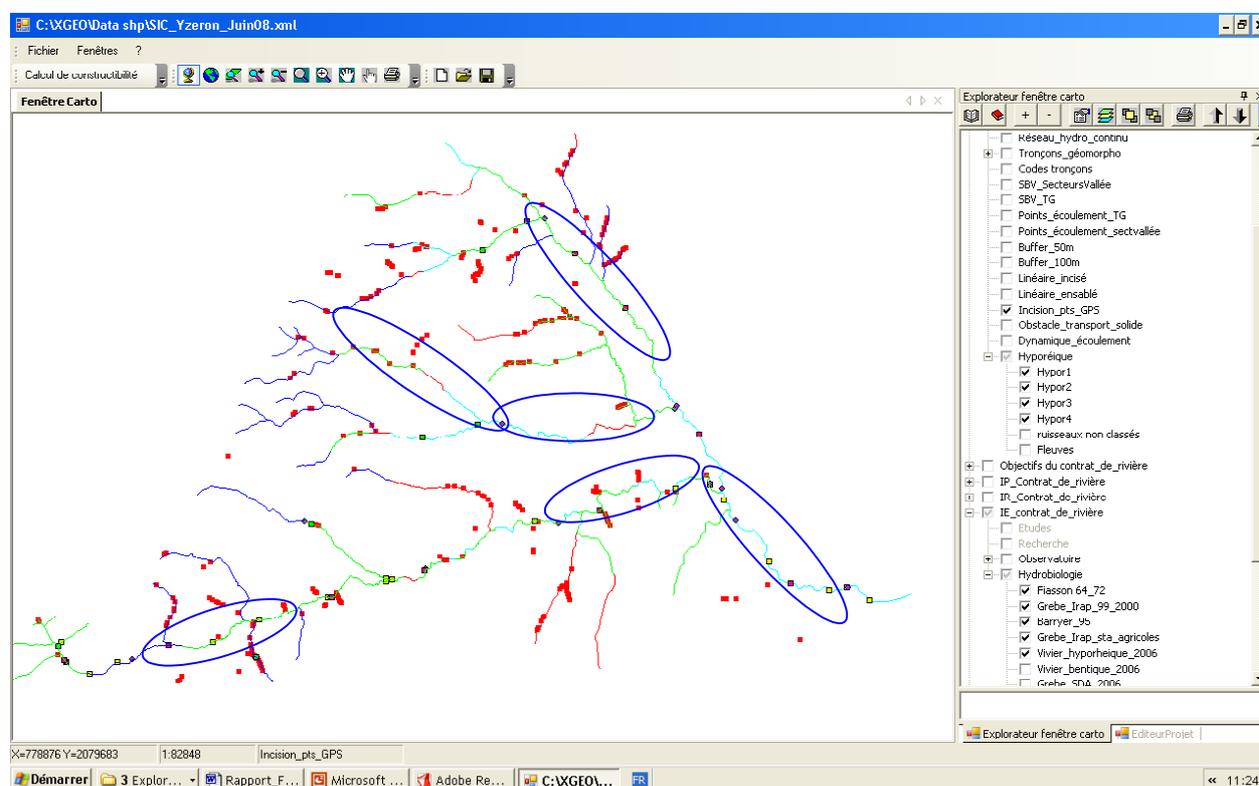


Figure 15 – les ellipses délimitent les tronçons où un objectif de gain en classe(s) de qualité est attendu. Les tronçons marqués en rouge présentent un faible potentiel de filtration hyporhéique. Les points rouges indiquent les points d'incision. Les autres points localisent les campagnes hydrobiologiques.

Le Ratier reçoit les eaux résiduaires d'une station d'épuration obsolète et ses débits sont fortement contrôlés par deux retenues à vocation d'irrigation en amont. La partie amont présente plusieurs points d'incision et apparaît comme non pérenne de mars à septembre en année moyenne. Trois types géomorphologiques se succèdent : A2, B1 et B3. Le tronçon dispose d'une bonne capacité potentielle de filtration hyporhéique d'après la classification présentée en 2.5, sauf dans sa partie médiane où elle est nulle (roche mère affleurante). Ces éléments vont dans le sens d'une connectivité renforcée de la rivière vers la nappe

d'accompagnement (sauf en partie médiane) et donc du transfert et de l'accumulation de la pollution dans le substrat, ce qui peut expliquer le classement en mauvaise qualité sur les plans chimiques et biologiques. Les Réponses prévues par le contrat de rivière portent sur la mise à niveau de la station d'épuration, la mise en séparatif du réseau d'assainissement et la gestion d'un débit réservé au niveau des retenues d'irrigation. Plusieurs exploitations agricoles sont recensées en amont, ainsi que la déambulation du bétail dans un affluent direct (Le Mercier). Pour l'instant il n'est pas affiché de réponse à la pollution diffuse agricole. La bonne capacité potentielle de filtration va dans le sens d'une récupération rapide.

Stations d'observation préconisées pour le Ratier

Il convient donc de proposer en partie basse de ce tronçon la mise en place d'une station limnimétrique afin d'évaluer l'évolution des débits dans le cadre des travaux prévus de mise en séparatif et d'un débit réservé. Le débit pluvial devra être régulé par un bassin d'orage pour limiter le processus d'incision.

Pour la qualité physico-chimique et biologique, il est préconisé une campagne de basses et de hautes eaux au sens des paramètres classiques. Il conviendrait d'y associer un suivi équivalent dans le substrat du cours afin de suivre sa récupération. Deux stations sont nécessaires : l'une en amont de la confluence avec l'affluent possiblement pollué par le bétail et dans le type géomorphologique A2 car le B1 se comporte comme un lit bétonné. L'autre en aval dans le type B3.

2.7 Utilisation du SIC en appui au programme de mesures DCE

La politique DCE menée par les Agences de l'Eau s'appuie prioritairement sur la biologie, toute mesure de restauration devant faire la preuve hydrobiologique (IBGN et autres indices) de son efficacité. Le critère « habitat » n'impose pas en lui-même obligation d'intervention, si l'IBGN indique un bon état écologique. Cependant, parce que le système d'évaluation SEQ Physique est devenu obsolète, toute méthode de diagnose fonctionnelle permettant d'apprécier le bon potentiel écologique serait bienvenue. Le SIC adapté au cas des rivières modifiées par l'anthropisation s'efforce de rassembler ces performances, et il devra s'élargir à d'autres sites similaires.

2.8. Perspectives

A terme, on doit pouvoir effectuer des simulations prédictives à partir de ce premier ensemble en jouant sur :

- le % d'imperméabilisation et les solutions alternatives (si ce pourcentage augmente, les dynamiques d'infiltrations vont prédominer, avec stockage des polluants dans le milieu hyporhéique, etc.),
- les altérations physiques du corridor rivulaire, des berges, du régime hydrologique, toutes réversibles,
- la nature plus ou moins toxique des rejets polluants, et la possibilité spatiale de les détourner,
- la manipulation du réseau trophique à partir du groupe fonctionnel le plus efficient,
- l'intégration dans un « tableau de bord » du graphique de la balance entre indicateurs de pression (à gauche) et de défense (à droite) à l'échelle d'un secteur de vallée ; ces indicateurs sont ceux que l'on a appréciés sur le terrain et ceux que l'on pourra prédire en fonction des simulations effectuées précédemment.

ANNEXE

Annexe 1 - Informations géo-référencées essentielles pour les indicateurs régionaux

	Limites communes	Localisation décharges	Surface en AC	Surface en ANC	S imperm	Surface EP traitées	Surface AU	Localisation UGB	Loc Points de mesure PC-HB	S Parcelles agr à risque			
Sources de pollution A1-1 A32 A2 A3 A4	P X	P	P	P	P	R	P	P	E	P			
					X	X			X				
	X						X	X			X		
		X											
	Limites bv cours d'eau ordre 2	Partie cours d'eau aménagé	Limites zones humides	Limites ripisylve esp. invasives	Limites ripisylve traitées	Limites ripisylves pg de gestion	Loc. obstacles au TS en cours d'eau	Limites linéaires suivis profil en long	Loc Points de mesure PC-HB	Limites linéaires traités profil en long	Limites linéaires incisé & comblé	Linéaires influence aménagement	Linéaire renaturé
Restauration milieu aquatique B11 B12 B13	P X	P X	E X	E X	R X	R X	P X	R X	E X	E X	E X	P X	R X
	Limites zones inondables	Limites PPRI	Limites Bâties	Loc. ouvrages réduction aléa E/R	S imperm								
Inondation zones peuplées B2	P X	P X	P X	X	P X								
	Loc. pompages	Loc. Plans eau	Loc Capt. AEP	Loc stations hydrométriques	Linéaire de cours d'eau sous QMNA 5								
Gestion RE B3	P X	P/R X	P/E/R X	P X	E X								

Annexe 1 (suite)

	Loc. Points noirs Cours d'eau	Limites sentiers riverains	Loc. points accès cours d'eau			
Valorisation milieux aquatiques B4	P X	E/R X	R X			
	Loc. Surfaces acquises	Loc Surfaces négociées prop.privées	Limites surfaces protégées			
Gestion durable Concertation Implication C	R X	R X	R X			
	Limites zones humides	Limites ripisylve esp. invasives	Localisation esp. remarquables	Loc. Surface s acquises	Loc Surfaces négociées prop.privées	Limites surfaces protégées
Biodiversité D	P/R X	E X	E X	R X	R X	R X

Annexe 2 : Fiche de saisie type pour les indicateurs

Microsoft Excel - Maquette_fichier_calc_gipea

Fichier Edition Affichage Insertion Format Outils Données Fenêtre ?

S21

1	DENOMINATION	Tronçon	Yad/droA2/2
2			
3	AH1: Impact des prélèvements		
4			
5			
6			
7	DONNEES DE BASE		
9	DR:	5	Débit de référence (L/s)
10	P (L/s):	3	Débit de pompage (L/s)
11	RCI:	0	Eau interceptée par RC irrigantes (L/s)
12	Pt	3	Prélèvements totaux (L/s)
13	CPD (% DR)	0.6	Pourcentage du DR prélevé
14			
15			
16			
17	CALCUL		
18			
19	CPD	0.6	Cumul des prélèvements directs
20			
21			
22	BORNES DE CLASSES		
23			
24	Classe	% de débit retenu	
25		de :	à :
26	Classe 1	0	1
27	Classe 2	1	10
28	Classe 3	10	20
29	Classe 4	20	100
30			
31		0.000	0.050
32		0.050	0.500
33		0.500	1.000
34		1.000	5.000
35			
36	CLASSE		
37			
38	Note calculée	3	
39	Note estimée	3	3
40	Bonus / malus		3
41			
42	Note finale	3	
43	Interprétation	Effet moyen suivant type de buse	
44			
45	Commentaire :		

Champs renseignés par l'utilisateur
Champs calculés

CODE du tronçon

Calcul de IPc - AH1
Indicateur de Pression Hydrologique au niveau du tronçon de Corridor "Yad/droA2/2"

Les données pour calculer IPc

Calcul automatique de IPc

La classe de IPc

La note finale de IPc

Navigation: AH1 / AH2 / AH3 / PHD1 / PHD2 / PHD3 / SO1 / SO2 / ICA1 / ICA2 / CF1 / CF2 / BF1 / BF2 / DH1 / DH2 / DH3 / PE1 / PE2 / METADESCRIPTEURS

Dessin

Prêt

Démarrer | 2 Explorateur... | Rapport_FINAL... | C:\XGEO\Data ... | Microsoft Exc... | FR

<< 22:10

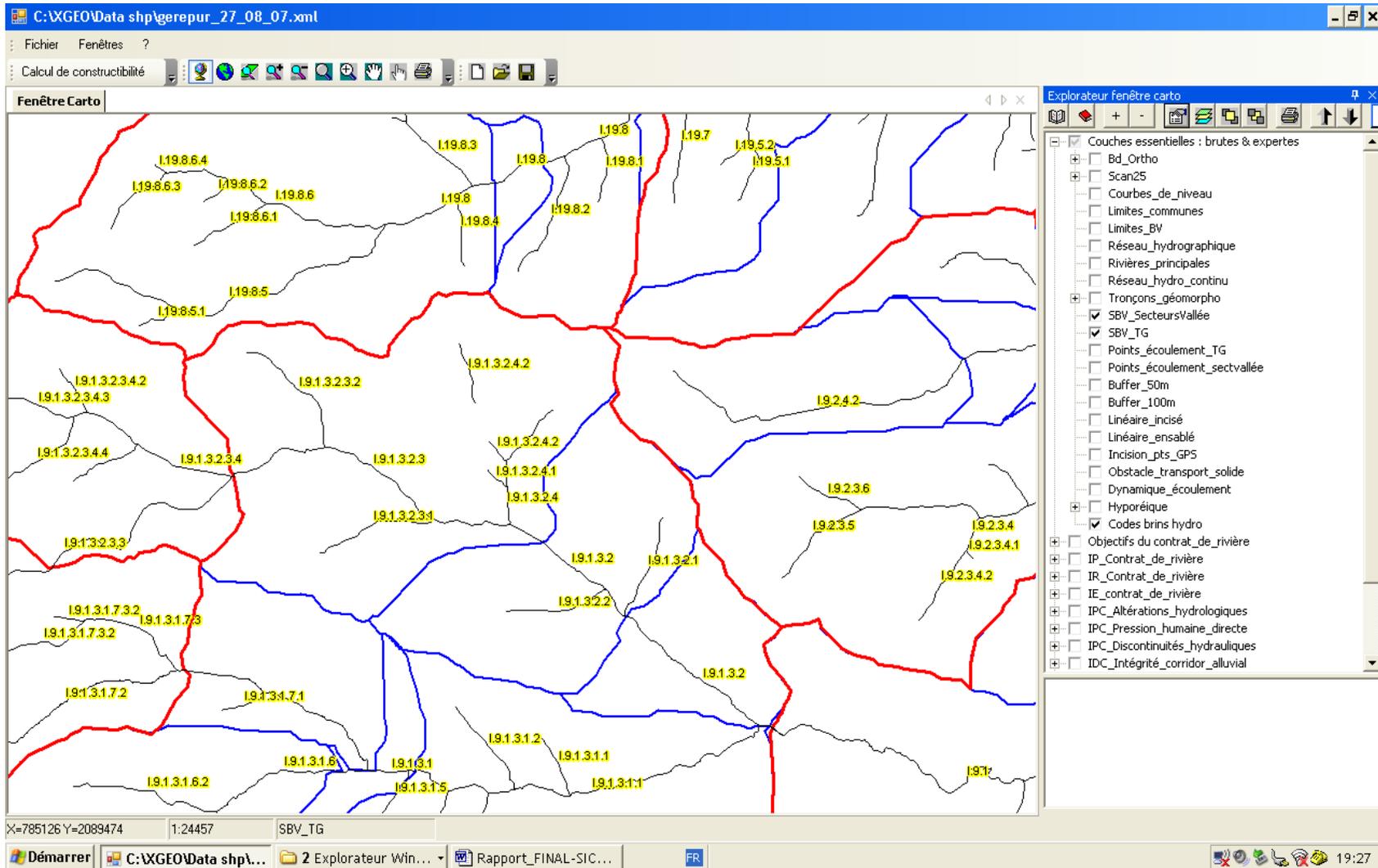
Annexe 3 Fiche tableau de calcul ascendant avec correspondance des échelles spatiales.

Zone Nom	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Code du brin aval à saisir										
2	I.8.										
3	BRIN		TRONCON		VALLEE		SOUS BASSINS (ORDRE2) du Contrat de Rivière				
4	ID SIC	valeur attribut	Sélection des attributs amont	ID SIC	Valeur attribut	ID SIC	valeur attribut	ID SIC	valeur attribut		
5	I.29.			2	2193634,5	1	4711833,847			CALCULS	RESULTATS
6	I.30.									Nombre Valeurs	51,000
7	I.31.									SOMME	72,577
8	I.32.									MIN	0,007
9	I.34.									MAX	6,406
10	I.29.1.									MEDIANE	0,907
11	I.29.2.									MOYENNE	1,423
144	I.8.	659426,552	77	659426,552							
145	I.		72	154862,813							
146	I.7.		105	2327528,66							
147	I.7.1.										
148	I.		29	2645466,78	12	2633360,082					
149	I.11.										
150	I.12.										
151	I.8.13.	968942,15	60	968942,15	22	1650464,744					

Cette table XL permet sur simple entrée du code d'un brin de sélectionner tous les brins situés en amont. Il est alors possible de récupérer la moyenne, la somme ou le résultat de toute autre opération réalisée sur un attribut saisie directement par un utilisateur dans une colonne associée. La correspondance avec les échelles supra (tronçon, secteur de vallée et ordre 2) apparaît dans les colonnes suivantes. Pour calculer aux échelles supra, l'opération est strictement identique.

Dans l'exemple ci-dessus nous obtenons la surface drainée pour tous les brins situés en amont du brin I.8 qui délimite un sous-bassin d'ordre 2. Les surfaces ont été saisies à partir des tronçons mais c'est bien la codification ascendante qui permet de trouver les tronçons situés en amont. La carte de repérage des brins codés est disponible sous le SIC (voir annexe 5).

Annexe 4 Repérage des brins codés depuis le SIC.



Sont cochées dans cet aperçu sous le SIC les couches «réseau hydro», «Codes brins hydro» dont la numérotation ascendante est lisible, «SBV_TG» ou limites en (bleu ici) des bandes versants qui alimentent un tronçon et «SBV_SecteursVallée» ou limites des bassins versants des secteurs de vallée (en rouge).

Annexe 5 Couches à utiliser pour le calcul des indicateurs du corridor rivulaire

note de travail de J.Boulos-2007

AH001: Impact des prélèvements

Le DR (débit de référence) est obtenu en divisant le module par 10. Ce module est issu de la carte 1B du SAGYRC.

Le rapport BCEOM 1999 fournit des valeurs de surfaces captées par les retenues collinaires et les valeurs des pompages (particuliers, agricoles, divers). Ces calculs ont été repris par P. Breil (Cemagref) et consignés dans une géodatabase personnelle appelée « retcolyze ».

D'après Valette (2005), il faut cumuler les prélèvements directs et les rapporter au pourcentage du DR qu'ils constituent.

L'indicateur sera donc la somme des débits effectifs pompés et des débits théoriques captés par les retenues collinaires (=Cumul des Prélèvements Directs = CPD), ramenée au pourcentage de DR qu'elle représente.

AH 002: Imperméabilisation

- Sur la couche de bâti général, faire une union avec un pas de 10m (« Analysis tool =>superposition=>union)
- Sur la couche union, créer un raster (output cell = 5m) (conversion tool => entité vers raster)
- Utiliser la fonction « agréger » ou « fusionner » pour créer des polygones urbains
- transformer en shp en utilisant les outils de conversion raster => entité
- calculer les surfaces (clic droit sur le champ « F_AREA » du bâti, puis statistiques.)

=> Le calcul de AH002 s'effectue de la sorte :

Imperméabilisation = Surface bâtie / surface bassin x 100

AH 003: Nombre de buses

Dans la mesure où l'on ne dispose que de l'emplacement des buses (Déversoirs d'orage, eau pluviale) sur le bassin versant, l'indicateur ne prend en compte que le nombre de ces buses par sous-bassin.

La couche yrc_rejets, réalisée par Loïc Grosprêtre, recense ces buses et les qualifie lorsque cela a été possible à partir d'un échantillonnage exhaustif sur les cours d'eau principaux de l'hydrosystème: il s'agit soit d'un déversoir d'orage, d'un rejet d'eau pluviale ou d'un système mixte ou indéterminé.

A terme, cet indicateur pourra évoluer vers un débit d'eau estimé arrivant en un point de cours d'eau, si l'on connaît par exemple le calibre de chaque buse; Il serait judicieux également de qualifier la qualité de l'eau déversée (eau chargée en polluants urbains, industriels, eau de pluie)

PHD 001 : Accessibilité des berges

En suivant le découpage des tronçons hydrogéomorphologiques, et donc la surface des sous-bassins versants correspondants, est déterminé l'accessibilité des rives, en considérant la proximité du tronçon d'intérêt à :

- une route principale (RP), typiquement une 2x2voies, autoroute, voie ferrée
- une route secondaire (RS), nationale ou route départementale urbaine
- une 1 voie (2x1V) de type départementale rurale, revêtue ou non
- un accès piéton par Allée (A), Chemin (C) ou Sentier (S)

Les classes et notes attribuées sont fonction de la plus discriminante des routes présentes.

Un bonus/malus de 1 point est ajouté à la note finale si une décharge se trouve dans le sous-bassin versant.

PHD 002 : Présence de déchets en rive et dans le lit

La couche « déchets » (dans « Indicateurs-PHD2 ») a été créée à partir des observations faites dans le rapport CNRS de 1999-2000 intitulé *Etude paysagère du patrimoine naturel et bâti lié à l'eau sur le bassin versant de l'Yzeron*. (par Cossin, Piégay et Saulnier).

Est notée la présence de déchets à divers endroits du bassin versant, mais ceux-ci ne sont pas toujours qualifiés comme le voudraient nos critères de détermination des notes de classes (en terme de type de déchet ainsi que leur localisation en berge, lit ou talus).

La note retenue pour l'indicateur est le type de déchet ou la localisation le/la plus déclassant(e).

PHD 003 : Naturalité des berges

Aucune donnée à l'heure actuelle.

SO 001 : Mesure de la DBO5 Critère à redéfinir

Pour le bassin de l'Yzeron, cette mesure est remplacée par la mesure du rapport C/N. L'idéal serait de pouvoir coupler les deux mesures DBO5 et C/N.

Les données sont issues de divers travaux conduits entre 2004 et 2007 lors de campagnes de terrain.

- Pour le fichier « Lacombe1988 », les données sont issues de Lacombe, 1988.
- Pour le fichier de forme « gerehpurchimie.shp », les données sont issues de la thèse de Anne Vivier (2006) => stations 1-5 Chaudanne p. 286-288. Il s'agit des valeurs moyennes pour chaque station.
- Pour les fichiers « grille agence 2004 et 2005 », les données rentrées sous le SIG sont les moyennes des paramètres pour l'Yzeron (voir feuille intitulée « Yzeron novembre 2004 ») et les moyennes des valeurs dans les premiers tableaux pour la feuille de calcul « Chaudanne ».
- Remarque : Pour le fichier 2005, les valeurs des 4 stations Yzeron (2 urbaines, 2 rurales) ont été tirées de la thèse de Anne Vivier, 2006.

SO 002: Mesure de NH4+ Critère à redéfinir

Les couches d'information se trouvent disséminées un peu partout (biologie, chimie...). Ainsi, elles ont été regroupées dans le dossier physico-chimie pour plus de visibilité.

Ici sont considérées les mesures les plus récentes, soit celles de 2004 et ultérieures

ICA 001 : Continuité de la ripisylve

Ce critère est évalué à partir de l'observation des photos aériennes disponibles et des notes de terrain contenues dans le rapport CCEAU de février 2000-ref 58- *Projet de contrat de rivière Yzeron Vif; Elaboration d'un plan de gestion du lit, des berges et des boisements*.

Il est renseigné dans le champ « Continuité » de la couche multipoint « Ripisylve ».

Chaque segment de rivière échantillonné a été matérialisé par ses limites représentées par 2 points, plutôt que par le tracé du linéaire (manque de temps pour le tracé du linéaire complet de la zone échantillonnée).

Dans la table générale de données (« SBV_TG »), quatre champs de calcul se réfèrent à ce critère:

- **ICA1_C**: la ripisylve est **C**ontinue sur les deux berges du cours d'eau
- **ICA1_A**: la ripisylve **A**lterne sur les deux berges du cours d'eau (est continue au moins en alternance sur les deux berges)
- **ICA1_D**: la ripisylve est **D**iscontinue alternativement sur une seule berge
- **ICA1_I**: la ripisylve est **I**nexistante ou résiduelle

La note partielle ne nécessite pas de calcul supplémentaire. Le tronçon considéré se voit attribuer la valeur 1 pour la valeur « vraie » et la valeur 0 pour les trois autres « fausses ».

Le logiciel attribue ensuite automatiquement la note de classe pour ce tronçon, en fonction du qualificatif (continue, alterne, discontinue, inexistante) retenu.

Il serait souhaitable de définir des tronçons de tailles connues pour l'échantillonnage afin d'homogénéiser les données disponibles.

ICA 002: Largeur de la ripisylve

Les données proviennent du rapport du bureau d'études CCEAU de février 2000-ref 58- *Projet de contrat de rivière Yzeron Vif; Elaboration d'un plan de gestion du lit, des berges et des boisements* (Annexe 1).

Les auteurs ont défini une « ripisylve homogène », c'est-à-dire « un boisement riverain présentant les mêmes caractéristiques moyennes de largeur et d'espèces végétales principales présentes ».

La valeur de largeur de ripisylve retenue est la valeur la plus fréquente (généralement une valeur intermédiaire entre les valeurs minimale et maximale), renseignée dans le rapport CCEAU.

L'évaluation visuelle des photos aériennes permet de renseigner les champs « Occupation » et « %_linéaire ».

- Occupation: agriculture, urbain, forêt, prairie

- %_linéaire : Estimation du pourcentage d'occupation le long du cours d'eau par l'agriculture, la zone urbanisée, la forêt ou la prairie, i.e. le paysage dominant le tronçon.

Chaque segment de rivière échantillonné a été matérialisé par ses limites, représentées par 2 points, plutôt que par le tracé du linéaire (manque de temps)

Dans la table générale de données (« SBV_TG »), cinq champs de calcul se réfèrent à ce critère:

- ICA2_L : Largeur de la ripisylve (mètres) => valeur la plus fréquente
- ICA2_F : Pourcentage d'occupation par la Forêt aux abords directs du tronçon (%)
- ICA2_P : Pourcentage d'occupation par la Prairie aux abords directs du tronçon (%)
- ICA2_U : Pourcentage d'occupation par de l'Urbain aux abords directs du tronçon (%)
- ICA2_A : Pourcentage d'occupation par des parcelles Agricoles aux abords directs du tronçon (%)

CF 001: Etat du boisement

Les données proviennent du rapport du bureau d'études CCEAU de février 2000-ref 58- *Projet de contrat de rivière Yzeron Vif; Elaboration d'un plan de gestion du lit, des berges et des boisements* et recense l'état des boisements des berges le long des cours d'eau. Le terme « boisement de berge » représente « uniquement les boisements situés en haut de berge à proximité du cours d'eau » contrairement à la ripisylve pour laquelle est prise en compte la totalité de sa largeur.

Ces données figurent dans une couche intitulée « Etat_boisement ». Seul figure le linéaire échantillonné. Les qualificatifs donnés sont :

- bon état
- état moyen
- état médiocre
- absence de boisement de berge

Comme pour ICA1, serait souhaitable de définir des tronçons de tailles connues pour l'échantillonnage afin d'homogénéiser les données disponibles.

CF 002: Nature des essences

Les données proviennent de l'étude BIOTEC de mars 2006 pour le SAGYRC « Mission de maîtrise d'oeuvre relative à la gestion et l'aménagement, à des fins de confortement ou de requalification, de 11 sites appartenant au bassin versant de l'Yzeron ».

Une couche SIG ponctuelle « stations_essences » comportant le nom du site et les espèces recensées a été créée à partir de ce rapport.

Abréviations des noms d'espèces:

AU: Aulne	CHE: Chêne	CHA: Châtaignier
EP: Epicéa	ER: Erable	FRE : Frêne
NS : Noisetier	EN : Erable negundo	SA: Saule
PE : Peuplier	CHAR: Charme	TIL : Tilleul
PN : Pin	SU : Sureau	TR: Tremble
IF: If	RO : Robinier	OR : Orme
NOY: Noyer	LI: Lierre	LIG: Troene
AUB : Aubépine	EGL: Eglantier	MAR: Marronnier
COR: Cornouiller sanguin	OB: Obier	CHV: Chèvrefeuille
HE: Hêtre	PL: Platane	AR: Argousier

D'autre part, le rapport du bureau d'études CCEAU de février 2000-ref 58- *Projet de contrat de rivière Yzeron Vif; Elaboration d'un plan de gestion du lit, des berges et des boisements* recense également quelques espèces présentes le long des berges des trois cours d'eau principaux. Ces espèces figurent dans le champ «essences » de la couche « ripisylve ».

Un bonus de 1 sera attribué aux sites présentant un taux de bois mort compris entre 10 et 30% du volume sur pied.

Un malus de 1 sera attribué en cas de pratique de la coupe rase, néfaste pour le cours d'eau.

CF 003 : Envahissement par la Renouée du Japon

La couche vecteur a été créée par le SAGYRC. Sont seulement placés les sites où la renouée du Japon a envahi le milieu.

L'indicateur de couverture forestière sera minoré de 1 si la Renouée du Japon est présente sur le site considéré (il s'agit uniquement d'un malus éventuel et non d'un indicateur composant un métadescription à part entière).

BF 001: Biodiversité fonctionnelle

Les bornes de classes ont été définies par expertise de Michel Lafont sur la base de 2 critères :

- [NH4] : les valeurs classées donnent lieu à une note allant de 1 à 5 conformément à la norme
- L'indice de diversité obtenu par le calcul de l'IBGN, prenant les mêmes valeurs de 1 à 5.

Les notes de classes (de 1 à 4) ainsi obtenues pour l'indicateur sont définies par un tableau à double qui tient compte des deux paramètres.

Pour l'instant, peu de données biologiques ou hydrobiologiques sont incorporées au SIC. Les couches déjà présentes font figurer les données anciennes (Grebe-Irap 2000; Fiasson 64). Les stations d'Anne Vivier sont à incorporer.

De même, de nombreuses possibilités sont encore à envisager sur la biologie :

=> les TRF entreraient comme bonus/malus sur le critère BF1 en fonction du TRF dominant sur un site OU

=> Possibilité d'ajouter un critère indépendant BF2 pour le critère TRF

=> Possibilité d'ajouter un BF003 prenant en compte l'indice diatomée.

Les couches d'informations issues de la thèse d'Anne Vivier « Vivier_2006_superficiel », « Vivier_2006_hyporhéique », (...) pourraient être utilisées dans le cas de la définition d'un BF2 sur les TRF ou encore si un bonus/malus pondérerait le BF1 existant. Le champ « TRF » renvoie au(x) TRF dominant(s). Les données physicochimiques ont été renseignées pour partie à partir des données des tableaux de sa thèse 2006 pages 76 et suivantes.

DH 001: Puissance spécifique du cours d'eau

Voir commentaire général sur les métadescription PE et DH au bas de ce document.

Les données proviennent de mesures de puissances spécifiques, effectuées par Laurent Schmitt *et al.* en 2004, sur 46 sites du bassin versant de l'Yzeron.

L'indicateur ne nécessite pas de calcul supplémentaire, et la note attribuée à chaque tronçon sera fonction de la classe de puissance spécifique à laquelle la donnée appartient.

Ces classes ont été définies par la méthode des quartiles par Laurent Valette (2005). Ces classes ne peuvent être réutilisées que pour des cours d'eau de tête de bassin, comme c'est le cas du bassin de l'Yzeron.

Remarque : Si 2 mesures de puissance spécifique sont réalisées sur un même SBV, la Pspé résultante sera la moyenne des 2 (ou plus) valeurs.

Pour les tronçons dont la Pspé n'a pas été calculée, la Pspé attribuée est la Pspé moyenne du tronçon géomorphologique :

Typologie	A1	A2	B1*	B2	B3	B4	B5	C
Pspé moy	313	274,7	267,3	102,9	180,6	99,9	89	70,6

* : sauf pour le tronçon codifié Yp-/yzeB1/19 : la Pspé vaut 99,9.

DH 002 : Pourcentage de faciès lotiques

Voir commentaire général sur les métadescription PE et DH au bas de ce document.

Idem données de DH001 se trouvant dans la couche hydrogéomorphologie > Schmitt > sites de mesure. Les classes ont également été définies par Valette.

Remarque : Si 2 mesures de %L sont réalisées sur un même SBV, le %L résultant sera la moyenne des 2 (ou plus) valeurs.

Pour les tronçons dont le pourcentage de faciès lotiques n'a pas été calculé, le % lotique attribué est le pourcentage moyen du tronçon géomorphologique :

Typologie	A1	A2	B1*	B2	B3	B4	B5	C
%L moyen	55,5	51,9	43,2	48	40,1	42,3	46,3	38,6

* : sauf pour le tronçon codifié Yp-/yzeB1/19 : le %L vaut 42,3.

DH 003: Artificialisation du lit

Voir commentaire général sur les métadescription PE et DH au bas de ce document.

Le critère doit faire entrer en compte l'impact d'un seuil artificiel, barrage, etc. le long du linéaire aquatique, mais nous ne disposons pas des informations nécessaires.

Les seules informations disponibles sont la présence (et la géolocalisation) de seuils artificiels, ainsi que s'ils sont supérieurs ou inférieurs à 1m de hauteur.

Si l'on veut s'en tenir à l'indicateur tel qu'il a été défini, il faudra mesurer l'impact du seuil sur le cours d'eau (distance de remous créée) et déterminer le pourcentage que ce changement représente sur chacun des tronçons (cela revient à calculer le rapport (distance de linéaire impacté)/(longueur du tronçon étudié).

PE 001: Oxygénation du milieu interstitiel

Voir commentaire général sur les métadescription PE et DH au bas de ce document.

PE 002 : Colmatage du fond du lit

Voir commentaire général sur les métadescription PE et DH au bas de ce document.

Les mesures de colmatage du lit mineur ont été effectuées manuellement (20 coups 1kg 2cm² pour les essais 2005 de JFP et L.Valette). La couche « pénétrométrie » dans le dossier « Data shp/Indicateurs/PE » recense les points de mesure considérés comme indicateurs pour l'Observatoire et comprend les champs suivants :

- Faciès: Type de faciès : M (Mouille), B (Banc émergeant), R (Radier ou seuil), P (Plat uniforme)
- Granulo: Type de substrat : D (Dalle), P (Pierre), CG (Cailloux galets), G (Graviers cailloutis), A (Arènes, sable grossier), L (Limos argileux).
- P1: Réplicat 1
- P2: Réplicat 2
- P3: Réplicat 3
- Moyenne: Moyenne de P1+P2+P3

COMMENTAIRE GENERAL SUR LES INDICATEURS COMPLEMENTAIRES

PE et DH sont des indicateurs complémentaires.

Par conséquent, ils peuvent être introduits dans le SIC comme représentant une pression OU une défense sur le milieu.

Sur le graphique en toile d'araignée, chacun de ces métadescription peut prendre les notes 1 à 4 MAIS :

- Une note de 1 ou 2 correspondra à une PRESSION sur le milieu, et sera comptabilisée comme une note de 1 ou 2 du côté des indicateurs de pression.
- Une note de 3 ou 4 correspondra à une DEFENSE du milieu, et sera comptabilisée comme une note de 1 ou 2 du côté des indicateurs de défense du milieu.

Annexe 6 Potentialité de généralisation des indicateurs Pressions/Défense du corridor

Indices de pression	Indices de défense	Indices complémentaires
<p>Altération hydrologique</p> <p><u>impacts imperméabilisation</u>: (=conséquences de l'urbanisation) <u>impact des D.O sur réseau unitaire</u>: plutôt abordé en termes de conséquences sur la biologie et la qualité de l'eau <u>prélèvements et pompages</u>: effets des retenues collinaires, puis des zones de pompage</p>	<p>Intégrité du corridor alluvial</p> <p><u>indicateur largeur ripisylve et occupation du sol de fond de vallée</u> (effet tampon): mesurable sur carte ou photo aérienne, dépend du contexte foncier et sociologique aussi <u>continuité ripisylve</u>: rejoint la notion de corridor et d'unité des branches du réseau</p>	<p>Discontinuités hydrauliques</p> <p><u>géomorphologie (typologie)</u>: voir les possibilités de généralisation d'une typologie basée sur les échanges aux bornes du lit mineur <u>Artificialisation</u>: notion à adapter localement, par exemple avec les obstacles, enrochements, barrières chimiques, discontinuités</p>
<p>Pression humaine directe</p> <p><u>Accessibilité du site</u>: critère important pour tout le contexte de pression anthropique et d'aménagement <u>propreté</u>: compris comme un traçage de la fréquentation humaine et du niveau de protection des berges</p>	<p>Couverture forestière</p> <p><u>Etat de boisement</u>: fait référence au plan forestier ou plan d'entretien <u>Type de boisement</u>: considerer le facteur de production (feuillus/résineux) <u>gestion de boisement</u>: fait référence à l'age du peuplement</p>	<p>Potentiel épuratoire du milieu interstitiel</p> <p><u>colmatage minéral/orga du fond du lit</u>: à défaut de métrique simple, on a recours à une estimation ponctuelle de la mobilité du fond <u>Oxygénation de la zone hyporhéique</u>: c'est un facteur crucial pour la capacité d'assimilation</p>
<p>Surcharge organique</p> <p><u>DBO5</u>: paramètre universel généré aussi par les dispositifs d'épuration (grilleDCE) <u>[NH4+]</u>: paramètre plus complexe car il représente une phase du métabolisme interne, et ses effets sur les poissons sont plus évidents</p>	<p>Biodiversité fonctionnelle</p> <p><u>vers oligochètes</u> (hyporhéique) actuellement organismes les plus représentatifs de l'état du milieu poreux, A compléter ultérieurement avec des bactéries et champignons, et certains invertébrés-clés</p>	<p>indicateurs d'ambiance pour compléter le système: <u>Densité de ripisylve</u>: ombrage, température => influence sur poissons, algues, qualité <u>Opacité ripisylve</u> => protection contre vent et aérosols polluants <u>Pratiques culturelles</u> (agriculture raisonnée), divagation bétail,,,</p>

Mode d'emploi XGEO

Mode d'emploi XGEO	1
I. Présentation	2
1) Principe de XGEO	2
2) Particularités	2
3) Objectifs	2
II. Description / Généralités	2
1) Menu fichier	3
a) Menu Nouveau... ..	4
b) Menu Ouvrir... ..	4
c) Menu Fermer	5
d) Menu Enregistrer	5
e) Menu Enregistrer sous... ..	5
f) Menu Aperçu avant impression.....	5
g) Menu Exporter vers une image.....	6
h) Menu Quitter	7
2) Menu Fenêtre	8
a) Menu Explorateur.....	9
b) Menu carte	12
c) Menu Mini carte	13
d) Menu Attributs.....	13
e) Menu Propriétés.....	14
f) Menu Editeur de projet.....	15
g) Menu Sélection	18
h) Menu Sélection Spatiale.....	19
i) Menu Analyse thématique.....	20
j) Menu Règlements	20
k) Menu Information	21
l) Menu Photo.....	22
m) Menu Web.....	23
n) Menu Parcelle Règlements	23
o) Menu Barre Outils	24
III. Didacticiel	24
1) Démarrer un nouveau projet.....	24
2) Utiliser l'explorateur	26
3) Utiliser la mini carte	27
4) Utiliser l'éditeur de projet	29
a) Créer une couche.....	29
b) Organiser les couches	31
5) Modifier les attributs d'une couche	31
6) Requêtes.....	33
a) Effectuer des requêtes sur les attributs des éléments d'une couche.....	33
b) Effectuer des requêtes croisées entre les couches.....	35
c) Utiliser l'analyse thématique	37
7) Ajouter/supprimer une information, un règlement, une photo	39
8) Parcelle et règlements	40
a) Calculer la constructibilité des parcelles.....	40
b) Critère de constructibilité / Modifier le pourcentage d'appartenance à une zone... ..	42

Bibliographie scientifique de fond

- Aquatic ecosystems. Breil P., Lafont M., Fletcher T.D, Roy A. (2008). *In* "Data requirements for integrated urban water management". Edited by Fletcher T.D & Deletic A. Taylor & Francis group. P 262-273.
- Assessing stream bio-assimilation capacity to cope with combined sewer overflows. Breil P, Lafont M. (2008). *In* "aquatic habitats in integrated urban water management". Edited by Wagner I., Marsalek J., Breil P. Taylor & Francis group. P 53-61.
- Bioassessment of wet-weather pollution impacts on fine sediments in urban waters by benthic indices and the sediment quality triad. Lafont M., Grapentine I., Rochfort Q, Marsalek J., Tixier G. and Breil P.(2007). *Water science and technology*. 56:9. P 13-20.
- Introduction to urban aquatic habitats management. *In* "aquatic habitats in integrated urban water management". Breil P., Marsalek J., Wagner I. Dogse P. (2008). Edited by Wagner I., Marsalek J., Breil P. Taylor & Francis group. P 1-8.
- Use of hydro-geomorphological typologies in functional ecology: first results in contrasted hydrosystems. Schmitt L., Lafont M., Tremolieres M., Vivier A., Jezequel C., Breil P., Valin K., Valette L., Perrin J.F., Namour P.,(submitted to physics and chemistry of the earth).
- Urban aquatic habitats: characteristics and functioning. Lafont M., Marsalek J., Breil P. (2008). Chapter 2. *In* "aquatic habitats in integrated urban water management". Edited by Wagner I., Marsalek J., Breil P. Taylor & Francis group. P 9-21
- Surface water groundwater exchanges processes and fluvial ecosystem function: an analysis of temporal and spatial scale dependency. Breil p., Grimm N.B., Vervier P. (2007). *In* "hydroecology and ecohydrology: past, present and future", ed. : Wood P.J., Hannah D.M. and Sadler J.P. Wiley & sons inc. P 93-108.

Valorisation

- Séminaire scientifique OTHU du 25 janvier 2007 (JF Perrin et JP Asté).
- Colloque STIC Sciences et techniques de l'information et de la communication, Lyon, 13-15 novembre 2007. « Un Système d'Intégration des Connaissances (SIC) dédié au bassin versant atelier de l'Yzeron » (J.-F. Perrin , J.-P. Asté, N. Badji, L. Schmitt, P. Breil, M. Lafont, P. Namour, L. Grosprêtre).
- Journée technique sur les ruisseaux péri-urbain. LRPC Nancy 27 mars 2007. « Impact du développement urbain sur l'hydrologie de la Chaudanne/ Conception d'un outil de simulation » (P.Breil & J.F. Perrin)
- Séminaire d'échange sur le bassin versant de l'Yzeron. 14 mars 2008. « Le système d'intégration de la connaissance » (P.Breil & J.F. Perrin).
- Rencontre Nantes métropole. 25/26 juin 2008. « Système d'Intégration de la Connaissance (SIC) pour la gestion des cours d'eau » (P.Breil).