



ANALYSE DE LA DYNAMIQUE ALLUVIALE DE LA RIVIERE OGNON ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS

Décembre 2003



Jean-René MALAVOI - ingénieur conseil

GEODYNAMIQUE FLUVIALE - HYDRAULIQUE - HYDROLOGIE - HYDROECOLOGIE

Expert près la Cour d'Appel de Lyon

Professeur Associé à la Faculté des Sciences et Techniques de Tours - Chargé de cours à l'ENSM, l'ENGREF, l'ENGEES, l'ENTPE

207, rue de l'Eglise - 01600 PARCIEUX - Tel/fax : 04.37.92.97.04 email : JR.Malavoi@wanadoo.fr

1. PHASE 1 : Eléments de Diagnostic	7
1.1. Sectorisation morpho-hydrologique.....	7
1.1.1. La sectorisation : pourquoi ?	7
1.1.2. La sectorisation : comment ?	8
1.1.3. Application au cas de l'Ognon	9
1.2. La dynamique fluviale.....	12
1.2.1. Evaluation des taux d'érosion latérale	12
1.2.2. Caractéristiques géomorphologiques actuelles	15
1.2.2.1. Caractéristiques des berges	15
1.2.2.2. Les zones d'alluvionnement	17
1.2.2.3. Les annexes hydrauliques	20
1.3. Les impacts des interventions humaines.....	25
1.3.1. Les extractions de granulats en lit mineur.....	25
1.3.1.1. Analyse des données existantes	25
1.3.1.2. Les impacts des extractions : l'incision généralisée du lit mineur	30
1.3.2. Les gravières en lit majeur	33
1.3.2.1. Disparition irréversible d'un stock alluvial nécessaire à l'équilibre morphologique	34
1.3.2.2. Risque de piégeage de la charge de fond	35
1.3.2.3. Effets des travaux connexes.....	36
1.3.2.4. Les sites « à risques »	37
1.3.3. Les ouvrages transversaux : seuils de moulins, vannages	38
1.3.3.1. Caractéristiques des ouvrages de l'Ognon	39
1.3.3.2. Etat des ouvrages	41
1.3.3.3. Usages actuels des barrages	43
1.3.4. Les protections de berges	47
1.3.4.1. Généralités	47
1.3.4.2. Effets des protections sur la dynamique alluviale	48
1.3.5. Les curages	49
1.3.6. Impacts de ces diverses interventions sur les annexes hydrauliques	50
1.4. Bilan et synthèse de la dynamique alluviale actuelle	51
1.4.1. Un problème sérieux : les anciennes extractions en lit mineur	51
1.4.2. Les barrages : des impacts négatifs...mais aussi positifs	51
1.4.3. Des interventions diverses qui aggravent encore la situation	51
2. PHASE 2 : propositions	53
2.1. Suivi géomorphologique.....	53
2.1.1. Objectifs.....	53
2.1.1.1. Niveau global : ligne d'eau d'étiage	53
2.1.1.2. Niveau local : 7 sites de suivi	54

2.1.2. Pas de temps du suivi	56
2.1.3. Option : bathymétrie des anciennes gravières de plus de 4 ha	56
2.2. Gestion des barrages.....	56
2.2.1. Les impacts négatifs des barrages	56
2.2.2. Les solutions possibles	57
2.2.2.1. Dérasement ou arasement, renaturation	57
2.2.2.2. Autres techniques	60
2.2.3. Application au cas de l'Ognon.....	60
2.2.3.1. Amont de Beaumotte	61
2.2.3.2. Aval de Beaumotte	61
2.2.3.3. Synthèse.....	62
2.2.4. Le problème de l'automatisation des vannages.....	63
2.2.4.1. Types de seuils sur l'Ognon	63
2.2.4.2. Rôle des vannes	65
2.3. L'espace de liberté	68
2.3.1. Le concept d'espace de liberté dans le cadre réglementaire actuel	68
2.3.1.1. L'espace de mobilité au sens du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée-Corse.....	69
2.3.1.2. L'espace de mobilité au sens de L'arrêté ministériel du 24 janvier 2001	70
2.3.1.3. L'espace de mobilité au sens de La Loi « risques » du 30 juillet 2003	70
2.3.2. Application au cas de l'Ognon.....	72
2.3.2.1. L'espace de liberté vis a vis de la gestion des érosions de berges	73
2.3.2.2. Vers une politique de « désenrochement » ?	75
2.3.2.3. L'espace de liberté vis a vis de la gestion des gravières en lit majeur	75
2.3.2.4. Les gravières « à risque » vis à vis du piégeage des sédiments	76
2.3.2.5. Le cas particulier du site d'extraction d'Esprel/Chassey/Pont sur l'Ognon.....	76
2.4. Gestion des embâcles et des alluvions	78
2.4.1. Gestion des embâcles	78
2.4.1.1. Effets positifs des embâcles	79
2.4.1.2. Effets négatifs des embâcles	79
2.4.1.3. Philosophie globale de gestion des embâcles sur l'Ognon	79
2.4.2. Gestion des alluvions	80
2.4.2.1. Politique globale de gestion	80
2.4.2.2. Le transfert des alluvions vers l'aval	80
3. Conclusion générale.....	82

Table des figures et cartes

Figure 1 : les hydroécocorégions du bassin de l'Ognon (Wasson et al., 2002).	9
Figure 2 : profil en long de l'Ognon (ligne d'eau, hors les 10 premiers km à très forte pente et hors effets des seuils et barrages)	10
Figure 3 : largeur du lit mineur de l'Ognon.....	11

Figure 4 : taux d'érosion latérale en hectares sur la période 1980-2000 environ.....	13
Figure 5 : taux d'érosion latérale exprimés en m/an au niveau de la flèche.....	14
Figure 6 : taux d'érosion latérale annuel exprimés en % de la largeur du lit.....	14
Figure 7 : répartition des zones d'alluvionnement.....	17
Figure 8 : granulométrie des alluvions.....	20
Figure 9/ les annexes hydrauliques de l'Ognon.....	23
Figure 10 : répartition spatiale des annexes hydrauliques de l'Ognon.....	24
Figure 11 : exemple d'anciennes zones d'extraction en lit mineur.....	27
Figure 12 : exemple d'anciennes zones d'extraction en lit mineur.....	28
Figure 13 : surface et localisation des anciennes extractions en lit mineur.....	29
Figure 14 : comparaison des zones actuelles d'alluvionnement et des anciennes extractions en lit mineur.....	30
Figure 15 : les processus d'incision liés aux extractions de granulats.....	31
Figure 16 : effets de l'incision du lit mineur sur le niveau de la nappe alluviale.....	32
Figure 17 : effets de l'incision du lit mineur sur les ouvrages d'art.....	33
Figure 18 : extractions en lit majeur dans le secteur de Lure.....	35
Figure 19 : extractions en « lit majeur » dans le secteur de Pont sur l'Ognon. En bleu le tracé antérieur aux exploitations. En violets les trois seuils de stabilisation du fond du lit.....	36
Figure 20 : sites d'aléas de capture.....	37
Figure 21 : exemple de profil en long IGN 1944.....	39
Figure 22 : localisation des barrages.....	40
Figure 23 : localisation des barrages de l'Ognon et longueur de leurs retenues.....	41
Figure 24 : évaluation du rôle des barrages de l'Ognon dans la préservation de fonctionnalité des annexes hydrauliques (hors paléopotamon).....	50
Figure 25 : dérasement d'un seuil ou barrage sur un cours d'eau en équilibre géodynamique.....	58
Figure 26 : dérasement d'un seuil ou barrage sur un cours d'eau en déséquilibre géodynamique (érosion régressive uniquement).....	58
Figure 27 : dérasement d'un seuil ou barrage sur un cours d'eau en profond déséquilibre géodynamique (érosion régressive et progressive).....	61
Figure 28 : exemple de surface érodable sur 20, 50, 100 ans.....	74

Table des photographies

photo 1 : exemple de zones d'érosion	12
photo 2 : exemple de site d'extraction en lit mineur (IGN, 1968)	26
photo 3 : site d'extraction d'Esprel/Chassey/Pont sur l'Ognon	77

Table des planches photographiques

planche photo 1 : berges limono-sableuses.....	15
planche photo 2 : berges gravelo-caillouteuses	16
planche photo 3 : exemples de zones d'alluvionnement	18
planche photo 4 : exemple de zone d'alluvionnement : Autrey le Vay (PK 152)	18
planche photo 5 : exemple de zone d'alluvionnement : Beaumotte (PK 109).....	19
planche photo 6: exemple de zone d'alluvionnement : Marnay (PK 46).....	19
planche photo 7 : typologie simplifiée des annexes hydrauliques	22
planche photo 8 : secteur naturel de l'Ognon et retenue de barrage	40
planche photo 9 : les barrages en mauvais état.....	42
planche photo 10 : protections de berges sur l'Ognon.....	47
planche photo 11 : zones d'érosion latérale entre les protections existantes	48
planche photo 12 : curages	49
planche photo 13 : amont du barrage de Bonnal, fortement dégradé.....	59
planche photo 14 : 4 sites de seuils « classiques »	64

RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL ET DES OBJECTIFS DE L'ETUDE

Suite à un certain nombre d'études globales dans le cadre de « contrats de rivière non labellisés », la mise en place d'un contrat de rivière labellisé a été proposée par la région Franche-Comté et a reçu un avis favorable du comité national d'agrément en octobre 2000. Dans ce cadre, plusieurs études ont été réalisées ou sont en cours d'achèvement : un schéma général de restauration et de mise en valeur de l'Ognon et de ses affluents, une étude agricole, une étude piscicole, une étude touristique.

Des études complémentaires doivent encore être lancées en vue de la réalisation du dossier définitif. Parmi celles-ci, la présente étude de la dynamique alluviale de l'Ognon et de ses affluents s'avère nécessaire pour mieux cerner le fonctionnement géodynamique de celui-ci et élaborer une stratégie de gestion fonctionnelle de la rivière et de ses milieux naturels limitrophes. La **problématique des seuils et barrages** et de leur devenir est particulièrement importante dans ce cadre.

NB : Compte tenu des nombreuses études existantes, déjà très approfondies, le présent travail se veut une approche expertale, basée sur des données existantes mais analysées sous un angle visant à mettre en évidence les processus d'érosion, transport solide, sédimentation alluviale et leur rôle dans l'équilibre géodynamique et écologique de l'Ognon.

Les objectifs de l'étude sont définis dans le CCTP et déclinés en 2 phases : une phase de diagnostic de fonctionnement de la dynamique alluviale et une phase de proposition de gestion. Ces deux phases sont présentées en 2 chapitres :

- chapitre I : phase diagnostique
 - ⇒ présentation des données recueillies, résultat des investigations diverses qui ont permis d'identifier et de localiser les points forts et les points faibles du fonctionnement géodynamique actuel de l'Ognon et de ses affluents. Cette phase a pour objectif principal de fournir les éléments qui permettront de déterminer les causes des dysfonctionnements observés.
- Chapitre II : phase proposition
 - ⇒ détermination, parmi les dysfonctionnements identifiés en phase I, de ceux qui pourront être annihilés ou sensiblement réduits par une adaptation de la gestion du cours d'eau et/ou par des actions de réhabilitation.
 - ⇒ Proposition de principes de gestion et d'aménagement durable du cours d'eau par tronçon homogène.
 - ⇒ Sur des secteurs jugés prioritaires : proposition et chiffrage sommaire de projets plus détaillés.

1. PHASE 1 : ELEMENTS DE DIAGNOSTIC

1.1. SECTORISATION MORPHO-HYDROLOGIQUE

La première étape de toute étude géomorphologique globale est une phase de sectorisation.

1.1.1. LA SECTORISATION : POURQUOI ?

La nécessité de sectoriser un cours d'eau vient du constat évident que tout cours d'eau, et particulièrement tout « grand » cours d'eau, présente généralement une physionomie et un fonctionnement hétérogènes de l'amont à l'aval de son parcours. Cette évolution amont-aval peut être brutale (lors d'un passage brusque de la montagne à la plaine, ou de gorges à un vaste lit majeur) ou continue (augmentation progressive de la largeur, réduction progressive de la pente).

Il est donc nécessaire, tant dans un objectif d'étude que de gestion, de tenir compte de cette évolution. Ce constat nous amène à formuler le postulat suivant : tout cours d'eau peut être découpé en **entités emboîtées** rendant compte de cette diversité à différentes échelles spatiales et chacune de ces entités emboîtées peut être qualifiée (voire quantifiée) en termes de fonctionnement physique, écologiques, voire socio-économique.

Chacune de ces entités peut alors devenir une **entité spatiale** :

- **d'étude** : stratification de l'analyse (par exemple : choix de stations de mesure pour un échantillonnage granulométrique), synthèse des résultats, etc.
- **de gestion** : élaboration de stratégies de gestion variables selon les entités

Nous présentons ci-après la terminologie que nous employons habituellement dans la mise en œuvre de notre méthode de sectorisation (Malavoi, 1989, Malavoi et al., 1996, Malavoi et Gautier, 1997), Malavoi (2000). Les longueurs des différentes entités (non exhaustives) citées ci-après sont les ordres de grandeur constatés sur la Loire (1012 km) et ne sont en aucun cas extrapolable à tous les cours d'eau. Cependant, étant adimensionalisés par la largeur(L), ils constituent de bons ordres de grandeur.

* cours d'eau

* secteur (plusieurs centaines de milliers de fois la largeur du lit (L))

* unité (plusieurs milliers de fois L)

* tronçon (plusieurs centaines de fois L)

* sous-tronçon (quelques centaines de fois L)

* segment (une centaine de fois L)

* faciès (quelques dizaines de fois L)

1.1.2. LA SECTORISATION : COMMENT ?

Divers paramètres permettent d'identifier les limites des entités de sectorisation à partir de documents tels que cartes, photographies aériennes, profils en long.

Le tableau ci-après synthétise ces diverses entités et les paramètres permettant de les discriminer. Les coefficients de pondération appliqués à ces paramètres pour chaque entité peuvent évoluer au cas par cas, il ne s'agit là que d'ordres de grandeur (ainsi le relief peut justifier à lui seul une limite d'unité si l'on passe très brusquement de la montagne à la plaine, toutefois, il est probable que dans un tel cas de figure la géologie soit aussi très discriminante...). De même, certains paramètres sont utilisés à divers niveaux de la sectorisation; c'est alors la précision de la donnée qui intervient.

Critères de discrimination de certaines des entités de sectorisation d'un grand cours d'eau et coefficient théorique de pondération

entités	SECTEUR	UNITE	TRONCON	SOUS-TRONCON
paramètres				
Relief	0.33	0.33		
Géologie	0.33	0.33	0.25	0.05
Hydrologie ou rang hydrographique	0.33	0.33	0.25	0.05
Type de vallée			0.25	0.1
Pente de la vallée			0.25	0.2
Style fluvial et intensité des processus morphodynamiques ¹			Parfois	0.3
Anthropisation			Parfois	0.3

¹ le **style fluvial** comprend un certain nombre de paramètres tels que le tracé en plan (méandrage, sinuosité, tressage), le nombre de chenaux, le nombre d'îles et leur taille. L'intensité des processus morphodynamique consiste en une mesure ou une estimation des taux d'érosion latérale et verticale, des vitesses de migration des méandres, des bancs alluviaux, etc..

1.1.3. APPLICATION AU CAS DE L'OGNON

La carte des hydro-écorégions de France (Wasson et al., 2002) est basée sur la synthèse de différents paramètres permettant d'identifier les niveaux SECTEUR et UNITE (géologie, relief, hydrographie de surface).

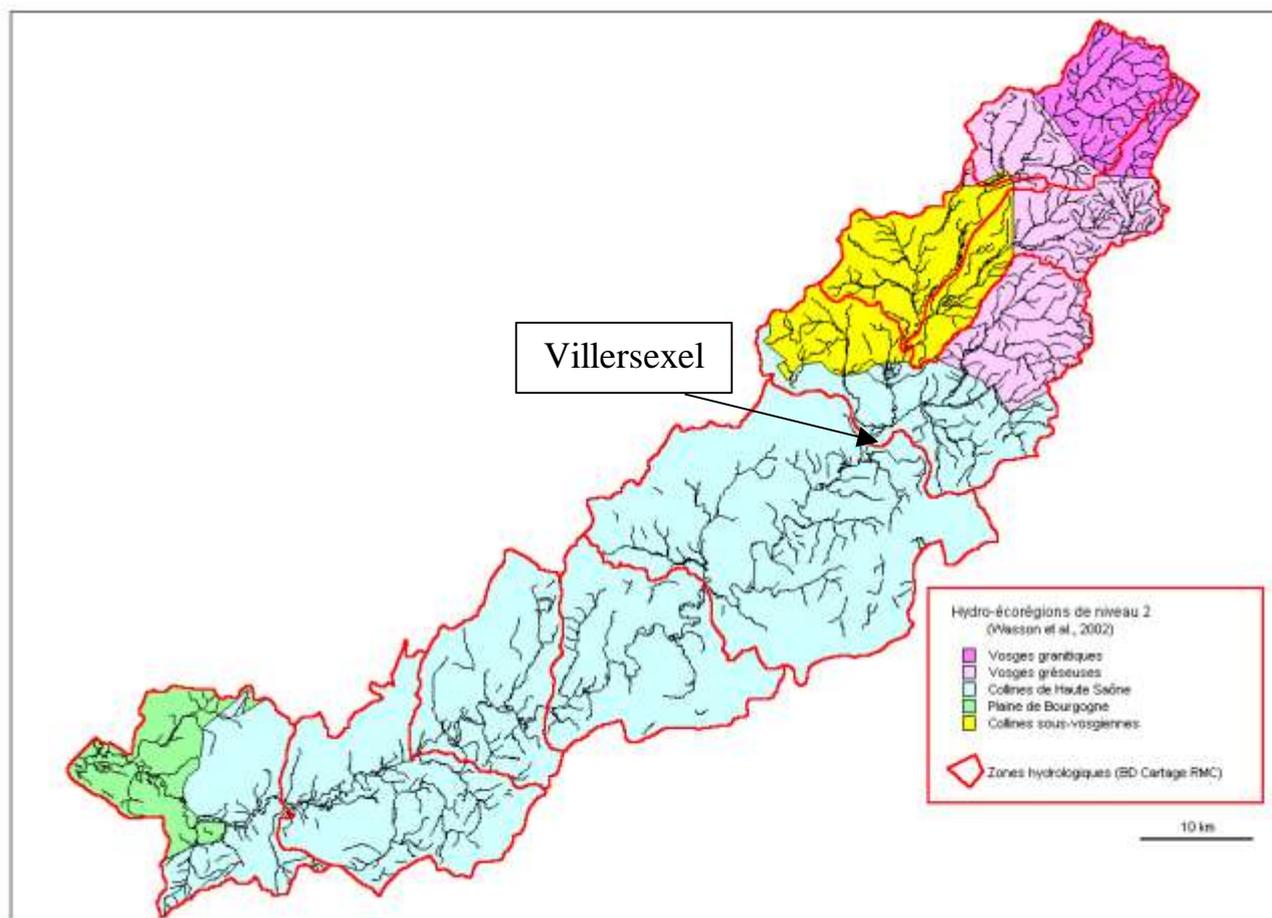


Figure 1 : les hydroécorégions du bassin de l'Ognon (Wasson et al., 2002).

On y observe une rupture très nette au droit de la confluence de l'Ognon avec le Lauzin et le Scey. Cette dichotomie est très marquée, tant sur le plan de la géologie que du relief et surtout de la densité de drainage. En amont, la densité de drainage est forte (904 km de cours d'eau pour un bassin de 790 km², soit **1.14** km de cours d'eau par km² de B.V.), du fait d'un substratum globalement imperméable. En aval, la **densité de drainage est presque 2 fois moindre** en raison d'un bassin versant sur substrat très perméable (907 km de cours d'eau pour 1511 km² de BV, soit 0.6 km/km²).

Indépendamment de la densité de drainage, ayant avant tout un rôle hydrologique, cette limite se traduit aussi par une **différence d'alimentation en sédiments dont le rôle est**

majeur dans la dynamique alluviale. L'unité amont est très productive en sables et graviers, dérivés de la décomposition des granites et des grès, tandis que l'aval fournit peu de sédiments (moins d'altération permettant la création d'une charge alluviale).

Pour simplifier, il semble possible de positionner la limite de ces **2 unités** au niveau de la confluence du Lauzin, en **aval immédiat de Villersexel, soit sensiblement au PK 154**. Cette limite géologique et hydrologique correspond aussi à une rupture assez nette dans la pente de la rivière (figure 2). Elle est forte en amont (autour de 2.5 ‰) et moyenne en aval (0.5 ‰).

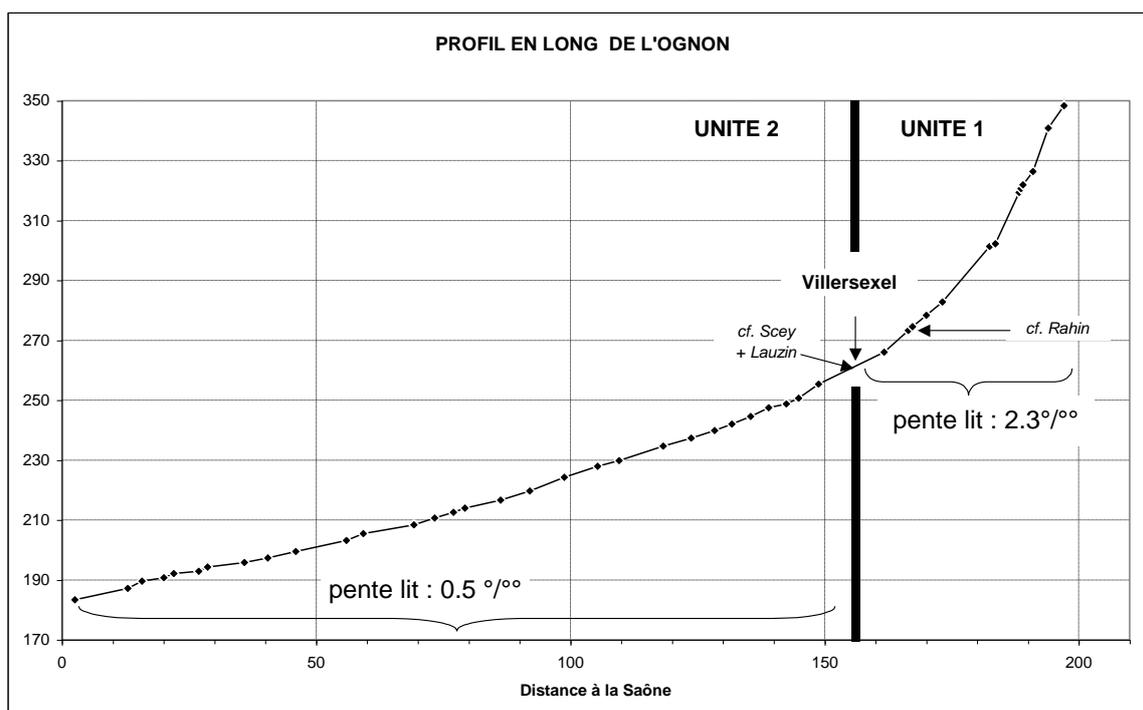


Figure 2 : profil en long de l'Ognon (ligne d'eau, hors les 10 premiers km à très forte pente et hors effets des seuils et barrages)

On retrouve le même type de tendance en observant l'évolution de la largeur du lit mineur (figure 3). Elle est multipliée par 5 (5 m à 25 m en moyenne) entre le PK 110 et le PK 155 (limite d'unité) soit une augmentation moyenne de 0.36 m/km. Cette largeur passe ensuite de 25 à 40 m en 70 km environ, soit un facteur d'augmentation de seulement 1.6 (sur 15 km de plus) et un taux d'augmentation de 0.21 m/km. Elle se stabilise ensuite autour de 40-45 m, localement 50 m dans les anciens secteurs d'extractions. Elle redescend enfin vers des valeurs de l'ordre de 35 m en aval du PK 15, correspondant à l'entrée dans la plaine de Bourgogne signalée sur la figure 1.

ATTENTION : la largeur moyenne n'est ici pas intégralement indicatrice des processus géodynamiques dans la mesure où elle a localement été très fortement modifiée par des extractions de granulats en lit mineur. Toutefois, nous avons pris soin de mesurer les largeurs en dehors des zones manifestement artificiellement élargies.

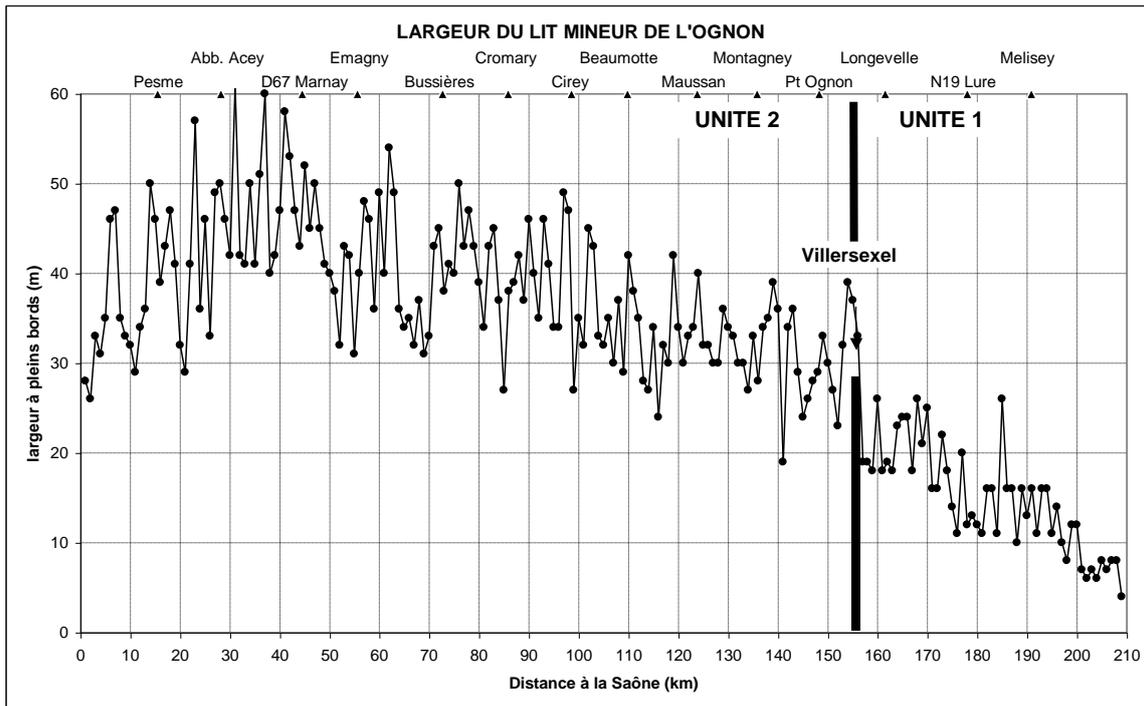


Figure 3 : largeur du lit mineur de l'Ognon

Ce premier niveau de sectorisation pourrait être affiné au niveau tronçon sur des critères géodynamiques plus fins. Il apparaît toutefois, nous le confirmerons sur d'autres critères, que cette simple dichotomie UNITE 1/UNITE 2 est suffisante pour comprendre le fonctionnement géodynamique de l'Ognon et proposer une démarche globale de gestion.

1.2. LA DYNAMIQUE FLUVIALE

1.2.1. EVALUATION DES TAUX D'ÉROSION LATÉRALE

La dynamique fluviale de l'Ognon est relativement active. A partir de la comparaison, sous SIG Mapinfo, des tracés en plan des années 80 (fonds scan25 IGN) et des années 98-2001 (orthophotoplans IGN 1998 pour la Haute Saône et 2001 pour le Doubs et le Jura, ex : photo 1), nous avons pu évaluer les taux d'érosion latérale récents sur la vallée de l'Ognon.

Ils atteignent 32 hectares sur 20 ans soit **1.6 ha par an**, sur les 210 km du cours d'eau.

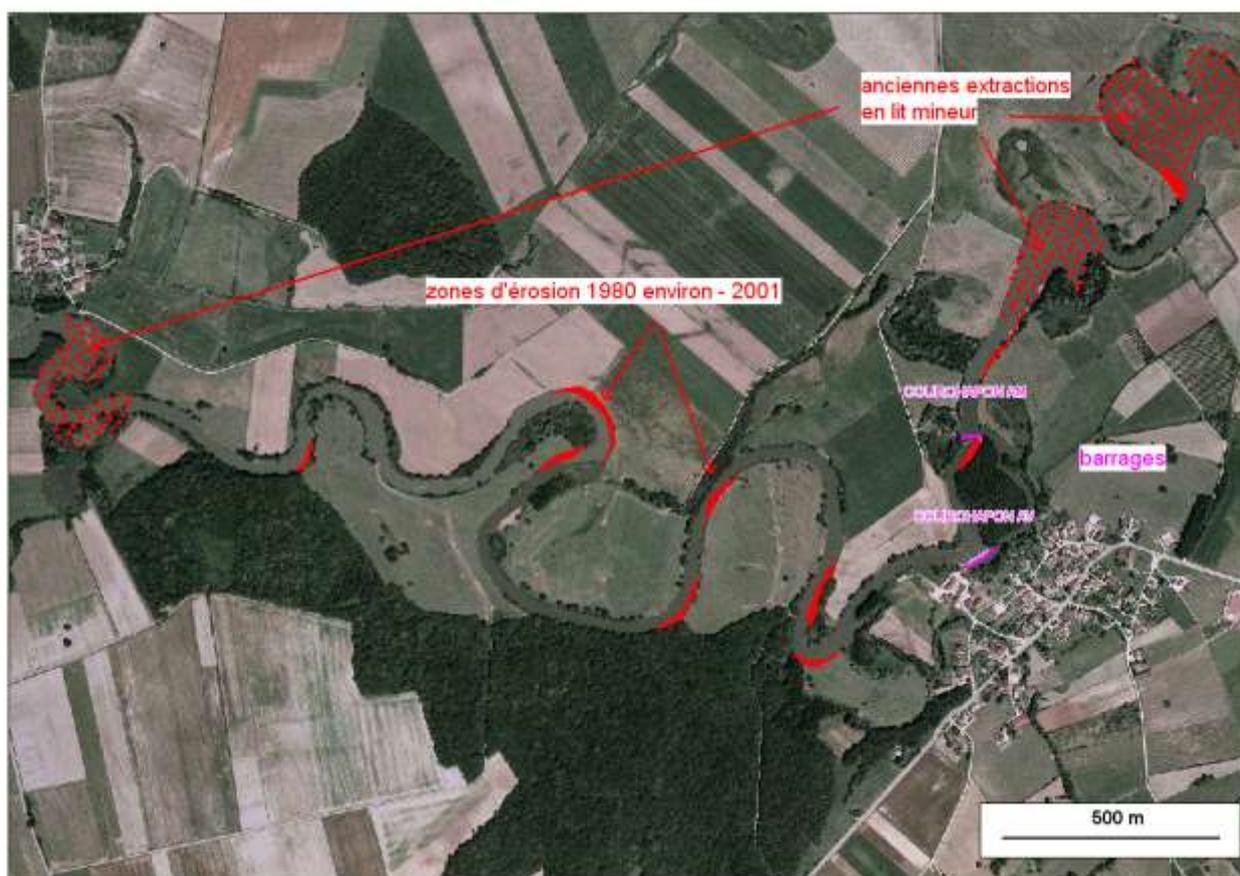


photo 1 : exemple de zones d'érosion

La répartition des zones d'érosion sur cette période n'est pas uniforme. On observe sur la figure 5 des «zones d'érosion intense » séparées par des zones à plus faible activité.

- Secteur de Lure à Pont sur l'Ognon,
- Petit secteur de Maussans à Beaumotte
- Petit secteur de Cromary

- Petit secteur d'Emagny Bussière
- Grand secteur de Marnay à Perrigny

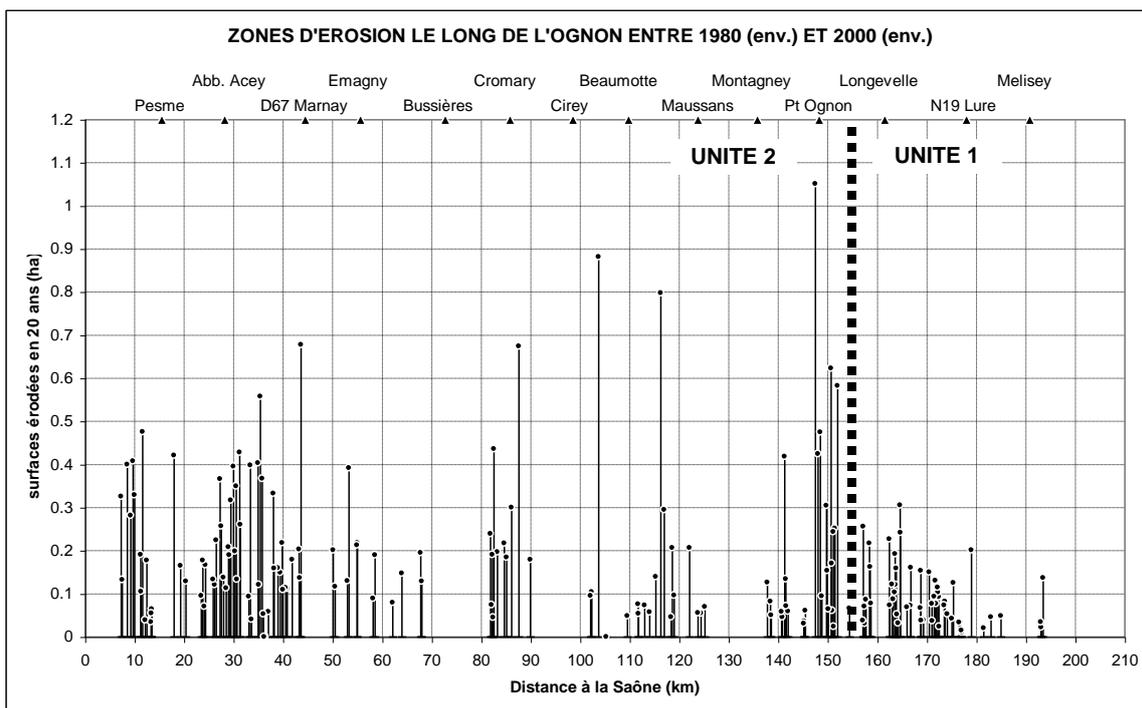


Figure 4 : taux d'érosion latérale en hectares sur la période 1980-2000 environ.

Cette répartition des sites d'érosion n'est pas seulement liée à des processus naturels mais aussi à de nombreuses interventions humaines. Compte tenu du contexte généralement alluvial du fond de vallée, il est en effet probable que l'érosion latérale devrait être uniformément active sur tout l'Ognon. Ce sont vraisemblablement les protections de berges et les barrages qui modifient ces processus.

Notons dès à présent que la haute vallée a bénéficié, lors de la dernière décennie, d'un vaste programme de protection de berges. Cela implique que la figure 5 ne reflète plus tout à fait la dynamique actuelle dans la mesure où les érosions latérales sont maintenant assez rares dans la haute vallée.

Exprimés en mètre/an au niveau de la flèche des sinuosités actives, ces taux d'érosion sont assez homogènes le long de l'Ognon, de l'ordre de **0.8 à 1.2 m/an** pour une moyenne de 0.9 m/an (figure 6). Localement, des taux d'érosion avoisinant les 3 à 6 m/an peuvent être observés très localement mais il s'agit de valeurs exceptionnelles pour le cours d'eau, probablement liées à un événement local (embâcle, travaux, etc.).

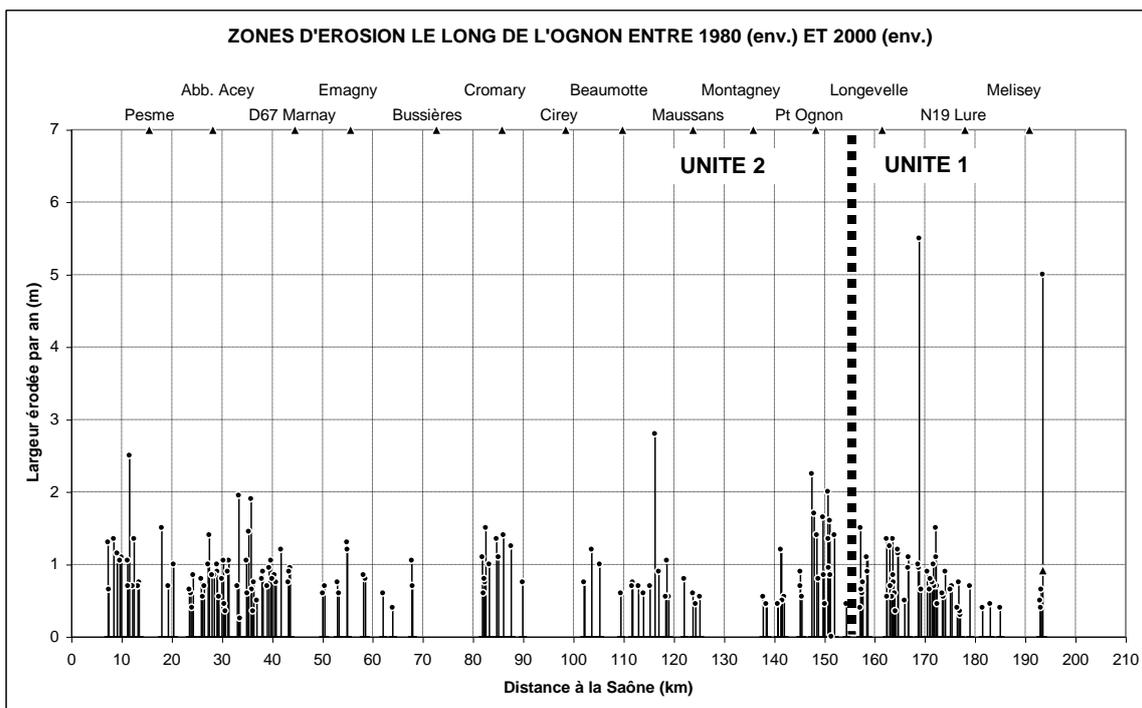


Figure 5 : taux d'érosion latérale exprimés en m/an au niveau de la flèche

Si l'on ramène ces valeurs à la largeur moyenne du cours d'eau au droit des zones d'érosion concernée, on obtient un taux d'érosion exprimé en pourcentage de la largeur qui permet de relativiser les processus et de mieux mettre en évidence l'activité géodynamique (figure 7).

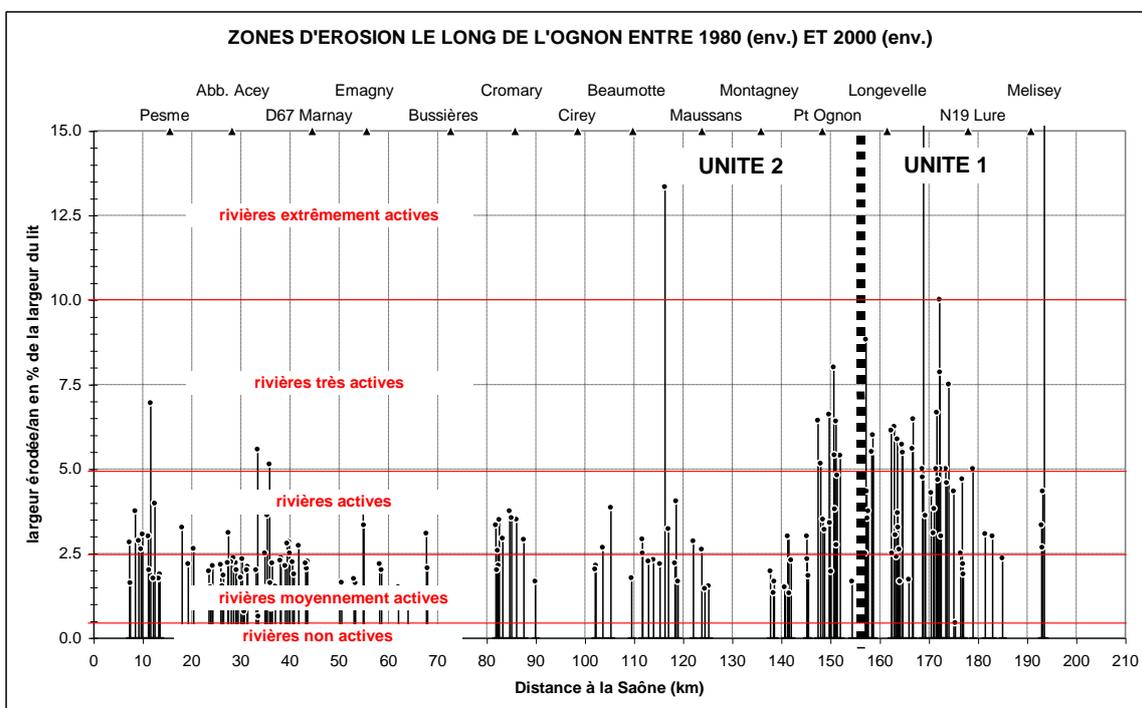


Figure 6 : taux d'érosion latérale annuel exprimés en % de la largeur du lit

On constate alors que l'homogénéité réelle des taux d'érosion bruts (en m/an) ne reflète pas le fonctionnement géodynamique du cours d'eau. Ainsi apparaît une nouvelle fois, légèrement décalée au droit de pont sur l'Ognon, la dichotomie unité 1/unité 2.

En amont, les « taux d'érosion relative » avoisinent les 3 à 6 % de la largeur (moyenne 5), ce qui classe ce secteur dans la catégorie des **rivières actives à très actives** (classification de Malavoi, 2003, non publié). Dès que l'on passe Pont sur l'Ognon, les taux chutent immédiatement autour de 1.5 à 3.5 (moyenne 2.5), ce qui classe la moyenne et basse vallée dans la catégorie des rivières moyennement actives à actives.

Il est important de rappeler que cette **situation est aujourd'hui fortement modifiée** par les travaux de protection de berges réalisés au cours des années 90.

1.2.2. CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ACTUELLES

1.2.2.1. CARACTERISTIQUES DES BERGES

Lors du printemps 2003, nous avons inspecté une grande partie des sites d'érosion identifiés par approche cartographique afin notamment de déterminer leur nature granulométrique, indispensable à la connaissance des processus d'érosion, de transport solide, de fourniture de charge sédimentaire.

Le constat est le suivant :

- De la Saône au PK 150 environ (Pont sur l'Ognon), les berges, hautes de 1.5 à 2.5 m, sont constituées à 99% d'un matériaux limono-sableux, relativement cohésif.



planche photo 1 : berges limono-sableuses

- En amont de pont sur l'Ognon, on commence progressivement à observer l'apparition, d'abord en pied de berges puis sur toute son épaisseur, de matériaux graveleux puis caillouteux.



Pont sur l'Ognon (PK 150) , apparition d'un horizon graveleux en pied de berge



Autrey le Vay (PK 152) : on a presque 50% de graviers/petits galets



Longevelle (PK 161) : 75% de galets-graviers, 25% de sable (strate supérieure)



Amont les Aynans (PK 170) : on retrouve une répartition 50/50% mais avec une fraction beaucoup plus grossière en pied de berge

planche photo 2 : berges gravelo-caillouteuses

Ces caractéristiques sédimentologiques des berges sont à l'origine de la dichotomie observée sur les taux d'érosions relatifs entre l'amont et l'aval de Pont sur l'Ognon. Les berges limono-sableuses sont plus difficiles à éroder que les berges caillouteuses. Ainsi, si les berges étaient restées de même nature gravelo-caillouteuse le long de l'Ognon, les taux d'érosion de la moyenne et basse vallée seraient en moyenne de 2 m/an et non de 0.9 à 1 m comme c'est le cas.

1.2.2.2. LES ZONES D'ALLUVIONNEMENT

Le diagnostic concernant les zones d'alluvionnement est beaucoup plus difficile que celui des zones d'érosion.

Trois raisons au moins à cela :

- les photos aériennes utilisées ne sont pas toujours entièrement fiables dans la mesure où elles ont pu être prises à des débits relativement élevés de l'Ognon, ne serait ce que le module et n'ont de plus pas toutes été prises le même jour. Il y a donc potentiellement un masquage de certaines zones d'alluvionnement.
- Nous verrons aussi que près de 50% du linéaire de l'Ognon est sous l'emprise hydraulique de retenues de barrages, ce qui a aussi pour conséquence de masquer les zones de dépôt
- Enfin, de nombreuses fosses d'extraction de granulats parsèment le lit mineur de l'Ognon, dont certaines de forte profondeur agissent comme des pièges à sédiments.

Malgré ces biais, nous pouvons effectuer un certain nombre d'observations de nature à nous aider à mieux comprendre la dynamique alluviale de l'Ognon :

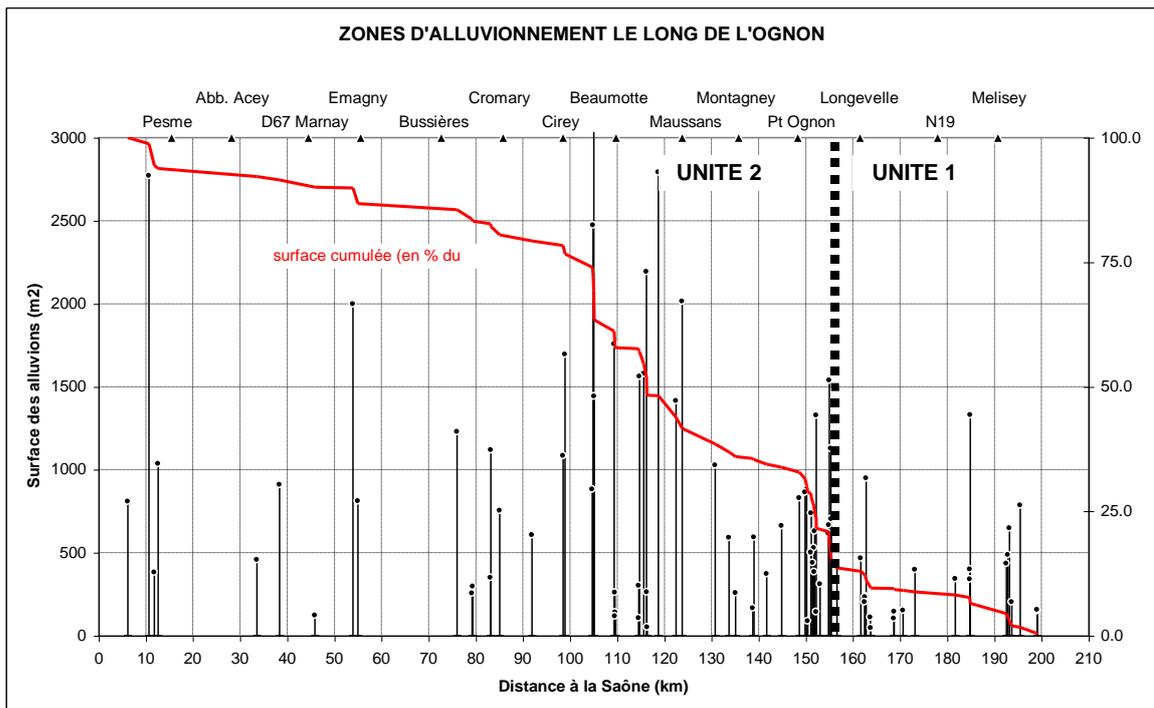


Figure 7 : répartition des zones d'alluvionnement

Nous constatons ainsi que la répartition des zones d'alluvionnement (bancs alluviaux visibles sur les photos aériennes) ne reflète plus tout à fait la dichotomie unité 1/unité 2 (figure 8), ce qui est logique dans la mesure où les alluvions sont par définition mobiles et non statiques comme le sont les autres paramètres analysés jusqu'ici (largeur et pente du lit, zones d'érosion). On observe par exemple que près de 75% de la « surface alluviale » cumulée se situe dans la

première moitié de l'Ognon, sensiblement en amont de Cirey-Beaumotte. Un « pic » d'alluvionnement est observable entre Longeville et Pont sur l'Ognon et un second entre Maussans et Cirey. En aval de Cromary, les bancs alluviaux sont quasi inexistant.



Secteur de Belonchamp : forte accumulation alluviale sous et de part et d'autre du pont de Fresse. Un déblaiement semble nécessaire.



Secteur de Vouhenans : accumulation alluviale sous et en aval du pont

planche photo 3 : exemples de zones d'alluvionnement



Secteur d'Autrey : exemple de banc alluvial



Granulométrie de l'armure (couche de surface)

planche photo 4 : exemple de zone d'alluvionnement : Autrey le Vay (PK 152)



Secteur de Beaumotte : exemple de banc alluvial



Granulométrie de l'armure (couche de surface)

planche photo 5 : exemple de zone d'alluvionnement : Beaumotte (PK 109)



Secteur de Marnay : exemple de banc alluvial



Granulométrie de l'armure (couche de surface)

planche photo 6: exemple de zone d'alluvionnement : Marnay (PK 46)

De même que la quantité, la qualité granulométrique des alluvions évolue aussi de l'amont vers l'aval. Ainsi, si l'on compare la granulométrie de « l'armure », qui est la couche de surface décapée des sédiments les plus fins, on constate une nette réduction de la taille des alluvions, particulièrement rapide entre Autrey et Beaumotte, puis beaucoup plus faible entre Beaumotte et Marnay (figure 9).

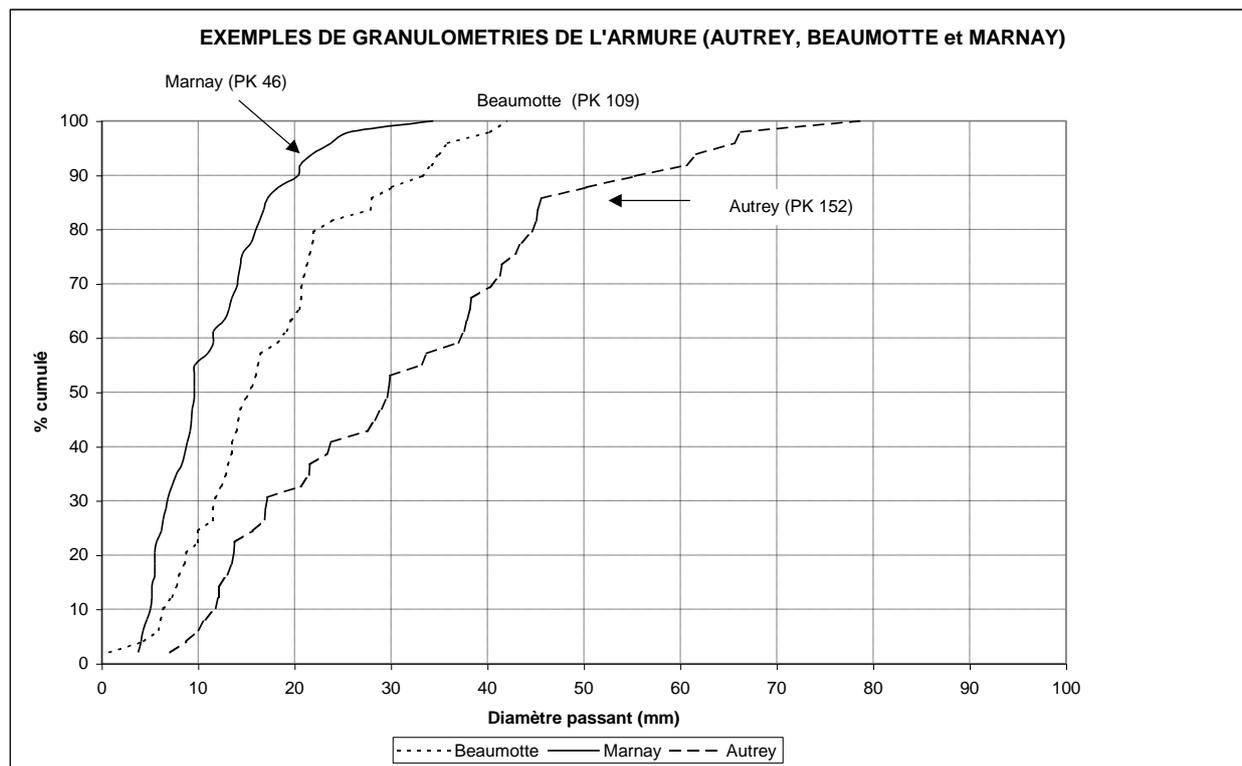


Figure 8 : granulométrie des alluvions

1.2.2.3. LES ANNEXES HYDRAULIQUES

Il nous a été demandé dans le cadre de cette étude, de dresser un tableau global des annexes hydrauliques (noues, mortes, raies etc.) existant le long de l'Ognon. Pour simplifier la démarche, nous avons établi une « typologie » de ces milieux en nous basant sur la terminologie proposée dans les années 80 par l'équipe du PIREN Rhône (Roux et al., 1982) et sur une publication de Bergen (1992) reprenant des éléments de cette terminologie.

♦ **Genèse des annexes hydrauliques**

Les « annexes hydrauliques » correspondent le plus souvent à d'anciens tracés de la rivière. Leur « création » puis leur lente « disparition » sont généralement dues à des processus géodynamiques naturels : recouplement de méandres puis comblement par dépôt de matière en suspension et développement de la végétation, d'abord aquatique puis terrestre.

Il arrive que les recoupements soient artificiels (rescindement de méandre pour accélérer l'écoulement, pour rectifier des parcelles dans le cadre du remembrement, etc.) et que le comblement et la déconnexion de ces anciens chenaux soient accélérés par des interventions humaines directes (comblement par des matériaux inertes afin de mettre en culture plus rapidement), ou indirectes (incision du lit suite aux extractions, ce qui favorise la déconnexion et accélère le développement végétal et la sédimentation).

Cependant, il est le plus souvent tout à fait normal et naturel que les annexes hydrauliques disparaissent progressivement sous l'effet des processus géodynamiques et sédimentaires. Elles s'estompent au fil des années ou des siècles, selon le type de cours d'eau et leur « disparition » n'est pas nécessairement indicatrice d'un dysfonctionnement du système.

◆ Typologie simplifiée

Quatre grands types d'annexes hydrauliques peuvent être identifiés, certains pouvant être déclinés en sous-types.

Ils sont présentés ci-dessous dans l'ordre décroissant de leur fréquence de contact avec la rivière (voir planche photo 7).

- EUPOTAMON (EUPO) : le chenal récemment recoupé communique avec le cours d'eau principal par l'aval et par l'amont, quel que soit le débit. Le fonctionnement hydraulique s'apparente un certain temps à celui d'un chenal secondaire.
- PARAPOTAMON (PARA) : le bras mort est connecté par l'une de ses extrémités, généralement par l'aval mais plus par l'autre.
3 stades évolutifs sont distingués :
 - ⇒ PARA1 : connexion par l'aval quel que soit le débit et par l'amont en eaux moyennes.
 - ⇒ PARA2 : connexion par l'aval en eaux moyennes et par l'amont en hautes eaux.
 - ⇒ PARA3 : connexion par l'aval en hautes eaux et par l'amont en crue annuelle.
- PLESIOPOTAMON (PLESIO) : pas de connexion nette par l'aval ni par l'amont. Mise en eau lors de la crue annuelle.
- PALEOPOTAMON (PALEO) : le bras mort est complètement séparé du chenal. La mise en eau se produit lors des crues dépassant le débit de « pleins bords » (Q2ans à supérieure). 2 stades évolutifs :
 - ⇒ PALEO1 : les restes d'un chenal, même très colmaté, sont visibles. Il y a continuité sur une certaine longueur.
 - ⇒ PALEO2 : on n'observe plus que petites dépressions discontinues.

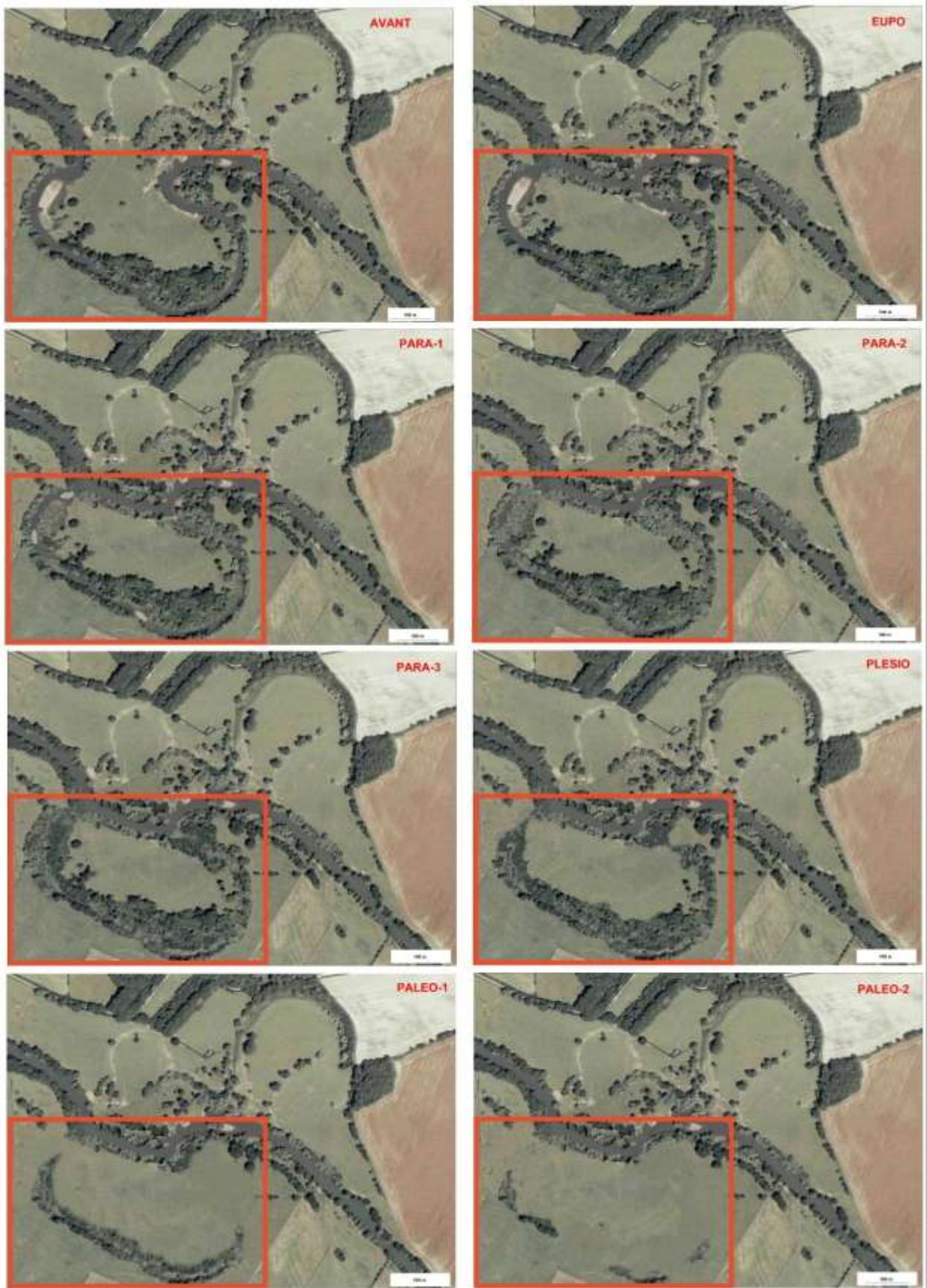


planche photo 7 : typologie simplifiée des annexes hydrauliques

◆ Application à l'Ognon

Sur la base de cette typologie simplifiée, les annexes de l'Ognon ont été localisées et caractérisées à partir des orthophotoplans de l'IGN. L'inventaire n'est donc pas exhaustif et n'a pas été validé sur le terrain.

Quelques observations générales peuvent cependant être faites sur cette base.

96 annexes ont été identifiées sur l'ensemble de la vallée de l'Ognon, soit en moyenne une tous les 2 km de rivière. Parmi celles-ci 13 ont été considérées comme artificielles, c'est à dire résultant probablement d'anciennes extractions. Toutes les autres sont a priori naturelles :

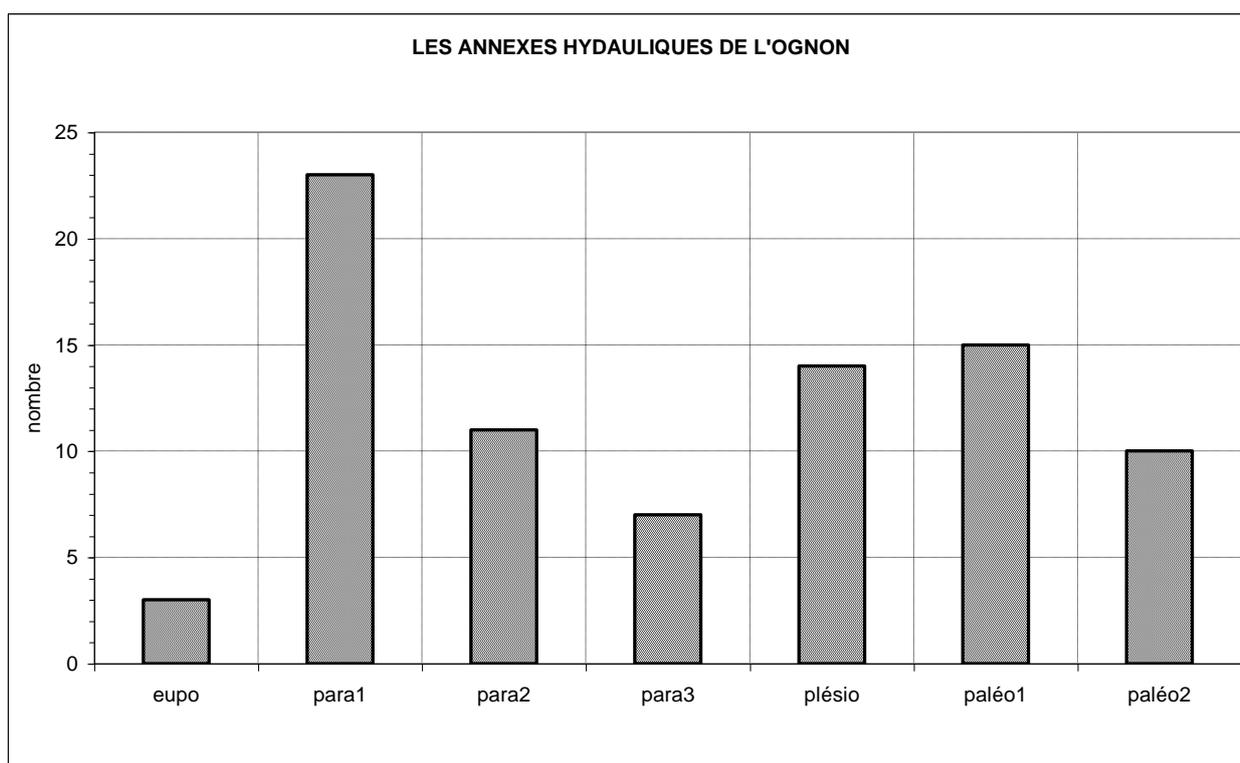


Figure 9/ les annexes hydrauliques de l'Ognon

On constate un nombre important d'annexes « actives », c'est à dire fréquemment mises en communication avec l'Ognon : les eupotamons ainsi que les parapotamons représentent plus de 50% du total), dont 27% pour les parapotamons 1, les plus fréquemment connectés avec les eupotamons. Les annexes « anciennes », plus ou moins colmatées, constituent les 50% restants.

La figure 10 présente la répartition des divers types d'annexes le long du Doubs. On y observe qu'un grand nombre d'annexes « actives » (eu- et parapotamon) se concentrent dans l'unité 1 et dans la partie amont de l'unité 2.

On trouve donc ici une corrélation entre un type d'annexe ou « d'ancienneté » d'annexe et l'activité dynamique de la rivière, plus forte dans la partie amont de l'Ognon.

1.3. LES IMPACTS DES INTERVENTIONS HUMAINES

Il nous paraît important à ce stade de l'étude, de faire le point sur un certain nombre d'interventions humaines ayant eu et continuant d'avoir, un impact très fort sur la dynamique alluviale de l'Ognon :

- Les extractions de granulats en lit mineur
- Les barrages
- Les protections de berges
- De manière plus anecdotique : les curages

1.3.1. LES EXTRACTIONS DE GRANULATS EN LIT MINEUR

1.3.1.1. ANALYSE DES DONNEES EXISTANTES

Nous n'avons pu trouver d'information sur les anciennes extractions en lit mineur. Il semblerait qu'elles aient principalement concerné la période 1945 – fin des années 70 avec sans doute un maximum autour des années 60. Toute la vallée de l'Ognon a manifestement été exploitée. Les exploitations se faisaient principalement par dragage à la « dragline » dans les biefs navigables situés en amont des barrages (photo 1).

Nous n'avons pu trouver de chiffres concernant les profondeurs d'extraction mais il apparaît, d'après les différentes études du LCHF (1978) que l'épaisseur des gisements alluvionnaires en lit majeur est de l'ordre de 5 à 7 m sous 2 à 3 m de matériaux limoneux dits « de découverte ». Si l'on admet que la profondeur moyenne du lit mineur (hauteur des berges) correspond sensiblement à cette épaisseur de découverte, soit 2 à 3 m, alors on peut supposer que les exploitants ont pu draguer jusqu'à au moins 5 m sous le fond du lit mineur, ce qui correspond sensiblement à **6.5 à 7 m sous la surface de l'eau**.

Ne disposant pas d'autres éléments pour mieux cerner ce phénomène, nous avons choisi de déterminer la position et l'emprise des anciennes zones d'extraction sur la base d'un critère relativement subjectif mais qui paraît être un bon indicateur d'anciennes activités extractives : la présence de « sur-largeur » du lit mineur, notamment à proximité de zones d'extraction actuelles en lit majeur (les anciens exploitant en lit mineur restent souvent à proximité de leurs sites de traitement pour leurs nouvelles exploitations en lit majeur).

Des exemples de ce type de zones sont visibles sur la photographie de la figure 4 ainsi que sur les figures 10 et 11.

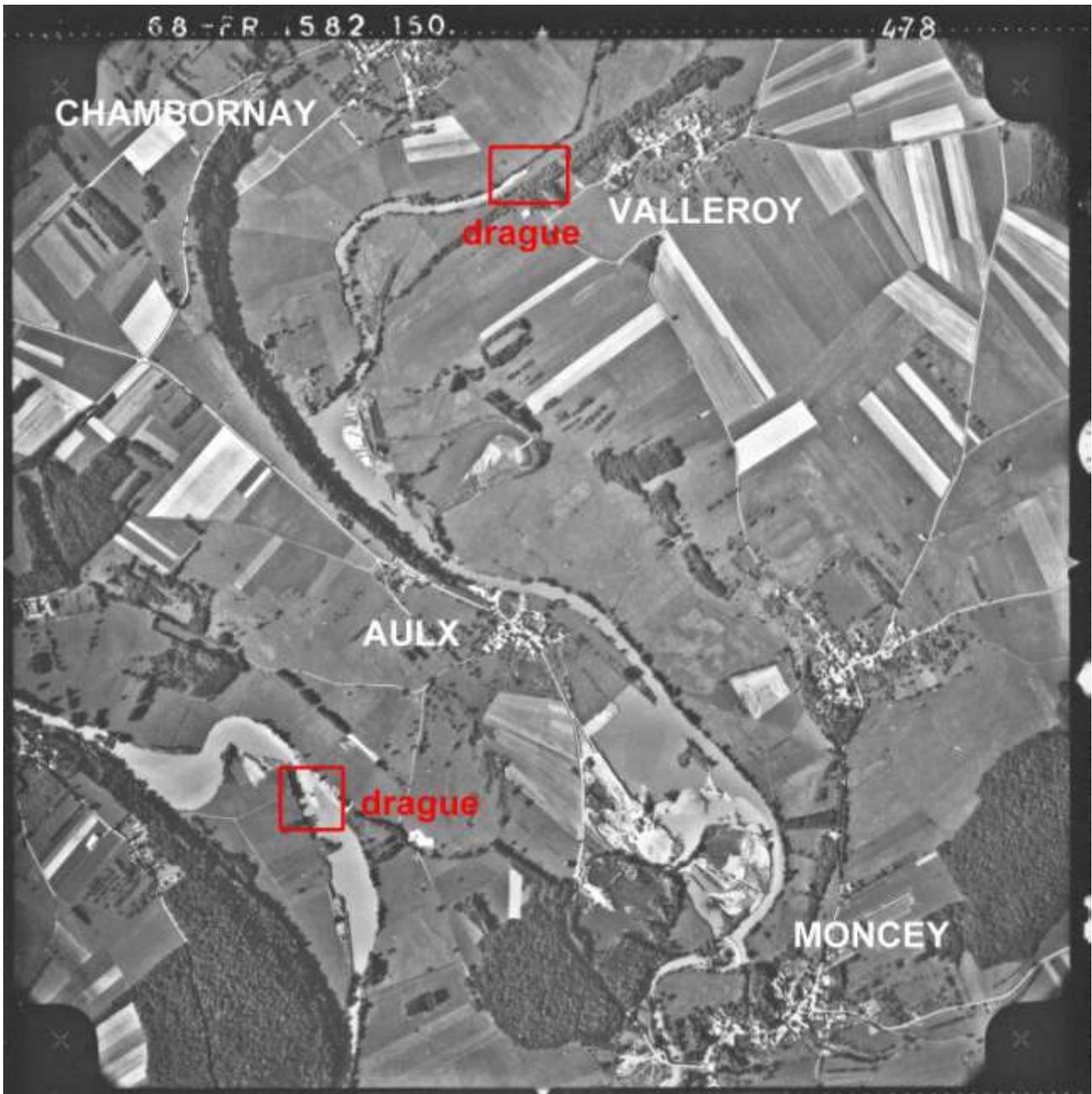


photo 2 : exemple de site d'extraction en lit mineur (IGN, 1968)

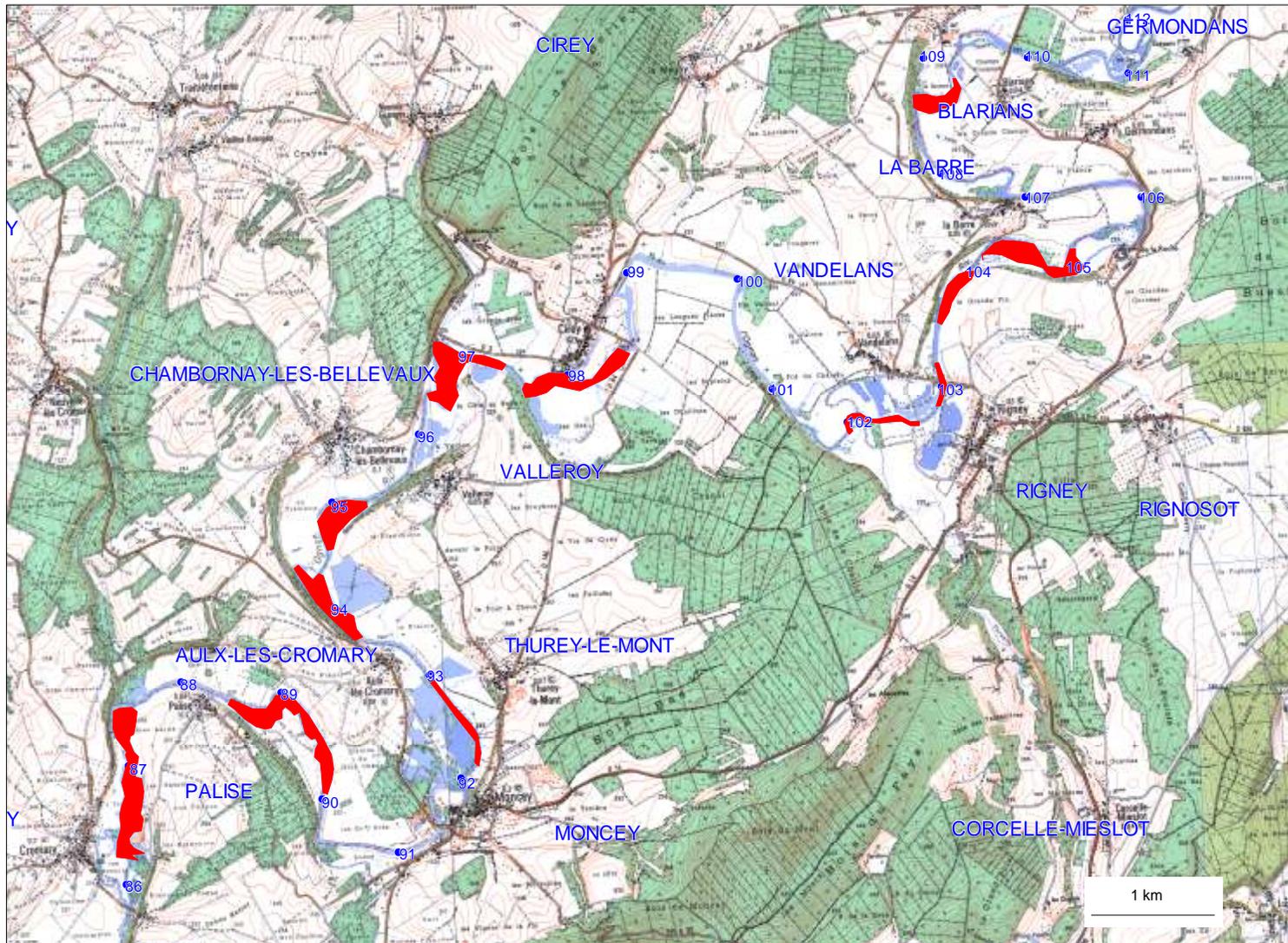


Figure 11 : exemple d'anciennes zones d'extraction en lit mineur

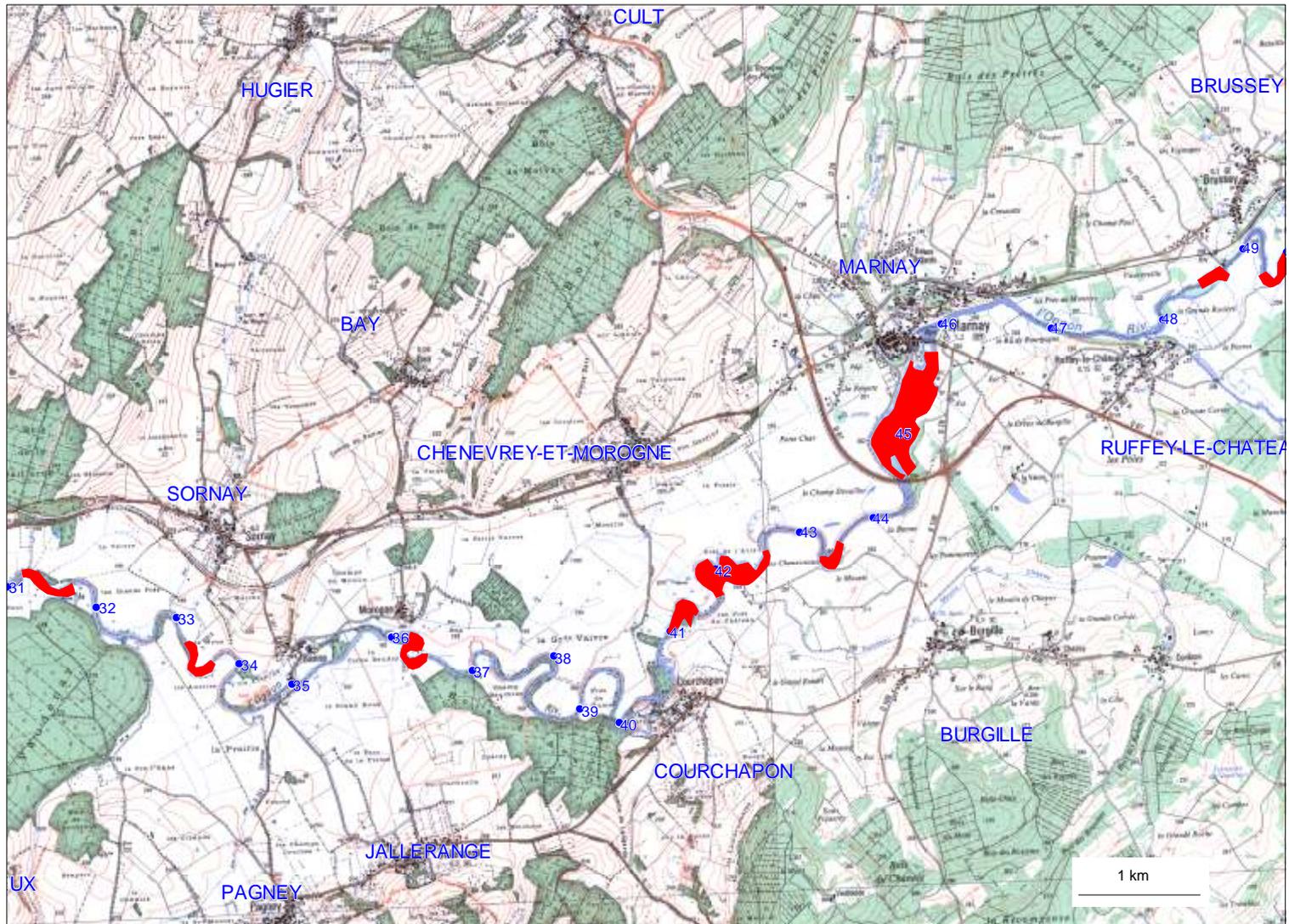


Figure 12 : exemple d'anciennes zones d'extraction en lit mineur

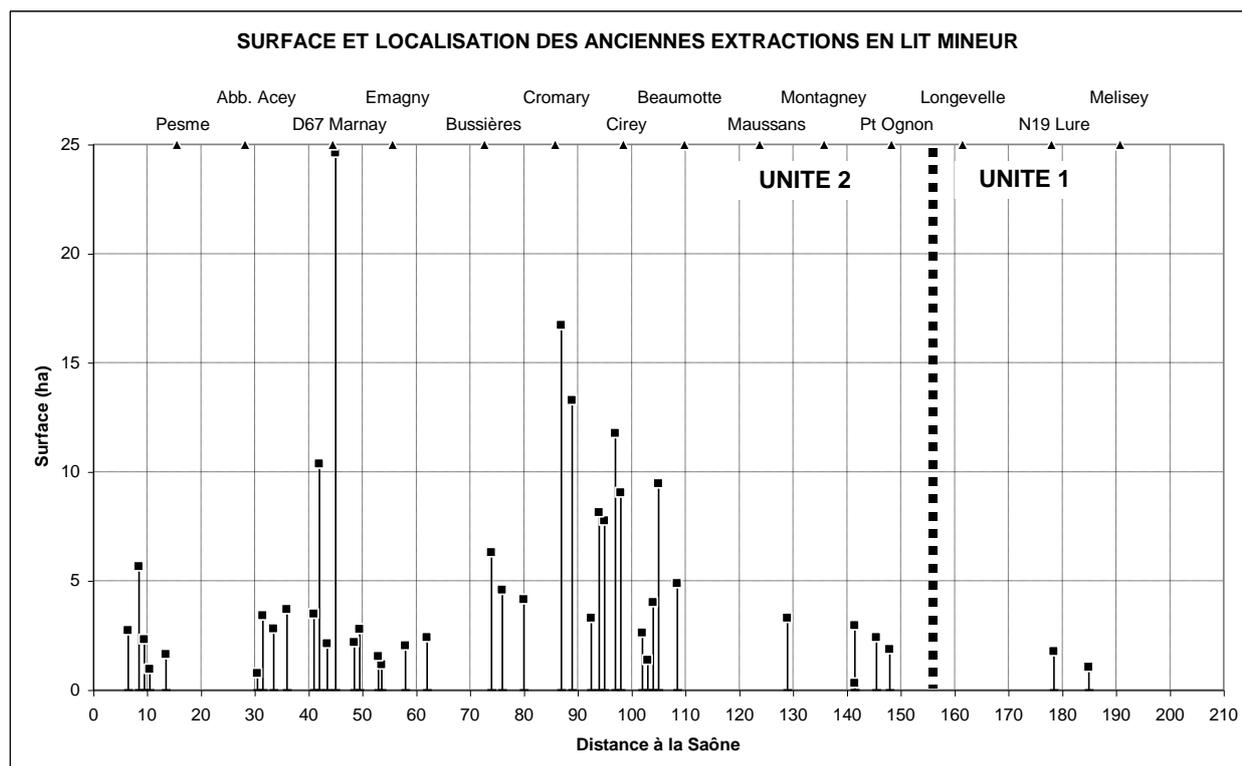


Figure 13 : surface et localisation des anciennes extractions en lit mineur

La surface cumulée de ces différentes zones atteint 200 hectares (figure 12) avec 2 zones où les stigmates d'anciennes extractions en lit mineur sont particulièrement évidents (revoir figures 10 et 11) :

- Le secteur de Beaumotte à Cromary
- Le secteur d'Emagny à l'Abbaye d'Acey

Le linéaire de lit mineur concerné par ces extractions est de l'ordre de 22 km. Si l'on fait l'hypothèse d'une épaisseur d'alluvions extraites de l'ordre de 3 à 3.5 m en moyenne (localement on sait que l'on a atteint 5 à 6 m), on obtient un **volume d'alluvions extrait du cours d'eau d'environ 2.5 à 3 millions de m³**. On peut alors admettre que ce volume correspond aujourd'hui à un volume en creux (les fosses d'extractions).

Compte tenu de cette observation, il semble donc possible d'émettre l'hypothèse que la brutale réduction des surfaces d'alluvionnement en aval de Beaumotte/Cirey s'explique par le piégeage des alluvions en transit dans l'Ognon dans les anciennes fosses d'extractions. La figure 13 représentant à la fois les zones d'alluvionnement et les anciennes zones d'extraction valide en partie cette hypothèse puisque l'on y voit « disparaître » les surfaces alluviales à l'endroit même où apparaissent les premières grandes fosses.

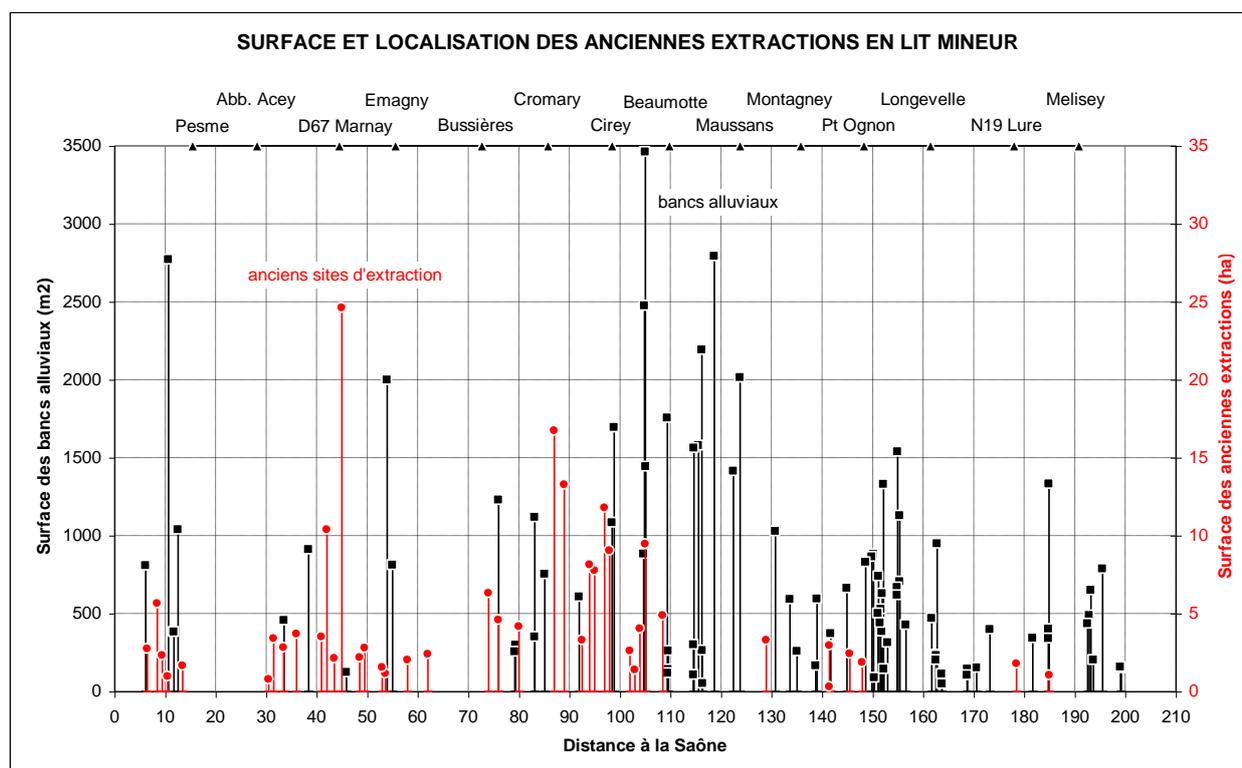


Figure 14 : comparaison des zones actuelles d'alluvionnement et des anciennes extractions en lit mineur

1.3.1.2. LES IMPACTS DES EXTRACTIONS : L'INCISION GENERALISEE DU LIT MINEUR

◆ Processus d'incision

La localisation de la plupart des exploitations de granulats en lit mineur ou moyen (c'est à dire dans la zone habituelle où se produit le transport solide dans un cours d'eau) a mis en oeuvre un **processus d'incision verticale** qui s'est développé de deux manières, en plus de l'abaissement du lit lié à l'extraction du stock en place (figure 14) :

- par **érosion régressive**, c'est à dire se propageant depuis le site d'extraction vers l'amont par un phénomène de grignotage du talus amont de l'exploitation (souvent une vaste fosse où venaient régulièrement se piéger les matériaux en transit) jusqu'à l'obtention d'une nouvelle pente d'équilibre. Ce type d'érosion a pu se propager sur une distance variable vers l'amont en fonction de la pente locale du lit, de la taille de l'extraction, du type d'exploitation (quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres).
- par **érosion progressive**, se propageant depuis le site d'extraction vers l'aval, en raison du déficit en charge alluviale provoqué par le brusque piégeage d'une grande part de la charge solide en charriage, saltation et même suspension. A débit égal, la rivière transportant moins de

matériaux dissipe son énergie excédentaire en re-mobilisant une charge de substitution, en aval de l'exploitation, et ce en théorie, jusqu'à obtenir un débit solide égal à sa capacité de transport où à aboutir à une nouvelle capacité de transport adaptée à sa charge alluviale (par réduction de sa pente notamment). Cette recharge en sédiments se fait en premier lieu au détriment de la partie du lit la plus "érodable", le fond du lit en général (forces tractrices plus élevées) mais aussi les berges selon les cas (fonction de la granulométrie du fond ou des berges, de la présence de végétation ou de structures empêchant l'érosion latérale, etc.).

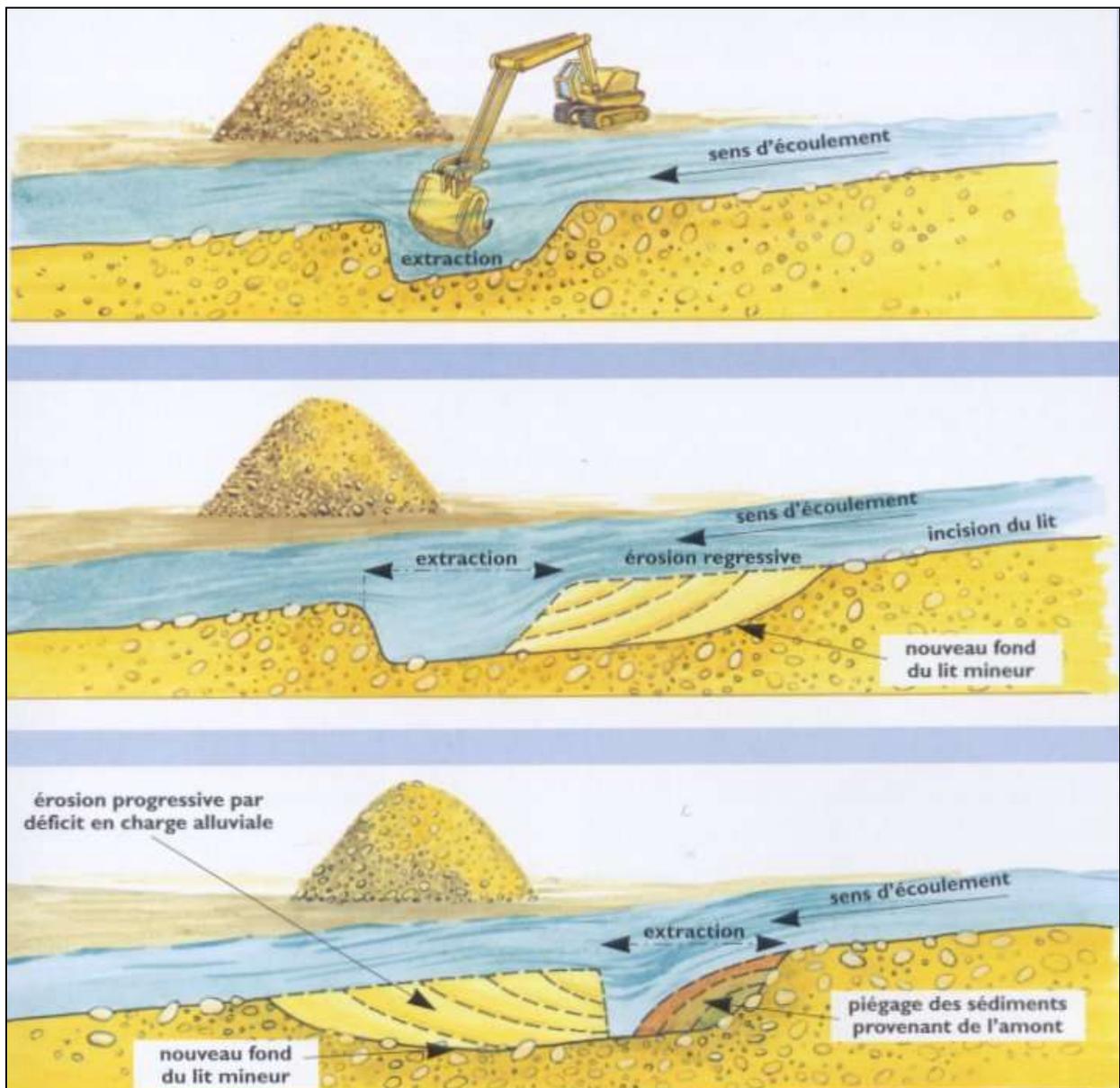


Figure 15 : les processus d'incision liés aux extractions de granulats

◆ **Incidences sur le fonctionnement physique et écologique des cours d'eau**

L'incision généralisée des lits fluviaux, observée sur de nombreux autres grands cours d'eau à fond mobile (Rhône, Ain, Doubs, Garonne, Orb etc.), et les affleurements de substratum imperméable qui y sont souvent corrélés, présentent des inconvénients majeurs dont le plus grave est certainement la réduction corrélative de l'épaisseur de la nappe alluviale (nappe d'eau souterraine qui accompagne la rivière), notamment en étiage, donc la **perte à court terme d'une ressource en eau potable de qualité** (figure 15).

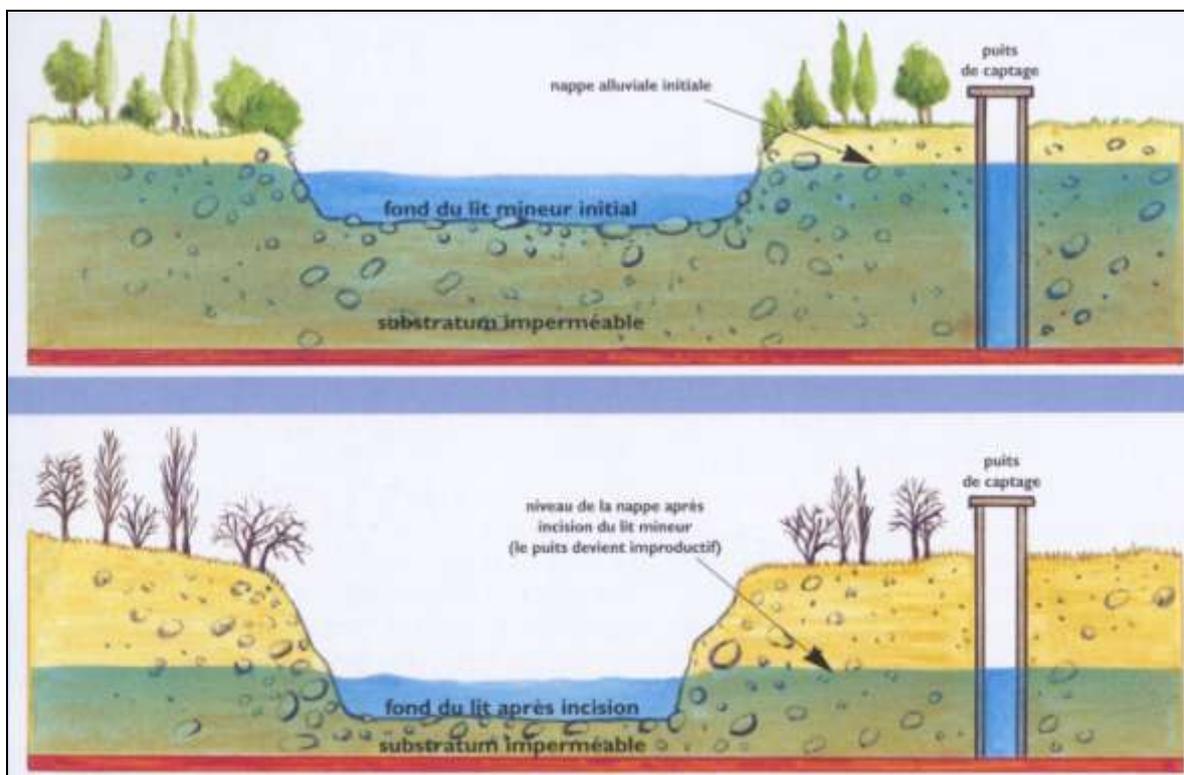


Figure 16 : effets de l'incision du lit mineur sur le niveau de la nappe alluviale

Un autre impact majeur sur le plan socio-économique est la déstabilisation d'ouvrages d'art (ponts, digues, protections de berges au droit de secteurs vulnérables), fort coûteux à reconstruire ou à surprotéger.

Enfin, des impacts écologiques peuvent aussi être observés :

- * au niveau du lit mineur, le substratum rocheux est beaucoup moins favorable pour la faune et la flore aquatiques qu'un substrat alluvial (habitat inhospitalier pour les poissons, pas de possibilité d'enfouissement pour les invertébrés, pas de possibilité d'enracinement pour les végétaux aquatiques).

- * au niveau du lit majeur, modification des peuplements végétaux riverains par suite de l'enfoncement de la nappe alluviale, disparition des espèces à bois tendre et remplacement par des espèces à bois dur, donc banalisation des milieux alluviaux (on voit ce phénomène sur la figure 15).

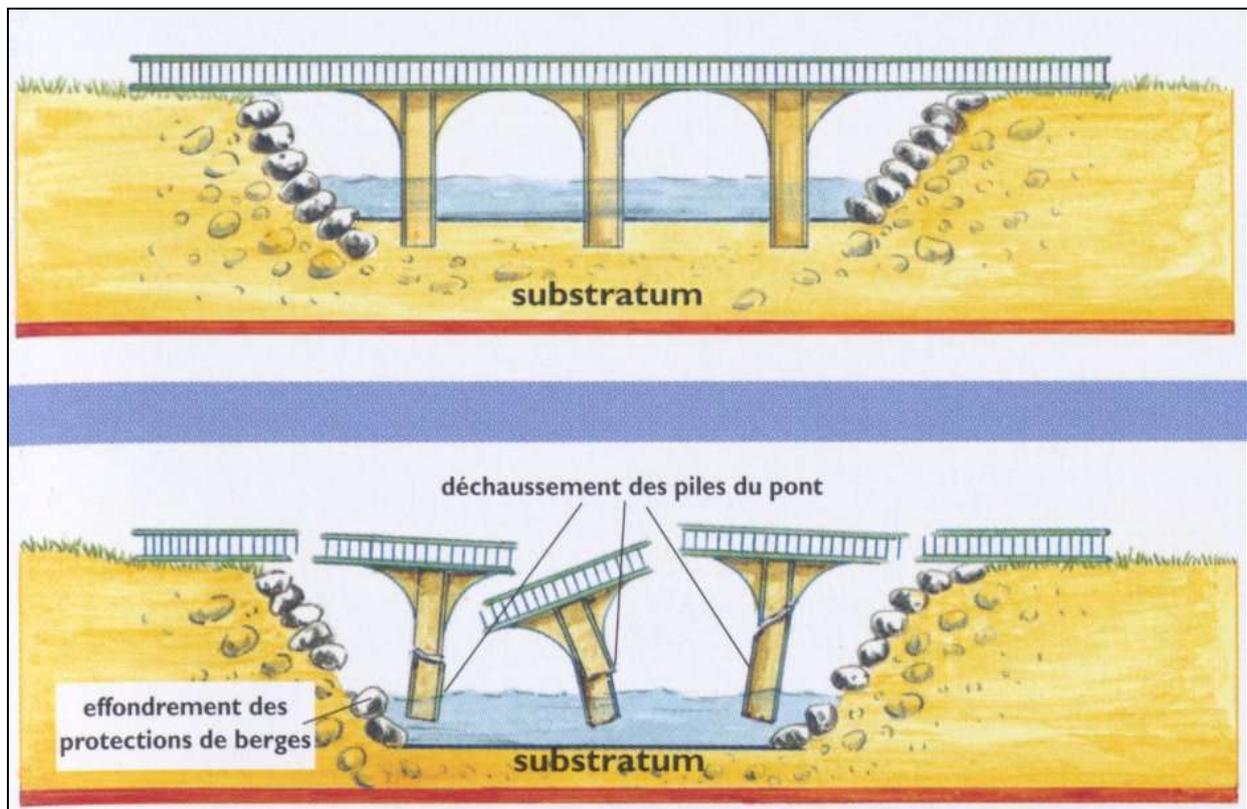


Figure 17 : effets de l'incision du lit mineur sur les ouvrages d'art

♦ Observations sur l'Ognon

Nous n'avons pas d'éléments quantitatifs sur le niveau d'incision de l'Ognon mais nous avons les « indices classiques » que sont les travaux de confortement des ponts par le biais de seuils en enrochements. Cela semble être le cas au droit des ponts suivants : Emagny, Cussey, Cromary, Montbozon, Lure (3 ponts, 3 seuils).

NB : La présence de très nombreux barrages sur l'Ognon occulte les impacts visibles de l'incision ainsi que leurs effets sur le rabattement de la nappe alluviale.

1.3.2. LES GRAVIERES EN LIT MAJEUR

Depuis le milieu des années 70, les extractions en lit mineur ont été reportées vers le lit majeur, probablement du fait d'une exploitation quasi-totale du stock existant en lit mineur.

Les effets des extractions en lit majeur sont bien évidemment moindre sur la dynamique alluviale que ceux des anciennes exploitations en lit mineur.

Toutefois, **trois « risques géodynamiques » subsistent du fait de la présence de ces extractions :**

- disparition irréversible d'un stock alluvial indispensable à l'équilibre sédimentaire,
- risque de piégeage de la charge alluviale grossière en cas de capture du cours d'eau,
- travaux connexes qui aggravent les processus d'incision.

1.3.2.1. DISPARITION IRREVERSIBLE D'UN STOCK ALLUVIAL NECESSAIRE A L'EQUILIBRE MORPHOLOGIQUE

La plupart des cours d'eau à dynamique active, qui ont souvent été les plus exploités par les extractions en lit mineur, ont plus que jamais aujourd'hui besoin de se recharger en sédiments par érosion latérale afin d'équilibrer leur « balance morphodynamique ».

Le remplacement de ce stock alluvial par les « vides » que représentent les gravières en fin d'exploitation conduit à une impossibilité pour ces cours d'eau, déjà souvent déficitaires en charge grossière, d'assurer leur équilibre géodynamique. S'ensuivent alors des processus de recharge par érosion verticale, qui se traduisent par les **mêmes impacts que ceux liés aux extractions en lit mineur** : enfoncement accéléré du lit mineur et de la nappe alluviale et réduction de la ressource en eau, déchaussement des ouvrages d'art (ponts, digues), assèchement des écosystèmes rivulaires. **Cette disparition du stock alluvial est irréversible à notre échelle de temps** : il faudra attendre la prochaine glaciation (dans 100 000 ans ?) pour qu'il se reconstitue en partie.

Ce type de constat s'applique tout à fait à l'Ognon dans la mesure où les exploitations les plus importantes se situent aujourd'hui dans la haute vallée, secteur le plus favorable pour les exploitants mais aussi le plus intéressant pour la recharge alluviale par érosion de berges (figure 17).



Figure 18 : extractions en lit majeur dans le secteur de Lure

1.3.2.2. RISQUE DE PIEGEAGE DE LA CHARGE DE FOND

Le second « risque » géodynamique engendré par des gravières en lit majeur est essentiellement lié aux **gravières, souvent volumineuses et profondes qui peuvent piéger une grande partie de la charge solide en charriage** si elles capturent le cours d'eau à l'occasion d'une crue. Ce piégeage peut alors générer une érosion progressive (érosion verticale se propageant de l'amont vers l'aval), le cours d'eau cherchant à se " re-saturer " en sédiments après l'abandon de sa charge grossière.

Ce processus peut alors conduire à des **impacts identiques à ceux provoqués par les exploitations en lit mineur.**

Ce risque est réel sur l'Ognon car de nombreuses gravières se situent dans des zones à dynamique latérale active et un certain nombre de gravières en lit majeur, notamment dans l'Unité 2, ont déjà, depuis longtemps, capturé l'Ognon (revoir par exemple les figures 10 et 11).

1.3.2.3. EFFETS DES TRAVAUX CONNEXES

Certaines gravières ont pu être exploitées en bordure de rivières à dynamique active grâce à divers travaux sur les lits mineurs permettant une exploitation sans « risques » hydraulique pour les exploitants. Ces travaux sont de plusieurs types :

- Rectification puis généralement endiguement pour accroître la « surface alluviale exploitable ». Ces travaux ont généralement conduit à une aggravation de l'incision des lits mineurs du fait de l'augmentation des puissances érosives liées à la rectification (augmentation de la pente) et à l'endiguement (augmentation des débits « de pleins bords »).

⇒ Un cas très net se présente sur l'Ognon au niveau de pont de l'Ognon où la rivière a été détournée pour permettre l'exploitation « en lit majeur... » et où des seuils ont été implantés dans le nouveau lit pour limiter les processus d'érosion régressive liée à la linéarisation du tracé (figure 18).

- Protection des gravières par des enrochements, ce qui a pour effet positif de réduire le risque de piégeage de la charge de fond mais pour effet négatif d'augmenter, au moins ponctuellement, les affouillements.



Figure 19 : extractions en « lit majeur » dans le secteur de Pont sur l'Ognon. En bleu le tracé antérieur aux exploitations. En violets les trois seuils de stabilisation du fond du lit.

1.3.2.4. LES SITES « A RISQUES »

Il existe un certain nombre de sites de gravières en lit majeur présentant des « aléas de capture » dont les conséquences pourraient être très négatives vis à vis de la dynamique alluviale de l'Ognon en cas de piégeage de la charge de fond.

La liste suivante n'est pas exhaustive mais présente les principaux secteurs répondant à ces conditions.

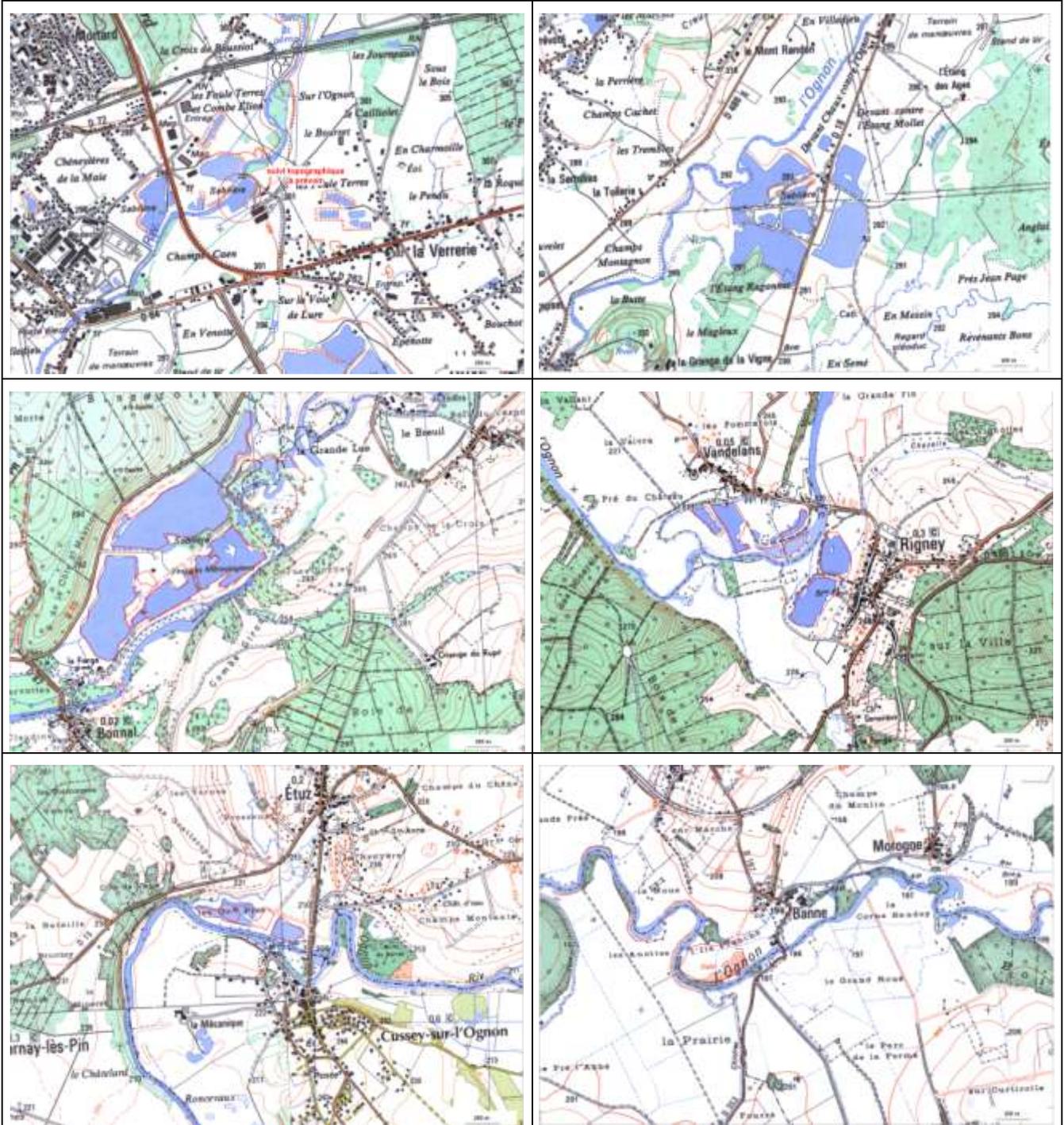


Figure 20 : sites d'aléas de capture

Il apparaît que de nombreuses gravières sont déjà en contact avec l'Ognon, par des chenaux plus ou moins importants et nous pensons qu'elles ont un effet de piégeage de la charge alluviale de fond, si ce n'est équivalent, tout au moins très proche de celui des fosses situées en lit mineur.

Un exemple de ce type de secteur est visible sur la figure 9 dans le secteur de Moncey/Aulx les Cromary.

Un suivi topo-bathymétrique de ces secteurs sera d'ailleurs proposé dans le chapitre 2 de ce rapport concernant les actions à mener, qui permettra de mieux comprendre le rôle réel de ces entités en termes de risque de piégeage de la charge de fond.

1.3.3. LES OUVRAGES TRANSVERSAUX : SEUILS DE MOULINS, VANNAGES

L'Ognon et plusieurs de ses affluents 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 encore 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 l'agence de l'eau RMC 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. Elle souhaite notamment progressivement 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.

1.3.3.1. CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DE L'OGNON

Nous avons dénombré une cinquantaine de barrages sur l'Ognon, et sensiblement la même quantité de seuils dont la vocation est pour partie (ceux de la haute vallée) l'irrigation et pour partie (ceux de la moyenne et basse vallée) la stabilisation du fond du lit suite aux extraction de granulats.

Nous avons retrouvé la localisation des barrages ainsi que leur usage initial et leur hauteur de chute sur le profil en long dressé par l'IGN en 1944 (exemple figure 19)

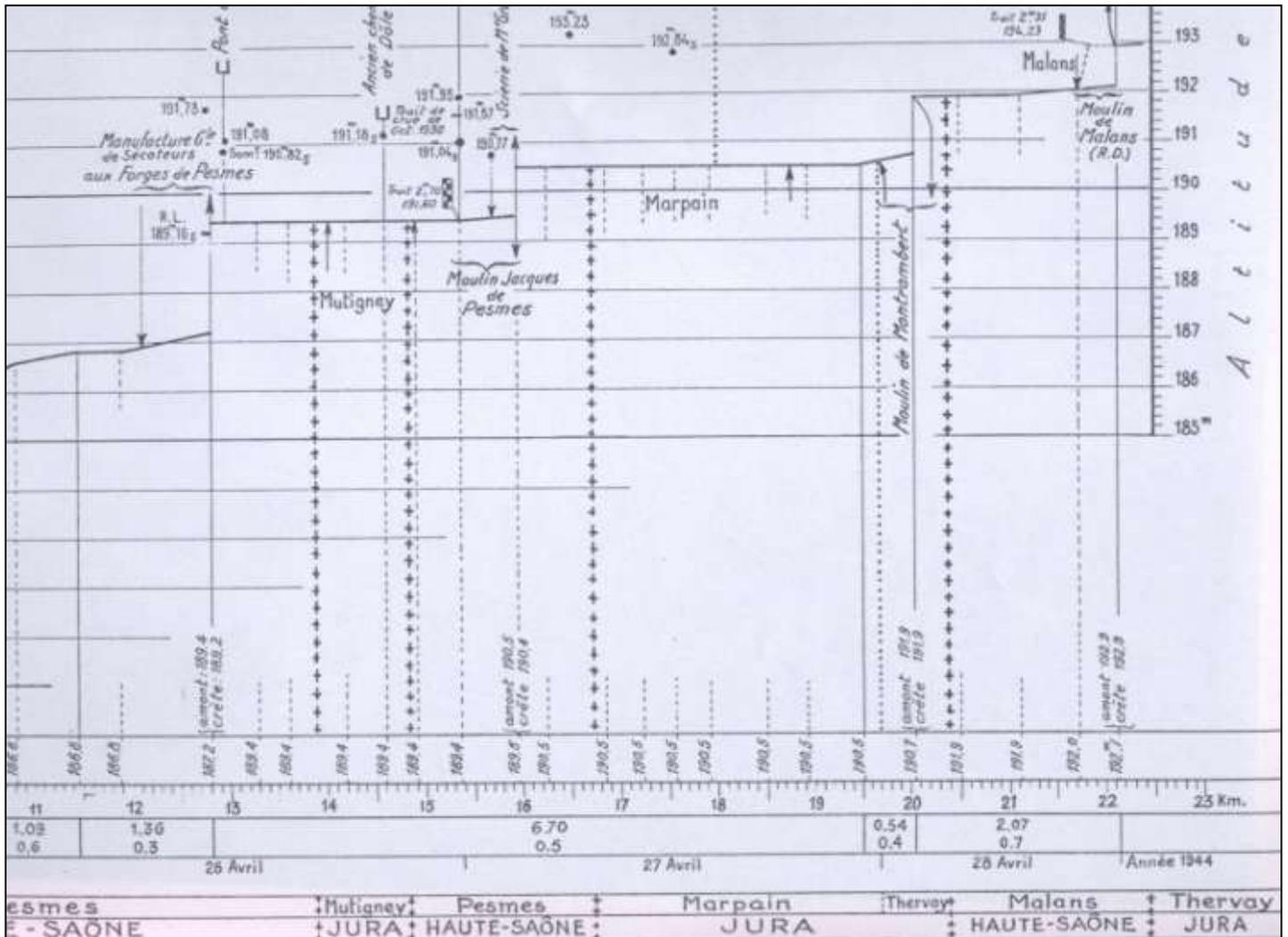


Figure 21 : exemple de profil en long IGN 1944

Le profil de l'IGN nous a fourni des informations précises sur la hauteur de chute de ces différents ouvrages.

Elle est en moyenne de **1.3 m** (figure 20) mais on observe certains ouvrages de plus de 2 m.

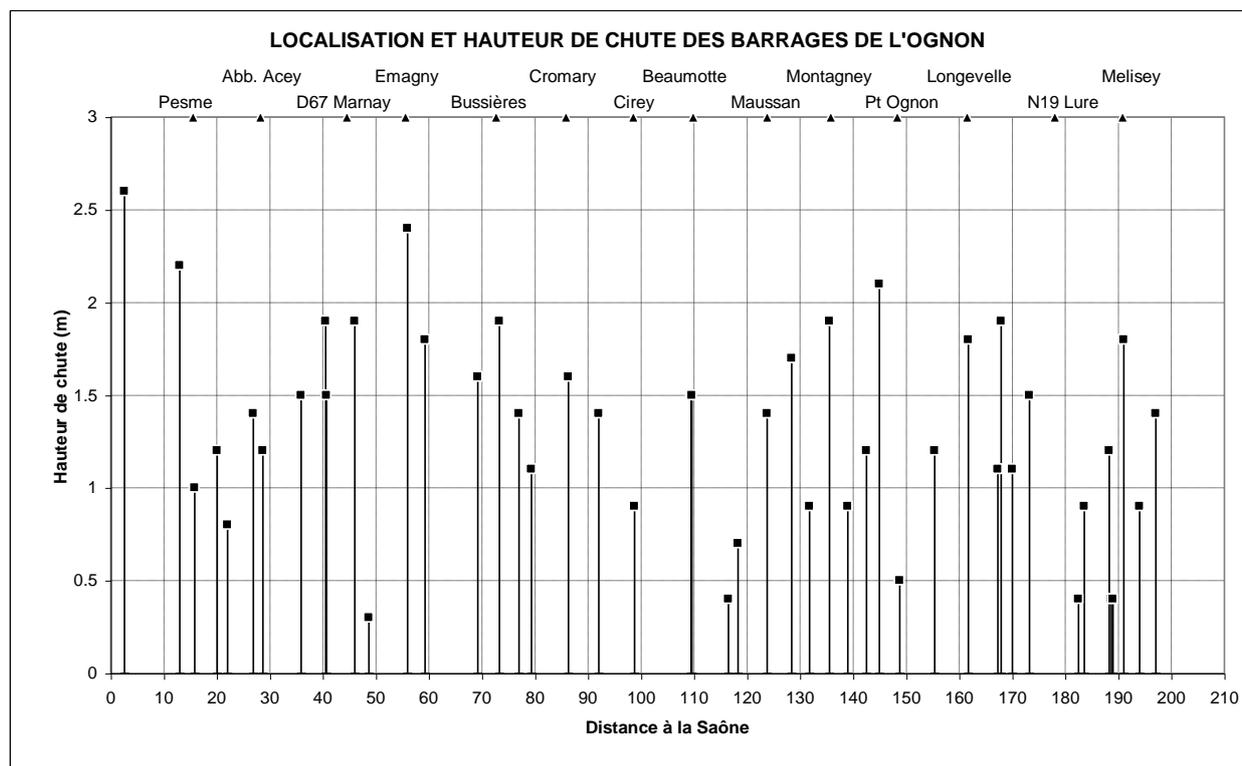
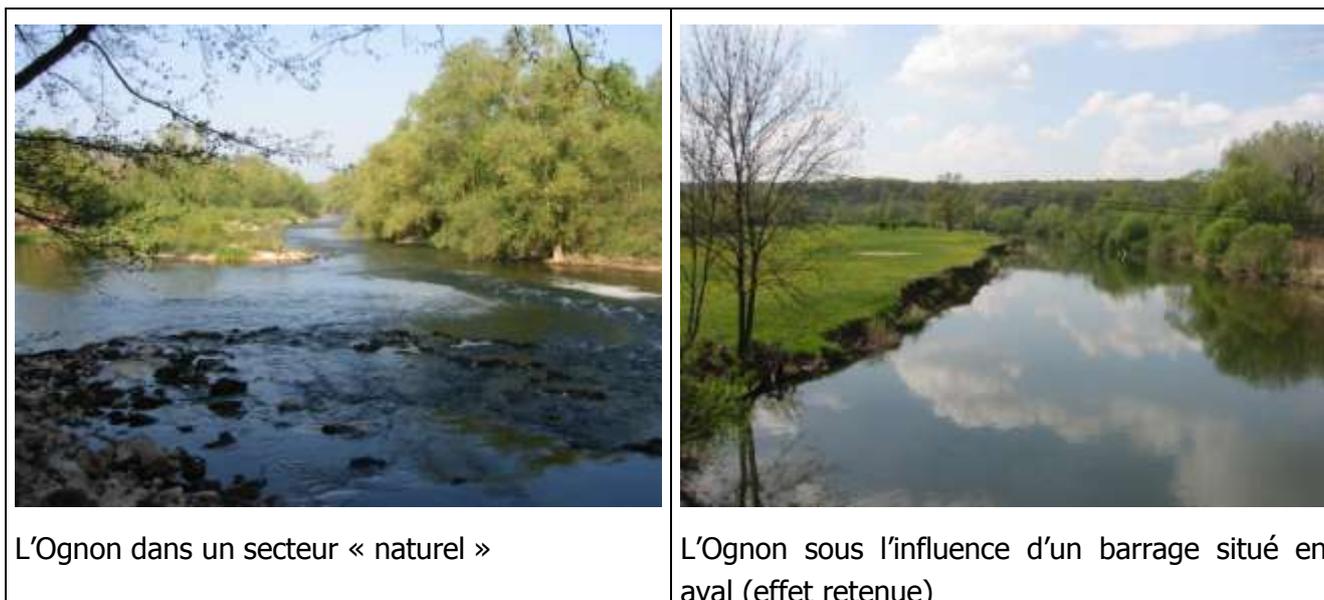


Figure 22 : localisation des barrages

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 barrage situé en aval (effet retenue)

planche photo 8 : 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 barrage (plan d'eau horizontal du profil).

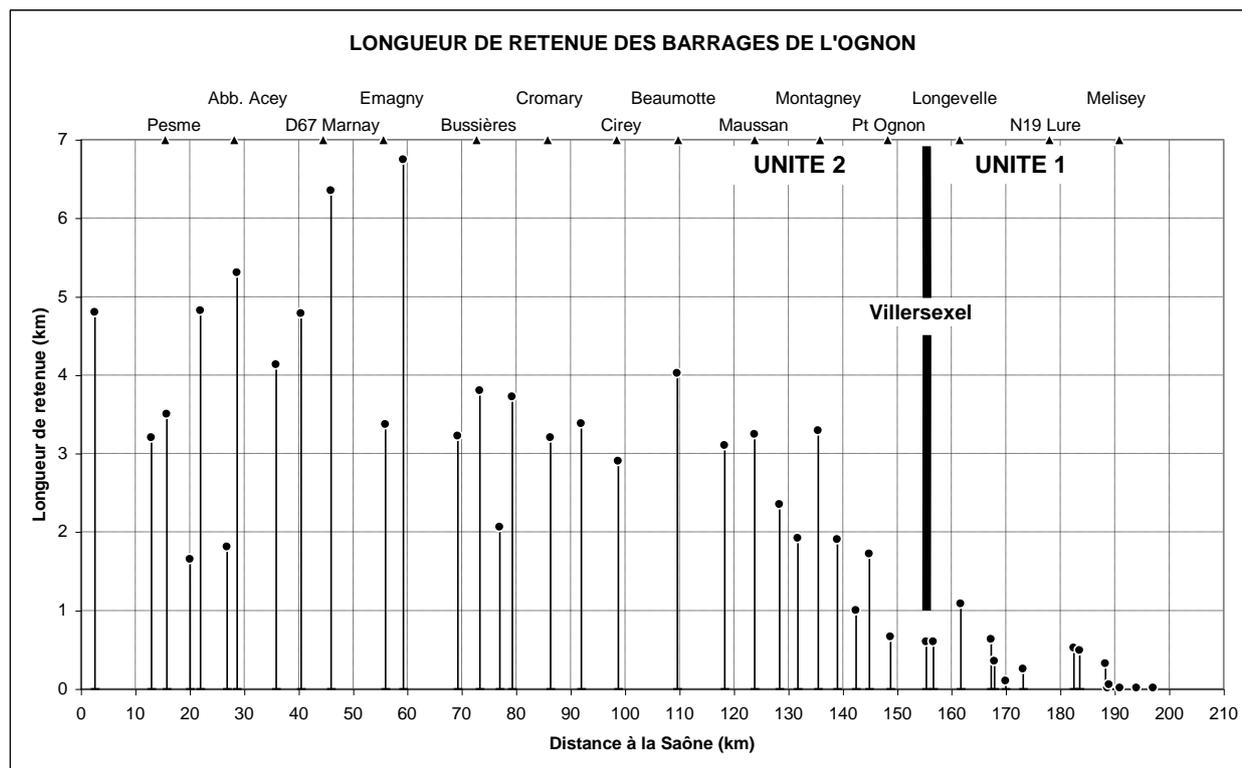


Figure 23 : localisation des barrages de l'Ognon et longueur de leurs retenues

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**. On retrouve cependant la dichotomie « classique » Unité 1/Unité 2 avec des retenues de très faible longueur en amont (en moyenne 350 m) du fait d'une pente beaucoup plus forte, et des retenues plus importantes en aval (en moyenne 3.5 km, soit 10 fois plus qu'en amont). L'unité 2 pourrait d'ailleurs, sur la base de ce critère « anthropique », être scindée en 2 sous-unités avec une limite entre Bussièrès et Cirey (correspondant d'ailleurs à la limite des deux Syndicats moyenne et basse vallée...). La moyenne vallée présente des retenues d'une longueur moyenne de 2.8 km alors que l'on atteint 4.2 km sur la basse vallée, avec plusieurs retenues avoisinant ou dépassant les 5 km.

1.3.3.2. ETAT DES OUVRAGES

A partir d'une reconnaissance de terrain et des compléments apportés par les chargés de mission des syndicats de l'Ognon, nous avons pu évaluer l'état d'entretien des différents ouvrages. Ils sont en majorité en très bon état, ayant fait l'objet depuis une quinzaine d'année, d'un vaste programme de restauration par les Syndicats. Il faut noter que 23 ouvrages sur les 32 qui comptent la moyenne et basse vallée (soit 70%) appartiennent actuellement au SMAMBVO.

Nous n'avons identifié que 6 ouvrages en très mauvais état sur l'Ognon.



Les Aynans (PK 167.9)



Bonnal (PK 144.9)



Tressandans-Thiéffrans (PK 142.5)



Cromary (PK 86.3)



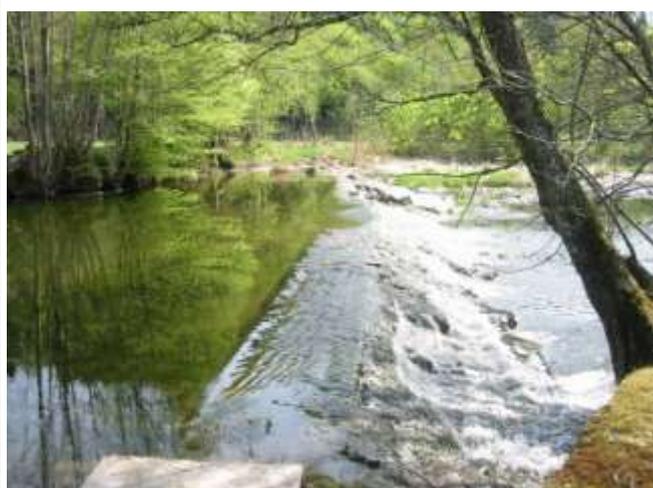
Emagny (PK 56)



Courchapon rive droite (PK 40.7)

planche photo 9 : les barrages en mauvais état

Deux autres ouvrages sont dans un état moyen :



Belonchamp (PK 194)



Pisciculture Petenieur (PK 170)

Ce constat de dégradation de certains ouvrages nous amènera à nous poser en phase 2 la question de leur réhabilitation.

1.3.3.3. USAGES ACTUELS DES BARRAGES

A parti de différentes sources et notamment :

- Le profil en long IGN de 1944
- Une synthèse faite par Y.Marchiset, le chargé de mission du SMAMBVO

Nous avons pu déterminer les usages économiques anciens et actuels des ouvrages.

Ils sont synthétisés dans le tableau 1.

Tableau 1 : les usages des barrages de l'Ognon

NOM DU BARRAGE	PK	Hauteur (m)	Longueur retenue (km)	Usage économique 1944 (source IGN)	Usage économique actuel (source SMAMBVO)	propriété SMAMBVO
PERRIGNY	2,6	2,6	4,8	hydroélectricité	hydroélectricité	
PESMES 2	13	2,2	3,2	forge	hydroélectricité	oui
PESMES 1	15,8	1	3,5	scierie		oui
MONRAMBERT	20,1	1,2	1,65	moulin	hydroélectricité	
MALANS	22	0,8	4,82	moulin	hydroélectricité	oui
BRESILLEY	26,9	1,4	1,81	hydroélectricité		oui
ABBAYE D'ACEY	28,7	1,2	5,3	moulin	hydroélectricité	oui
JALLERANGE	35,9	1,5	4,13	scierie		oui
COURCHAPON	40,5	1,9	4,78	hydroélectricité	autoconsommation	
MARNAY	46	1,9	6,35	moulin		oui
EMAGNY	56	2,4	3,37	moulin	autoconsommation	
MONCLEY	59,3	1,8	6,74	hydroélectricité		oui
CUSSEY	69,25	1,6	3,22	moulin	nappe AEP	oui
GENEUILLE	73,3	1,9	3,8	papeterie	hydroélectricité	oui
CHEVROZ	77	1,4	2,06	hydroélectricité		
VORAY	79,3	1,1	3,72	usine		oui
CROMARY	86,3	1,6	3,2	moulin		oui
MONCEY	92	1,4	3,38	hydroélectricité	hydroélectricité	oui
CIREY	98,8	0,9	2,9	moulin	hydroélectricité	oui
BEAUMOTTE	109,4	1,5	4,02	papeterie		oui
LARIANS	118,3	0,7	3,1	fonderie		oui
AVILLEY	123,8	1,4	3,24	hydroélectricité	hydroélectricité	oui
MONTBOZON	128,4	1,7	2,35	moulin		oui
THIENANS	131,8	0,9	1,92	moulin	nappe AEP	oui
MONTAGNEY	135,5	1,9	3,29	hydroélectricité	hydroélectricité	
MONTFERNEY	139	0,9	1,9	moulin	hydroélectricité	oui
TRESSANDANS	142,5	1,2	1	moulin	hydroélectricité	
BONNAL	144,9	2,1	1,72	moulin		

Tableau 2 : les usages des barrages de l'Ognon (suite)

NOM DU BARRAGE	PK	Hauteur (m)	Longueur retenue (km)	Usage économique 1944 (source IGN)	Usage économique actuel (source SMAMBVO)	propriété SMABVO
PT OGNON	148,8	0,5	0,66	tuilerie		
VILLERSEXEL 1	155,4	1,2	0,6	forge		
VILLERSEXEL 2	156,7		0,6	?		
LONGEVILLE	161,7	1,8	1,08	moulin		
LES AYNANS	167,3	1,1	0,63	filature	hydroélectricité	
LES AYNANS 2	167,9	1,9	0,35	filature		
PETENIEUF	170	1,1	0,1	?		
VOUHENANS	173,2	1,5	0,25	usine		
FROIDETERRE	182,5	0,4	0,52	moulin		
ST GERMAIN	183,6	0,9	0,49	usine		
MONTESSAUX	188,3	1,2	0,32	irrigation		
MONTESSAUX-2	188,65	0,4	0,01	irrigation		
MELISEY AV	189	0,4	0,05	gué		
MELISEY AM	191	1,8	0,01	usine + irrig		
BELONCHAMP	194	0,9	0,01	usine + irrig		
TERNUAY	197,1	1,4	0,01	usine + irrig		

On constate qu'en 1944, tous les ouvrages avaient un usage économique :

- Production hydroélectrique : 8 ouvrages
- Moulins : 15
- Scieries : 2
- Forges : 2
- Autres usines : 12
- Etc.

Actuellement, une quinzaine d'ouvrages seulement, soit environ 30% du parc, a un usage économique quantifiable : la **production d'hydroélectricité**.

Certains autres, notamment dans la haute vallée, servent encore plus ou moins pour irriguer les terres.

Deux autres, n'ayant pas d'usage économique direct semblent jouer un rôle de maintien de la nappe pour des prélèvements d'eau potable (AEP).

Indépendamment de ces usages « économiques », plusieurs ouvrages ont un « simple » usage de loisirs (plan d'eau, canoë-kayak).

Enfin, il est possible que certain de ces ouvrages aient contribué à éviter, ou à limiter, les processus d'érosion régressive et progressive liés aux extractions en lit mineur des années 50 à 70 et **participent toujours aujourd'hui à la stabilité du lit.**

Ces différents usages et fonctions seront analysés en phase 2 et permettront de déterminer les opérations d'entretien, réparation ou démantèlement éventuel de certains des barrages de l'Ognon.

1.3.4. LES PROTECTIONS DE BERGES

1.3.4.1. GENERALITES

Depuis de nombreuses années, l'Ognon, qui rappelle le est une rivière à dynamique active, voire très active dans la haute vallée, a fait l'objet de protections contre les érosions latérales. Concernant ces protections, nous pouvons faire plusieurs constats :

- Cette politique de protection concerne **essentiellement des terres agricoles.**



planche photo 10 : protections de berges sur l'Ognon.

- Ces protections sont semble-t-il efficaces là où elles sont implantées mais des érosions se développent quand même sur les portions non protégées.



planche photo 11 : zones d'érosion latérale entre les protections existantes

- Quelle que soit la technique employée, autrefois les enrochements, aujourd'hui le génie végétal, le résultat géodynamique est identique : stabilisation du tracé en plan, disparition des apports en alluvions « fraîches » par reprise des stocks du lit majeur, accentuation des processus d'érosion latérale et verticale sur d'autres secteurs du cours d'eau.

1.3.4.2. EFFETS DES PROTECTIONS SUR LA DYNAMIQUE ALLUVIALE

C'est ce dernier point qui est sans doute le plus préoccupant vis à vis de la dynamique alluviale de l'Ognon.

En effet, nous estimons que les extractions en lit mineur, de l'après guerre jusqu'aux années 70, ont épuisé une très grande partie des alluvions disponibles dans le lit lui même, stock non renouvelable à notre échelle de temps.

Les apports alluviaux par les affluents de l'Ognon sont extrêmement pauvres car ceux susceptibles de fournir des sédiments grossiers intéressants en termes d'équilibre géodynamique, (les affluents « vosgiens » : Rahin, Scey-Rognon) ont eux même été exploités.

Seule la haute vallée de l'Ognon (amont du PK 150) semble aujourd'hui capable d'apporter encore des alluvions grossières. Les berges y sont cependant de plus en plus protégées, donc les apports « internes » par érosion latérale se tarissent eux aussi. Rappelons que de nombreuses zones d'érosion identifiées sur la période année 80-2000 sont aujourd'hui stabilisées.

Les zones d'érosion latérale de la moyenne et basse vallée (unité 2) sont relativement peu intéressantes en termes d'apports solides grossiers car elles se propagent dans un lit majeur dominé par des limons et sables limoneux (sur 2 à 3 m d'épaisseur, soit la hauteur des berges actuelles), peu utiles pour l'équilibre sédimentaire du cours d'eau.

1.3.5. LES CURAGES

Dernier type d'intervention humaine pouvant avoir un effet sur la dynamique alluviale de l'Ognon, le curage (enlèvement des alluvions grossières du cours d'eau) semblent aujourd'hui moins pratiqué qu'il y a encore une dizaine d'années.

Nous avons cependant pu constater lors de nos visites de terrain que cette méthode était toujours utilisée, notamment dans la haute vallée où les zones de stockage alluvial sont effectivement plus nombreuses qu'en aval.



planche photo 12 : curages

Rappelons que ces pratiques, licites mais très réglementées par de nombreux textes (volume à ne pas dépasser etc.), ont pour effet d'aggraver le déficit sédimentaire à leur aval.

1.3.6. IMPACTS DE CES DIVERSES INTERVENTIONS SUR LES ANNEXES HYDRAULIQUES

Pour clore ce chapitre concernant les divers types d'interventions anthropiques constatées sur l'Ognon, nous avons tenté d'évaluer leurs impacts sur les annexes hydrauliques.

En effet, il est couramment constaté un impact très négatif des extractions de matériaux sur ces milieux annexes, du fait de l'incision du lit mineur qui en découle généralement. La tendance générale observée est l'assèchement, la végétalisation et le colmatage accéléré de ces milieux, qui « vieillissent » beaucoup plus vite que dans des conditions naturelles et perdent plus rapidement leur intérêt écologique.

Dans le cas de l'Ognon, il semble que les barrages, qui ont malheureusement permis la surexploitation des alluvions du lit mineur grâce à leurs plans d'eau (exploitation plus intensive grâce aux dragues flottante et transport plus aisé par barge vers les sites de traitement), aient en contrepartie « positive », limité les effets de l'incision en calant fortement les lignes d'eau à leur amont. Cet « effet positif » semble important vis à vis de la préservation de la fonctionnalité hydraulique, donc écologique, de nombreuses annexes, ainsi que l'on peut le constater sur la figure 24. Même si la plupart des annexes identifiées ne sont pas directement sous l'influence de retenues de barrage, l'incidence positive des retenues sur le maintien d'une certaine connectivité est notable sur environ 30 sites.

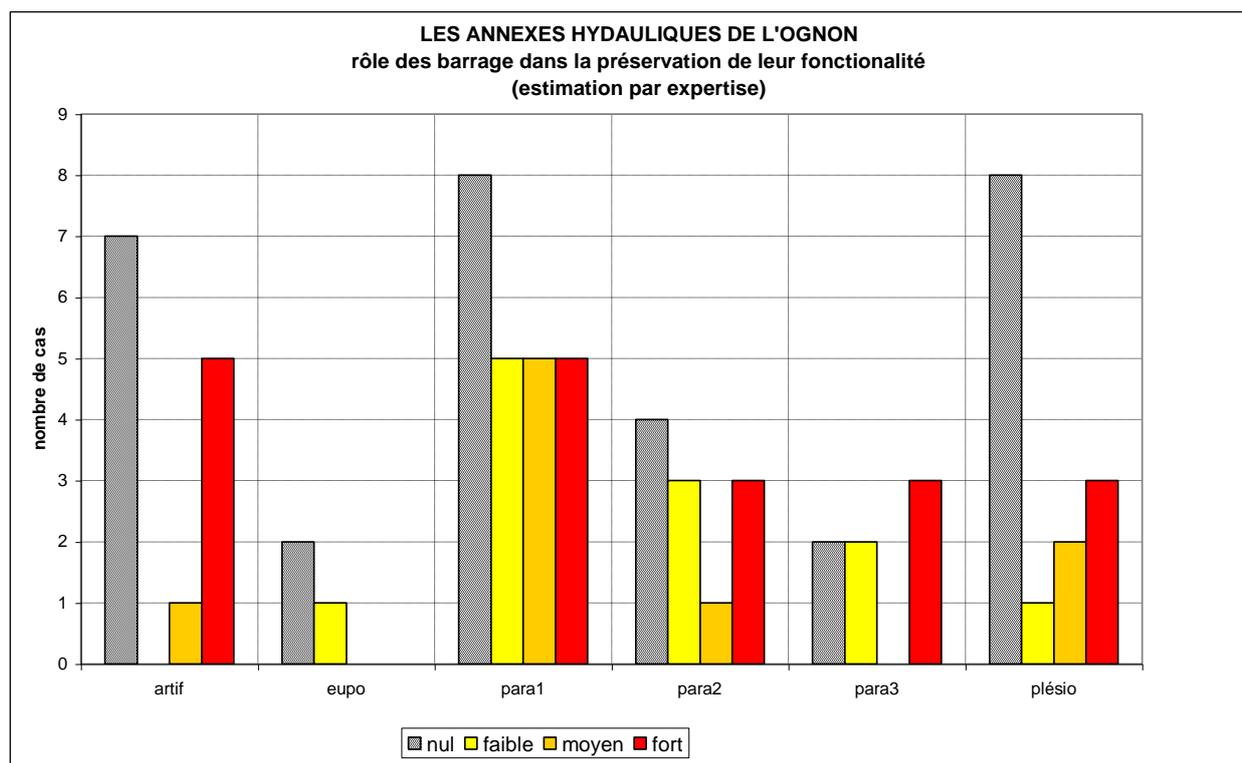


Figure 24 : évaluation du rôle des barrages de l'Ognon dans la préservation de fonctionnalité des annexes hydrauliques (hors paléopotamon)

1.4. BILAN ET SYNTHÈSE DE LA DYNAMIQUE ALLUVIALE ACTUELLE

A l'issue de cette première phase, nous pouvons synthétiser en quelques lignes les connaissances acquises sur la dynamique alluviale actuelle de l'Ognon et de ses affluents.

1.4.1. UN PROBLÈME SÉRIEUX : LES ANCIENNES EXTRACTIONS EN LIT MINEUR

- Le stock alluvial du lit mineur de l'Ognon et de ses affluents était une « ressource » d'un volume fini, c'est à dire non renouvelable à notre échelle de temps. Il a été très fortement exploité entre les années 50 et les années 70 et a probablement même été **épuisé dans l'unité 2** (moyenne et basse vallées).
- Le reliquat de ce stock, encore visible en haute vallée (amont du PK 150, correspondant à l'unité 1) est en cours d'évacuation vers l'aval.
- Le transit vers l'aval de ces sédiments grossiers indispensables à l'équilibre géodynamique de l'Ognon est complètement bloqué à partir du PK 110 environ, par les nombreuses fosses des anciennes extractions en lit mineur. D'anciennes exploitations en lit mineur jouent déjà ce rôle de pièges sur certains secteurs de la haute vallée (environs de Lure par exemple).
- Les affluents principaux de l'Ognon sont très peu chargés en alluvions grossières. Seul le Rahin, situé dans le même type d'hydro-écorégion que l'Ognon amont, transporte encore un peu d'alluvions grossières mais elles ont aussi été assez fortement exploitées par des extractions en lit mineur durant la même période que sur l'Ognon et le reliquat actuellement en transit est très modeste.

1.4.2. LES BARRAGES : DES IMPACTS NÉGATIFS...MAIS AUSSI POSITIFS

- Les très nombreux barrages, dont 70% environ n'ont actuellement plus d'usage économique, ont favorisé cette sur-exploitation des alluvions grâce à leur plan d'eau amont, permettant l'exploitation par drague et le transport par barge. Ils jouent actuellement un rôle de piégeage de la charge alluviale de fond qui se cumule à celui des anciennes extractions.
- Leur présence aujourd'hui, notamment dans la basse et moyenne vallées, permet cependant de stabiliser le fond du lit mineur et la ligne d'eau et leur disparition, naturelle ou organisée, pourrait entraîner des effets physiques et écologiques très négatifs (incision accélérée du lit, destruction d'ouvrages de franchissement, destruction de barrages, assèchement rapide des annexes hydrauliques, rabattement brutal de la nappe alluviale).

1.4.3. DES INTERVENTIONS DIVERSES QUI AGGRAVENT ENCORE LA SITUATION

- La haute vallée, où les alluvions grossières du lit majeur auraient pu, par les processus d'érosion de berges, contribuer à réalimenter l'Ognon en charge alluviale de fond, a connu un programme de **stabilisation de ses berges** au cours des années 90. Ces zones d'apport solide sont aujourd'hui très limitées dans l'espace.

- De nombreuses extractions en lit majeur ont remplacé celles en lit mineur. Leurs impacts sont moindres que les précédentes mais elles présentent au moins deux inconvénients vis à vis de la dynamique fluviale de l'Ognon :
 - ⇒ Elles remplacent un volume alluvial potentiellement disponible pour l'équilibre géodynamique de la rivière par un volume de « vides »
 - ⇒ Elles peuvent, en cas de capture du cours d'eau, piéger le reliquat de charge alluviale en transit.
- Les quelques curages ponctuels que nous avons pu observer vont dans le même sens d'une aggravation du déficit sédimentaire de l'Ognon.

2. PHASE 2 : PROPOSITIONS

Le constat très négatif auquel nous conduit le diagnostic nous amène à formuler diverses propositions de gestion et d'aménagement de l'Ognon et de ses affluents pour les prochaines décennies.

2.1. SUIVI GEOMORPHOLOGIQUE

2.1.1. OBJECTIFS

La première démarche à entreprendre est de poser les bases d'un suivi géomorphologique à moyen terme.

2 niveaux de suivi sont proposés :

2.1.1.1. NIVEAU GLOBAL : LIGNE D'EAU D'ETIAGE

Le suivi de la ligne d'eau d'étiage sur l'ensemble de l'Ognon s'impose pour quantifier l'évolution actuelle du profil en long (taux d'incision). La seule donnée de référence dont nous disposons actuellement étant le lever de 1944 (voir exemple en phase 1), il paraît urgent d'avoir un état actuel.

◆ Débit de mesure

Nous ne connaissons pas précisément le débit lors des levers de 1944 (printemps 44) et il sera donc délicat d'utiliser cette référence pour quantifier avec précision les processus d'incision. Les mesures qui seront réalisées serviront donc surtout d'état de référence actuel.

Nous préconisons une intervention pour des débits de l'ordre de : 2 m³/s à Bonnal, 3 m³/s à Beaumotte, 4 m³/s à Pesmes

◆ Espacement des points de mesure

- Une cote de ligne d'eau sera levée avec un pas très large dans les retenues de barrages : un point sur la crête un point en queue de retenue
- Un levé plus précis sera réalisé dans les portions où l'écoulement est naturel :
 - ⇒ Un point de mesure à chaque rupture de pente visible
 - ⇒ Un point au minimum tous les 50 m

2.1.1.2. NIVEAU LOCAL : 7 SITES DE SUIVI

Il s'agira essentiellement de réaliser des campagnes de mesures topo-bathymétriques et des prélèvements granulométriques sur certains « sites clé » afin d'obtenir une vision plus claire :

- Des volumes d'alluvions en transit et de leur vitesse de propagation au sein de la haute vallée ainsi que de la haute vers la basse et moyenne vallée
- Des effets réels de piégeage des alluvions par les anciennes fosses d'extractions et les barrages

Ces suivis permettront aussi de prendre des décisions d'aménagement sur des bases plus quantitatives que celles dont nous disposons actuellement, notamment vis à vis du maintien en état ou non de certains barrages.

♦ Sites de suivi proposés

Numéro	PK	commune	Surface à topographier (semis de points)	Longueur à topographier (profils en travers)
1	178.2	LURE	17912	0
2	148.7	PONT SUR L'OGNON	22139	0
3	142	THIEFFRANS	0	4520
4	104.2	RIGNEY	68909	0
5	92	AULX	158715	0
6	45.3	MARNAY	118851	0
7	41	CHENEVREY	85364	0

➤ Site 1

Il s'agit de la première grande fosse d'extraction en lit mineur en haute vallée. Son suivi topo-bathymétrique et granulométrique permettra de quantifier la qualité et les volumes d'alluvions grossières en transit piégées par la fosse.

➤ Site 2

Il se situe en amont immédiat du barrage de pont sur l'Ognon et permettra de quantifier les apports en ce point ainsi que l'effet de piégeage, ou non, du barrage

➤ Site 3

Il se situe entre le pont de Thiéffrans et le premier seuil des gravières de Bonnal. L'objectif est de suivre précisément l'évolution du lit suite à la destruction, actuellement partielle, des barrages de Thiéffrans et de Bonnal.

➤ Site 4

Il s'agit d'une ancienne fosse d'extraction en lit mineur en cours de remplissage par les apports solides provenant de la destruction naturelle du barrage de la Barre à la fin des années 80. Le suivi permettra de quantifier les apports solides actuels en ce point.

➤ Site 5

C'est un site d'ancienne extraction en lit mineur où l'Ognon est largement connecté à d'anciennes gravières en lit majeur. Le suivi permettra de quantifier le piégeage alluvial tant dans l'ancienne fosse du lit mineur que dans les gravières annexes.

➤ Site 6

C'est l'amont de l'ancienne grande extraction de Marnay située juste en aval du barrage. Le suivi permettra de quantifier les apports solides actuels en ce point.

➤ Site 7

C'est le site de suivi ponctuel le plus aval, dans une ancienne fosse d'extraction en lit mineur.

◆ **Méthodes de suivi**

➤ Semis de points

Les mesures qui seront réalisées sur l'ensemble des sites à l'exception du site 3 seront des semis de points topo-bathymétriques avec au pas de 5 m.

➤ Profils en travers

Sur le site 3, dont l'objectif de suivi est la quantification d'éventuels processus d'érosion régressive, ne seront réalisés que des profils en travers espacés d'environ 75 m (3 fois la largeur) avec un pas d'espacement entre les points sur un profil fonction des variations de la topographie mais jamais inférieur à 2.5 m (soit au minimum 10 points par profil). La cote de ligne d'eau sera levée au même moment.

➤ Granulométrie

Sur chaque site de suivi ponctuel seront prélevés 6 échantillons d'alluvions en fond de lit mineur.

2.1.2. PAS DE TEMPS DU SUIVI

Compte tenu du manque important de données topographiques et granulométriques, il nous semble nécessaire de prévoir une première campagne lors de l'étiage 2004 et une seconde campagne en 2008 ou 2009. Le pas de temps par la suite pourra être élargi à 10 ans.

2.1.3. OPTION : BATHYMETRIE DES ANCIENNES GRAVIERES DE PLUS DE 4 HA

Nous avons comptabilisé sur le cours de l'Ognon plus de 40 anciens sites d'extraction en lit mineur. Il pourrait être intéressant de disposer d'une bathymétrie assez précise de ces anciens sites dont seulement 5 seront suivis ponctuellement (cf § précédents). Une quinzaine de sites supplémentaires, d'une superficie supérieure à 4 ha, pourrait faire l'objet d'un lever bathymétrique. Il n'y aurait pas de suivi régulier de ces sites mais seulement une détermination de l'état actuel.

2.2. GESTION DES BARRAGES

2.2.1. LES IMPACTS NEGATIFS DES BARRAGES

Il est aujourd'hui admis que les ouvrages transversaux en rivière ont un grand nombre d'impacts négatifs et un très petit nombre, souvent fonction de conditions locales particulières, d'impacts positifs sur les écosystèmes aquatiques.

Nous distinguons 3 grandes familles d'effets : les effets flux, retenue, point dur.

Ces différents effets se déclinent ensuite en impacts physiques et impacts écologiques qui sont soit systématiques, soit fonction du type de cours d'eau concerné, soit fonction des conditions locales particulières (les impacts augmentent généralement de manière proportionnelle à la densité d'ouvrages). Ces impacts sont présentés ci-après de manière très simplifiée. Ils sont présentés de façon très détaillée dans l'étude Area - Malavoï, 2003, Agence de l'eau Loire-Bretagne.

- effets sur les flux d'eau, de matières solides, d'éléments divers des biocénoses aquatiques (poissons, invertébrés, plantes) :
 - ⇒ augmentation du temps de transfert de l'eau
 - ⇒ piégeage des sédiments fins et grossiers
 - ⇒ difficulté de franchissement pour les poissons
- effets liés à la présence d'une retenue d'eau en amont :
 - ⇒ réduction des processus érosifs latéraux
 - ⇒ réduction de la diversité des faciès d'écoulement
 - ⇒ réduction des vitesses et augmentation des profondeurs et des températures en étiage -
> aggravation des effets de l'eutrophisation -> changement de biocénoses

- effets liés à la présence d'une structure stabilisatrice (le seuil et son « génie civil ») : points dur

2.2.2. LES SOLUTIONS POSSIBLES

Le bilan globalement négatif de l'impact des seuils amène à conclure que dans la plupart des situations, et en l'absence d'intérêt économique ou d'intérêt majeur sur le plan du patrimoine ou du paysage, la meilleure solution pour aller dans le sens des missions et objectifs de l'Agence de l'Eau et de la Directive Cadre Européenne, consiste à supprimer le seuil (dérasement) ou au moins à en réduire considérablement la hauteur (arasement).

Dans certains cas (« biefs perchés »), la solution optimale comporte non seulement la suppression des ouvrages, mais aussi la restauration du lit du cours d'eau dans son tracé naturel en fond de vallée (renaturation totale du site). Seuls les ouvrages dont les effets positifs seraient avérés (les méthodes d'évaluation seront présentées plus loin) et ne pourraient être égalés par des techniques alternatives, devraient faire l'objet d'un maintien en l'état.

2.2.2.1. DERASEMENT OU ARASEMENT, RENATURATION

♦ Avantages

Le dérasement et dans une moindre mesure l'arasement à une cote plus basse permettent de supprimer instantanément la plupart des impacts négatifs des seuils et barages.

♦ Inconvénients

Les inconvénients de l'arasement d'un ouvrage peuvent être listés de manière quasi-exhaustive. Ceux décrits ci-après ne concernent que les aspects physiques et écologiques et non les aspects sociologiques.

➤ Erosion régressive dans les sédiments déposés dans le plan d'eau

Le dérasement total d'un seuil va se traduire par une érosion régressive dans le remous solide du plan d'eau mais pas au delà (figure 25), sauf si un processus d'érosion régressive (lié à une autre cause) existe en aval du seuil à araser (auquel cas il faudra au moins conserver un seuil de fond, figure 26).

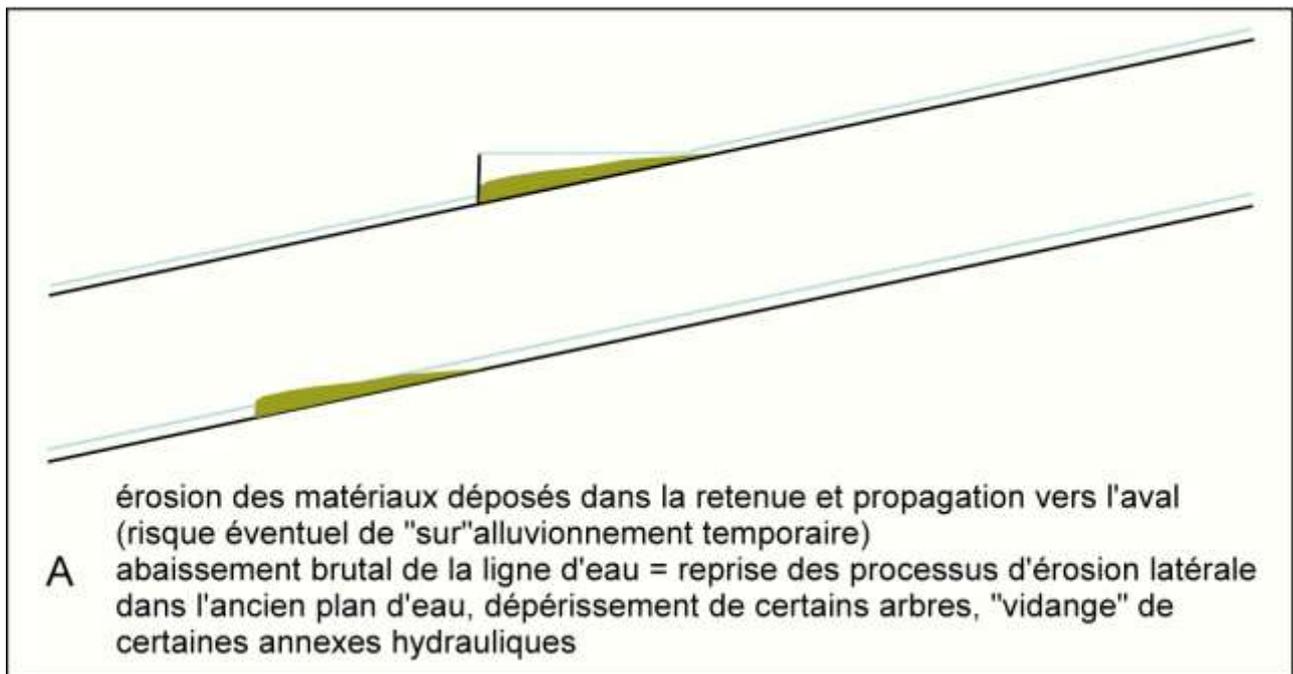


Figure 25 : dérasement d'un seuil ou barrage sur un cours d'eau en équilibre géodynamique

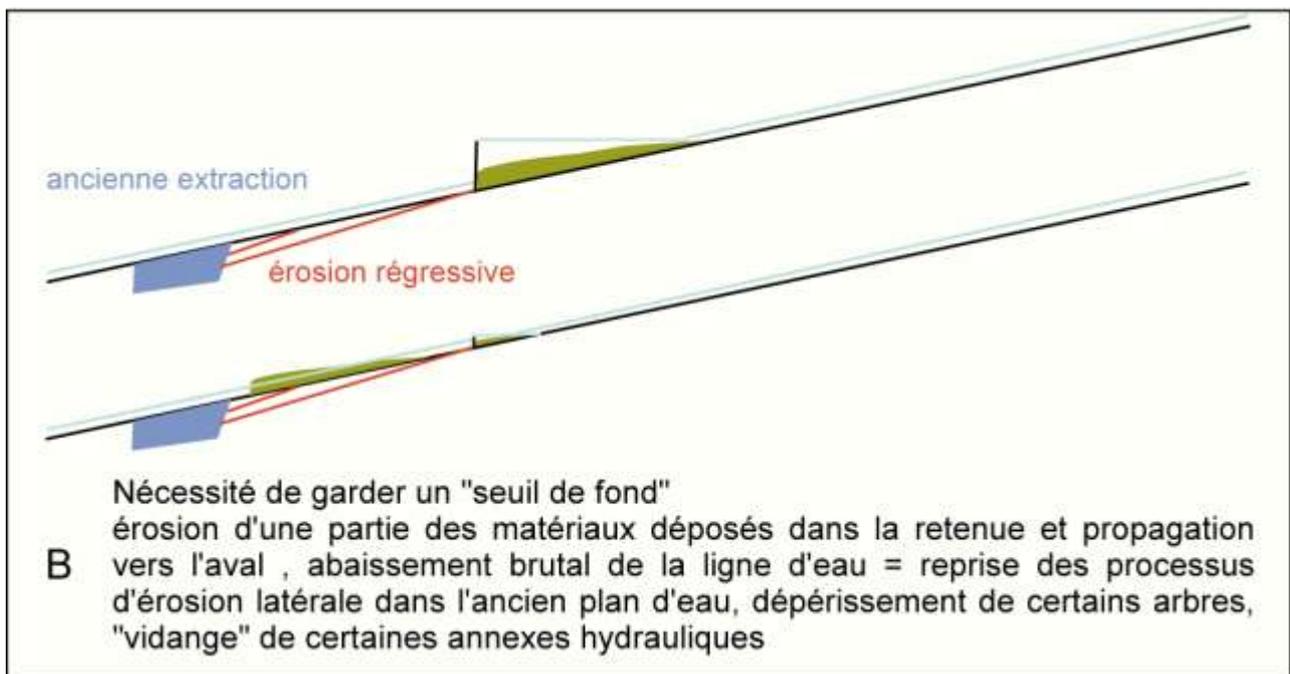


Figure 26 : dérasement d'un seuil ou barrage sur un cours d'eau en déséquilibre géodynamique (érosion régressive uniquement)

- Erosion latérale en amont dans l'ancien plan d'eau

L'abaissement du plan d'eau peut se traduire par la reprise des processus d'érosion latérale du fait notamment de la réapparition des circulations d'eau entre la nappe et la rivière en période

de crue, mécanisme naturel mais qui fragilise les berges (effet notamment des vidanges de nappe à la décrue) (planche photo)



planche photo 13 : amont du barrage de Bonnal, fortement dégradé

Des mesures pourront donc être prises éventuellement pour bloquer l'érosion si des enjeux socio-économiques majeurs sont menacés. Au cas par cas, il sera envisageable d'acquérir les terrains érodables en amont si les propriétaires sont intéressés.

➤ Cas des cours d'eau ayant subi une chenalisation (recalibrage, rectification)

Sur les cours d'eau ayant été fortement recalibrés (largeur et profondeur multipliées par 2 ou 3), la disparition du seuil se traduira par une médiocre qualité d'habitat (faible profondeur) et de paysage (bief généralement envasé).

Des travaux connexes au dérasement devront donc être entrepris immédiatement pour recréer des conditions fonctionnelles et paysagères intéressantes pour la faune et la flore aquatique et agréables pour les riverains et promeneurs (renaturation du cours d'eau en amont, réduction de la section par des épis déflecteurs végétalisés etc.). Sur les cours d'eau à forte puissance, ces interventions ne seront probablement pas nécessaires.

➤ Equilibre écologique mis en place depuis l'installation du seuil

Dans certains cas, la présence du seuil depuis des décennies, voire des siècles, a pu contribuer au développement de zones humides en amont (effets sur la nappe). Le dérasement de l'ouvrage aura la plupart du temps pour effet une vidange de ces zones humides. Il faudra donc, dans ce type de cas, faire un bilan écologique préalable à l'éventuel arasement, permettant de vérifier si la « perte » d'une zone intéressante sera compensée par un « gain » écologique sur d'autres aspects.

L'abaissement du plan d'eau pourra se traduire aussi dans certains cas, par le dépérissement de la ripisylve, adaptée à un niveau de plan d'eau plus haut et plus stable. Un recépage des sujets les plus âgés sera souvent nécessaire.

2.2.2.2. AUTRES TECHNIQUES

Les techniques autres que le dérasement ou l'arasement ne visent fondamentalement qu'à réduire l'un des nombreux impacts négatifs des seuils.

Le principal exemple est la réalisation d'un dispositif pour la circulation des poissons, qui vise exclusivement à réduire l'effet « flux » sur l'une des communautés biologiques, mais ne modifie en rien les autres impacts négatifs du barrage, notamment ceux liés à l'effet « retenue ».

Peuvent également être classés dans cette rubrique de simples modifications du mode de gestion, visant à réduire certains impacts spécifiques, par exemple l'augmentation du débit réservé ou des consignes de manœuvre des vannages (laisser ouverte la vanne de décharge pendant une partie de l'année afin de réduire la longueur du remous hydraulique),

En ce qui concerne les dispositifs de circulation du poisson, il convient de distinguer :

- les « passes à poissons » proprement dites, techniquement très élaborées (principalement passes à bassins ou à ralentisseurs),
- les modifications de conception pouvant être apportées à un ouvrage permettant de le rendre franchissable (échancrures, pré-bassins, rivières artificielles...).

Les « passes à poissons » proprement dites présentent l'avantage de pouvoir répondre techniquement à la quasi-totalité des cas, en fonction des objectifs fixés pour chaque barrage (espèces et gamme des débits). Elle doivent faire l'objet tout à la fois d'une mise au point extrêmement précise (étude hydraulique de fonctionnement interne et d'attrait dans les différentes gammes de débit, étude sur maquette dans les cas complexes) et d'un entretien permanent très rigoureux (vis-à-vis des corps flottants notamment).

Les modifications de conception des ouvrages ne peuvent être envisagées que dans un nombre limité de cas (assez faible hauteur de chute, conception initiale du barrage, emprise disponible...). Ces dispositifs (pré-barrages, larges échancrures...) présentent en revanche l'avantage d'être plus « robustes », notamment vis-à-vis des contraintes d'entretien.

Dans tous les cas, il convient de souligner qu'un dispositif de circulation, si performant soit-il, ne sera vraiment jamais véritablement transparent. Dans le cas de barrages successifs, le nombre de poissons qui attendront le n^{ème} barrage chute très rapidement au bout de quelques ouvrages.

2.2.3. APPLICATION AU CAS DE L'OGNON

Il faut là encore, distinguer deux secteurs :

- L'amont de Beaumotte : où les anciennes gravières en lit mineur sont peu fréquentes
- L'aval de Beaumotte, parsemé d'anciens sites d'extraction

2.2.3.1. AMONT DE BEAUMOTTE

En amont de Beaumotte, qui correspond aussi au secteur où des bancs d'alluvions grossières en transit sont encore assez fréquemment observés, il ne paraît utile de préserver tous les ouvrages existants, pour éviter les impacts précédemment décrits et pour faciliter le transit vers l'aval de ces alluvions.

Des arasements ou dérasements complets pourront donc être envisagés à moyen terme, en fonction du résultat des suivis topo-bathymétriques qui seront réalisés. La décision d'arasement ou de dérasement sera précédée d'une étude plus fine que celle que nous avons menée et qui nécessitera des levés topographiques et granulométriques précis sur 1 à 2 km de part et d'autre de l'ouvrage.

L'idéal, pour limiter les risques d'incision, sera de conserver ou de construire un seuil de fond (figure 26).

2.2.3.2. AVAL DE BEAUMOTTE

Dans ce secteur, les anciennes fosses d'extractions viennent aggraver le risque d'incision car elles sont tellement nombreuses qu'elles induiront, en cas de dérasement, voire de simple arasement, des risques d'érosion régressive, que l'on peut contrôler par des seuils de fonds, mais aussi de forts risques d'érosion **progressive**, plus difficilement contrôlables par ce type de structure.

La figure 27 présente le contexte du secteur aval de Beaumotte.

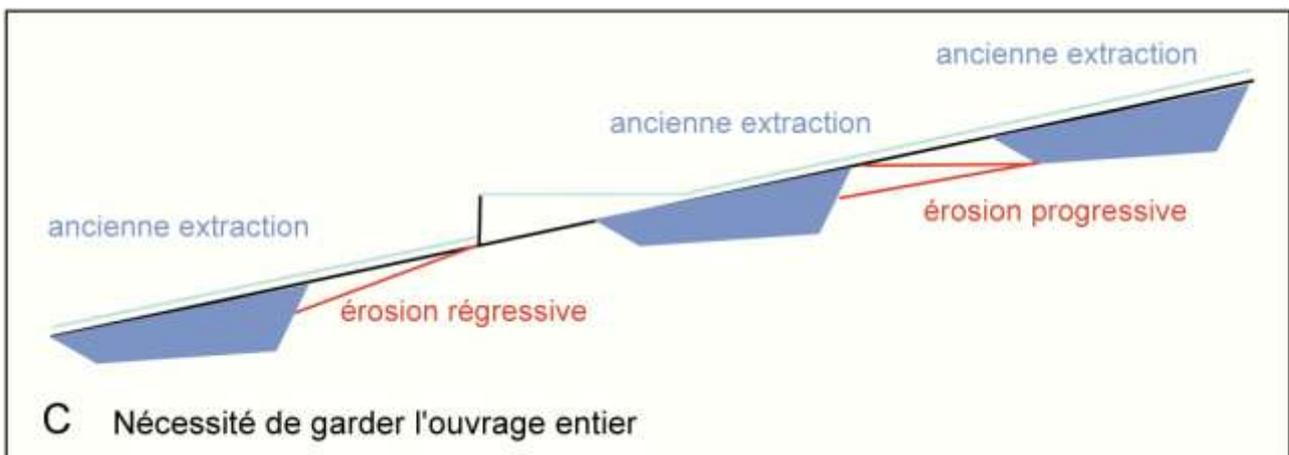


Figure 27 : dérasement d'un seuil ou barrage sur un cours d'eau en profond déséquilibre géodynamique (érosion régressive et progressive)

Cette incision du lit sera très néfaste à la bonne tenue des ouvrages de franchissement, des protections de berges, des ouvrages situés en amont, mais aussi au maintien des écosystèmes du lit majeur, notamment les annexes hydrauliques.

Nous proposons donc pour ce secteur de **préserver les ouvrages existants**, tant qu'une masse alluviale grossière suffisamment importante n'aura pas atteint ce secteur.

Cette condition ne sera probablement pas atteinte avant plusieurs dizaines d'années ou ne le sera peut être jamais à notre échelle de temps (tendance à l'irréversibilité des impacts). Rappelons que l'objectif des suivis topo-bathymétriques et granulométriques que nous avons proposés est, entre autres, de fournir les éléments quantitatifs qui permettront de prendre ce type de décision.

2.2.3.3. **SYNTHESE**

Le tableau présenté page suivante indique la limite entre les secteurs amont et aval de Beaumotte ainsi que l'état des barrages et le coût de leur éventuelle restauration (chiffrages Bature, 2000).

Les ouvrages en mauvais état situés en amont de Beaumotte ne doivent pas faire l'objet de restauration systématique. Les suivis topo-bathymétriques qui seront réalisés ces prochaines années permettront de vérifier l'intérêt ou non de les restaurer, de les araser ou de les déraser complètement.

Ceux situés en aval de Beaumotte doivent être restaurés rapidement.

NOM	PK	longueur	hauteur	Long. Remous	état (1=bon à 4=mauvais)	date de réhabilitation	Usage économique 1944	Usage économique actuel	SMABVO	coût restauration (Bature 2000)
TERNUAY	197.1	28	1.4	0.01	1		usine + irrig			
BELONCHAMP	194	42	0.9	0.01	2		usine + irrig			78000 E
MELISEY AM	191	50	1.8	0.01	1		usine + irrig			
MELISEY AV	189	49	0.4	0.05	1		gué			
IRRIGMONTESSAUX	188.65	28	0.4	0.01	1		irrigation			
MONTESSAUX	188.3	55	1.2	0.32	1		irrigation			
ST GERMAIN	183.6	51	0.9	0.49	1		usine			
FROIDETERRE	182.5	26	0.4	0.52	1		moulin			
VOUHENANS	173.2	60	1.5	0.25	1		usine			
PISCIC PETENIEUF	170	28	1.1	0.1	3		?			
LES AYNANS AM	167.9	53	1.9	0.35	1		filature			
LES AYNANS	167.3	43	1.1	0.63	4		filature			
LONGEVILLE	161.7	80	1.8	1.08	1		moulin			
VILLERSEXEL	156.7	46		0.6	1		?			
LA FORGE VILLERSEXEL	155.4	49	1.2	0.6	1		forge			
PONT SUR LOGNON	148.8	193	0.5	0.66	1		tuilerie			
BONNAL	144.9	155	2.1	1.72	4		moulin			
TRESSANDANS/THIEFFRANS	142.5	167	1.2	1	4		moulin			
MONTFERNEY	139	226	0.9	1.9	1	2001	moulin	hydro	oui	
MONTAGNEY	135.5	104	1.9	3.29	1		hydro	hydro		
MONTROZ-THIENANS	131.8	114	0.9	1.92	1	1992	moulin		oui	
MONTBOZON	128.4	102	1.7	2.35	1	1980-90	moulin		oui	
AVILLEY	123.8	69	1.4	3.24	1	1989-98	hydro	hydro	oui	
LARIANS	118.3	113	0.7	3.1	1	1993	fonderies		oui	

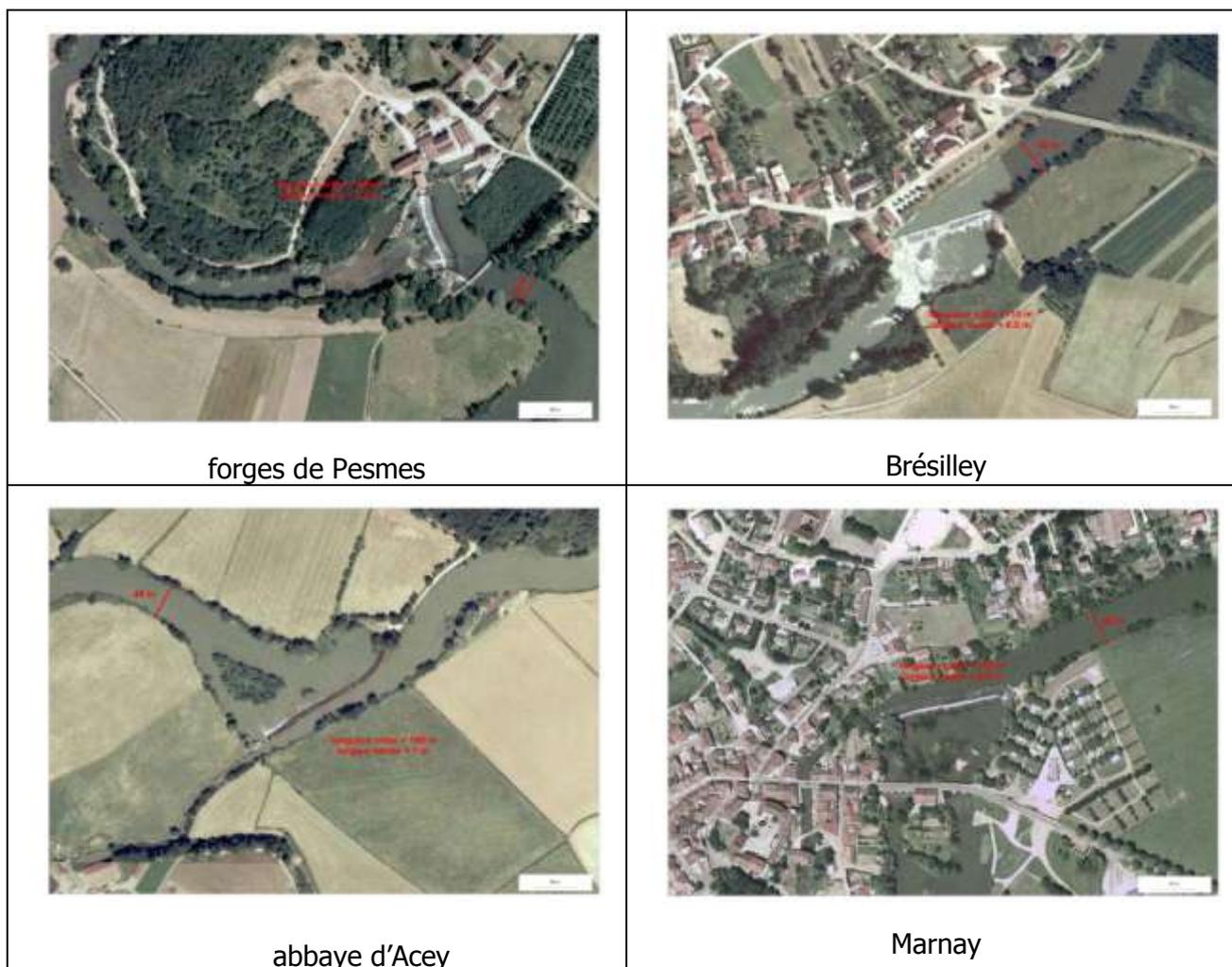
FLAGEY	116.5	60	0.4		1					
BEAUMOTTE	109.6	38	1.5	4.02	1					
BEAUMOTTE-RD	109.4	24	1.5		1	1994	papeteries		oui	
CIREY	98.8	155	0.9	2.9	1	1980	moulin	hydro	oui	
MONCEY	92	102	1.4	3.38	1	1993	hydro	hydro	oui	
CROMARY	86.3	83	1.6	3.2	4		moulin		oui	410000 E
VORAY	79.3	135	1.1	3.72	1	1998	usine		oui	
CHEVROZ	77	94	1.4	2.06	4		hydro			337000 E
GENEUILLE	73.3	144	1.9	3.8	1	1992	papeteries	hydro	oui	
CUSSEY	69.25	118	1.6	3.22	1	1992	moulin		oui	
MONCLEY	59.3	79	1.8	6.74	1	1999	hydro		oui	
EMAGNY	56	194	2.4	3.37	4		moulin	hydro		
BRUSSEY-RUFFEY	48.7	33	0.3		1				oui	
MARNAY	46	176	1.9	6.35	1		moulin		oui	
COURCHAPON AM	40.7	44	1.5		4					305000 E
COURCHAPON AV	40.5	76	1.9	4.78	1		hydro			
MOROGNE-JALLERANGE	35.9	103	1.5	4.13	1		scierie		oui	
ABBAYE D'ACEY	28.7	204	1.2	5.3	1		moulin	hydro	oui	
BRESILLEY	26.9	121	1.4	1.81	1		hydro		oui	
MALANS	22	285	0.8	4.82	1		moulin	hydro revente	oui	
MONT RAMBERT	20.1	105	1.2	1.65	1		moulin			
PESMES	15.8	191	1	3.5	1		scierie	hydro auto	oui	
LES FORGES	13	104	2.2	3.2	1		forge		oui	
USINE PERRIGNY	2.6	76	2.6	4.8	1		hydro	hydro		

2.2.4. LE PROBLEME DE L'AUTOMATISATION DES VANNAGES

Il est souvent proposé, sur de nombreux cours d'eau, d'automatiser les manœuvres de vannes afin d'en faciliter la gestion en période de crue. Si ce concept est valable pour les ouvrages à dominante mobile (vannes et clapets) il est beaucoup moins pertinent sur les ouvrages à dominante fixe.

2.2.4.1. TYPES DE SEUILS SUR L'OGNON

Sur l'Ognon, la très grande majorité des seuils sont des seuils à dominante fixe (perrés, seuils en bétons, etc.). Ils sont généralement très larges par rapport à la largeur moyenne de la rivière (souvent 2 à 3 fois plus large, parfois plus (Acey 4 fois plus large)) de même que les 40 à 50 mètres de lit mineur en amont et en aval. L'objectif de cette sur-largeur est d'augmenter la stabilité de l'ouvrage en réduisant ainsi les pressions qui se répartissent sur une plus grande largeur et aussi d'éviter l'aggravation des inondations en amont (planche photo ?).



forges de Pesmes

Brésilly

abbaye d'Acey

Marnay

planche photo 14 : 4 sites de seuils « classiques »

La hauteur d'eau (charge) sur un seuil en rivière en fonction du débit peut être calculée à partir de formules de type Bazin (en régime dénoyé) :

$$h = \text{racine}(2g)\mu L^{-2/3} Q^{2/3}$$

Où h est la charge sur le seuil (m), μ un coefficient de seuil (ici = à 0.385), L la longueur déversante du seuil (longueur de la crête en m) et Q le débit passant sur le seuil (en m3/s).

On constate ainsi dans le tableau suivant que plus la largeur du seuil est importante plus la hauteur d'eau en amont, à débit équivalent, est réduite. La hauteur d'eau sur le seuil diminue en fonction de la puissance 2/3 de l'augmentation de la largeur déversante : si on multiplie par 2 la largeur du seuil la hauteur d'eau se réduira d'un facteur ($2^{2/3}$), soit 1.59, si on multiplie la largeur par 4 la hauteur d'eau se réduira d'un facteur 2.52 etc.

Tableau 3 : hauteur d'eau en amont du seuil en fonction de sa largeur et du débit (formule de Bazin)

Débit (m3/s)	largeur seuil (m)				
	30 m	50 m	100 m	150 m	200 m
	Charge sur le seuil (m)				

10.0	0.34	0.24	0.15	0.12	0.10
20.0	0.53	0.38	0.24	0.18	0.15
30.0	0.70	0.50	0.31	0.24	0.20
50.0	0.98	0.70	0.44	0.34	0.28
100.0	1.56	1.11	0.70	0.53	0.44
150.0	2.05	1.46	0.92	0.70	0.58
200.0	2.48	1.76	1.11	0.85	0.70
300.0	3.25	2.31	1.46	1.11	0.92
400.0	3.94	2.80	1.76	1.35	1.11
500.0	4.57	3.25	2.05	1.56	1.29

2.2.4.2. ROLE DES VANNES

Sur les cours du type de l'Ognon, les seuils sont donc essentiellement fixes mais possèdent presque tous des vannes, situées généralement sur l'un des cotés du seuil.

Ces vannes sont en général étroites par rapport à la largeur du seuil et ont généralement deux fonctions :

- Elles permettent à l'usinier de réguler le débit entrant dans l'usine(ou le moulin autrefois)
- Elles lui permettent de vider le bief en étiage afin de procéder à diverses opérations d'entretien (curage, désenvasement, réparation du seuil etc.)

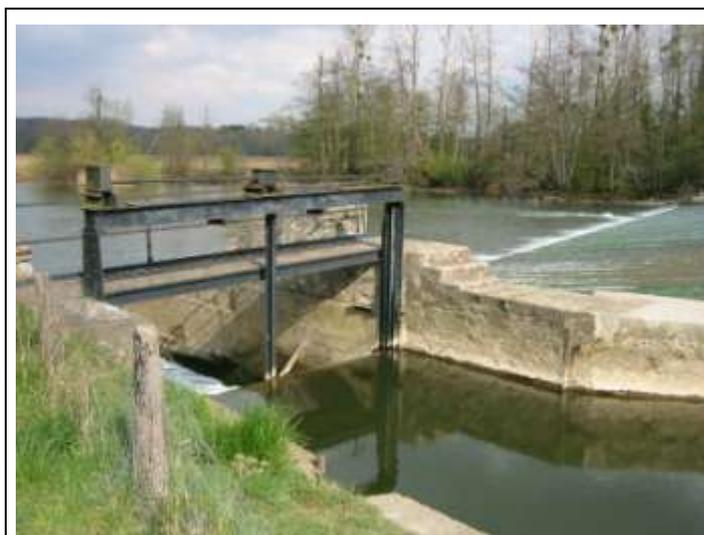
Leur faible largeur se traduit généralement aussi par une faible débitance, qui, de surcroît, diminue lorsque le débit augmente. Cette débitance est en effet fonction de la différence de charge entre l'amont et l'aval de la vanne. Or, lorsque le débit augmente, notamment dès que l'on dépasse les crues de pleins bords (Q2ans, Q5 et plus), la différence de charge diminue fortement.



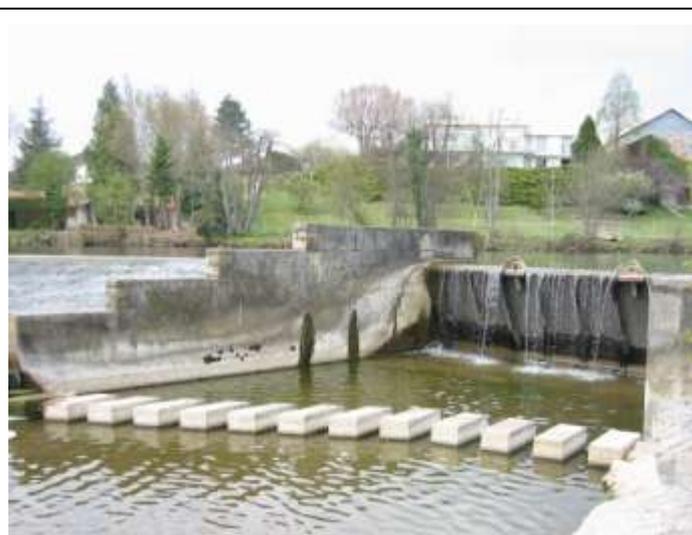
abbaye d'Acey



Brésilley



Moncley



Marnay

La débitance de la vanne peut être approchée par la formule de Manning-Strickler :

$$Q=KR^{2/3}J^{1/2}S$$

Où Q est le débit en m³/s, R le rayon hydraulique de la vanne (m), la pente de la ligne d'eau (m/m), S la section mouillée de la vanne. Le R et le S sont déterminés en fonction des hauteurs d'eau sur le seuil additionnées à la hauteur de la pelle du seuil.

Le résultat de différents tests présentés ci-après montre que la réduction de hauteur d'eau liée à l'ouverture de la vanne pour des débits importants (de 100 m³/s (hautes eaux annuelles) à 500 m³/s (crue centennale)) est très modeste. De manière très simplifiée, compte tenu du fait que la plupart des seuils ont une hauteur de l'ordre de 1.5 m, on peut estimer qu'elle est fonction du rapport largeur de la vanne/largeur du seuil. On a alors la relation suivante : **delta h en cm = largeur vanne/largeur seuil en %.**

Tableau 4 : exemples de réduction de hauteur d'eau en amont de seuils en fonction de l'ouverture des vannes (attention, les « delta h » sont en cm et ont été calculés sous tableur arrondi à l'entier le plus proche, d'où parfois des différences avec le calcul : H sur seuil (en m) avant et après ouverture des vannes.

Exemple Forges de Pesmes					
largeur seuil (m)	largeur vanne (m)	pelle (m)	K	J (m/m)	largeur vanne/largeur seuil en %
100	8.5	1.6	30	0.0005	8.5
Q (m ³ /s)	H sur seuil vanne fermée (m)	débit dans vanne (m ³ /s)	débit restant sur seuil (m ³ /s)	h finale sur seuil (m)	delta h (cm)

100	0.70	17.1	82.9	0.62	-8
200	1.11	21.6	178.4	1.03	-8
300	1.46	25.6	274.4	1.37	-9
400	1.76	29.2	370.8	1.68	-9
500	2.05	32.6	467.4	1.96	-9
Exemple barrage de Marnay					
largeur seuil (m)	largeur vanne (m)	pelle (m)	K	J (m/m)	largeur vanne/ largeur seuil en %
165	6.5	1.5	30	0.0005	3.9
Q (m3/s)	h sur seuil vanne fermée (m)	débit dans vanne (m3/s)	débit restant sur seuil (m3/s)	h finale sur seuil (m)	delta h (cm)
100	0.50	10.1	89.9	0.47	-3
200	0.80	12.2	187.8	0.76	-3
300	1.04	14.1	285.9	1.01	-3
400	1.26	15.7	384.3	1.23	-3
500	1.47	17.3	482.7	1.43	-3
Exemple barrage de l'abbaye d'Acey					
largeur seuil (m)	largeur vanne (m)	pelle (m)	K	J (m/m)	largeur vanne/ largeur seuil en %
190	7	1	30	0.0005	3.7
Q (m3/s)	h sur seuil vanne fermée (m)	débit dans vanne (m3/s)	débit restant sur seuil (m3/s)	h finale sur seuil (m)	delta h (cm)
100	0.46	7.0	93.0	0.43	-2
200	0.72	8.9	191.1	0.70	-2
300	0.95	10.6	289.4	0.93	-2
400	1.15	12.2	387.8	1.13	-2
500	1.33	13.7	486.3	1.31	-2

Tableau 2 : suite

Exemple barrage de Brésille					
largeur seuil (m)	largeur vanne (m)	pelle (m)	K	J (m/m)	largeur vanne/ largeur seuil en %
115	6.5	1.4	30	0.0005	5.7
Q (m3/s)	h sur seuil vanne fermée (m)	débit dans vanne (m3/s)	débit restant sur seuil (m3/s)	h finale sur seuil (m)	delta h (cm)
100	0.64	10.3	89.7	0.59	-4
200	1.01	13.1	186.9	0.97	-4
300	1.33	15.5	284.5	1.28	-5
400	1.61	17.7	382.3	1.56	-5
500	1.86	19.7	480.3	1.82	-5
Exemple barrage de Moncley					

largeur seuil (m)	largeur vanne (m)	pelle (m)	K	J (m/m)	largeur vanne/ largeur seuil en %
75	4.5	1.3	30	0.0005	6.0
Q (m3/s)	h sur seuil vanne fermée (m)	débit dans vanne (m3/s)	débit restant sur seuil (m3/s)	h finale sur seuil (m)	delta h (cm)
100	0.85	6.9	93.1	0.81	-4
200	1.35	9.1	190.9	1.30	-4
300	1.76	11.0	289.0	1.72	-4
400	2.14	12.7	387.3	2.09	-5
500	2.48	14.3	485.7	2.43	-5

En conclusion, nous pouvons estimer que sur ce type de barrage, l'ouverture ou non des vannes en crue n'a que peu d'incidence sur les débordements en amont. **L'automatisation du relevage des vannes sur ce type d'ouvrage n'a donc réellement d'intérêt que pour l'exploitant de l'ouvrage (simplicité de régulation du débit entrant).**

La hauteur d'eau gagnée étant, en simplifiant beaucoup, égale au rapport : largeur de la vanne/largeur du seuil exprimé en pourcentage, il peut être simple d'évaluer sur quels ouvrages ce gain peut être réellement intéressant en termes de réduction des inondations (par exemple dès que ce rapport dépasse 15 ou 20% on gagne 15 à 20 cm.). Au cas par cas, une étude hydraulique plus fine peut alors être réalisée pour valider l'intérêt de l'automatisation du vannage.

2.3. L'ESPACE DE LIBERTE

2.3.1. LE CONCEPT D'ESPACE DE LIBERTE DANS LE CADRE REGLEMENTAIRE ACTUEL

Actuellement, les termes « d'espace de mobilité », d'« espace de liberté », de « fuseau de divagation » sont utilisés dans divers textes ayant une portée réglementaire plus ou moins contraignante.

Trois types de textes sont concernés, du plus ancien au plus récent (correspondant aussi à un classement du moins au plus contraignant) :

- Les SDAGEs de la plupart des bassins (RMC, Rhin-Meuse, Loire-Bretagne, Seine Normandie)
- L'arrêté ministériel du 24 janvier 2001 sur les gravières
- La Loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels

Nous estimons que les concepts recouvrant ces termes de « mobilité », « liberté » ou « divagation » sont sensiblement différents selon les textes. L'enveloppe finale d'espace de « mobilité » peut donc ne pas être identique suivant le concept choisi et l'application réglementaire que l'on souhaite en faire.

Ce constat nous amène à penser que la méthode que nous avons élaborée en 1998 dans le cadre du SDAGE RMC² n'est pas systématiquement pertinente pour répondre aux concepts sous tendant les 2 autres textes et qu'il est donc nécessaire de l'adapter.

Nous rappelons cependant que de notre point de vue, et cette remarque est valable pour les 3 textes et leurs concepts fondateurs, ce concept général de mobilité n'est réellement pertinent que pour les rivières à dynamique fluviale active et ne devrait pas être utilisé sur les rivières **naturellement** non ou très peu actives.

Ceci implique de définir clairement ce qu'est une rivière à dynamique active ou non active...

2.3.1.1. L'ESPACE DE MOBILITE AU SENS DU SDAGE DU BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

Le SDAGE RMC définit l'espace de liberté de la façon suivante :

- " espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres. " (SDAGE RMC, Volume 1, Mesures opérationnelles générales, § 3.1.3.1., p53).
- Il complète cette définition par la préconisation suivante en matière d'études d'impact, de documents d'incidence, d'autorisations relatives aux travaux en rivière : " l'objectif prioritaire est la préservation, voire la restructuration de l'espace de liberté des rivières et de sa dynamique. La définition de cet espace de liberté passera le plus souvent par une étude au cas par cas tenant compte des enjeux socio-économiques ". (SDAGE RMC, Volume 1, Mesures opérationnelles générales, § 3.1.3.1., p53).
- Il indique enfin que " la reconnaissance et la cartographie [de l'espace de liberté] doivent devenir un impératif sur toutes les rivières à lit mobile du bassin. "

Dans le cadre de ce texte, l'espace de liberté est clairement un **concept de gestion**.

C'est, au sein d'un espace de mobilité potentielle plus ou moins vaste selon l'histoire géologique de la vallée, l'espace minimal à laisser au cours d'eau pour qu'il puisse assurer son équilibre géodynamique et écologique. La préservation de la capacité de recharge alluviale par les processus d'érosion des berges nous semble d'ailleurs l'un des enjeux les plus importants de ce concept, dans le cadre d'une politique de gestion durable des **cours d'eau à dynamique active**.

Ce concept se rapproche donc d'une notion « **d'espace réservé** » ou « **espace dédié** » à la dynamique fluviale de la rivière. La démarche technique de cartographie de cet espace est alors

² MALAVOI et al., 1998 : Guide technique SDAGE n°2 : Méthode de délimitation de l'espace de liberté des cours d'eau..
AGENCE DE L'EAU RMC

guidée par la question : quel doit être l'espace du fond de vallée à « laisser à la rivière » pour que celle-ci puisse assurer ses fonctions (hydrauliques, écologiques, etc.) sans remettre en cause les usages socio-économiques majeurs existant dans la plaine alluviale.

C'est dans cet esprit que nous avons rédigé le guide technique du SDAGE RMC.

2.3.1.2. L'ESPACE DE MOBILITE AU SENS DE L'ARRETE MINISTERIEL DU 24 JANVIER 2001

Cet arrêté modifie l'arrêté du 22 septembre 1994 sur les carrières et est applicable à compter du 14/08/2001. Il vise à restreindre l'implantation d'exploitations de granulats dans le lit majeur des cours d'eau par une interdiction d'exploiter dans « l'espace de mobilité » des cours d'eau.

- « Les exploitations de carrières de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau ». (Art II, alinéa 1).
- « L'espace de mobilité du cours d'eau est défini comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le lit mineur peut se déplacer » (Art II, alinéa 2).

Ce second concept nous paraît donc relever plutôt de la notion d'aléa ou de risque et plus particulièrement de « risque de capture », étant admis que la capture d'un cours d'eau par une gravière peut avoir des effets hydrauliques et géodynamiques très négatifs (changement brutal de tracé, érosion régressive et progressive, etc.)³.

La démarche technique de cartographie de cet espace est alors guidée par la question : quelle est l'espace de la plaine alluviale où l'**aléa d'érosion/avulsion** (changement brutal de tracé) existe et où toute nouvelle extraction pourrait générer des risques de capture. Cet espace « à risques », qui va au delà d'une simple enveloppe de gestion, peut être notablement plus vaste que celui défini dans le cadre du concept « SDAGEs ».

Nous considérons alors que **l'espace de mobilité au sens des SDAGEs est l'espace de mobilité minimal au sens de l'arrêté de 2001.**

Il pourrait donc être envisagé, dans le cas où un maître d'ouvrage souhaiterait appliquer les 2 concepts et les 2 approches réglementaires, de définir un espace de mobilité au sens du SDAGE (espace minimal à laisser au cours d'eau) et d'y rajouter, si besoin, un « complément » d'espace de mobilité au sens de l'arrêté de 2001 (zone d'aléa érosion/avulsion).

2.3.1.3. L'ESPACE DE MOBILITE AU SENS DE LA LOI « RISQUES » DU 30 JUILLET 2003

La nouvelle Loi s'appuie sur le concept de mobilité naturelle d'un cours d'eau pour instaurer un système de servitudes d'utilité publique.

« Art. L. 211-12.

³ MALAVOI J.R., BRAVARD J.P. : Les carrières et l'espace de liberté des cours d'eau. Colloque International des 30 et 31 mars 2000 à l'UNESCO sous la direction du Muséum d'Histoire Naturelle, de l'UNICEM, du CNRS. : « Recréation de zones humides : l'apport écologique des carrières ».

- - I. - Des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.
- « II. - Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants :
 - ⇒ « 1° Créer des zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement, par des aménagements permettant d'accroître artificiellement leur capacité de stockage de ces eaux, afin de réduire les crues ou les ruissellements dans des secteurs situés en aval ;
 - ⇒ « 2° **Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau** en amont des zones urbanisées dans des zones dites "zones de mobilité d'un cours d'eau, afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels.
- « III. - Les zones soumises à ces servitudes sont délimitées par arrêté préfectoral. Celui-ci est pris après enquête publique menée conformément au code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.
- « V. - Dans les zones de mobilité d'un cours d'eau mentionnées au 2° du II, **ne peuvent être réalisés** les travaux de protection des berges, remblais, endiguements et affouillements, les constructions ou installations et, **d'une manière générale, tous les travaux ou ouvrages susceptibles de faire obstacle au déplacement naturel du cours d'eau**. A cet effet, l'arrêté préfectoral peut soumettre à déclaration préalable, auprès des autorités compétentes en matière d'urbanisme, les travaux qui, en raison de leur nature, de leur importance ou de leur localisation, sont susceptibles de faire obstacle au déplacement naturel du cours d'eau et n'entrent pas dans le champ d'application des autorisations ou déclarations instituées par le code de l'urbanisme.
 - ⇒ « L'arrêté préfectoral peut également soumettre à déclaration préalable les ouvrages qui, en raison de leur nature, de leur importance ou de leur localisation, sont susceptibles de faire obstacle au déplacement naturel du cours d'eau et n'entrent pas dans le champ d'application des autorisations ou déclarations instituées par le code de l'urbanisme. Le préfet peut, par décision motivée, dans un délai de deux mois à compter de la réception de la déclaration, s'opposer à la réalisation de ces ouvrages ou prescrire les travaux nécessaires. Les travaux de réalisation de ces ouvrages ne peuvent commencer avant l'expiration de ce délai.
 - ⇒ « Pour les travaux visés au premier alinéa du présent V, ainsi que pour les travaux et ouvrages soumis à une autorisation ou à une déclaration instituée par le code de l'urbanisme et qui sont susceptibles, en raison de leur nature, de leur importance ou de leur localisation, de faire obstacle au déplacement naturel du cours d'eau, l'autorité compétente pour statuer en matière d'urbanisme recueille l'accord du préfet qui dispose d'un délai de deux mois à compter de la réception de la déclaration ou de la demande d'autorisation pour s'opposer à l'exécution des travaux ou prescrire les modifications nécessaires. Les travaux ne peuvent commencer avant l'expiration de ce délai.

- « VI. - L'arrêté préfectoral peut **identifier**, le cas échéant, **les éléments existants ou manquants faisant obstacle à l'objet de la servitude, dont la suppression, la modification ou l'instauration est rendue obligatoire**. La charge financière des travaux et l'indemnisation du préjudice pouvant résulter de ces derniers incombent à la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. Toutefois, si lesdits éléments appartiennent à l'Etat ou à ses établissements publics, la charge des travaux incombe à celui-ci.
- « VIII. - L'instauration des servitudes mentionnées au I ouvre droit à indemnités pour les propriétaires de terrains des zones grevées lorsqu'elles créent un préjudice matériel, direct et certain. Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. Elles sont fixées, à défaut d'accord amiable, par le juge de l'expropriation compétent dans le département.
- « X. - Pour une période de dix ans à compter de la date de publication de l'arrêté préfectoral constatant l'achèvement des travaux mentionnés au VI ou, si de tels travaux ne sont pas nécessaires, à compter de la date de publication de l'arrêté préfectoral instituant une ou plusieurs des servitudes mentionnées au I, **le propriétaire d'une parcelle de terrain grevée par une de ces servitudes peut en requérir l'acquisition partielle ou totale par la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude**. Ce droit de délaissement s'exerce dans les conditions prévues aux articles L. 230-1 et suivants du code de l'urbanisme. Le propriétaire peut, dans le même temps, requérir l'acquisition partielle ou totale d'autres parcelles de terrain si l'existence de la servitude compromet leur exploitation ou leur usage dans des conditions similaires à celles existant avant l'institution de la servitude.

Cette nouvelle Loi nous semble fondée sur un concept « mixte », relevant à la fois de celui « d'espace réservé » à la rivière et à son « déplacement naturel » et de celui d'aléa d'érosion/avulsion.

2.3.2. APPLICATION AU CAS DE L'OGNON

Dans le cas de l'Ognon l'espace de liberté ou de mobilité doit à notre avis correspondre à la fois au concept d'espace réservé du SDAGE RMC et au concept d'espace « à risque d'érosion/avulsion » au sens de l'arrêté de 2001.

NB : Les décrets d'application de la Loi Risques de juillet 2003 n'étant pas encore publiés, nous considérerons qu'elle n'est actuellement pas concernée.

Le cabinet Beture a cartographié en 2000 dans le cadre du « Schéma Général de Restauration et de mise en valeur de l'Ognon », un espace de mobilité au sens du SDAGE RMC (l'arrêté de 2001 n'existait pas encore...) ainsi qu'un espace de « fonctionnalité », plus large car basé sur des paramètres autres que le « simple » équilibre géodynamique (zone inondable et milieux naturels notamment, NB : cet espace de « fonctionnalité » n'a actuellement aucune portée réglementaire).

Les cartes publiées par Beture sont malheureusement difficiles à exploiter en l'état car ce sont des photocopies de médiocre qualité à l'échelle du 1 : 50 000.

A cette échelle et compte tenu de cette imprécision, elles nous paraissent cependant relativement pertinentes avec toutefois 1 inconvénient majeur :

- L'espace de mobilité n'est pas contraint au niveau des ponts, des barrages ou des seuils de stabilisation du lit alors que ce sont, a priori, des « points durs » incontournables. Il est donc conseillé de restreindre l'emprise du fuseau de mobilité à leur approche (entonnement en amont, évasement en aval).

2.3.2.1. L'ESPACE DE LIBERTE VIS A VIS DE LA GESTION DES EROSIONS DE BERGES

◆ Intérêt géodynamique et écologique

Du point de vue de la pertinence de l'application du concept d'espace de mobilité au sens du SDAGE, l'Ognon entre tout à fait dans la catégorie des rivières actives. Il est donc judicieux de lui définir un « espace réservé » pour qu'il puisse assurer, sur le long terme, son équilibre géodynamique et écologique. Dans l'espace ainsi défini, les protections de berges seront à proscrire ainsi que toute infrastructure de nature à nécessiter à plus ou moins long terme une protection contre l'érosion latérale.

Nous noterons cependant que du point de vue de la « recharge alluviale » corollaire de l'érosion latérale et constituant l'une des « clés » du rééquilibrage géodynamique de l'Ognon (si tant est qu'il puisse se produire compte tenu de la gravité des impacts liés aux extractions en lit mineur), l'érosion des berges est très intéressante dans la Haute vallée (berges constituées d'alluvions grossières) mais beaucoup moins dans la moyenne et basse vallée (berges limoneuses ou limono-sableuses).

Notons que les processus géodynamiques sont aussi l'un des moteurs du fonctionnement écologique du corridor fluvial, par le biais notamment du rajeunissement fréquent des formes fluviales du lit mineur (bancs alluviaux, berges concaves) et par le biais de la création et du remodelage des annexes hydrauliques lit majeur (création/comblement des mortes). Ils ont donc à ce titre un intérêt même dans la moyenne et basse vallée.

◆ Intérêt économique

Outre l'intérêt géodynamique et écologique, la mise en œuvre du concept d'espace de mobilité et la « non protection » des berges dans les zones ne présentant pas d'intérêt général, se traduit par de fortes économies financières pour la collectivité.

A titre d'exemple, nous avons calculé sur un site ponctuel, les superficies potentiellement érodables à l'échelle de 20, 50 et 100 ans (figure 28).

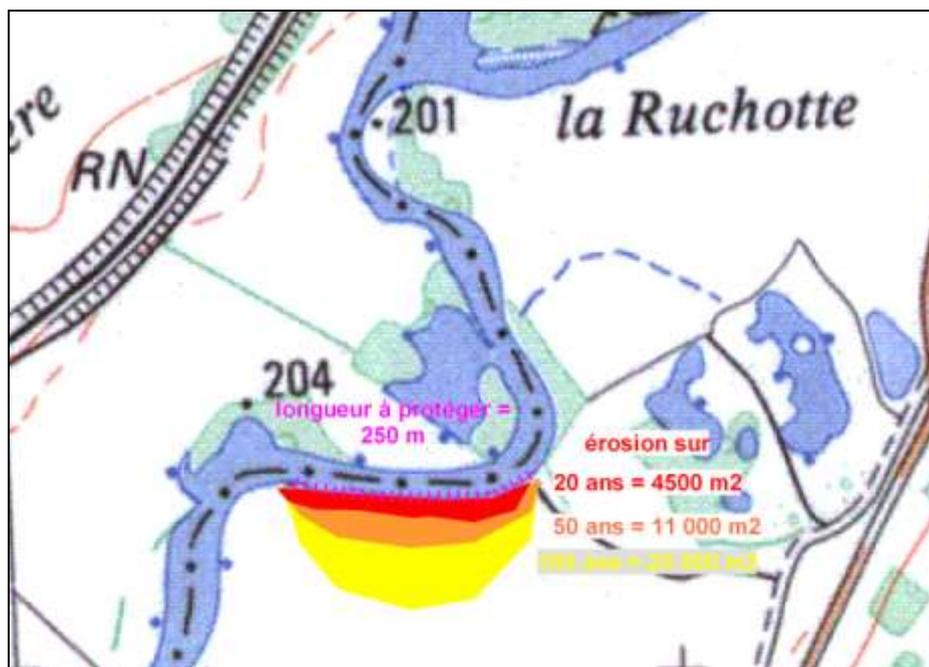


Figure 28 : exemple de surface érodable sur 20, 50, 100 ans

Le linéaire de berge concerné par l'érosion est de l'ordre de 250 m.

Une protection efficace sur un cours d'eau relativement actif comme l'Ognon reviendrait, en techniques uniquement végétales, au minimum à 150 E HT/mètre linéaire. La protection coûterait donc ici **37 500 E HT**.

Si l'on fait le calcul, sans doute simpliste, du coût d'acquisition amiable des superficies érodables sur ces 3 périodes des temps, on obtient les chiffres suivants.

Coût moyen du m² en bord d'Ognon = 0.3 E

- Surface moyenne érodée en 20 ans = 4500 m² ici = 4500 x 0.3 = **1 350 E**
- Surface maxi. Erodable en 50 ans = 11 000 m²ici = 11 000 x 0.3 = **3 300 E**
- Surface maxi. érodable en 100 ans = 20 000 m²ici = 20 000 x 0.3 = **6000 E**

On constate que même l'acquisition des terrains potentiellement érodables sur 1 siècle coûterait environ 6 fois moins cher à la collectivité que la protection, sachant que cette dernière n'aura sans doute pas une durée de vie d'un siècle...Un autre calcul permet alors de dire que seule une technique de protection coûtant 24 E HT/ml (soit environ 160 F) pourrait être considérée comme « rentable » d'un point de vue économique.

♦ Types d'enjeux pouvant justifier le financement d'une protection des berges

Le Guide Technique du SDAGE RMC (p 28) indique un certain nombre d'enjeux devant être « extraits » de l'espace de mobilité fonctionnel et pouvant par conséquent justifier, au titre de l'intérêt général, de protections contre les processus d'érosion latérale :

« Dans le cadre de l'espace de mobilité fonctionnel, ne sont prises en compte que les contraintes majeures ne pouvant a priori être remises en question :

- les zones urbanisées ou les ensembles de constructions habitées,

- les voies de communication majeures : routes nationales, départementales, voies ferrées, canaux,

- les ouvrages d'art et les puits de captages non déplaçables

- les gravières en lit majeur dont le volume pourrait bloquer la charge alluviale en charriage et générer une érosion progressive (vers l'aval) »

Tout autre type d'enjeu ne devrait donc a priori pas justifier de financement public de protections contre les processus d'érosion latérale sauf si un argumentaire technique et économique, présentant notamment l'intérêt général de la protection, est présenté par le pétitionnaire.

2.3.2.2. VERS UNE POLITIQUE DE « DESENROCHEMENT » ?

Le contexte agricole et foncier ayant notablement changé depuis les 10 dernières années, il nous semble possible (voire nécessaire) aujourd'hui, de lancer une réflexion sur la nécessité de conserver en l'état l'ensemble des protections de berges anciennes réalisées sur l'Ognon. En effet, de nombreuses protections réalisées dans les années 70-80, ne protègent souvent que des zones à faible enjeu socio-économique : prairies, friches, etc. Or, la stabilisation du lit mineur du fait de ces protections pérennise le déficit en charge alluviale grossière indispensable à l'équilibre géodynamique et écologique de la rivière.

Il paraît donc souhaitable aujourd'hui, particulièrement dans la haute vallée de l'Ognon, de proposer de restaurer la dynamique fluviale dans les secteurs à faibles enjeux socio-économiques mais à fort intérêt géodynamique et écologique. Cette restauration des processus géodynamiques passe par **l'enlèvement des anciennes protections** dont certaines sont d'ailleurs dans un état de dégradation avancé. Il s'agirait donc d'obtenir une maîtrise foncière des espaces actuellement protégés afin que leur « déprotection » n'ait pas d'effet négatif pour les propriétaires et les exploitants des terrains qui seraient à nouveau soumis aux processus érosifs.

2.3.2.3. L'ESPACE DE LIBERTE VIS A VIS DE LA GESTION DES GRAVIERES EN LIT MAJEUR

Le concept d'espace de mobilité a, depuis janvier 2001, une application réglementaire au titre de l'arrêté ministériel sur les extractions de matériaux alluvionnaires dans le lit majeur des rivières.

L'espace de mobilité cartographié par Beture est donc antérieur à ce texte et a été cartographié sur la base des concepts du SDAGE RMC. Cependant, comme nous l'avons indiqué en introduction de ce chapitre, nous estimons que l'espace de mobilité au sens du SDAGE est une l'enveloppe minimale au sens de l'arrêté de 2001 dans la mesure où :

- **Les gravières de grand volume sont à exclure de l'espace mobilité au sens du SDAGE :**

⇒ il faut éviter qu'elles capturent le cours d'eau, ce qui engendrerait des processus d'érosion régressive et progressive équivalents à ceux des extractions en lit mineur

- alors qu'elles et les zones qui les entourent pourraient être intégrées au fuseau de mobilité au sens de l'arrêté de 2001 :

⇒ il faut éviter de créer de nouveaux pièges à sédiments potentiels, même dans des zones déjà exploitées, s'il y existe un important aléa érosion/avulsion

La cartographie de Beture nous semble donc utilisable actuellement au titre des préconisations du SDAGE mais nécessiterait une adaptation, voire une redéfinition, ponctuelle au droit et de part et d'autre des sites de demande d'autorisation d'extraction (qu'elle soit nouvelle ou concerne une extension) au titre de l'arrêté de 2001.

Dans tous les cas, l'espace de mobilité cartographié par Beture doit être considéré comme **l'espace de mobilité minimum au sens de l'arrêté de 2001** et aucune gravière ne devrait y être autorisée. Cependant, l'échelle utilisée pour la cartographie actuelle ne nous semble pas suffisamment précise pour instruire correctement un dossier de demande d'autorisation. Tout au plus peut elle être utilisée comme un « porté à connaissance » de l'existence d'un fuseau de mobilité pour l'Ognon.

2.3.2.4. LES GRAVIÈRES « A RISQUE » VIS A VIS DU PIÈGEAGE DES SÉDIMENTS

Nous avons identifié en phase 1, six sites de gravières en lit majeur pouvant présenter des risques de piégeage de la charge de fond en cas de capture. Cette liste n'est pas exhaustive mais présente les sites les plus concernés par ce risque éventuel.

L'évolution latérale sur ces sites est actuellement très faible, sauf au droit du grand site des gravières d'Esprel/Chassey/Pont sur l'Ognon, sur lequel nous reviendrons au sous-titre suivant.

Sur les autres sites, il semble qu'un simple suivi visuel de l'état des berges (et des protections existantes quand il en existe) pourrait être réalisé par les techniciens des Syndicats de l'Ognon. Ce suivi pourrait être effectué une fois par an en période d'étiage pour bien vérifier l'état des pieds de berges, parties les plus fragiles. Il pourrait aussi être effectué après chaque crue importante (supérieure à la crue quinquennale par exemple).

En cas de destructuration notable des berges naturelles ou des protections existantes, une protection ou une restauration des protections existantes devrait être effectuée.

2.3.2.5. LE CAS PARTICULIER DU SITE D'EXTRACTION D'ESPREL/CHASSEY/PONT SUR L'OGNON

◆ Contexte

Ce site a été présenté plusieurs fois dans le cadre de ce document car il s'agit de la plus forte concentration de gravières en lit majeur avec le site de Lure situé le long de la D18.

Actuellement, il se présente sous la forme de nombreux et vastes plans d'eau, vestiges d'anciennes extractions. Notons qu'une partie du cours de l'Ognon a été déplacé vers l'Est pour permettre l'exploitation et a fait l'objet d'une stabilisation du fond du nouveau lit par 3 seuils successifs (revoir figure 19). L'ancien tracé se situe dans le plan d'eau où est inscrit « seuil entrée », ce seuil correspondant à l'entrée amont de l'ancien tracé dans le plan d'eau actuel.

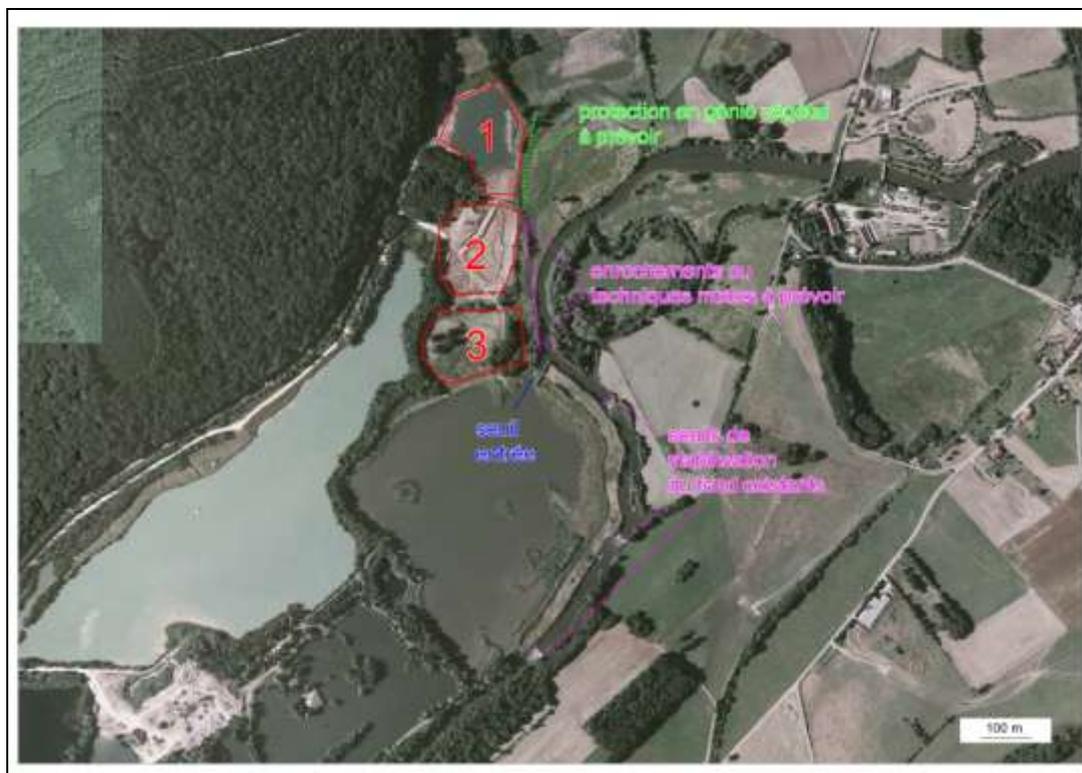


photo 3 : site d'extraction d'Esprel/Chassey/Pont sur l'Ognon

La partie nord du site est actuellement en cours d'exploitation. Les sites 1 et 2 ont déjà été exploités et le site 3 est en cours de demande d'autorisation. C'est au sujet de l'autorisation ou non de ce dernier site que la Diren Franche-Comté nous demande un avis.

◆ Notre analyse

Compte tenu de la situation actuelle sur ce site, l'exploitation de ce dernier bassin ne nous semble pas modifier fondamentalement un état très dégradé du lit majeur et un risque déjà relativement élevé de capture de l'Ognon par les gravières existantes en cas de crue rare, notamment au travers du bassin 2 et au travers du plan d'eau situé immédiatement au sud du site 3 (ancien tracé de l'Ognon). Toutefois, **la présence du troisième bassin viendra fragiliser un peu plus le site en créant un nouveau point faible dans la berge rive droite**, point faible augmentant le risque de capture par de l'Ognon par le grand plan d'eau d'Esprels situé le long de la D49.

L'autorisation d'exploiter le bassin 3, si elle était donnée, devrait alors être assortie de plusieurs conditions :

- que l'exploitant réalise une protection de berge très solide (enrochements ou techniques mixtes **côté Ognon et côté plan d'eau** pour éviter les ruptures par surverse) au droit des sites 2 et 3 (longueur approximative 280 m) et une protection plus « douce » (génie végétal) le long du site 1 (environ 200 m).
- qu'il fasse réaliser une étude permettant de déterminer la nécessité de conserver la connexion amont sur le plan d'eau au sud du site 3. Cette connexion (ancien tracé de l'Ognon), malgré la présence d'un seuil qui paraît solide, piège actuellement une partie de la charge de fond transportée par l'Ognon et pourrait faciliter la capture de celui-ci par le plan d'eau en cas de crue rare. Pour alimenter ce plan d'eau en crue et éviter des pertes de charge importantes entre l'Ognon et le plan d'eau, un déversoir latéral au droit du seuil central nous semble une meilleure solution.
 - ⇒ qu'il prévoie un volant financier pour obturer cette connexion si l'étude démontre le piégeage des alluvions grossières ainsi que le risque de capture (environ 25 000 E HT)
- qu'il prévoie un volant financier permettant de rétablir rapidement l'Ognon dans son cours actuel en cas de capture par les gravières et de restaurer les protections (150 à 200 000 E HT environ). Ce rétablissement devra être effectué le plus tôt possible après la capture.

2.4. GESTION DES EMBACLES ET DES ALLUVIONS

Il nous semble important à ce stade de l'étude, de proposer une « philosophie générale » de gestion de 2 types d'éléments inhérents au fonctionnement de l'hydrosystème fluvial : les embâcles de bois et les dépôts d'alluvions.

2.4.1. GESTION DES EMBACLES

Les embâcles de bois sont des amoncellements de matières ligneuses, généralement des troncs d'arbre ou d'arbustes plus ou moins ébranchés, que l'on trouve le plus souvent sur les bancs alluviaux, le long des berges des cours d'eau, dans la ripisylve ou parfois plus loin dans le lit majeur.

Ces arbres et arbustes peuvent avoir plusieurs origines :

- arbres vivants déracinés lors des crues par les processus d'érosion latérale,
- arbres qui étaient déjà morts et plus ou moins tombés dans le lit mineur ou sur le point de le faire, qui sont alors simplement emportés par les flots,
- parfois, dépôts de bois coupé intentionnellement mais dont le ramassage n'a pas été fait

Dans la plupart des cas, ces arbres sont emportés par le courant lors des crues, plus ou moins loin selon leur longueur (plus ils sont petits plus ils peuvent aller loin), la largeur de la

rivière (plus elle est large plus ils peuvent aller loin), la présence d'ouvrages pouvant les stopper (moins ils y en a plus ils peuvent aller loin).

Ces embâcles ont des effets positifs et négatifs sur le fonctionnement de l'hydrosystème et des infrastructures qui le bordent.

2.4.1.1. EFFETS POSITIFS DES EMBACLES

- Ils permettent de **diversifier les habitats** pour les biocénoses aquatiques. Cet effet est proportionnel à la taille de la rivière : plus elle est large plus la présence de ces embâcles est importante en termes de diversification des habitats aquatiques et rivulaires. Au delà de 15-20 m, leur rôle est particulièrement important. Il l'est encore plus sur l'Ognon du fait d'un habitat très dégradé par la présence des plans d'eau de barrage, très homogènes du point de vue des habitats aquatiques et rivulaires, et par les sur-élargissements et approfondissements liés aux anciennes extractions.
- Ils favorisent, lorsqu'ils sont nombreux, les débordements en amont lors des crues petites et moyennes. Cet effet est inversement proportionnel à la taille de la rivière. Plus elle est étroite, plus l'effet « barrage » est important. Nous considérons cet **effet comme positif dans un contexte d'occupation des sols agricole ou forestière** où les débordements en amont peuvent permettre de réduire les inondations en aval dans des zones plus vulnérables. Notons que l'augmentation de la fréquence des débordements peut aussi être considérée comme positive vis à vis du fonctionnement des annexes hydrauliques (bras morts, noues) qui sont ainsi plus fréquemment mises en eau et connectées au cours d'eau.

2.4.1.2. EFFETS NEGATIFS DES EMBACLES

- Nous avons vu que leur présence pouvait générer un débordement plus fréquent en amont, d'où un effet négatif lorsque ces embâcles se situent au droit ou immédiatement en aval de zones vulnérables (traversées de villages).
- Ils peuvent générer un « effet barrage » important s'ils viennent s'encastrent en travers d'un pont aux arches étroites, le pont pouvant même céder en cas d'accumulation très importante si ses fondations sont en mauvais état.
- Ils peuvent endommager les radiers de barrages ainsi que les vannages.
- Ils peuvent favoriser des érosions de berges intenses mais localisées s'ils se déposent d'une certaine façon dans le lit mineur et génèrent des turbulences importantes. Cet effet est négatif dans les zones à enjeux.

2.4.1.3. PHILOSOPHIE GLOBALE DE GESTION DES EMBACLES SUR L'OGNON

Un programme global de gestion des embâcles de l'Ognon doit donc prendre en considération les effets positifs et négatifs de ces structures ligneuses.

La philosophie globale suivante peut être proposée :

- Conserver les embâcles dans les secteurs où ils améliorent notablement les habitats aquatiques et rivulaires : retenues de barrages, anciens sites d'extraction. Eventuellement, stabiliser les plus gros avec des systèmes d'ancrage en berges.
- Les enlever dans les secteurs vulnérables aux inondations, c'est à dire dans ou immédiatement en aval des traversées de villages.
- Les enlever ou les stabiliser aux abords des ponts à arches étroites ou des barrages.

2.4.2. GESTION DES ALLUVIONS

Les embâcles participent au fonctionnement hydraulique et écologique de la rivière.

Il en va de même des alluvions grossières qui ont en outre un rôle majeur en termes de préservation de l'équilibre géodynamique. Quand il y a un transport solide suffisant par rapport à la puissance de la rivière, celle-ci ne s'incise pas, ce qui évite des désordres hydrauliques et écologiques importants.

2.4.2.1. POLITIQUE GLOBALE DE GESTION

Compte tenu de la situation fortement déficitaire en alluvions grossières de la moyenne et basse vallée de l'Ognon, il nous semble important de définir une politique globale de « **préservation du transit du débit solide** ».

Pour cela, une règle simple :

- Lorsque les dépôts d'alluvions génèrent localement un désordre hydraulique important ou une forte probabilité de désordre hydraulique : amont immédiat d'un pont étroit (revoir planche photo 3, pont de Belonchamp), éventuellement traversée de village si une petite étude hydraulique montre que les dépôts réduisent notablement la capacité d'écoulement en crue.
⇒ il peut être utile de les enlever et d'aller les redéposer en aval dans une zone non vulnérable
- Lorsque les alluvionnements ne génèrent pas de désordre hydraulique, il ne faut surtout pas les enlever. Leur transit vers l'aval se fera progressivement, au rythme des crues, et participera ainsi à l'équilibre dynamique de la rivière.

2.4.2.2. LE TRANSFERT DES ALLUVIONS VERS L'AVAL

Le « transfert artificiel » des sédiments vers l'aval en cas d'alluvionnement « générateur de désordres » nous semble la solution la plus adaptée au cas de l'Ognon. Cette méthode pose cependant 2 types de problèmes :

- Elle a un coût financier plus élevé que les anciennes méthodes (entreprises de Travaux Publics enlevant les alluvions et se rémunérant en partie sur le stock, enlèvement aux frais de la municipalité et redépôt sur des chemins ruraux etc...).

⇒ Le coût moyen d'enlèvement/transfert des matériaux est de l'ordre de 4 E HT le m³ pour un transfert dans un rayon de 10 km. Au delà, il faut compter environ 2.5 E HT de plus valeur par tranche de 5 km.

- Elle pose un problème « psycho-sociologique » dans la mesure où les riverains d'un cours d'eau ont généralement du mal à accepter que l'on vienne déposer « chez eux » des alluvions de l'amont. Il s'agira donc au cas par cas de trouver des sites de dépôts qui ne génèrent pas de réaction forte de la part des riverains.

Les règles générales de choix de ces sites sont les suivantes :

- ⇒ Toujours en zone rurale et jamais en amont immédiat (< 1 km) d'un village (si le cours d'eau traverse le village) ou d'un pont à arches étroites
- ⇒ Jamais en amont immédiat ou à l'intérieur d'une ancienne fosse d'extraction en lit mineur
- ⇒ En évitant si possible les retenues de barrages

Le site idéal est donc en zone rurale, le plus loin possible en amont des villages traversés par le cours d'eau ou si possible en aval, en section naturelle d'écoulement (c'est à dire hors retenue de barrage ou d'ancienne extraction).

Le mode opératoire des dépôts est de régaler si possible le volume sur toute la largeur du lit mineur et sur une distance permettant de limiter l'épaisseur moyenne du dépôt à 20-25 cm, ce qui correspond en moyenne sur l'Ognon amont à une réduction de la section inférieure à 10%.

Ainsi par exemple, le régilage d'un volume de 1000 m³ se fera sur toute la largeur du lit mineur (en moyenne 20-25 m dans la haute vallée) et sur environ 200 à 250 m linéaires.

3. CONCLUSION GENERALE

Le stock alluvial du lit mineur de l'Ognon et de ses affluents, non renouvelable à notre échelle de temps, a été surexploité entre les années 50 et les années 70 et a probablement même été **épuisé dans l'unité 2** (moyenne et basse vallées). Le reliquat de ce stock, encore visible en haute vallée, est en cours d'évacuation vers l'aval. Son transit est cependant complètement bloqué à partir du PK 110 par les nombreuses fosses des anciennes extractions en lit mineur. On peut estimer que la dynamique fluviale dans la haute vallée de l'Ognon est encore plus ou moins fonctionnelle, bien que figée par de très nombreuses protections de berges, tandis qu'elle est complètement dysfonctionnelle dans la moyenne et basse vallée.

Les très nombreux barrages, dont 70% environ n'ont actuellement plus d'usage économique, participent aujourd'hui, en plus de la dégradation de la qualité de l'eau et des habitats aquatiques, au piégeage de la charge alluviale de fond qui se cumule à celui généré par les anciennes extractions. Leur présence, notamment dans la basse et moyenne vallées, permet cependant de stabiliser le fond du lit mineur et la ligne d'eau et leur disparition pourrait entraîner des effets physiques et écologiques très négatifs (incision accélérée du lit, destruction d'ouvrages de franchissement, destruction de barrages, assèchement rapide des annexes hydrauliques, rabattement brutal de la nappe alluviale).

De nombreuses extractions en lit majeur ont remplacé celles en lit mineur. Leurs impacts sont moindres que les précédentes mais elles présentent au moins deux inconvénients vis à vis de la dynamique fluviale de l'Ognon : elles remplacent un volume alluvial potentiellement disponible pour l'équilibre géodynamique de la rivière par un volume de « vides » et elles peuvent de surcroît, en cas de capture du cours d'eau, piéger le reliquat de charge alluviale en transit.

Ce diagnostic fortement négatif nous amène à proposer une philosophie de gestion de l'Ognon relativement simple :

- Il faut restaurer la recharge sédimentaire dans la haute vallée et faciliter le transit des alluvions vers l'aval. Cela implique la mise en œuvre progressive du concept d'espace de liberté en tant que concept de « libre érosion ». Cela implique aussi de ne pas nécessairement restaurer les barrages de la haute vallée, sauf si le suivi topo-bathymétrique qui sera réalisé ces prochaines années, complété par des études ponctuelles, met en évidence des processus actifs d'érosion régressive et progressive sur la haute vallée.
- Il faut préserver le fonctionnement actuel de la moyenne et basse vallée, bien qu'il soit fortement dégradé par les anciennes extractions en lit mineur et par la présence de nombreux barrages. Dans la situation actuelle, il nous semble important que le profil en long du lit soit « verrouillé » par les points durs que constituent ces ouvrages pour éviter des désordres hydrauliques et écologiques importants et difficiles à maîtriser. Compte tenu du fort dysfonctionnement de ce secteur, il est possible que ce « verrouillage » artificiel soit nécessaire pendant encore de nombreuses décennies.