

Appui scientifique à la mise en œuvre de la
Directive Cadre européenne sur l'Eau

SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau

PRINCIPES ET METHODES

ANNEXES

Version V 3.1

André CHANDESRIS, Nicolas MENGIN,
Jean-René MALAVOI, Yves SOUCHON,
Hervé PELLA, Jean-Gabriel WASSON

Département Milieux Aquatiques, Qualité et Rejets
Unité de Recherche Biologie des Ecosystèmes Aquatiques
Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative

Groupeement de Lyon
3 bis Quai Chauveau - CP 220
69336 Lyon cedex 09
Tél. 04 72 20 87 87 - Fax 04 78 47 78 75

Janvier 2008

Département Milieux Aquatiques, Qualité et Rejets
Unité de Recherche Biologie des Ecosystèmes Aquatiques
Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative
 3bis quai Chauveau - CP 220
 69366 Lyon Cedex 09
 Tél. 04 72 20 87 87 - Fax 04 78 47 78 75

Titre : SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau. Principes et méthodes (Version V 3) - Annexes

Auteurs : André CHANDESRI, Nicolas MENGIN, Jean-René MALAVOI, Yves SOUCHON, Hervé PELLA, Jean-Gabriel WASSON

Résumé :

La mise en œuvre de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau et le besoin récurrent de disposer d'un outil d'analyse du fonctionnement et de l'état physique des cours d'eau sont à l'origine de l'élaboration de méthodes permettant la caractérisation à large échelle du fonctionnement physique des milieux aquatiques dans un objectif de mise en œuvre d'actions pour l'atteinte du bon état écologique.

La complexité et la diversité des processus de fonctionnement physique, leurs sources d'altération souvent combinées, les effets hérités de logiques passées d'aménagement du territoire ont orienté les réflexions vers une approche « descendante », (« top-down »), appuyée sur l'organisation hiérarchique du fonctionnement des milieux aquatiques au sein de leur bassin versant. Cette approche est centrée sur l'appréciation du risque d'altération du fonctionnement des processus physiques à l'échelle du tronçon géomorphologique, doublée d'une appréciation cartographique des traces probantes d'aménagements passés à l'échelle du tronçon.

L'audit SYRAH_CE s'inscrit dans une chaîne de causalités où l'origine des altérations physiques des cours d'eau se situe au niveau de l'occupation de sols et des activités humaines, qui se déclinent ensuite en usages du sol et aménagements physiques. Leur description et leur évaluation est possible aujourd'hui grâce aux outils numériques de cartographie et aux bases de données géographiques existantes à large échelle.

Ces altérations du fonctionnement physique peuvent à leur tour être à l'origine d'altération des habitats, influençant in fine l'état écologique du cours d'eau.

Les différents types d'altérations du fonctionnement hydromorphologique les plus fréquentes sont développées, et associées avec les aménagements et usages qui en sont à l'origine.

Deux échelles de travail sont proposées :

- un premier niveau qui permet d'agréger des informations issues de couches géographiques disponibles au niveau national en fournissant des éléments d'appréciation pour l'ensemble des aménagements et usages retenus comme présentant un risque potentiel d'altération du fonctionnement physique. Le niveau élémentaire de l'information, limité, se situe au niveau de la « zone hydro » de la BDCarthage®.

- un niveau complémentaire à l'échelle des tronçons, qui autorise une description plus fine des aménagements et usages à l'origine des altérations physiques d'ordre morphologique (tracé, occupation du lit majeur, contraintes latérales et longitudinales). Les informations fournies par la BDTOPO® IGN permettent d'atteindre une meilleure précision.

Syrah_CE est conçu comme un cadre général d'analyse, capable d'asseoir l'audit France entière de l'hydromorphologie, mais aussi d'enrichir toutes les évaluations plus locales existantes ou à mettre en œuvre pour définir avec pertinence les actions de correction de la situation physique du cours d'eau nécessaires pour atteindre le bon état écologique.

<u>CONTRAT</u>	<u>PROGRAMME DE RECHERCHE</u>	<u>DATE</u>	<u>DIFFUSION</u>
	HYDRECO (LHQ)	Janvier 2008	tous publics <input checked="" type="checkbox"/> interne <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

ANNEXES

ANNEXE 1 - RETENUES COLLINAIRES	3
ANNEXE 2 – RECENSEMENT GENERAL DE L’AGRICULTURE 1988 –2000 - DONNEES DRAINAGE ET IRRIGATION	5
ANNEXE 3 - LA DENSITE DE SEUILS : INDICATEUR D’ALTERATIONS.....	9

Annexe 1 - Retenues collinaires

Les retenues collinaires présentent a priori deux types d'impacts potentiels sur les cours d'eau.

Réduction des débits d'étiage

Le concept initial des retenues collinaires, le plus souvent construites dans un objectif d'irrigation, consiste à constituer des réserves d'eau en période d'abondance pluviale (généralement l'hiver) et à les utiliser pour l'irrigation en période de pénurie d'eau (généralement l'été).

Le principe de mise en œuvre de ces ouvrages qui serait a priori le moins impactant pour les milieux aquatiques consisterait (Malavoi, 1994) :

A bien **analyser le besoin en eau pour la période d'irrigation et à adapter le volume de la retenue** à construire à la surface à irriguer :

Par exemple, sur les 4 mois de la saison d'irrigation (juin à septembre) il faut environ 2000 m³/ha pour irriguer du maïs. Un volume de 10000 m³ est donc nécessaire pour irriguer 5 ha sur toute la saison.

A bien **positionner la retenue à construire dans le bassin versant afin d'être certain que le volume sera atteint** :

Par exemple, si j'ai besoin d'un volume de 10000 m³ il me faudra environ 7 ha de bassin versant en année moyenne et 19 ha en année sèche pour la remplir (valeurs moyennes dans des bassins test dans le Rhône, Malavoi, 1994). J'ai donc intérêt à installer ma retenue à l'exutoire d'un bassin versant de l'ordre de 20 ha si je veux être certain de la remplir convenablement même en année sèche.

Le problème est ici l'adéquation entre cette position idéale et la zone agricole à irriguer.

A prévoir un dispositif de dérivation pour que le débit d'étiage puisse s'écouler sans passer par la retenue et contribuer à la vie aquatique du cours d'eau

Or, la plupart des retenues collinaires que nous avons pu analyser lors d'une étude test dans le Rhône (Malavoi, 1994) :

- présentent un volume inadapté par rapport aux superficies à irriguer (généralement très inférieur aux besoins réels) ;
- sont mal positionnées sur le bassin versant (et ne sont donc pas remplies en fin de période pluvieuse) ;
- ne présentent pas de dispositif de dérivation.

Ces 3 manquements aux règles de « bonne application » du concept de retenue collinaire se traduisent donc par des ouvrages qui captent en permanence et notamment en étiage les débits entrants et ne laissent quasiment aucun débit en aval, hors fuites du barrage ...

Il apparaît donc que les retenues collinaires, dans certaines conditions de configuration et d'usages sont susceptibles d'avoir un effet cumulé de réduction des débits faibles.

On peut envisager un premier niveau de description du risque d'altération, par la constitution de bases de données exhaustives de ce type de retenues, dans les secteurs où l'activité « irrigation » est susceptible de se traduire par une pression non négligeable sur le milieu, permettant d'obtenir des descripteurs exprimant une densité d'ouvrage (nombre, surface , etc...).

Ce premier niveau permettrait, après avoir fixé un seuil au delà duquel le risque d'altération est considéré important.

Dans les secteurs géographiques identifiés, il conviendrait d'engager des études plus spécifiques d'évaluation de l'impact reposant sur les éléments décrits ci dessus : volumes inadaptés aux usages, bassins versants insuffisants pour la réalimentation en période pluvieuse, absence de système de dérivation.

Annexe 2 – Recensement général de l'Agriculture 1988 –2000 - Données drainage et irrigation

Les données utilisées sont produites dans le cadre du Recensement Général de l'Agriculture, enquête périodique réalisées tout les dix ans environ par les services statistiques du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

Les enquêtes sont réalisées auprès des exploitants agricole dans un cadre fixé par la loi du 7 juin 1951 et ils sont soumis à des règles de confidentialités très strictes, seuls les résultats agrégés à différents niveaux sont publiés par le Ministère de l'Agriculture.

Si certains éléments d'informations restent permanents (nature, unité, niveau d'agrégation) d'un inventaire à l'autre, certains font l'objet de variations en fonction du niveau de renseignement recherché.

En ce qui concerne l'irrigation et le drainage, les résultats exploitables dans les « fiches comparatives » diffusée par le Ministère de l'Agriculture, sont disponibles au niveau du canton pour l'ensemble de le France en 1988 et pour une partie seulement en 2000.

L'examen des différences de surfaces irriguées par canton, permet d'obtenir une moyenne de variation de 1,8 % pour l'ensemble de cantons où les données sont disponibles.

Si globalement cette évolution est très faible, on peut relever des différences régionales (fig. 1).

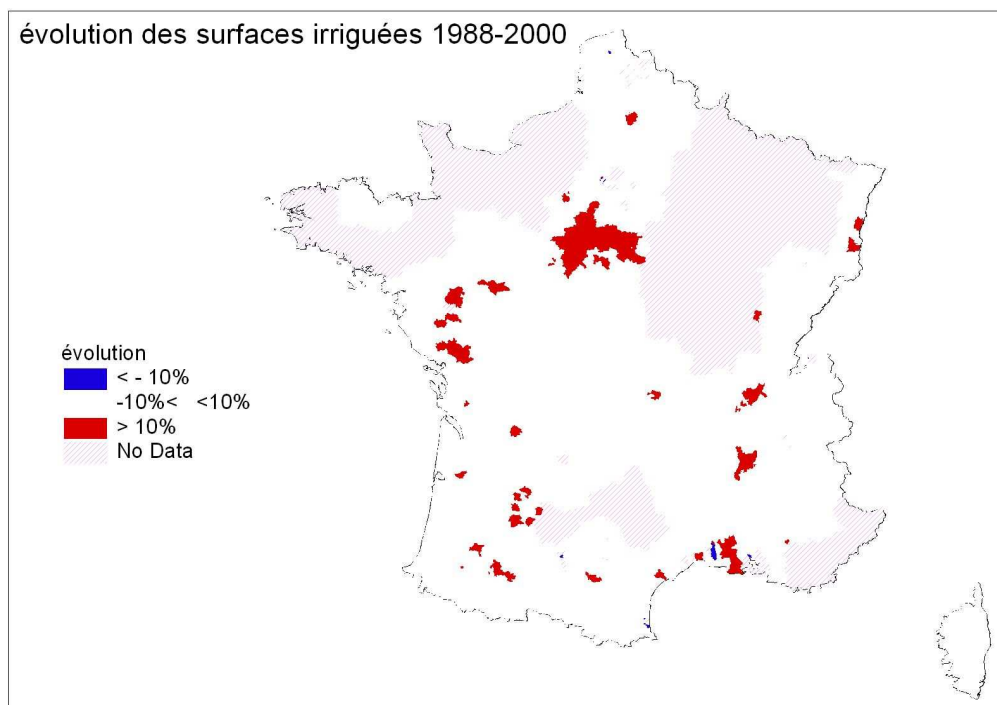
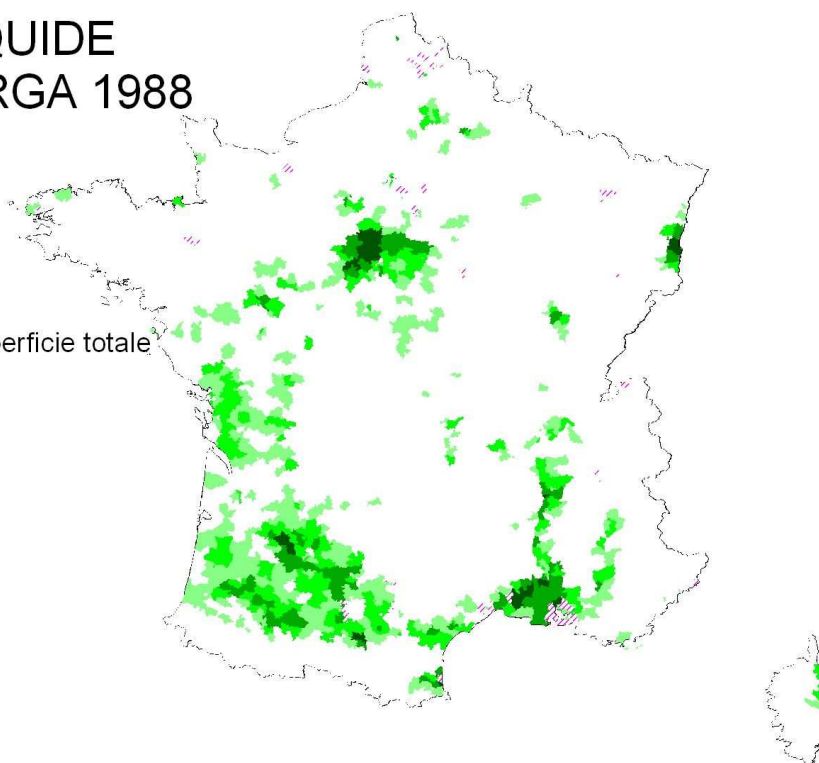
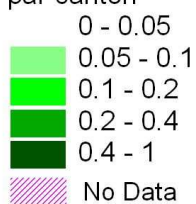


Figure 1 : évolution du ratio des surfaces irriguées par canton entre les RGA de 1988 et les RGA de 2000

FLUX LIQUIDE irrigation RGA 1988

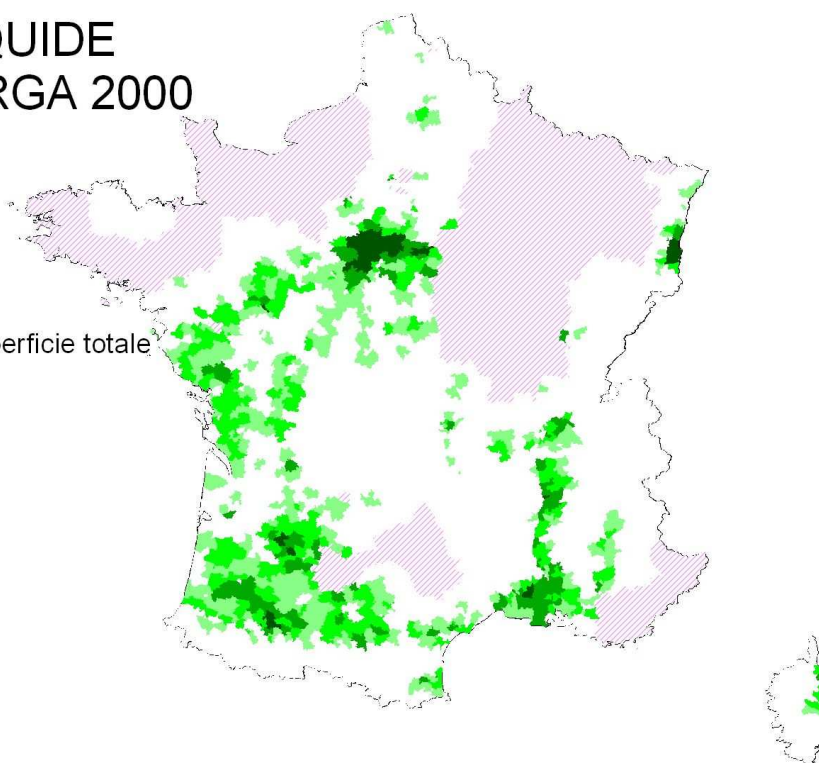
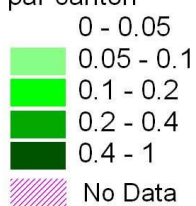
superficie irriguée/superficie totale
par canton



Source : RGA 1988

FLUX LIQUIDE irrigation RGA 2000

superficie irriguée/superficie totale
par canton



Source : RGA 2000

Figure 2 : Carte des ratios de surfaces irriguées de 1988 et 2000 (RGA)

évolution des superficies drainées de 1988 à 2000

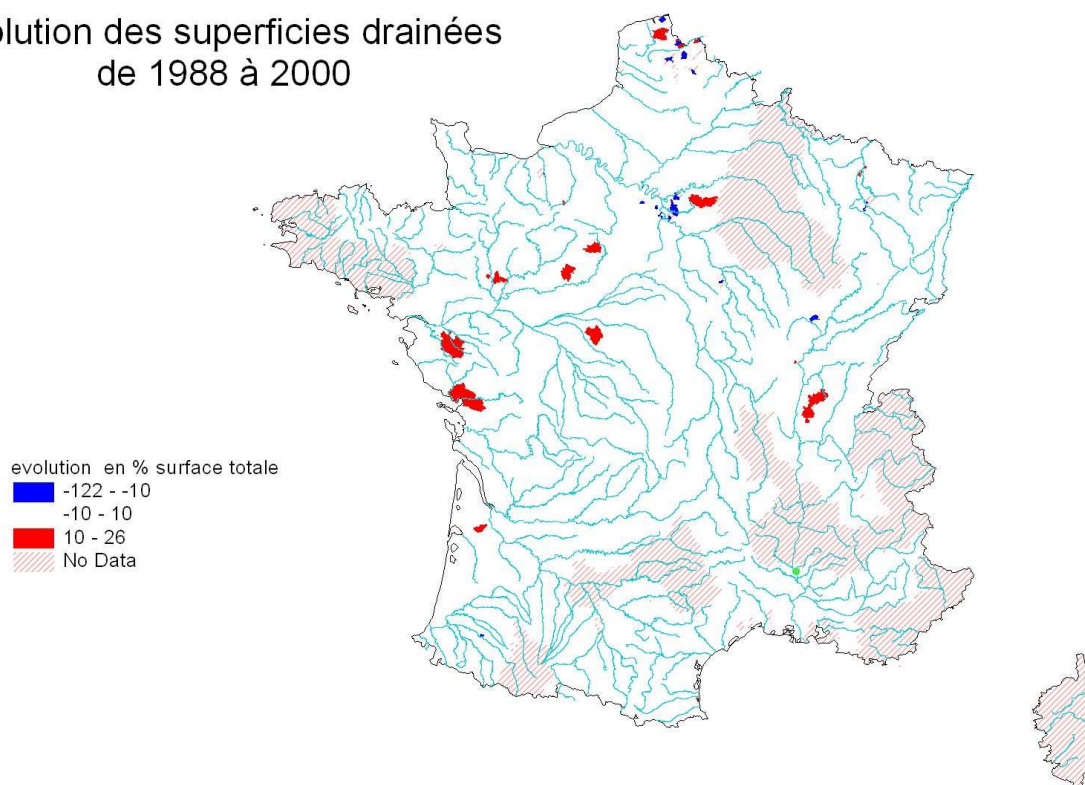


Figure 3 : évolution du ratio des surfaces drainées par canton entre les RGA de 1988 et les RGA de 2000

Annexe 3 - La densité de seuils : indicateur d'altérations

La plupart des cours d'eau français sont parsemés de nombreux barrages résultant d'anciens usages énergétiques (forges, moulins) ou agricoles (irrigation). Ces ouvrages n'ont pour la plupart plus de vocation économique « active ». Ils génèrent par contre des impacts importants sur les caractéristiques abiotiques (morphodynamique, physico-chimie de l'eau...) et biologiques (entraves à la circulation des espèces, dérive typologique...) des hydrosystèmes. Ils peuvent parfois présenter des intérêts : maintien d'une lame d'eau en étiage, maintien d'un niveau de nappe pour l'AEP ou l'irrigation, stabilisation du fond du lit, etc.

Il apparaît aujourd'hui nécessaire de limiter la construction, d'apprécier l'opportunité du maintien ainsi que d'aménager la gestion des seuils, barrages et d'une façon générale de tout obstacle, dans le lit d'un cours d'eau, tant pour limiter les ralentissements nuisibles à la qualité de l'eau (envasement, eutrophisation) que pour permettre la libre circulation dans l'eau et sur l'eau.

Ces enjeux concordent avec ceux poursuivis par la DCE en matière de préservation quantitative et qualitative de la ressource en eau, ainsi qu'en matière de qualité écologique et de fonctionnement du milieu naturel aquatique.

Dans le cadre de la recherche d'un « bon état » écologique, il s'agirait alors de réduire et si possible supprimer l'impact de ses ouvrages, notamment en ce qui concerne :

- l'eutrophisation (en particulier dans le cas de cours d'eau aménagés en biefs rapprochés),
- l'érosion progressive (en aval) et le colmatage (en amont) liés au blocage du transit sédimentaire,
- les modifications des régimes des débits (dérivations pour usages particuliers),
- les retards ou blocages de migration des poissons,
- les modifications des habitats et des biocénoses aquatiques (cours d'eau excessivement artificialisés : successions de plans d'eau),
- les influences sur le niveau piézométrique des nappes d'accompagnement.

Exemple des ouvrages de l'Ognon

Nous avons dénombré une cinquantaine de seuils ou barrages de faible chute (< 5 m) sur l'Ognon. Nous avons retrouvé la localisation des seuils ainsi que leur usage initial et leur hauteur de chute sur le profil en long dressé par l'IGN en 1944 (exemple ci dessous). Elle est en moyenne de **1.3 m** mais on observe certains ouvrages de plus de 2 m.

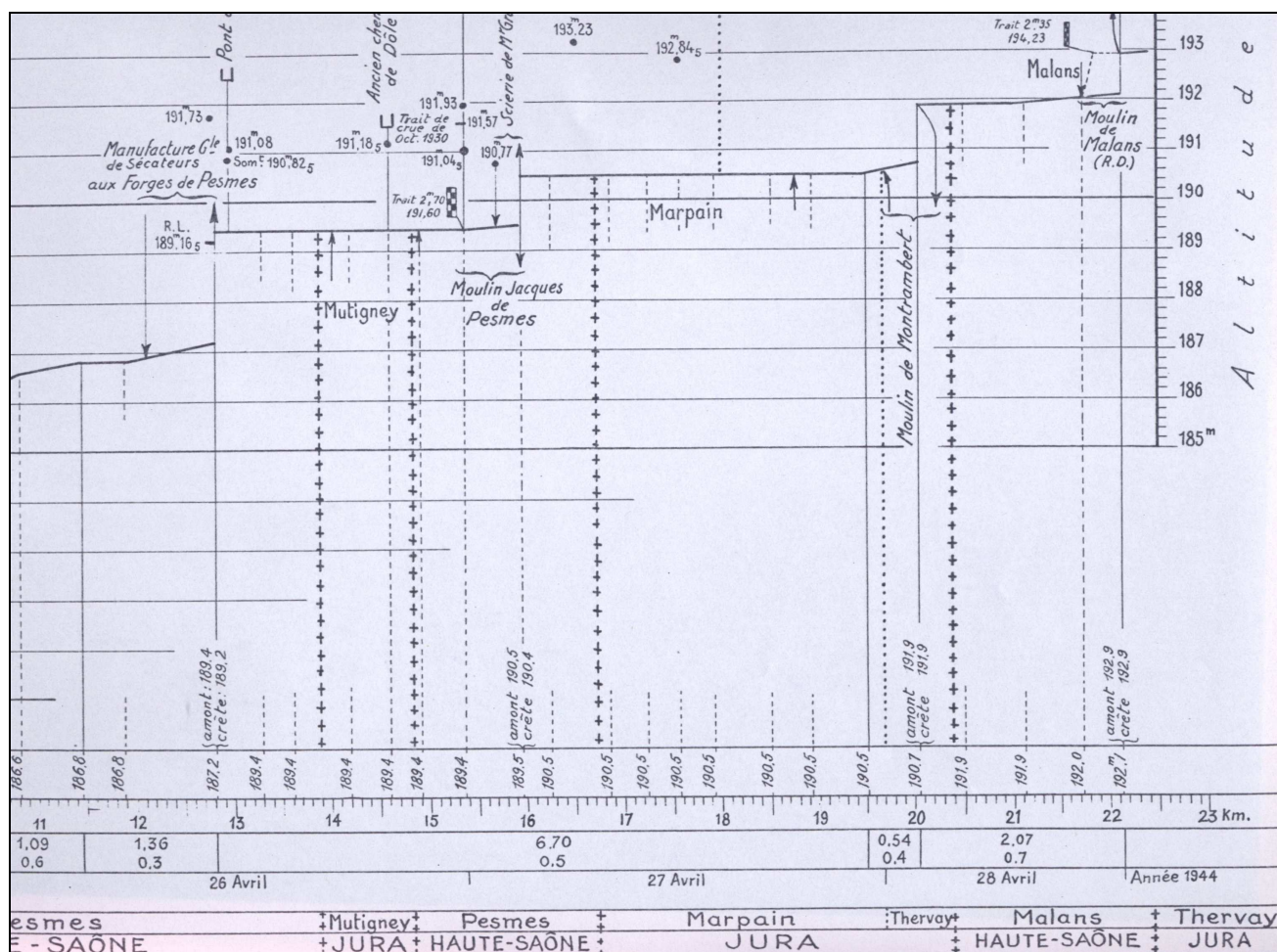


Figure 4 : exemple de profil en long IGN 1944

Ces ouvrages entraînent à leur amont, quand les vannes sont fermées ce qui est le cas la majeure partie de l'année, la création de retenues dont les caractéristiques physiques mais aussi en grande partie biologiques s'apparentent à celles d'un plan d'eau.



L'Ognon dans un secteur « naturel »



L'Ognon sous l'influence d'un seuil situé en aval (effet retenue)

Figure 5 : secteur naturel de l'Ognon et retenue de barrage

A partir du profil en long IGN (1944), nous avons pu calculer de manière relativement précise le linéaire de cours d'eau sous l'influence d'une retenue de seuil (plan d'eau horizontal du profil).

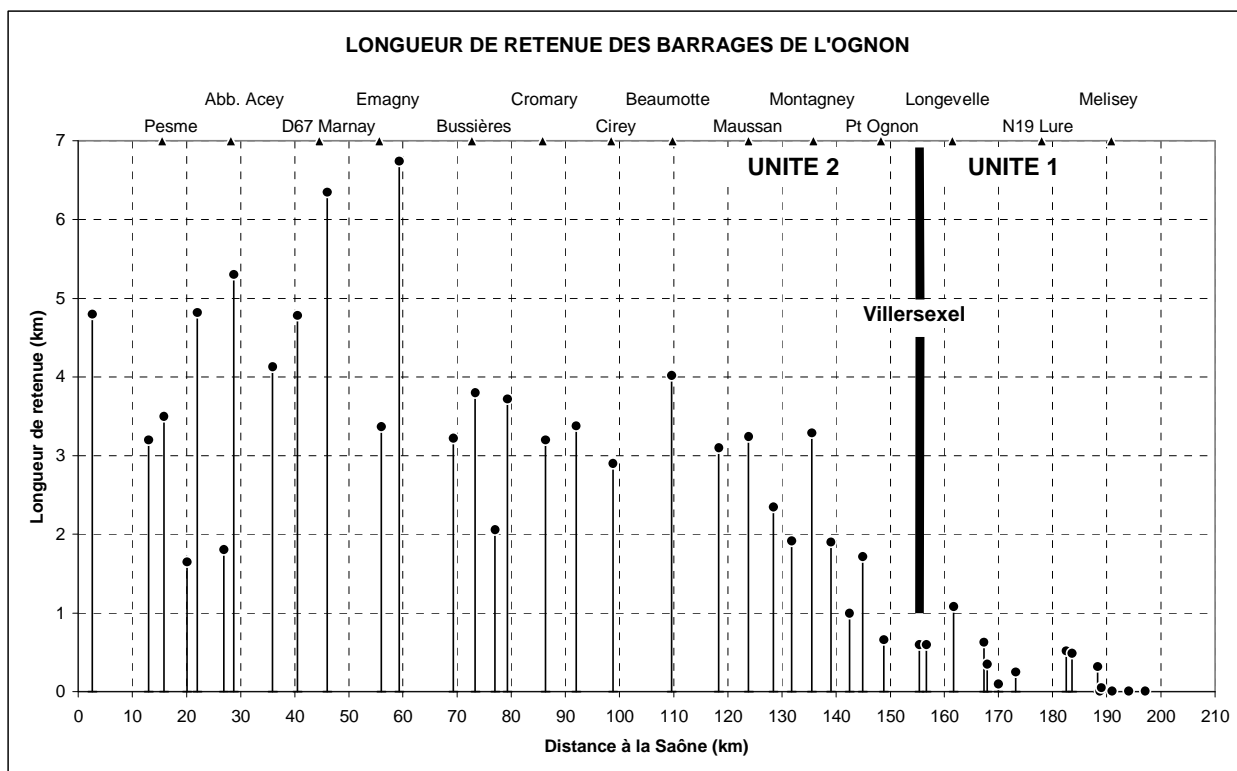


Figure 6 : localisation des barrages de l'Ognon et longueur de leurs retenues

La longueur cumulée des retenues atteint environ 105 km, soit la moitié du linéaire total de l'Ognon. La longueur moyenne de ces retenues est de l'ordre de 2.5 km.

Exemple des ouvrages de l'Armançon

Sur la base des profils en long IGN (années 1943-45 pour l'Armançon et l'Armance, 1951 pour la Brenne), nous avons pu identifier et localiser les principaux ouvrages transversaux présents sur les cours d'eau.

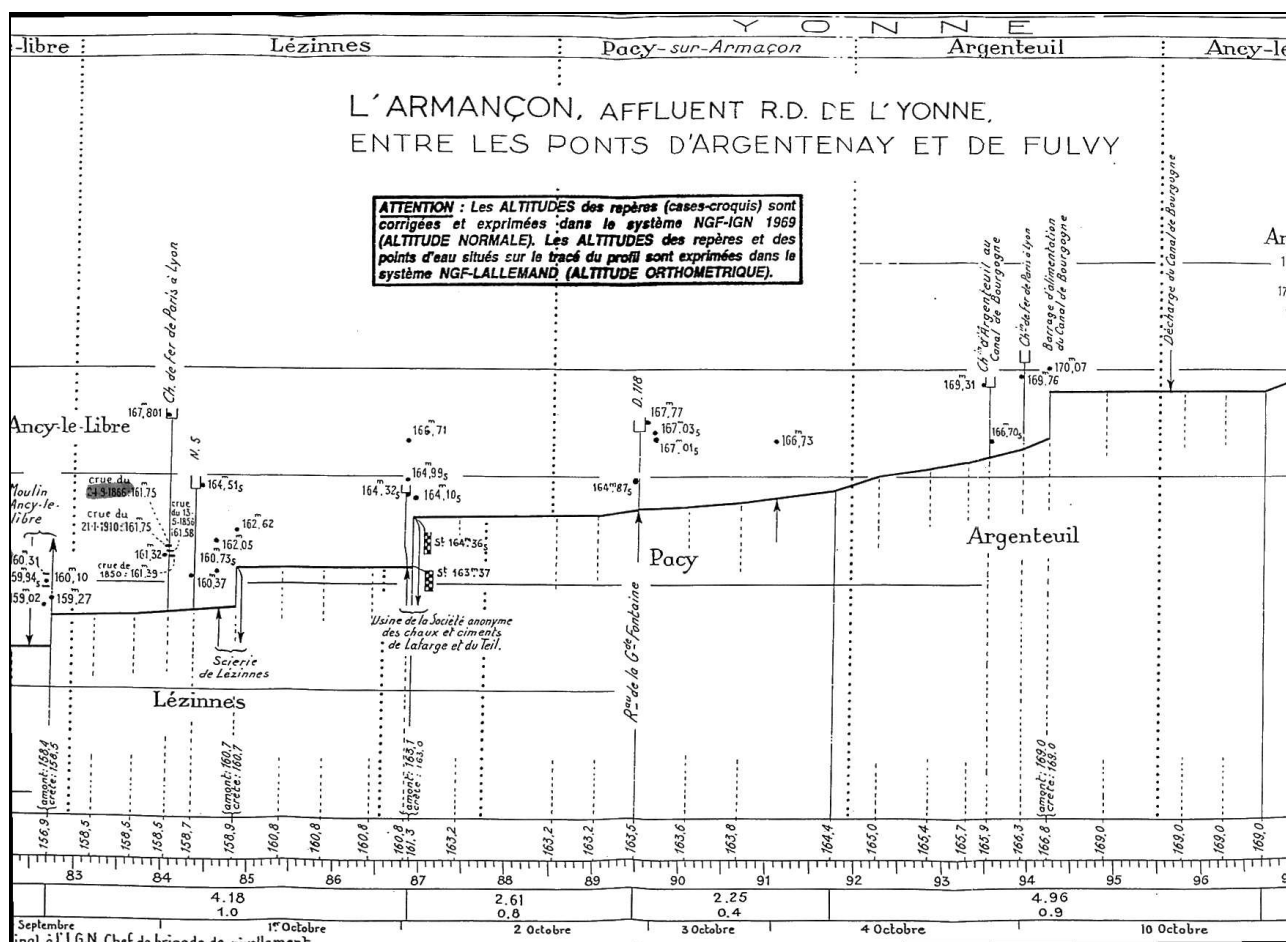


Figure 7 : extrait du profil en long de l'Armançon (IGN, 1943)

On dénombre ainsi sur l'Armançon 53 ouvrages d'une hauteur de chute moyenne de 1.7 m (hors barrage de Pont) (écart type 0.65 m).

La **longueur cumulée des retenues** générées par ces ouvrages est de 59.65 Km (53 si l'on enlève les 6 Km de la retenue de Pont) soit environ **30% du linéaire total** de l'Armançon.

La longueur moyenne de ces plans d'eau est de 1.17 Km pour un écart type de 1.09.

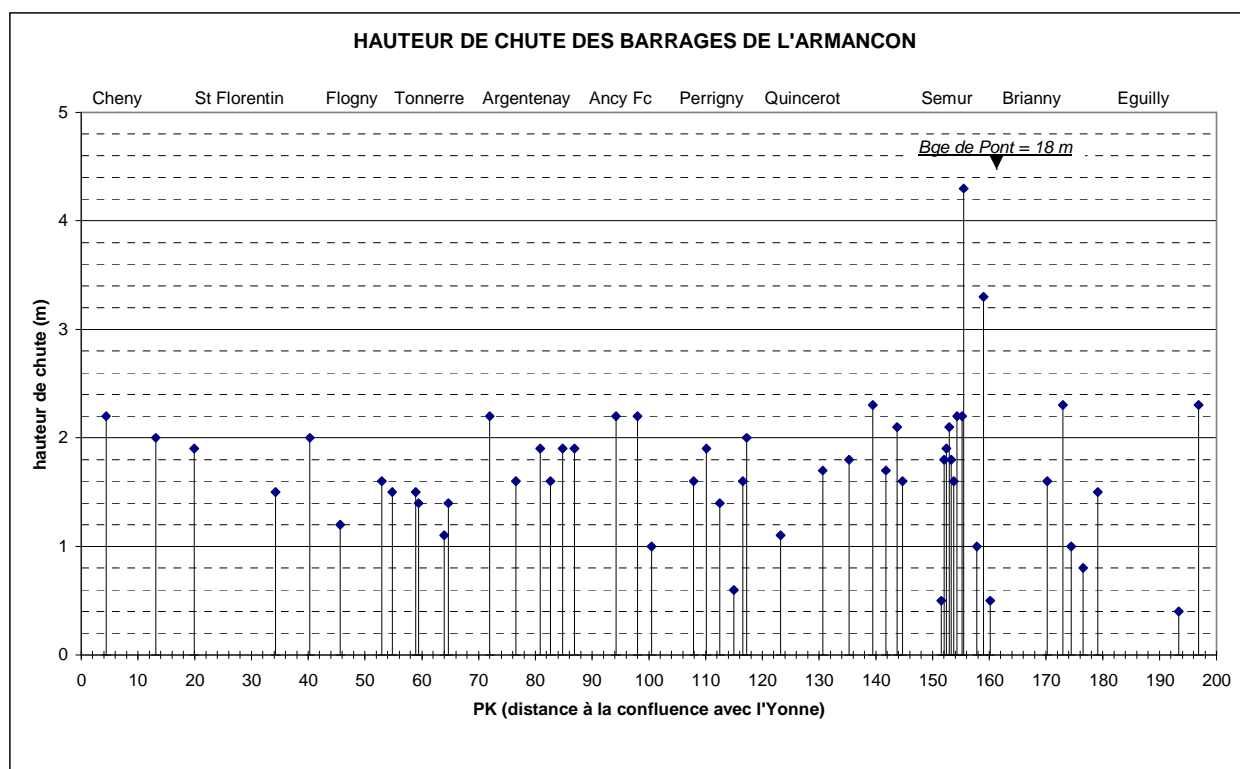


Figure 8 : localisation des barrages et seuils et leur hauteur de chute sur l'Armançon

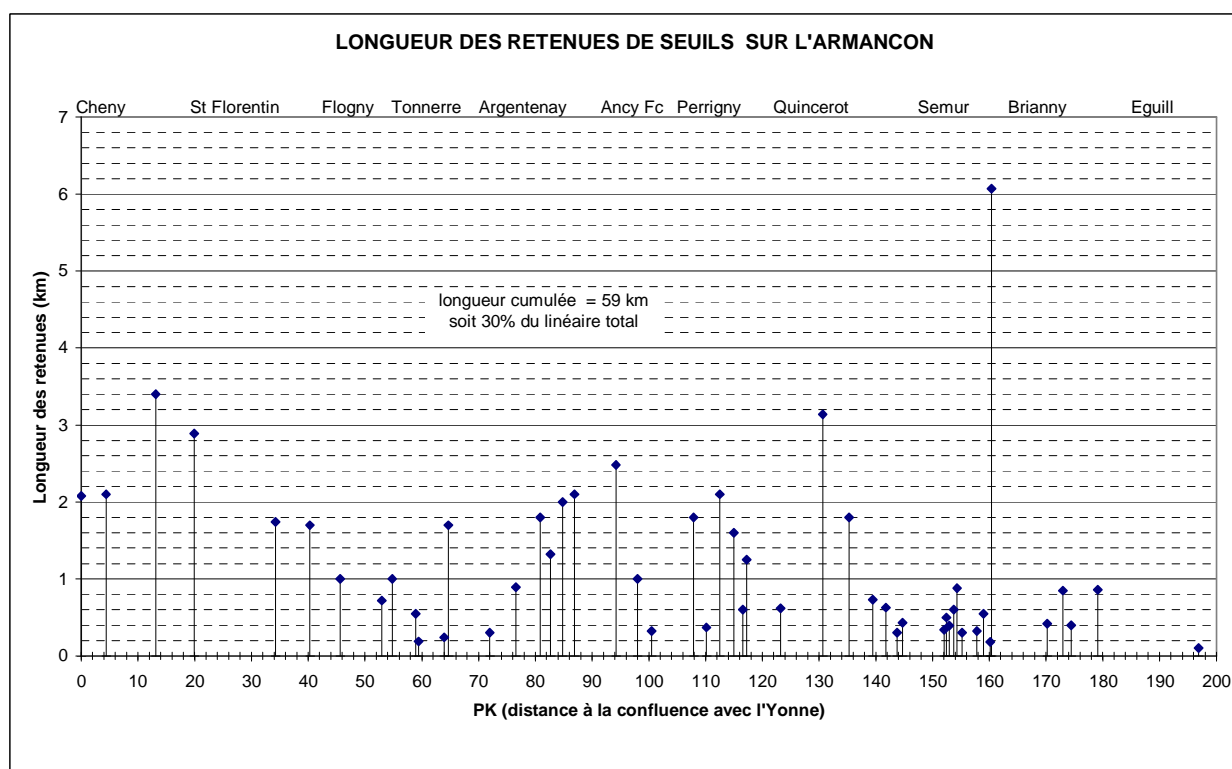


Figure 9 : localisation des barrages et seuils et leur longueur de retenue (plan d'eau) sur l'Armançon

Bien que la longueur des retenues de seuils soit très variable (fonction de la hauteur du seuil et de la pente générale du cours d'eau) la densité d'ouvrages pourrait être un premier paramètre permettant d'évaluer sommairement une intensité d'altération liée à ce type de pression.

A priori, une densité de 1 ouvrage/5km est très probablement impactante tandis que 1 ouvrage/10 Km est probablement peu impactante.

Descripteurs et évaluation de l'altération

Un premier niveau d'analyse de risque d'altération passe par un recensement le plus exhaustif possible des seuils intégrant le géoréférencement et, a minima, la hauteur de l'ouvrage. Cette première couche d'information (réalisée dans les bassins Seine Normandie et Loire Bretagne) permet de cibler les tronçons de cours d'eau susceptibles de présenter des altérations physiques.

L'évaluation de ce type d'altération repose sur la proportion de la longueur des retenues, qui induise des changements dans les conditions d'écoulement.

L'acquisition et l'analyse des profils en long IGN permet une quantification précise du niveau d'altération dans les secteurs à risques identifié en préalable.

Une solution plus rapide est envisageable sur la base des informations géographiques de la couche d'information « seuils », renseignée pour les hauteurs, et de l'évaluation la plus précise possible de la pente des cours d'eau.

Cette dernière solution, bien qu'envisageable pour l'établissement de diagnostics à un niveau global, restera imprécise et devra nécessairement être complétée par une analyse plus fine dans le cas de programmations d'action à des échelles de bassin versant de cours d'eau.

RÉSUMÉ :

La mise en œuvre de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau et le besoin récurrent de disposer d'un outil d'analyse du fonctionnement et de l'état physique des cours d'eau sont à l'origine de l'élaboration de méthodes permettant la caractérisation à large échelle du fonctionnement physique des milieux aquatiques dans un objectif de mise en œuvre d'actions pour l'atteinte du bon état écologique.

La complexité et la diversité des processus de fonctionnement physique, leurs sources d'altération souvent combinées, les effets hérités de logiques passées d'aménagement du territoire ont orienté les réflexions vers une approche « descendante », (« top-down »), appuyée sur l'organisation hiérarchique du fonctionnement des milieux aquatiques au sein de leur bassin versant. Cette approche est centrée sur l'appréciation du risque d'altération du fonctionnement des processus physiques à l'échelle du tronçon géomorphologique, doublée d'une appréciation cartographique des traces probantes d'aménagements passés à l'échelle du tronçon.

L'audit SYRAH_CE s'inscrit dans une chaîne de causalités où l'origine des altérations physiques des cours d'eau se situe au niveau de l'occupation de sols et des activités humaines, qui se déclinent ensuite en usages du sol et aménagements physiques. Leur description et leur évaluation est possible aujourd'hui grâce aux outils numériques de cartographie et aux bases de données géographiques existantes à large échelle.

Ces altérations du fonctionnement physique peuvent à leur tour être à l'origine d'altération des habitats, influençant in fine l'état écologique du cours d'eau.

Les différents types d'altérations du fonctionnement hydromorphologique les plus fréquentes sont développées, et associées avec les aménagements et usages qui en sont à l'origine.

Deux échelles de travail sont proposées :

- un premier niveau qui permet d'agréger des informations issues de couches géographiques disponibles au niveau national en fournissant des éléments d'appréciation pour l'ensemble des aménagements et usages retenus comme présentant un risque potentiel d'altération du fonctionnement physique. Le niveau élémentaire de l'information, limité, se situe au niveau de la « zone hydro » de la BDCarthage®.

- un niveau complémentaire à l'échelle des tronçons, qui autorise une description plus fine des aménagements et usages à l'origine des altérations physiques d'ordre morphologique (tracé, occupation du lit majeur, contraintes latérales et longitudinales). Les informations fournies par la BDTOPO® IGN permettent d'atteindre une meilleure précision.

Syrah_CE est conçu comme un cadre général d'analyse, capable d'asseoir l'audit France entière de l'hydromorphologie, mais aussi d'enrichir toutes les évaluations plus locales existantes ou à mettre en œuvre pour définir avec pertinence les actions de correction de la situation physique du cours d'eau nécessaires pour atteindre le bon état écologique.



Direction générale

Parc de Tourvoie

BP 44, 92163 Antony cedex

Tél. 01 40 96 61 21 - Fax 01 40 96 62 95

Web : <http://www.cemagref.fr>