

**Etat des lieux du S.A.G.E.
Rapports définitifs des 6 études préalables**

**Schéma de gestion du transport
solide et des espaces de mobilité des
principaux cours d'eau
du bassin versant de l'Ardèche**

Contenu :

- 1- Rapport de phase 1 : étude du transport solide
- 2- Rapport de phase 2 : gestion du transport solide

p3 à 108
p109 à 180

Annexes et rapport photographique disponibles du secrétariat de la CLE
(fichiers images et carte de plus de 80Mo)

Bureaux d'Etude SOGREAH - novembre 2006 à juin 2007

SOMMAIRE

OBJET DE L'ETUDE	I
SYNTHESE ET CONCLUSIONS	II
1. BASSIN VERSANT DE L'ARDECHE.....	1
1.1. CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE	1
1.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE	2
1.2.1. ARDECHE	2
1.2.2. AFFLUENTS DE L'ARDECHE	2
1.2.3. HYDROLOGIE DES COURS D'EAU	3
1.2.4. INFLUENCES DES OUVRAGES HYDROELECTRIQUES	4
1.3. GEOMORPHOLOGIE DU BASSIN VERSANT	5
1.3.1. ARDECHE	5
1.3.1.1. AMONT D'AUBENAS	5
1.3.1.2. D'AUBENAS A RUOMS	6
1.3.1.3. DE RUOMS A VALLON PONT D'ARC	6
1.3.2. CHASSEZAC	7
1.3.3. BEAUME – DROBIE	7
1.3.3.1. TRONÇONS AMONT DE LA BEAUME ET LA DROBIE	7
1.3.3.2. TRONÇONS INTERMEDIAIRES	8
1.3.3.3. TRONÇON AVAL	8
1.3.4. IBIE	8
1.3.5. AUZON	8
1.3.6. LIGNON	9
1.3.7. LIGNE – LANDE	9
1.3.8. CONCLUSION	10
1.4. ENJEUX SUR LE BASSIN VERSANT	11
1.4.1. METHODOLOGIE	11
1.4.1.1. LES IMPACTS DES EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUES	11
1.4.1.2. LA MISE EN EVIDENCE DES CHOIX DE GESTION	11
1.4.1.3. CLASSIFICATION DES ENJEUX	12
1.4.2. ARDECHE	12
1.4.3. CHASSEZAC	14
1.4.4. BEAUME - DROBIE	15
1.4.5. IBIE	15
1.4.6. AUZON	17
1.4.7. LIGNON	17
1.4.8. LIGNE - LANDE	18
1.4.9. CONCLUSION	18
2. ETUDE DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE ET DU TRANSPORT SOLIDE.....	20
2.1. GENERALITES	20
2.1.1. LES MECANISMES DU TRANSPORT SOLIDE	20
2.1.1.1. LE CHARRIAGE	21
2.1.1.2. LA SUSPENSION	21
2.1.1.3. LE PAVAGE	21
2.1.2. MORPHOLOGIE CLASSIQUE D'UN COURS D'EAU	21
2.1.2.1. LES VERSANTS	21

2.1.2.2.	LES TORRENTS	22
2.1.2.3.	LE COURS AVAL	22
2.1.3.	EQUILIBRE ET EVOLUTION D'UN COURS D'EAU	22
2.1.3.1.	EQUILIBRE MOYEN	22
2.1.3.2.	EVOLUTION EN PLAN ET EN ALTITUDE	22
2.1.4.	PERTURBATIONS : MECANISMES ET CONSEQUENCES	24
2.1.4.1.	PONT	24
2.1.4.2.	ENDIGUEMENT	24
2.1.4.3.	BARRAGE OU SEUIL	25
2.1.4.4.	EXTRACTIONS DE MATERIAUX	25
2.1.4.5.	PRISE D'EAU	25
2.1.4.6.	RESTITUTION D'EAU CLAIRE	26
2.1.5.	TRANSPORT SOLIDE - METHODE DE CALCUL	26
2.1.5.1.	CALCUL DU VOLUME TRANSPORTE	26
2.1.6.	CARACTERISATION DES TRONÇONS HOMOGENES	27
2.1.6.1.	LA PENTE DU COURS D'EAU	27
2.1.6.2.	LA LARGEUR	27
2.1.6.3.	LA GRANULOMETRIE	27
2.1.6.4.	L'HYDROLOGIE	28
2.2.	APPLICATION AUX COURS D'EAU ETUDIES	28
2.2.1.	EQUILIBRE ET EVOLUTION	28
2.2.1.1.	ETUDE ALTIMETRIQUE - PROFILS EN LONG	28
2.2.1.2.	ETUDE PLANIMETRIQUE - ESPACES DE MOBILITE	47
2.2.2.	LES PERTURBATIONS	57
2.2.2.1.	PONTS	58
2.2.2.2.	ENDIGUEMENT	58
2.2.2.3.	SEUILS ET BARRAGES	58
2.2.2.4.	OCCUPATION DES SOLS	60
2.2.2.5.	PRISES D'EAU – RESTITUTIONS	61
2.2.2.6.	EXTRACTIONS	61
2.2.3.	DETERMINATION DES TRONÇONS HOMOGENES	64
2.2.3.1.	ARDECHE	66
2.2.3.2.	CHASSEZAC	67
2.2.3.3.	BEAUME - DROBIE	68
2.2.3.4.	IBIE	69
2.2.3.5.	AUZON	70
2.2.3.6.	LIGNON	71
2.2.3.7.	LIGNE – LANDE	72
2.2.4.	TRANSPORT SOLIDE – VOLUMES CHARRIES	74
2.2.4.1.	METHODOLOGIE	74
2.2.4.2.	ARDECHE	77
2.2.4.3.	CHASSEZAC	81
2.2.4.4.	BEAUME - DROBIE	82
2.2.4.5.	IBIE	84
2.2.4.6.	AUZON	85
2.2.4.7.	LIGNON	86
2.2.4.8.	LIGNE – LANDE	87
3.	CONCLUSIONS	88
3.1.	ARDECHE	88
3.2.	CHASSEZAC	89
3.3.	BEAUME - DROBIE	90
3.4.	IBIE	91
3.5.	AUZON	92
3.6.	LIGNON	92
3.7.	LIGNE – LANDE	92

4. BIBLIOGRAPHIE..... 94

oOo

OBJET DE L'ETUDE

Les objectifs de la présente étude sont divers :

- améliorer la connaissance du transport solide, de la dynamique fluviale et des espaces de mobilité sur l'Ardèche et ses principaux affluents (PHASE 1),
- faire la synthèse des données et assurer la cohérence avec les études existantes (PHASE 1),
- permettre la définition des préconisations pour la gestion du transport solide et de la dynamique fluviale sur la base de différents scénarios (PHASE 2).

La zone d'étude concerne l'ensemble du lit mineur et de l'espace alluvial de l'Ardèche et de ses principaux affluents, c'est-à-dire le bas Chassezac, la Beaume, l'Ibie, l'Auzon, le Lignon et la Ligne.

L'étude se divise ainsi en deux phases distinctes :

- **Phase 1 - Etat des lieux** : étude du transport solide et de la dynamique fluviale, avec notamment la mise en cohérence avec les études existantes
- **Phase 2 – Préconisations de gestion** : construction de scénarios pour la gestion du transport solide et de la dynamique fluviale

Le présent rapport correspond à la phase 1 de cette étude.

oOo

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

La présente synthèse reprend de manière succincte les résultats la phase 1 de l'étude du transport solide et des espaces de mobilité des principaux cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche.

Elle rappelle les points essentiels à retenir vis-à-vis du transport solide sur chacun des cours d'eau étudié : l'Ardèche, le Chassezac, la Beaume, l'Ibie, l'Auzon, le Lignon et la Ligne.

Ardèche

L'évolution verticale de l'Ardèche permet de distinguer **cinq grands tronçons** sur l'Ardèche :

- **Amont Aubenas** : lit stable, fixé par des affleurements rocheux et barrages artificiels. Les indices d'exhaussement sont très rares (par exemple à Pont de Rolandy et au droit du confluent de la Fontaulière) ; il s'agit de phénomènes de dépôt – reprise.
- **Aubenas – Ruoms** : lit sensiblement abaissé (de 1 à 2 m) à la suite des extractions massives des années 60 à 80 et stabilisé par des affleurements rocheux ou des seuils ;
- **Ruoms – Vallon** : lit artificiellement tenu par une succession de barrages ; le secteur est caractérisé par la présence de trois confluences : la Ligne n'a pas causé des évolution sensibles, la Beaume et le Chassezac semblent par contre jouer des rôles plus importants.
- **Traversée des gorges** : lit stable, hormis quelques abaissements entre Vallon et le Pont d'Arc (au droit de la confluence de l'Ibie).
- **Aval des gorges** : importants abaissements (jusqu'à 2 à 3 m) générés par les extractions, avec une tendance récente à l'exhaussement. Sur ce secteur on mentionne la présence d'un seuil au niveau de Biordonnes (Saint Julien de Peyrolas) reconstruit en 1995/1996 afin de stabiliser le profil en long de la rivière et de soutenir la nappe alluviale alimentant les captages d'eau potable des Baumasses (Rive Droite) et de la Piboulette (Rive Gauche).

Sur l'Ardèche, le charriage provient essentiellement du transport lors des fortes crues (≥ 10 ans). Les **volumes de matériaux** transportés annuellement par l'Ardèche ne dépasseraient pas **quelques dizaines de milliers de m³** sur l'ensemble du cours d'eau, variant de 5 000 à 10 000 m³/an en aval et 10 000 à 30 000 m³/an en amont ; le charriage des crues plus que décennales contribue pour 100 000 à 250 000 m³ sur un siècle. On note que les apports du Lignon et de la Fontaulière sont sensibles, tandis que la Beaume, la Ligne et L'Auzon ne

causent pas de modification notable au transport solide de l'Ardèche ; l'Ibie apporte très peu de matériaux par rapport à la superficie de son bassin versant.

Le sentiment général qui ressort est celui d'une vallée clairement marquée par l'incision, et révélatrice d'une vidange d'un stock alluvial hérité, avec un abaissement stigmatisé par d'importantes extractions au cours des dernières décennies.

Le transport solide étant très faible (comparativement à d'autres rivières de France), le ré-alluvionnement de l'Ardèche par les apports amont est aujourd'hui très lent, ce qui explique la lente évolution du fond du lit, à peine perceptible sur la majorité du cours d'eau. Dans l'état actuel des choses, et sans modifications anthropiques notables, il faudra probablement près d'un siècle à l'Ardèche (selon le hasard des crues) pour retrouver un profil d'équilibre sur l'ensemble de son linéaire.

En planimétrie, **le cours d'eau est contraint** par la présence de gorges sur une bonne partie de son linéaire (gorges de l'Ardèche, haute vallée en amont d'Ucel). Dans les plaines alluviales (d'Aubenas à Vogué, Chauzon, Vallon pont d'Arc, basse vallée), le cours d'eau a été souvent stabilisé par la présence d'infrastructures et de protections en latéral ainsi que par la présence de seuils. Le phénomène d'abaissement du lit vient renforcer cette stabilisation latérale. Seule la basse Ardèche est notable vis-à-vis d'une sensible mobilité latérale. La dynamique fluviale sur ce secteur est typique d'une rivière de plaine ; on retrouve alors un faciès de cours d'eau de plaine à méandres mobiles, facilement modelables lors des crues.

Seules contraintes sur ce tronçon sont les deux ponts RN 86 et SNCF ; ces deux réalisations fixent les deux méandres aval si bien que la seule mobilité restante a été le « ventre » observé depuis 1860 juste en amont des ponts.

En terme d'enjeux, l'Ardèche se caractérise par :

- peu de zone urbaine à enjeux, soumise aux risques liés à la dynamique de transport solide,
- quelques remblais soumis à la tendance à l'abaissement du lit,
- les captages à proximité du seuil des Biordonnes, où l'Ardèche tend à retrouver son ancien profil en long (exhaussements observés de façon nette).

Chassezac

En règle générale, les problèmes qui existent sur le Chassezac sont dus en grande partie aux extractions massives de matériaux. La construction de barrages, sur la moitié amont du bassin peut aussi avoir eu des conséquences dans le sens d'un abaissement du lit ; il est difficile, dans l'état actuel des données existantes et mises à notre disposition, d'en déterminer l'impact effectif.

L'analyse diachronique des profils en long a montré que la situation dans les années 80 correspondait à un **net abaissement** par rapport à 1921, de l'ordre de 1 à 1.5 m sur les premiers 3 km depuis la confluence avec l'Ardèche, puis 3 à 4 m sur le secteur de La Rouveyrolle – Maisonneuve, le plus exploité par les extractions ; l'enfoncement du bas Chassezac correspond donc approximativement à un volume total de 1 500 000 m³ environ en 63 ans. Ailleurs,

la forme de la vallée assez étroite notamment dans les gorges, laisse penser à une faible mobilité, même si on ne dispose que du profil IGN en amont de Gravières.

L'évolution récente, suite à l'arrêt des extractions, montrerait un léger exhaussement, ou une tendance au dépôt (BRL, 2001), même si les données à disposition ne prouvent pas clairement cette impression ; par ailleurs, l'arrêt des prélèvements reste relativement récent et il n'y a pas eu de phénomène important pouvant révéler de façon nette cette tendance.

La stabilité du fond du lit à l'état actuel du transport est confirmée par le profil en long levé en 2006 dans le cadre de la présente étude.

En outre, on ne peut dire, en l'absence provisoire des données EDF relativement à la gestion des barrages, s'ils freineront ou empêcheront cette phase de retour au lit antérieur.

En ce qui concerne la partie en amont de Casteljou (soit plus que deux tiers du tracé du Chassezac), on peut distinguer deux grands tronçons : le haut Chassezac, comprenant le Chassezac Lozérien et le secteur des barrages, et le secteur Malarce - Chassagnes. Sur la première partie, la pente globale est forte (2% pour les tronçons en vallée, 4 à 8% pour les tronçons en gorges) ; on signale la présence de 4 grands barrages qui fixent le fond du lit.

En aval de Malarce, la pente est plus faible (0.4 à 0.8%) mais l'omniprésence d'affleurements rocheux et gorges ne permet aucune évolution en verticale.

Sur toute la partie en amont de Chassagnes, la forme de la vallée, assez étroite, notamment dans les gorges, contribue à une faible concentration des enjeux. Cela nous conduit à concentrer notre analyse sur le secteur aval.

D'une manière générale, le Chassezac est la rivière la plus active du bassin vis-à-vis des volumes charriés ; la compétence totale comprenant les crues rares est de 20 000 à 35 000 m³/an.

Du point de vue de la mobilité latérale, on peut affirmer que la logique du Chassezac dans sa partie plaine alluviale est typique de la dynamique des rivières en plaine : présence de méandres se déplaçant à l'intérieur de l'espace de mobilité, par le biais d'érosion/dépôt dans les coudes.

En amont de Chassagnes, l'espace de mobilité géologique reste très limité par les versants.

En termes d'enjeux concernés par la dynamique du Chassezac, on peut noter, de façon très localisée :

- Les secteurs inondables de la Rouveyrolle ;
- Les abaissements observés semblent avoir limité ces risques ces dernières années.
- La conduite AEP, à Gerbail ; son déchaussement a donné lieu à des interventions locales. Son déchaussement a donné lieu à des interventions. Au vu du profil en long levé en 2006, on peut retenir que ce phénomène est lié essentiellement à un affouillement localisé.

- Le champ captant à Gerbial, menacé par les érosions latérales qui s'opèrent d'une façon naturelle.
- Les terres agricoles en général, soumises aux mêmes risques d'érosion latérale.

Beaume - Drobie

On distingue quatre tronçons sur la Beaume et un sur la Drobie :

- **Tronçon amont (en amont de la confluence avec la Drobie)**
Dans ce tronçon, il n'y a aucune raison d'observer une évolution majeure en altitude du profil en long, compte tenu de l'absence d'aménagements sur le lit et de la présence d'affleurements rocheux. Le profil en long de la Beaume est stable, dans un tronçon caractérisé par un transit sédimentaire sans interaction avec le lit.
- **Tronçon intermédiaire 1 (jusqu'aux gorges)**
Le profil en long de la Beaume est stable en moyenne, avec, localement et du fait de la respiration naturelle du cours d'eau, des zones de dépôt ou de reprise de matériaux. Le lit est pratiquement en équilibre avec les matériaux transportés et il n'y a pas d'évolution attendue à l'échelle humaine.
- **Tronçon intermédiaire 2 (jusqu'à la sortie des gorges)**
L'activité de dépôt – reprise devient plus marquée, et les perturbations du transport solide sont plus fréquentes.
Le pont de Labeaume a joué un rôle sur le profil en long, ponctuellement : on observe un léger dépôt en amont, du fait de la perte de charge induite, et un faible creusement à l'aval, probablement lié au déficit d'apport dû aux extractions amont.
Ces tendances restent de peu d'ampleur. Le profil en long étant globalement stable dans les gorges.
- **Tronçon aval (de la sortie des gorges à la confluence avec l'Ardèche)**
L'altitude du lit à la confluence avec l'Ardèche n'a pas évolué de façon sensible.
On observe une diminution de la pente générale avec des secteurs courts à forte pente, significatifs d'un fonctionnement type « cône de déjection » mais où la faiblesse des apports induit une formation et une évolution extrêmement lente de ces dépôts.
Il n'est pas interdit de penser que la pente actuelle n'est pas la pente d'équilibre de la Beaume sur ce secteur, et que le cours d'eau serait dans une lente phase d'engrèvement, insensible à l'échelle humaine et en particulier dans les années à venir.

Sur la Drobie l'omniprésence d'affleurements rocheux en fond de lit, ainsi que l'absence d'aménagements pouvant expliquer une éventuelle évolution du fond du lit permettent de conclure à une **stabilité du lit à l'échelle humaine**.

Compte tenu de l'incertitude sur le paramètre granulométrie, le volume moyen annuel est de l'ordre de 3000 m³ et une capacité de transport solide globalement

constante sur l'ensemble du cours d'eau, ce qui vient confirmer une situation d'équilibre qui ne devrait pas évoluer rapidement.

La mobilité de la Beaume et de la Drobie est assez réduite sur le secteur amont, voire pratiquement nulle lorsque la rivière s'écoule dans des gorges. Plus en aval, dans le secteur de Joyeuse, l'espace de mobilité géologique est plus étendu (plaine alluviale). L'espace historique est toutefois réduit par un assortiment de perrés ou digues le long du cours d'eau.

En aval de Joyeuse, d'autres gorges caractérisent la morphologie de la rivière ; le seul espace de mobilité méritant une attention particulière se trouve en amont du pont de Labeaume, du fait de la présence humaine. Toutefois, le risque reste modéré compte tenu des méandres marqués de la Beaume en cet endroit, dont l'extrados des coudes vient s'appuyer sur les falaises.

La confluence avec l'Ardèche semble s'être déplacée vers sud (vers l'aval par rapport à l'Ardèche) de 100 à 200 m environ.

Les enjeux notables sur ces rivières, pouvant être concernés par les évolutions du lit, sont :

- les campings qui jalonnent leurs cours,
- les zones agricoles, à la confluence avec l'Ardèche, soumises aux érosions de berges,
- essentiellement le village de Labeaume, comme enjeu urbain, le pont de Ribeyre-Bouchet.

Ibie

L'Ibie est un cours d'eau **globalement en équilibre** et dont la compétence en transport solide est faible.

D'un point de vue altimétrique, on observe :

- Un surcreusement en amont_(jusqu'à la confluence du Ruisseau de Remerquer) de 1 à 2 m environ ; deux explications sont évoquées :
 - extractions de matériaux pour la construction de la route RD102 entraînant une érosion progressive puis régressive localement ;
 - incision du lit mineur avec création de bancs perchés, la côte du fond moyen restant identique.
- Une zone d'exhaussement plus à l'aval, jusqu'à Cocusas. L'explication la plus probable à cet « exhaussement » est sûrement un reprofilage du lit, avec « lissage » des bancs et du lit mineur, d'origine soit naturelle (cruie) soit anthropique.
- A la confluence avec l'Ardèche, on retrouve un abaissement localisé lié à l'abaissement du lit de l'Ardèche dans sa partie aval suite aux extractions.

Le lit est en équilibre et stabilisé d'un point de vue altimétrique (en fond moyen). Ceci est confirmé par la nature du lit :

- un phénomène de pavage observé sur l'ensemble du linéaire ;

- la présence d'affleurements rocheux en de nombreux endroits (également dans les mouilles).

Les volumes transportés sont faibles, de l'ordre de 2 000 à 4 000 m³/an. La seule activité du lit résulte d'une respiration à l'occasion des crues (déplacement des méandres à l'intérieur d'un lit enveloppe, déplacement des secteurs de mouilles et des seuils) sous la forme d'une variation des profils en travers, la compétence du cours d'eau restant faible.

A sa confluence avec l'Ardèche, l'Ibie présente un abaissement du lit sensible, confirmé par le déchaussement du pont de la RD 290, qui pourrait remonter vers l'amont par érosion régressive. Compte tenu du faible volume charrié par la rivière, cette évolution reste peu importante à l'échelle humaine.

Les espaces de mobilité historique et géologique restent réduits et ne diffèrent que de quelques dizaines de mètres. Seule la partie aval à partir de Vigier montre une plaine alluviale plus étendue, avec un espace de mobilité plus large.

Coulant sur ses alluvions à la différence de la plupart des autres cours d'eau étudiés, l'Ibie a un lit mineur non contraint qui semble se déplacer à l'intérieur d'un lit "enveloppe" qui correspond environ à son lit majeur.

Cette rivière se caractérise par une quasi-absence d'enjeu, à l'exception du pont de la RD290 déjà mentionné.

Auzon

L'Auzon est elle aussi **une rivière globalement en équilibre**, ceci étant lié d'une part à sa très faible capacité de charriage et, d'autre part, à la présence fréquente de pavages et d'affleurement rocheux. La seule évolution notée est un léger abaissement entre Lussas et Saint Germain ayant atteint le substratum rocheux. L'incertitude sur les données à disposition invite à utiliser beaucoup de prudence en interprétant les évolutions altimétriques.

Le barrage de Darbres bloque tout transport vers l'aval mais ceci ne pose pas de problème compte tenu des deux éléments précédents.

D'un point de vue planimétrique, la configuration topographique de l'Auzon indique un cours d'eau à pente marquée et parcourant des vallées encaissées. La mobilité historique reste négligeable. Le développement de la ripisylve sur l'ensemble du cours d'eau semble confirmer cette relative stabilité latérale.

De même que l'Ibie, les enjeux répertoriés sur l'Auzon restent assez limités. Seuls quelques ponts sont à noter mais reposant sur le substratum, à l'exception du pont de Lanas, à proximité de la confluence avec l'Ardèche et qui en subit l'abaissement.

Lignon

La pauvreté de données sur le Lignon invite à user de beaucoup de prudence sur les résultats obtenus.

Au vu des profils en long, et compte tenu de la forte pente, le lit semble globalement relativement stable.

En aval de Jaujac, la rivière s'écoule le long d'une importante coulée basaltique et donc sur le substratum. En amont de ce village, les modifications observées par BRL semblent être liées à l'activité de la rivière lors de la crue de 1992 (respiration du lit) et ne pas être révélatrices d'une tendance quelconque.

Il est probable que les apports du Lignon sont supérieurs à ceux de l'Ardèche en amont de la confluence. Cependant, les calculs de transport solide n'ont pu le mettre en évidence, compte tenu des fortes incertitudes sur les paramètres (granulométrie essentiellement).

L'espace de mobilité de la basse vallée du Lignon, aussi bien historique que géologique, est fortement contraint par une coulée basaltique en rive droite. Ailleurs, la vallée reste très étroite ; on ne constate que deux élargissements, au droit des villages de Jaujac et La Souche. La mobilité historique est faible.

Les enjeux répertoriés sur le tracé du Lignon se concentrent sur la partie située en amont de Jaujac :

- Villages de Jaujac, la Souche et les Chambons ;
- Campings de Bruget et Chasselouve, à Jaujac ;
- Les zones agricoles, d'extension limitée.

Ligne – Lande

Malgré l'absence de profils en long récents, on peut considérer que la Ligne est stable d'un point de vue altimétrique, en aval à cause des gorges, en amont à cause des seuils et d'une forte diminution de la capacité de transport solide depuis le petit âge glaciaire.

D'un point de vue planimétrique, la seule zone où l'espace de mobilité géologique prend un peu plus d'ampleur se situe entre Largentière et la confluence de la Ligne et de la Lande. Toutefois, la présence de seuils limite l'évolution latérale de la Lande. On n'observe d'ailleurs pas d'évolution sensible du cours d'eau depuis un siècle.

Les enjeux se concentrent en amont de l'entrée des gorges situées près de la confluence Ligne – Lande : zone agricole assez étendue, correspondant à une petite plaine alluviale créée par la confluence des deux rivières.

Les seules zones urbaines notables traversées par la Ligne sont la ville de Largentière et, plus en amont, le village de Luthe.

oOo

1. BASSIN VERSANT DE L'ARDECHE

1.1. CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

Le bassin versant de l'Ardèche couvre une superficie de 2 430 km², entre la bordure cévenole du Massif Central et la Vallée du Rhône. Il est délimité au nord-est par le massif du Mont Gerbier-de-Jonc au Coiron (800 m), tandis que la ligne de partage des eaux avec la Cèze est constituée par le Mont Lozère (1 699 m) au sud-ouest et les plateaux calcaires du Bas Vivarais sédimentaire (300-400 m) au Sud. Son extrémité sud-est, est délimitée par la confluence de l'Ardèche avec le Rhône à 40 m d'altitude.

S'étendant sur 158 communes et 18 cantons, ce vaste bassin concerne :

- trois départements : Ardèche, Lozère, Gard ;
- deux régions : Rhône-Alpes : département de l'Ardèche ; Languedoc-Roussillon : départements de la Lozère et du Gard.

Il dépend de l'agence de l'eau Rhône, Méditerranée & Corse

La localisation générale du bassin versant figure en annexe 1-1.

Le bassin versant de l'Ardèche se caractérise par une diversité de paysages liée aux rapides variations du relief et à une très grande richesse géologique.

Ce territoire joue un net rôle de transition entre les plateaux de la Lozère à l'ouest et du Velay au nord et la vallée du Rhône au sud-est. Le contraste accusé du relief et de la végétation souligne le caractère de raccord du talus vivarois.

Les quatre principaux ensembles distingués sur le bassin sont :

- **les hauts plateaux des Cévennes Vivaraises**, creusés par un réseau dense de vallées étroites et profondes caractérisées par des pentes raides qui favorisent les crues violentes et rapides (Beaume, Drobie, Lignon, Fontaulière, Volane, ...) ;
- **le Bas Vivarais Sédimentaire** qui couvre successivement des zones de collines aux formes adoucies puis de vastes plateaux calcaires parfois entaillés par des cours d'eau comme l'Ardèche, l'Ibie ou le Chassezac (sur sa partie aval) ;
- **les formes volcaniques** nuanciant le paysage par une juxtaposition de reliefs saillants, plus ou moins adoucis, au pied desquels l'Ardèche se fraye un étroit cheminement (région de Thueyts) ou qui sont à l'origine de cours d'eau tels que l'Auzon et la Claduègne dans le plateau du Coiron ;
- **les formations alluviales**, présentes en fond des moyennes vallées du Chassezac, de la Beaume et de l'Ardèche ainsi qu'au niveau des terrasses de la basse Ardèche avant sa confluence avec le Rhône.

1.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Sont décrits ci-dessous les principaux cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche.

1.2.1. ARDECHE

Sur les 120 km qu'elle parcourt de sa source au Col de la Chavade à sa confluence avec le Rhône, l'Ardèche reçoit de nombreux affluents dont les spécificités (superficie du bassin versant, pente...) s'expriment en fonction de la nature des terrains traversés. Ces affluents sont détaillés ci-dessous.

1.2.2. AFFLUENTS DE L'ARDECHE

Les différents affluents de l'Ardèche sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Cours d'eau	Source	Exutoire	Lieu de confluence avec l'Ardèche	Rive	Longueur (km)	Surface du BV (km ²)	Pente moyenne (%)
Lignon	Le Béage	Ardèche	Meyras	RD	20	58.9	5,3
Fontaulière	Métable	Ardèche	Pont de Labeaume	RG	15	131.0	5,4
Bourges	Faysse longue gorge	Fontaulière	Saint-pierre-de-colombier	RG	18	67.7	3
Chassezac	Massif la Moure de la Gardille	Ardèche	Sampzon	RD	80	737.4	1,6
Borne	Col de la Croix de Bauzon	Chassezac	Pied-de-borne	RG	32	133.9	3
Beaume	Ron. De la Tour	Ardèche	St Alban auriolles	RD	40	243.0	2,8
Drobie	Massif de Prétaubat	Beaume	Beaumont	RD	24	99.1	1,25
Auzon	Plateau de Coiron	Ardèche	Vogüe	RG	22	121.6	4
Claduègne	La Borie de Chancolant	Auzon	Saint-Germain	RG	15	47.6	3,45
Ibie	Le Bourboulet	Ardèche	Vallon Pont d'Arc	RG	35	154.0	2
Ligne	Bois de Fayards	Ardèche	Labeaume	RD	12	124.3	4,2
Lande	Le Soubeyrol	Ligne	Uzer	RD	19	44.8	2
Roubreau	Plançon	Ligne	Largentiere	RD	12	25.2	2
Volane	Les Sapettes	Ardèche	Vals les bains	RG	21	110.5	5
Sandron	Le Bouchet	Ardèche	St julien de serres	RG	18	28.2	1,6

Cours d'eau	Source	Exutoire	Lieu de confluence avec l'Ardèche	Rive	Longueur (km)	Surface du BV (km ²)	Pente moyenne (%)
Luol ¹	Savignon	Ardèche	Aubenas	RG	18	61.4	0,5
Rau du Mas	Rocher de la clé	Volane	Antraigues-sur-volane	RG	7	23.1	4

Tableau 1-1 – Principaux cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche

1.2.3. HYDROLOGIE DES COURS D'EAU

Globalement, les cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche présentent les caractéristiques d'un régime hydrologique de type cévenol :

- période de **forts débits** (crues violentes et soudaines) en automne et au printemps,
- **étiages sévères** en période estivale (voire hivernale).

Certains enregistrent même des assecs sur tout ou partie de leur cours (Auzon, Ibie, Chassezac...).

Une dizaine de stations hydrométriques (disponibles sur la banque Hydro, hormis les données DDE) et gérées par la DIREN, la DDE ou EDF, sont inventoriées dans le tableau suivant.

Notons qu'aucune mesure n'existe sur certains cours d'eau (Luol, Sandron, Auzon, Claduègne, Drobie, Ibie).

Cours d'eau	Station	Code station	Surface BV (km ²)	Gestionnaire	Période de mesure	Module (m ³ /s)
Ardèche	Pont de Barutel à Meyras	V5004030	102	DIREN	1986-2006	3,60
	Pont de Rolandy à Pont-de-Labeaume	V5004020	160	DIREN	1965-1977	6,35
	Pont de Labeaume	V5004010	280	DIREN	1965-2006	16,4
	Ucel	V5014030	480	DDE	1850-2006	?
	Vogué	V5014010	636	DIREN	1965-2006	26,30
	Vallon-Pont-d'Arc	V5054010	1930	DDE	1850-2006	?
	Sauze à St-Martin-d'Ardèche	V5064010	2 240	DIREN	1955-2006	64,90
Fontaulière	Pont de Pourtalou à Meyras	V5006210	131	DIREN	1980-1985	?
Volane	Vals-les-Bains	V5015210	106	DDE	1850-2006	?

¹ Luol est le nom donné au cours d'eau qui résulte de la confluence entre l'Oize et la Boulogne.

Cours d'eau	Station	Code station	Surface BV (km ²)	Gestionnaire	Période de mesure	Module (m ³ /s)
Ligne	Gourami à Labeaume	V5026410	112	DIREN	1972-1989	2,07
La Beaume	Saint-Alban-Auriolles	V5035010	241	DIREN	1967-1982	7,56
	Rosières	V5035020	210	DDE	1850-2006	?
Altier	La Goulette à Altier	V5046610	103	DIREN	1969-2006	3,52
La Borne	Pont de Nicoulaud à St-Laurent-les-Bains	V5045810	62,7	EDF	1969-2005	2,69
Chassezac	Gravières	V5045030	500	DDE	1850-2006	?
	Les Bertronnas à Chambonas	V5045020	507	EDF	1971-2005	15,6

Tableau 1-2 - Stations hydrométriques du bassin versant de l'Ardèche

Les données débitométriques à ces différentes stations sont rappelées en annexe 1-2.

Notons que les débits de crue n'ont pas été estimés pour des périodes de retour supérieures à 50 ans. Or, le transport solide sur les cours d'eau étudiés arrive lors d'événements rares. Il a donc été nécessaire d'estimer les débits de crue de projet jusqu'à une période de retour de 100 ans.

1.2.4. INFLUENCES DES OUVRAGES HYDROELECTRIQUES

L'Ardèche et le Chassezac s'individualisent du fait de la présence d'équipements hydroélectriques implantés sur les fractions amont de leurs bassins versants respectifs.

Les régimes de l'**Ardèche et du Chassezac** sont influencés par les modalités de **gestion des ouvrages hydroélectriques** situés en amont, celui de l'Ardèche étant directement lié aux apports du Haut Bassin de la Loire.

1.2.4.1.1. BASSIN DE L'ARDECHE

Près de **220 Mm³/an** sont apportées au bassin de l'Ardèche à partir des réserves du haut bassin de la Loire (lacs d'Issarlès, du Gage, de la Palisse) via le complexe EDF de Montpezat. Un **débit supplémentaire moyen de 7 m³/s** en découle, cet apport s'effectuant sous forme d'**éclusées de 11 ou 22 m³/s**.

1.2.4.1.2. BASSIN DU CHASSEZAC

La totalité du linéaire du Chassezac est court-circuitée jusqu'aux Salelles. En exploitant la totalité des dénivelés existant sur le haut Chassezac et ses affluents, les débits des tronçons sont totalement contrôlés. Les barrages (Malarce, Sainte-Marguerite Lafigère, Villefort, Raschas, Roujanel) permettent notamment de jouer un rôle de soutien d'étiage. **Les barrages semblent être transparents vis-à-vis des crues supérieures à 200 m³/s, débit auquel les vannes du barrage de Malarce sont complètement ouvertes.**

Une fiche synoptique de ces barrages est donnée en annexe 1-3.

1.3. GEOMORPHOLOGIE DU BASSIN VERSANT

La carte en annexe 1-4 présente les différentes formations géologiques du bassin versant de l'Ardèche.

L'étude géomorphologique des cours d'eau étudiés est détaillée ci-dessous.

1.3.1. ARDECHE

Si l'on excepte les formations géologiques particulières du houiller (bassin de Jaujac) et du trias (zone de Largentière – Joyeuse à dominante gréseuse), on distingue trois grands ensembles :

- les **formations cristallines** (ou métamorphiques) de la moitié amont du bassin (amont d'Aubenas et haut bassin de la Beaume et du Chassezac) ;
- les **formations sédimentaires**, à dominante calcaire ou marneuse, de la moitié inférieure du bassin (plateau des gorges de l'Ardèche,...) ;
- les coulées volcaniques.

En revanche, les coulées récentes de la Fontaulière, du Lignon, de la Volane et de l'Ardèche à Thueyts jouent un rôle majeur dans le charriage de la haute Ardèche, malgré leur surface relativement modeste. En effet, ces coulées, développées dans le fond de vallée, ont été entaillées par les cours d'eau. Les orgues basaltiques dominent ainsi directement le lit, apportant des blocs de prismes basaltiques, comme on peut l'observer aujourd'hui par exemple sur la Fontaulière.

La composition géologique des échantillons levés par SOGREAH en 1993 et F. Gob en 2005 est représentée dans la carte figurant en annexe 1-5 et illustre clairement l'incidence des coulées de basalte en amont, de la contribution du Chassezac en apports granitiques et les apports latéraux suspectés dans les gorges de l'Ardèche.

1.3.1.1. AMONT D'AUBENAS

En amont d'Aubenas, la haute Ardèche est purement granitique (en amont de Thueyts), et ce jusqu'à la confluence du Lignon et de la Fontaulière, toutes deux à forte teneur en basalte. Le Lignon et la coulée qui lui est associée (elle borde le lit de l'Ardèche sur plus de 1,5 km) sont peu productifs en terme de gros éléments, mais restent importante en quantité de matériaux apportés. La Fontaulière, quant à elle, recharge l'Ardèche en éléments plus grossiers.

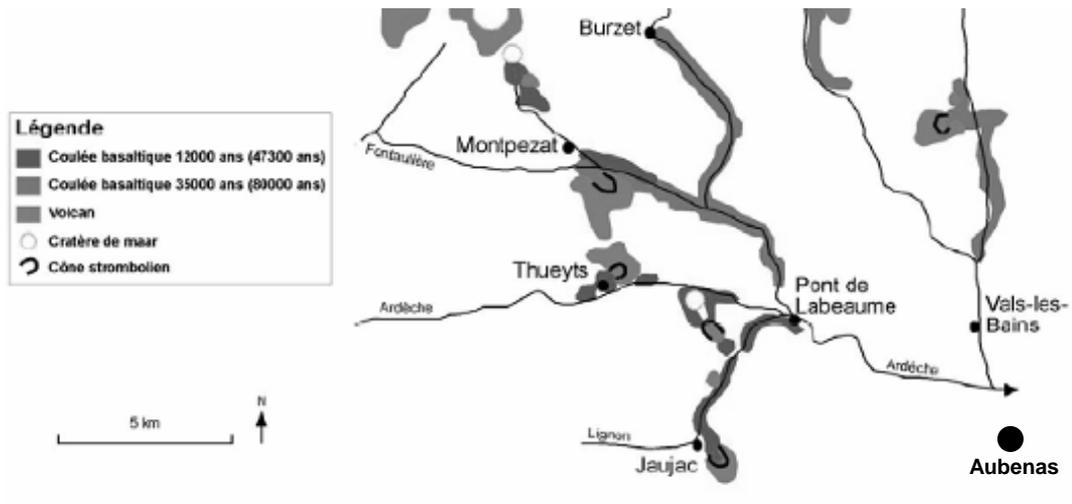


Figure 1-1– Cartes des phénomènes volcaniques récents (source : <http://www.volcans-ardeche.com>)

Les coulées anciennes des Coirons se retrouvent en crête par un phénomène d'inversion de relief. On les retrouve principalement en tête de bassin de l'Auzon. Elles restent ainsi marginales pour les apports solides sur l'Ardèche.

A Aubenas, la proportion basalte/granite se stabilise autour d'une valeur de 1 à 2. Après avoir parcouru environ 40 km, la rivière pénètre sur des terrains calcaires et la charge de fond s'enrichit alors en calcaires marneux et calcaires plus résistants.

1.3.1.2. D'AUBENAS A RUOMS

D'Aubenas à Ruoms, les variations de la proportion basalte/granite ne paraissent pas significatives. Les apports calcaires ne sont pas négligeables (10 à 15 % des alluvions) mais restent faibles en regard du bassin concerné.

La constance dans la taille des éléments calcaires indique une fourniture régulière par les versants mais également une usure rapide des blocs de calcaire. La nature friable de la roche explique la fourniture sédimentaire importante et, paradoxalement, la faible représentation des calcaires dans la charge de fond.

1.3.1.3. DE RUOMS A VALLON PONT D'ARC

De Ruoms à Vallon Pont d'Arc, les apports de la Ligne, et surtout de la Beauce et du Chassezac, granitiques et sédimentaires mais exempts d'apports volcaniques, vont sensiblement modifier cette répartition. Sur l'Ardèche aval, on observe une teneur importante en éléments calcaires, provenant certainement de la contribution des gorges, mais aussi liée à un déficit de matériaux cristallins ou volcaniques en provenance du bassin amont. Ce déficit est directement lié aux extractions passées entre Aubenas et Vallon. Les apports amont contribuent actuellement au réalluvionnement de ce secteur et n'arrivent que difficilement à l'aval des gorges.

1.3.2. CHASSEZAC

Le Chassezac est une rivière empruntant des gorges sur une grande partie de son linéaire. Seule la basse vallée, c'est-à-dire le secteur de la confluence jusqu'au village de Gravières, correspondant à la plaine alluviale, est intéressant du point de vue du transport solide, du fait d'une pente plus faible, de la présence de dépôts alluviaux mobilisables et de la concentration d'enjeux. L'amont est bien évidemment pris en compte dans un souci de compréhension globale du cours d'eau.

Le Chassezac s'écoule, dans sa haute vallée, sur des matériaux principalement cristallins (micaschistes), sauf au niveau de Pied de Borne, où il traverse un massif granitique. Ensuite, peu en amont de Casteljou, il entre dans les terrains sédimentaires caractérisant toute la moyenne vallée de l'Ardèche, notamment des calcaires (secteur de Casteljou) et calcaires marneux (jusqu'à la confluence avec l'Ardèche).

Contrairement à ce qu'on a noté sur l'Ardèche, le Chassezac ne traverse aucune coulée basaltique.

L'étude SOGREAH (1993) montre que la contribution du Chassezac aux alluvions de l'Ardèche est, du point de vue géologique, proportionnelle à son importance géographique ; la thèse de F. Gob (2005) précise que, même si le Chassezac a une charge bien plus grossières dans son haut bassin, l'affinage se fait au même rythme que celui de l'Ardèche, indiquant des rapports taille des blocs/ paramètres dynamiques vraisemblablement proches.

1.3.3. BEAUME – DROBIE

La Beaume, s'écoulant pour une bonne partie de son cours sur des terrains cristallins, apporte une sensible modification aux alluvions de l'Ardèche (SOGREAH 1993).

On note un changement évident de la composition des alluvions de l'Ardèche après la confluence de la Beaume ; ainsi, le pourcentage de basalte décroît, la Beaume étant une rivière totalement exempte d'apports volcaniques. Par ailleurs, on vérifie facilement que cette décroissance de teneur basaltique est supérieure en proportion à ce qu'on s'attendrait à la suite d'un calcul des apports ramenés à la superficie du sous-bassin. La contribution de la Beaume au transport solide de l'Ardèche est ainsi supérieure à sa contribution en terme de superficie.

1.3.3.1. TRONÇONS AMONT DE LA BEAUME ET LA DROBIE.

Ces tronçons correspondent aux deux tronçons suivants :

- des sources au Gua (Beaume),
- des sources au confluent avec la Pourcharesse (Drobie).

Ces deux tronçons, qui correspondent au cours amont de la Beaume et de la Drobie, drainent la partie cristalline des bassins versants, constituée essentiellement de granite. C'est de cette partie du bassin que proviennent les matériaux granitiques que l'on retrouve dans le cours aval des cours d'eau.

Quelques zones d'apports de matériaux sous forme d'éboulis sont visibles sur les versants qui habillent le bassin, notamment dans la haute vallée de la Beaume.

En dehors de ces zones ponctuelles, on ne note pas de sources notables de matériaux. Les matériaux transportés sont principalement le résultat d'une lente évolution globale du substratum cristallin.

Le lit débordant est peu étendu d'une façon générale. Il est la plupart du temps inexistant du fait de la morphologie très encaissée ou en gorges des cours d'eau, et se limite à quelques terrasses rares (secteur du Chambon ou de Murette sur la Beume).

1.3.3.2. TRONÇONS INTERMEDIAIRES

Ces tronçons s'étendent du Gua à l'entrée dans les gorges (Beume) et du ruisseau la Pourchasse à la Beume (Drobie).

La transition géologique entre les tronçons amont et les tronçons intermédiaires est relativement brutale.

Après s'être entaillé un lit dans les formations cristallines dans le tronçon amont, la Drobie traverse des formations de schistes plus tendres, jusqu'à sa confluence avec la Beume.

Pour la Beume, les formations schisteuses en aval du Gua, puis sédimentaires en aval de l'île de Vernon, succèdent aux formations cristallines du tronçon amont. Jusqu'à la confluence de la Drobie, le cours d'eau traverse des formations de schistes ; en aval, jusqu'au pont de Rosières les formations traversées sont de type sédimentaire compacte (calcaires, marnes, grès). Dans le secteur entre Joyeuse et les gorges, la Beume traverse des formations sédimentaires de type marnes en bancs minces lités, très érodables.

1.3.3.3. TRONÇON AVAL

Ce tronçon va des gorges jusqu'à la confluence de l'Ardèche. Il concerne la partie en gorges de la Beume, ainsi que le secteur de la confluence avec l'Ardèche.

D'un point de vue morphologique, les gorges présentent une structure très homogène : la Beume a entaillé des gorges profondes et régulières dans des formations de marnes en bancs épais. Elle est libre de divaguer à l'intérieur de ces gorges d'une largeur de 50 m environ.

Des terrasses latérales plus ou moins érodées, participent à l'alimentation en matériaux.

1.3.4. IBIE

La géologie de l'Ibie est relativement homogène : la rivière écoule entièrement sur une couche de marnes et calcaires marneux du Crétacé Inférieur, sauf dans le territoire de Vallon Pont d'Arc, où une plaine alluviale s'est formée.

L'étude SOGREAH 1993 indique que les apports de la zone calcaire entre Aubenas et Vallon Pont d'Arc sont relativement faibles ; ce qui laisse à penser que l'Ibie a une contribution faible sur le transport solide de l'Ardèche.

1.3.5. AUZON

A l'instar de l'Ibie, l'Auzon s'écoule sur bonne partie de son tracé sur des terrains sédimentaires principalement marneux ou calcaires marneux ; sa basse vallée est

caractérisée par des calcaires du jurassique. La singularité de l'Auzon est que sa partie amont se situe sur le plateau des Coirons, correspondant à une importante formation basaltique affleurant qui influence la composition des alluvions (rappelons que le basalte est un matériau assez érodable par rapport aux calcaires ou aux granites).

1.3.6. LIGNON

Le Lignon se distingue nettement de la haute Ardèche de par son aspect géologique ; la haute Ardèche est purement granitique (en amont de Thueyts) tandis que le Lignon (et la Fontaulière) ont une forte teneur en basalte.

Le Lignon entaille en effet, de Jaujac au confluent de l'Ardèche, un ensemble de coulées basaltiques dont les prismes dominant directement le lit.

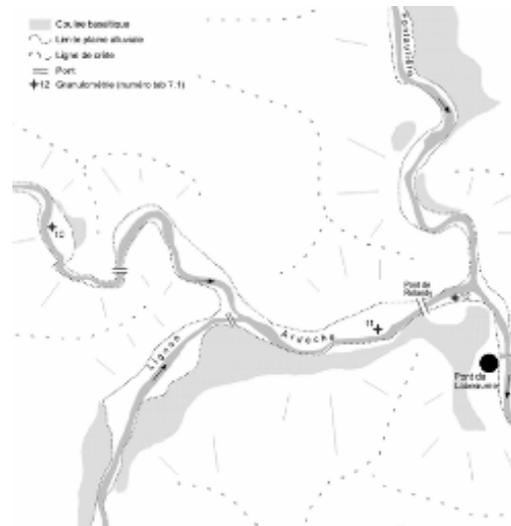


Figure 1-2 – Coulée basaltique à la confluence du Lignon (source : F. Gob, 2005)

Par ailleurs, on note une forte croissance de la teneur en basalte de l'Ardèche juste en aval de la confluence du Lignon (SOGREAH, 1993), ce qui fait penser que le Lignon apporte beaucoup de matériaux en proportion de son bassin versant.

1.3.7. LIGNE – LANDE

La configuration géologique de la Ligne est très variable le long de son cours. Le cours d'eau s'écoule en haute vallée dans les mêmes formations cristallines de la haute Ardèche et de la haute Beaume (migmatites, gneiss) ; similairement à ces rivières, la Ligne suit son cours dans des terrains sédimentaires, traverse un bassin houiller sur un court linéaire en amont de Largentière, puis coule sur du grès jusqu'à Largentière et enfin du calcaire jusqu'à la confluence.

Les apports de la Ligne modifient la composition des matériaux présents dans l'Ardèche, en faisant notamment baisser la proportion de basalte.

1.3.8. CONCLUSION

L'analyse de la composition géologique des alluvions sur le bassin versant permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Certains secteurs ont un rôle dans les apports solides supérieur à leur importance géographique :
 - Lignon : forte teneur en basalte entre les confluences du Lignon et de la Fontaulière
 - Beaume : apport granitique important
 - Secteur des gorges de l'Ardèche : apport des parois dominant les gorges et des ravines issues du plateau
- D'autres secteurs, au contraire, fournissent peu de matériaux : haute-Ardèche, secteurs calcaires entre Aubenas et Pont d'Arc (pas de variation de composition notable)
- Le Chassezac semble avoir un rôle « en proportion » avec sa superficie
- Il y a actuellement un déficit de transit de matériaux en aval de Vallon Pont d'Arc (déficit en matériaux volcaniques et cristallins venant de l'amont) lié au réalluvionnement des anciennes zones d'extraction entre Aubenas et Vallon.

1.4. ENJEUX SUR LE BASSIN VERSANT

1.4.1. METHODOLOGIE

1.4.1.1. LES IMPACTS DES EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUES

L'étude du transport solide et de la morphologie fluviale n'est pas une fin en soi. Et le rétablissement de la continuité sédimentologique que préconisent les SDAGE ne vaut que par les avantages qu'il procure.

On doit donc mettre en évidence dans chaque tronçon caractéristique tous les problèmes liés à la situation actuelle ou future du lit, les remèdes auxquels conduisent l'examen des problèmes et les impacts des solutions préconisées ou au contraire les tendances prévisibles en l'absence d'intervention.

1.4.1.2. LA MISE EN EVIDENCE DES CHOIX DE GESTION

Le croisement des enjeux et de l'état actuel et futur du lit permettra de mettre en évidence les « conflits » d'objectif sur la gestion du transport solide.

On citera quelques exemples de conflits fréquemment rencontrés:

- **le rétablissement du transit des matériaux**, permettant un meilleur fonctionnement du lit à l'aval, peut nécessiter un exhaussement du lit dans un secteur sensible aux débordements ;
- **le curage régulier d'un tronçon** pour réduire la fréquence des débordements peut conduire à un déficit de matériaux préjudiciable à l'aval, et à une dégradation des milieux alluviaux locaux ;
- la réduction des perturbations induites par un **barrage** sur le transit sédimentaire se heurtera à de fortes contraintes économiques (manque à gagner sur la production électrique, perte de réserves d'eau pour l'irrigation, ...);
- **la variabilité de l'état du lit** inhérente à l'accroissement de la dynamique fluviale (c'est d'ailleurs la clé de la qualité des milieux alluviaux) peut heurter les riverains soucieux de maîtriser les niveaux de crue, notamment dans les zones endiguées urbaines ;
- l'acceptation des **érosions de berge** contrariera la vocation agricole des espaces riverains.

1.4.1.3. CLASSIFICATION DES ENJEUX

Les enjeux ont été classifiés selon les paramètres suivants :

- Enjeux urbains, correspondant aux tronçons de rivière qui traversent une zone urbanisée. Le risque est lié à la présence constante et à la densité élevée de personnes.
- Enjeux touristiques, correspondant aux tronçons de rivière où se développe une activité touristique avec une présence humaine annuelle ou saisonnière (par exemple, les campings).
- Enjeux agricoles, zones où l'activité agricole peut être influencée par des modifications sur le cours d'eau (réduction de parcelle lié à des anses d'érosion,...).

Mais la gestion du transport solide à l'échelle du bassin recouvre d'autres enjeux :

- **environnemental** : la qualité des milieux dépend souvent de l'intensité des processus morphodynamiques et des connexions entre le lit principal et les milieux latéraux ;
- **paysager** : les interventions incessantes dans le lit peuvent durablement le défigurer ;
- **de loisir** : aménagement de zones de baignades.

Il faudra donc en tenir compte dans le cas où ces enjeux seraient d'importance majeure.

1.4.2. ARDECHE

Les différents enjeux sont localisés sur la carte figurant en annexe 1-6. La représentation indique uniquement les enjeux notables. Il est bien entendu que l'ensemble de la zone en plaine alluviale, ainsi que tout ouvrage de franchissement, présentent un enjeu à plus ou moins long terme.

Les centres de Saint-Martin d'Ardèche, Ruoms, Balazuc, Lanas, Vogüé, Ucel, Labégude, Lalevade et Pont de Labeaume sont traversés par l'Ardèche. Toutefois, tous ces centres urbains ne présentent pas le même risque vis-à-vis de la dynamique fluviale, si ce n'est en cas d'exhaussement de la rivière, entraînant une augmentation du risque d'inondation. En effet, les zones habitées sont souvent en hauteur par rapport au cours d'eau, et les habitations en bordure de rivière sont rares. Les réels enjeux vis-à-vis de ces centres urbains sont la présence d'ouvrages de franchissement et la présence d'infrastructures routières à proximité du cours d'eau. Les enjeux liés sont alors des risques de déstabilisation, voire d'effondrement de ce type d'ouvrage en cas d'abaissement du fond du lit.

Notons qu'un certain nombre d'ouvrages reposent sur le substratum rocheux, ce qui limite a priori le risque sur ces ouvrages.

D'autre part, l'Ardèche est connue dans toute la France pour les activités touristiques liées à l'eau ; les campings et les zones de loisirs sont donc très fréquents sur son cours. On retrouve une concentration majeure de campings à l'entrée des gorges, de Ruoms au Pont d'Arc, mais

d'autres zones sont à noter, comme la basse vallée, la zone de Vogüé et la zone de Saint Didier sous Aubenas.

Compte tenu de la vocation même de ces campings (proximité et aisance d'accès au cours d'eau), ceux-ci ont été localisés de manière exhaustive sur la carte des enjeux.

Les zones agricoles sont aussi très fréquentes le long de l'Ardèche, localisées notamment dans les grandes plaines alluviales. On retrouve des zones agricoles étendues dans la basse vallée de l'Ardèche (de la sortie des gorges à la confluence avec le Rhône) et dans la plaine d'Aubenas (de Saint Privat à Vogüé) ; d'autres zones cultivées de dimensions plus réduites existent près de la confluence du Chassezac (Sampzon) et à Ucel. Les zones les plus « menacées » par la dynamique fluviale sont a priori les zones situées dans l'extrados des coudes existants, dans lesquels des anses d'érosion peuvent se former, empiétant alors sur les terrains agricoles.

A niveau de la plaine alluviale d'Aubenas, on rencontre une zone à enjeux plutôt étendue :

- Au droit de Saint Didier sous Aubenas, la mobilité de la rivière semble importante ; un remblaiement a été fait le long d'une zone biotope.
- A Ucel (zone dite du Poisson), on prévoit la construction d'une nouvelle zone artisanale sur un remblaiement fait avec des déchets classe III.
- Un autre remblaiement a eu lieu à Labégude – La Basse Bégude (secteur Chamboulas).

Sur ces zones, la question à se poser est la pérennité des réalisations et les solutions existant le cas échéant.

Un autre secteur à enjeux forts est la basse vallée de l'Ardèche (de la sortie des gorges à la confluence avec le Rhône).

Sur la basse vallée, on mentionne la présence d'un seuil au niveau des Biordonnes (Saint Julien de Peyrolas) reconstruit en 1995/1996, afin de stabiliser le profil en long de la rivière et de soutenir la nappe alluviale alimentant les captages d'eau potable des Baumasses (Rive droite) et de la Piboulette (Rive Gauche); les communes riveraines et le Syndicat Intercommunale de la Vallée de l'Ardèche ont signalé ce seuil comme un point très sensible.

Le dossier d'autorisation réalisé par le SIVA en mai 1994 mentionne que « l'abaissement du fond du lit suite aux extractions anarchiques de matériaux alluvionnaires a eu pour effet l'abaissement du niveau de l'eau dans ces captages » (Baumasses et Piboulette). La multiplication des puits d'irrigation n'a fait qu'aggraver cette situation. Certains de ces captages ont frôlé l'assèchement en période d'étiage (1989) ».

Dès 2001, le syndicat Ardèche Claire a identifié des dégradations sur le coursier (enrochement aval) du seuil, inscrivant les travaux de confortement dans son programme 2001/2003.



Figure 1-3 – Seuil de Biordonnes depuis la rive droite

Après une visite de l'ouvrage, on constate un fort engrèvement en amont et en aval du seuil, probablement dû au transport solide naturel de la rivière.

L'Ardèche à ce niveau a subi des extractions dans le lit mineur jusqu'aux années 80 ; le risque de capture des anciens sites de carrières est à considérer.

La basse vallée de l'Ardèche étant sans doute, face aux enjeux existants, un secteur méritant des attentions particulières, il faut aussi rappeler que, au siècle dernier, un long secteur comprenant le seuil des Biordonnes s'est déplacé vers le sud, faisant craindre des répercussions potentielles sur les activités riveraines.

1.4.3. CHASSEZAC

Sur le Chassezac, à la différence de l'Ardèche, les enjeux urbains ne sont pas aussi fréquents. Sur la basse vallée on ne retrouve pas de centre urbain notable à proximité du cours d'eau. On rappelle toutefois que les hameaux des Lèbres et de La Rouveyrolle pourraient être menacés lors des crues les plus intenses par le débordement de la rivière en rive droite ; le premier village, notamment, a été historiquement sujet à des inondations. L'abaissement du lit constaté au droit de ces secteurs semble avoir limité ces inondations ces dernières années.

Durant les dernières décennies, au droit de la Rouveyrolle et de la zone de champs captants plus en aval, la rivière a semble-t-il manifesté la tendance à creuser dans l'extrados des méandres, en rive droite, venant menacer respectivement des terres agricoles et la RD111.

En aval du pont de Grospierres, en rive gauche, les captages SEBA (puits exploitant la nappe d'accompagnement du Chassezac) représentent un enjeu important et menacé car la rivière a montré une tendance à éroder la berge en rive gauche et à se déplacer dans cette direction. Les captages fournissent de l'eau potable au village de Saint Alban Auriolles et à une zone plutôt étendue dans la basse vallée de l'Ardèche. Le SEBA est intervenu en mettant en place des enrochements, localement.

Sur la basse vallée, malgré l'abaissement, on ne note pas d'ouvrages menacés, le pont de Maisonneuve se trouvant sur le substratum rocheux et celui de Grospierres sur un secteur où l'abaissement est moindre.

Notons, immédiatement en aval du pont de Grospierres, à Gerbial, le découverture de la conduite de transport AEP franchissant la rivière à quelques mètres au-dessous du fond du lit ; ce découverture a nécessité plusieurs interventions de « confortement » de la couverture de cette conduite.



Figure 1-4 – Chassezac depuis RG – conduite AEP (gauche) et champs captants (droite)

Par rapport à l'Ardèche, les campings sont moins nombreux sur le Chassezac, toutefois on en retrouve quelques uns en aval de Casteljau, à la Rouveyrolle, à Maisonneuve et en amont de Saint Alban Auriolles.

La plaine alluviale du bas Chassezac correspond à une zone à forte présence rurale ; les enjeux liés aux activités agricoles restent importants. Les aires agricoles situées en rive droite sur le secteur compris entre la confluence du Tégoul et Chandolas semblent menacées à cause de l'érosion de la berge droite, en remblai. Le niveau des terrains agricoles étant plus bas que le niveau du remblai, une érosion de celui-ci pourrait à terme entraîner un débordement plus fréquent sur cette rive.

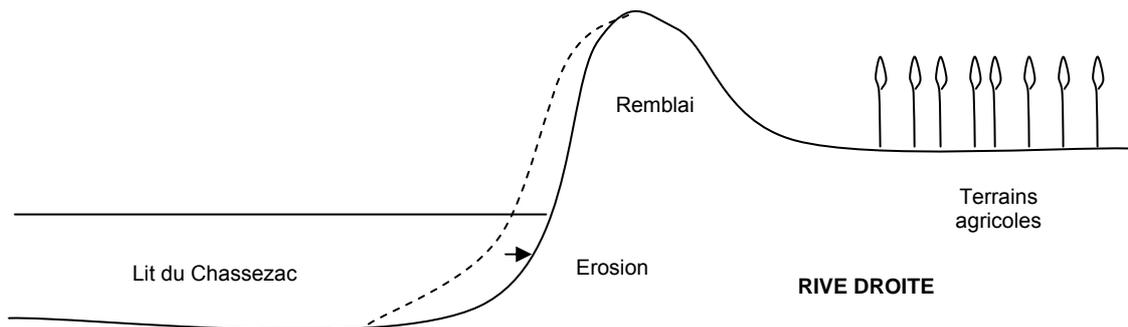


Figure 1-5 - Configuration de la rive droite en amont de Chandolas – Lieu-dit La Selve

Il faut rappeler la présence sur le haut tracé du Chassezac et sur ses affluents, de plusieurs barrages EDF, construits pour la plupart dans les années 60 et qui, même s'ils sont construits en zones jugées stables du point de vue du transport solide, représentent un enjeu d'importance fondamentale.

1.4.4. BEAUME - DROBIE

Les principales zones urbaines le long de la Beaume, sont les villes de Labeaume, Joyeuse, Rosières et Saint Martin.

Les campings sont aussi bien présents sur la Beaume, se concentrant notamment en amont et en aval des gorges.

Les zones agricoles sur la Beaume se concentrent dans le secteur de Ribeyre Bouchet et l'île de Vernon ; ces terres agricoles étaient utilisées pour les cultures maraîchères.

Concernant les ouvrages, la pérennité de la passerelle de Ribeyre-Bouchet et du perré situé en rive droite en aval ainsi que le déchaussement du pont par érosion progressive sont des points qui ont été abordés lors de l'étude de SOGREAH de 1999.

1.4.5. IBIE

Peu d'enjeux ont été répertoriés sur le cours d'eau :

- On ne retrouve pas d'**obstacles au transport solide** en aval du Rounel ; les ponts présents ne créent pas de perturbation sensible du transport solide. Les autres ouvrages répertoriés sont les épis, nombreux dans le tronçon Vigier –

Cocusas mais de faible longueur, dont le rôle est la protection des berges sous resserrement de la section d'écoulement ;

- Les **zones urbaines** sur l'Ibie sont peu nombreuses et d'un enjeu faible, car situées en hauteur par rapport au cours d'eau : Villeneuve de Berg en amont et St Maurice d'Ibie et Vigier, en aval.
- On note aussi la présence de deux **campings** sur les rives, l'un aux Plots et l'autre à la confluence avec l'Ardèche ;
- La route passe localement à proximité du cours d'eau, et en correspondance de ces passages, on retrouve des enrochements posés en protections de berge ;



Figure 1-6 - Cours d'eau de l'Ibie – Le Grand Chambon

- Les autres types d'enjeux non urbains sont les zones cultivées se retrouvant soit sur la basse vallée, soit en aval de Villeneuve de Berg ;

Comme l'Ibie est une rivière méandriforme, la tendance à éroder dans l'extrados et à déposer dans l'intrados des coudes est un phénomène naturel lié à ce type de rivière ; on peut donc observer des signes d'érosion/dépôt des berges le long du cours d'eau.

Les problèmes de déchaussement d'ouvrage restent limités à l'aval de l'Ibie, à la confluence avec l'Ardèche où l'abaissement de celle-ci a entraîné un abaissement de l'Ibie.



Figure 1-7 -Pile de pont de la RD290 sur l'Ibie

1.4.6. AUZON

De même que l'Ibie, les enjeux répertoriés sur l'Auzon restent assez limités. On ne note aucune ville ou agglomération urbaine directement menacée par la rivière, puisque les centres les plus proches du cours d'eau (Darbres, Lussas et Saint Germain) ont été construits en retrait par rapport à la rivière.

La morphologie du haut Auzon étant typique d'une vallée assez étroite, on ne signale pas de points sensibles importants ; les enjeux se concentrent sur la partie en aval de Saint-Germain, où les pentes des versants sont moins marquées, les vallées moins encaissées, favorisant le développement de l'agriculture. On note ainsi plusieurs vignobles à la hauteur de la confluence de la Claduègne et vers Vogué.

Les ouvrages répertoriés durant la reconnaissance de terrain n'ont montré aucun déchaussement ou signes d'instabilité notable sur l'ensemble du cours d'eau, certains reposant sur le substratum, à l'exception du pont de Lanas, en amont immédiat de la confluence avec l'Ardèche. Cet abaissement est directement lié à l'abaissement de l'Ardèche au droit de la confluence.



Figure 1-8 – Auzon – Pont de Lanas

On n'a répertorié qu'un camping, au niveau du Moulin de Pastre.

1.4.7. LIGNON

Les enjeux répertoriés sur le tracé du Lignon se concentrent sur la partie située en amont de Jaujac. De fait, en aval de ce village la rivière s'écoule le long d'une coulée basaltique et ne montre pas de signes de perturbation. Rappelons que le Lignon est un cours d'eau à forte pente et relativement encaissé sur l'ensemble de son linéaire, sans plaine alluviale notable.

Les enjeux urbains existants sont les centres de La Souche, Jaujac, et Les Chambons (commune de Jaujac).

Seuls deux campings ont été notés, à Bruget et à Chasselouve, sur la commune de Jaujac.

Les zones agricoles sont assez peu nombreuses et peu étendues, et se trouvent au niveau de Jaujac, entre le virage des Chambons et le village.

1.4.8. LIGNE - LANDE

Les enjeux se concentrent en amont de l'entrée des gorges situées le plus en aval, c'est-à-dire près de la confluence Ligne – Lande. Ici on retrouve aussi une zone agricole assez étendue, correspondant à une petite plaine alluviale créée par la confluence des deux rivières.

Les seules zones urbaines notables traversées par la Ligne sont la ville de Largentière et, plus en amont, le village de Luthe.



Figure 1-9- Ligne à la traversée de Largentière

Les campings sont assez nombreux sur les deux rivières, localisés notamment au Prat, La Prade et Coulens, sur la Ligne, et à Chaudebry et Le Sau, sur la Lande.

1.4.9. CONCLUSION

Le tableau suivant synthétise les enjeux et les ouvrages répertoriés. On rappelle qu'il s'agit d'un recensement ayant comme but la gestion des problèmes liés au transport solide ; pour cela, on a inventorié les enjeux potentiellement menacés par les évolutions des rivières. A titre

d'exemple, on n'a pas énuméré tous les campings présents sur le bassin versant mais seulement ceux à proximité ou ayant des accès directs au cours d'eau.

On rappelle par ailleurs que les campings ont été répertoriés à partir des cartes IGN datant de 1995.

	Enjeux			Ouvrages				
	Centres urbains	campings	agricole	seuils	ponts	prises d'eau	rejets	usines hydroélectriques
	nombre	nombre	hectare	nombre	nombre	nombre	nombre	nombre
Ardèche	20	46	100	35	55	72	21	6
Chassezac	2	15	70	4	8	10	2	0
Beaume-Drobie	5	8	10	4	17	8	4	0
Ibie	2	1	40	7	16	1	1	0
Auzon	0	1	10	4	23	0	2	0
Lignon	3	6	0	1	6	0	1	2
Ligne-Lande	3	2	20	5	15	0	4	0
TOTAL	35	79	250	60	140	91	35	8

oOo

2. ETUDE DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE ET DU TRANSPORT SOLIDE

2.1. GENERALITES

Cet exposé s'inspire du guide méthodologique, objet de la parution n°65 des études des Agences de l'Eau et intitulé « La gestion des rivières : transport solide et atterrissements », rédigé en partie par SOGREAH.

Il permet d'appréhender, de manière synthétique, les mécanismes du transport solide en rivière.

2.1.1. LES MECANISMES DU TRANSPORT SOLIDE

Le transport solide, qui apparaît essentiellement en hautes eaux, s'effectue selon deux modes distincts :

- Le charriage,
- La suspension.

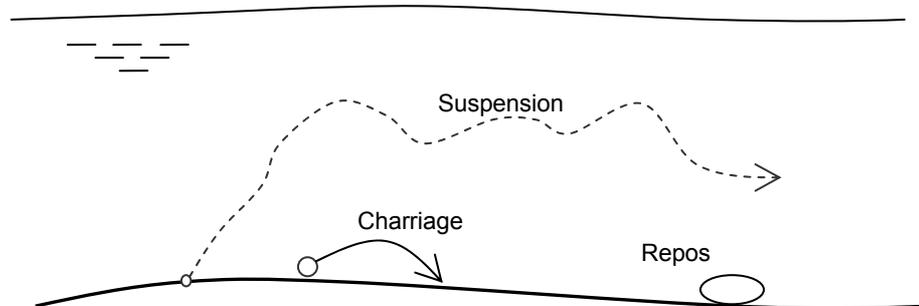


Figure 2-1 -Modes de transport solide

On distingue par ailleurs deux types de transports :

- **les transports actifs** qui, par le biais de dépôts et de reprises des matériaux, interviennent dans l'évolution morphologique du lit,
- **les transports inactifs** qui n'interagissent pas ou peu avec le lit.

2.1.1.1. LE CHARRIAGE

Le charriage est un transport sur le fond du lit, qui correspond en général aux alluvions les plus grossières, des sables jusqu'aux blocs.

C'est ce mode de transport qui détermine l'équilibre longitudinal de la plupart des cours d'eau et contribue à leur géométrie.

Dans le cas où un affluent offre peu d'apport solide (ou du moins une concentration moindre que celle du cours d'eau principal), le charriage sera d'autant moins actif que l'on se situera en aval de la confluence.

2.1.1.2. LA SUSPENSION

La suspension est liée au phénomène de turbulence, c'est-à-dire au plus ou moins fort brassage de l'eau. Il fait intervenir la composante ascensionnelle de la vitesse de l'eau.

Il concerne de ce fait les particules les plus fines (argiles, limons et parfois sables dans les rivières les plus turbulentes).

Ce phénomène peut jouer un rôle par rapport à la végétalisation des bancs (qu'il contribue à accroître) et au colmatage éventuel du lit.

2.1.1.3. LE PAVAGE

Le phénomène de pavage peut limiter l'abaissement du lit d'une rivière par la mise en place d'un équilibre du fond du lit. Il est lié au transport solide par charriage.

Il est provoqué le plus souvent par un déficit de l'apport solide par rapport à la potentialité de transport de la rivière. Lors d'une crue, la rivière prélève alors la quantité de matériaux nécessaire dans son propre lit. Ce sont les matériaux les plus fins qui sont prélevés et seuls restent en surface les gros matériaux que la crue n'a pu entraîner. Il se forme une carapace de gros éléments qui couvre les éléments plus fins sous-jacents et les protège.

Seules des crues plus fortes que celle qui l'a constitué peuvent détruire le pavage (et en construire éventuellement un plus résistant). L'équilibre que procure le pavage peut donc être un équilibre instable.

2.1.2. MORPHOLOGIE CLASSIQUE D'UN COURS D'EAU

On peut distinguer trois secteurs distincts dans un cours d'eau, qui jouent chacun un rôle particulier vis à vis du transport solide.

2.1.2.1. LES VERSANTS

A l'amont des bassins, ils sont le lieu de production des matériaux. Cette production s'y effectue par le biais de mécanismes variés tels gel et dégel, avalanches, érosion glaciaire, laves torrentielles,...

Les apports sont très variables dans le temps et ne sont pas toujours associés à des apports liquides conséquents.

2.1.2.2. LES TORRENTS

Au pied des versants ou au sein de ceux-ci, les torrents collectent les apports et les accumulent sur des *cônes de déjection*. Ces cônes de déjection constituent des zones de reprise des matériaux et atténuent l'irrégularité des apports.

2.1.2.3. LE COURS AVAL

Sur son cours aval, la rivière tend vers une pente d'équilibre telle qu'elle assure le transport vers l'aval des matériaux provenant d'amont.

2.1.3. EQUILIBRE ET EVOLUTION D'UN COURS D'EAU

2.1.3.1. EQUILIBRE MOYEN

Quand une rivière coule sur ses alluvions, sa stabilité à long terme repose sur un équilibre entre :

- Le régime des débits et en particulier les cycles de crue,
- Les apports solides,
- La pente,
- La granulométrie des matériaux,
- Dans certains cas, la largeur du lit.

Il ne s'agit en fait que d'un équilibre moyen ; des fluctuations cycliques peuvent avoir lieu au gré des crues : mobilité des bancs, déplacement des méandres, dépôts ou reprises aux confluences... qui conduisent à une « **respiration** » du lit. Il n'y a pas systématiquement apport solide proportionnellement aux apports liquides et ce transport solide ne s'effectue pas selon un processus continu dans l'espace et dans le temps.

L'aspect courant ou habituel d'un cours d'eau résulte du régime des crues courantes. C'est par exemple la crue annuelle qui modèle la physionomie d'un cours d'eau ; on parle alors de crue « morphogène ».

Les crues exceptionnelles peuvent bouleverser le lit qui se « cicatrisera » ensuite lentement.

L'activité d'un cours d'eau vis à vis de sa géomorphologie peut être suivie par l'intermédiaire de signes extérieurs directement liés aux dépôts et reprises de matériaux.

2.1.3.2. EVOLUTION EN PLAN ET EN ALTITUDE

L'examen du lit portera donc sur les **évolutions en plan** (érosions de berges, l'existence et le développement de bancs) et **en altitude** (l'encaissement ou

l'exhaussement) du lit.

En annexe 2-4 on montre tous les phénomènes liés au transport solide.

Une rivière en équilibre (en altitude, c'est-à-dire en pente) subit, malgré tout, quelques modifications au gré des crues. En effet, son équilibre résulte d'un savant ajustement entre les différentes énergies en présence : les énergies motrices et les énergies résistantes :

- Les **énergies motrices** sont liées essentiellement à la quantité d'eau arrivant et à la pente du cours d'eau ;
- Les **énergies résistantes** sont liées à la quantité et à la nature des matériaux transportés ainsi qu'à la sinuosité de la rivière.

En effet, dans les coudes, du fait de la vitesse incidente et de la courbure du méandre, l'eau parcourt des trajectoires tridimensionnelles en forme d'hélice, descendant, le long de la berge à l'extérieur du coude (extrados) et remontant sur l'intérieur du coude (intrados). Elle « frotte » donc la berge située à l'extrados, grignotant éventuellement des matériaux de la berge. Ainsi, l'énergie incidente est dissipée partiellement d'une part dans les circulations hélicoïdales et, d'autre part, du fait de l'arrachage des matériaux de berge. Ces matériaux prélevés sur les berges ne viennent en principe pas gonfler le transport solide car, parallèlement, des dépôts ont lieu à l'intérieur des coudes. Ce phénomène se traduit par un **déplacement naturel du méandre**.

C'est ainsi que **les rivières se déplacent en plan**, latéralement, à la façon d'un crabe et surtout au gré des crues. En effet, ces déplacements sont d'autant plus importants que la rivière méandre et que les débits sont élevés (donc lors des crues). Lorsque des enjeux se trouvent sur le chemin de la rivière, ces déplacements peuvent être stoppés en renforçant les berges à l'extrados. La dissipation d'énergie, nécessaire pour maintenir l'équilibre, s'effectuera en creusant au pied de la protection. La fosse d'érosion creusée lors de la crue, se comblera partiellement à la décrue. C'est pourquoi il est impératif d'adjoindre à la protection de berge, un sabot en enrochements libres qui viendront tapisser la fosse d'affouillement au gré des crues. Le volume du sabot dépend de la profondeur attendue de la fosse d'affouillement et de la vitesse d'écoulement en crue (de la taille des blocs à mettre en place).

On peut également observer des variations au sein du lit d'une rivière en équilibre. Ces variations apparaissent sur des secteurs où le lit n'a pas une largeur régulière. Pour certains débits importants, des érosions pourront apparaître sur des secteurs étroits et des dépôts en section large. Pour des régimes moins importants mais toutefois supérieurs au débit de début de charriage, la rivière peut creuser dans les zones de dépôt précédentes et inversement déposer dans les secteurs hyper-creusés lors de la forte crue.

Ces bancs qui se forment et se défont sont liés à ce qu'on appelle **la respiration d'une rivière** : la rivière respire autour d'un profil en long d'équilibre. Il ne faut pas supprimer les bancs par extraction au risque de déstabiliser le lit en équilibre. En revanche, il faut veiller à ce que la végétation ne s'y développe pas ce qui risquerait de remettre en cause la reprise des bancs lors des hautes eaux courantes.

Retenons qu'une rivière naturelle présente donc une double variabilité de son lit :

- *dans l'espace* (zones d'érosion, de dépôt)

- *dans le temps (modification de la physionomie lors des crues).*

2.1.3.2.1. *EROSION DE BERGES*

Les érosions de berge peuvent être le signe d'un déficit des apports par rapport à la capacité du lit.

Cependant, dans les méandres, cette érosion se situe à l'extrados et s'accompagne en général de dépôts à l'intrados. Ce mécanisme maintient un équilibre du transport solide et contribue au déplacement naturel d'un méandre.

2.1.3.2.2. *DEPOT*

Les dépôts constitués progressivement au gré des crues entraînent la création d'îlots ou atterrissements. Ils sont le résultat d'une diminution de la vitesse et donc de la force tractrice. Leur analyse devrait donc permettre de repérer ces secteurs à faible capacité de transport solide.

2.1.4. PERTURBATIONS : MECANISMES ET CONSEQUENCES

La morphologie d'un cours d'eau (pente et forme du lit) s'ajuste donc en permanence pour assurer le transport des matériaux provenant d'amont, en fonction de leur taille et de la chronique des débits liquides.

Toute perturbation sur l'un de ces paramètres ne peut que modifier cet équilibre : le cours d'eau va adapter sa morphologie aux nouvelles conditions.

On observe alors un abaissement ou un exhaussement du lit selon les cas et ces phénomènes vont se propager vers l'amont et/ou vers l'aval, éventuellement perturbés par le phénomène de pavage déjà mentionné.

Pour des cours d'eau relativement actifs du point de vue du transport solide, on peut noter les phénomènes suivants selon la nature des aménagements ou travaux entrepris.

2.1.4.1. PONT

Un pont dont l'ouverture restreint la capacité d'écoulement du lit va générer, lors des crues, une surélévation du niveau en amont immédiat (phénomène de perte de charge). Cette surélévation du niveau s'accompagnera d'une réduction de la vitesse ce qui provoquera le **dépôt d'une partie des matériaux charriés**. Ce dépôt peut être suffisant pour former un amas hors d'eau (une île) qui, de ce fait, va se végétaliser progressivement.

Cette végétalisation va accentuer le phénomène de ralentissement et favoriser l'extension de l'île vers l'amont. Latéralement, les bras vont se creuser.

En revanche, sous le pont et en aval immédiat, toujours dans le cas d'une diminution locale de la capacité d'écoulement, on risque d'observer une mise en vitesse des écoulements (contraction) entraînant un affouillement local.

2.1.4.2. ENDIGUEMENT

Un endiguement effectué sur un lit en équilibre va provoquer, du fait de la concentration des débits liquides, une augmentation de la capacité de transport solide et, donc un **creusement du lit**. Ce creusement conduira, à terme, à une diminution de la pente longitudinale.

Toutefois, un endiguement réalisé sur un lit en exhaussement lent va accélérer cet exhaussement du fait de la concentration du débit solide, la concentration des débits liquides étant insuffisante pour assurer le transport des apports.

2.1.4.3. BARRAGE OU SEUIL

Un barrage qui retient les matériaux va générer un exhaussement du lit en amont et un abaissement en aval lié au déficit d'apport. La pente aval va diminuer de façon à ce que la capacité de charriage s'accorde aux apports (diminués).

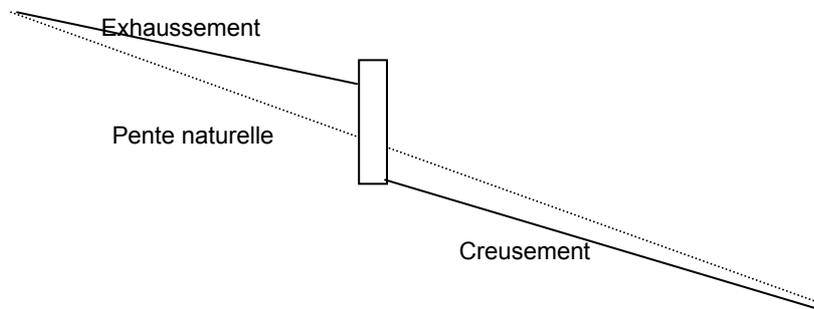


Figure 2-2 - Perturbation liée à la présence d'un barrage

Dans le cas de seuil, si le cours d'eau est actif ou si les seuils existent depuis suffisamment longtemps, on peut s'attendre à ce que le cours d'eau retrouve une pente proche de la pente d'équilibre sur chacun des biefs délimités par les seuils.

Les seuils induisent des phénomènes locaux (fosses d'affouillement et bancs de déposés) qui n'ont pas d'impact sur l'équilibre général du cours d'eau.

2.1.4.4. EXTRACTIONS DE MATERIAUX

Théoriquement, lorsqu'il y a un fort charriage de fond, l'accroissement de pente sur le front amont de la fosse d'extraction augmente la capacité de transport ; on assiste alors à une érosion régressive du lit (vers l'amont).

Les matériaux apportés et érodés se déposent dans la fosse d'extraction. Il y a donc déficit d'apport en aval. Il s'en suit une érosion progressive du lit (vers l'aval).

2.1.4.5. PRISE D'EAU

La prise d'eau claire conduit à une réduction de la capacité de transport en aval. Il se produit donc un dépôt de matériaux ce qui conduit inéluctablement à un exhaussement du lit à l'amont. En fait, la pente du lit augmente ce qui permet de compenser la réduction de capacité liée à la réduction des apports liquides.

2.1.4.6. RESTITUTION D'EAU CLAIRE

A l'inverse, la restitution d'eau claire va accroître la capacité de transport qui sera compensée par une diminution de la pente et donc un abaissement du lit en aval.

2.1.5. TRANSPORT SOLIDE - METHODE DE CALCUL

Les formules de transport solide employées concernent les matériaux constituant le lit des cours d'eau ; elles permettent de déterminer le seul transport sur le fond (formules de charriage). Rappelons qu'elles ne prennent pas en compte le transport en suspension.

Ces formules sont les suivantes :

- **Formule MEYER – PETER**, dépendant de la géométrie de la section, en fonction du rapport largeur/hauteur ou de la seule largeur en fonction de la morphologie de la rivière.
- **Formule LEFORT 2005**, la plus récente, dépendant de la géométrie de la section ; cette formule vient améliorer la formule SOGREAH, adaptée à des tronçons à pente supérieures à 0,2%, indépendante de la géométrie de la section.

Les paramètres intervenant sont les caractéristiques physiques du cours d'eau, des matériaux transportés et du bassin versant intercepté :

- le diamètre moyen (d_m),
- l'étendue granulométrique (d90/d30)
- la pente du lit (i)
- la largeur du lit (B)
- la rugosité du lit
- la superficie du bassin versant (S), d'où découle le débit liquide.

Ces formules sont détaillées en annexe 2-1.

2.1.5.1. CALCUL DU VOLUME TRANSPORTE

Le volume moyen annuel de sédiments transportés découle de l'application des formules précédemment présentées à la courbe des débits classés. Sachant que le débit solide Q_s débute à partir d'un débit de début d'entraînement Q_0 (dépendant de la pente, de la largeur et du diamètre moyen), on en déduit le graphique ci-dessous.

Pour chaque valeur de débit liquide Q supérieur à Q_0 et présent sur la courbe des débits classés, on détermine un débit solide Q_s puis un volume élémentaire annuel de matériaux transportés comme suit :

$$dV_s = Q_s \cdot dF \times 1an$$

avec dF = fréquence de dépassement élémentaire en %

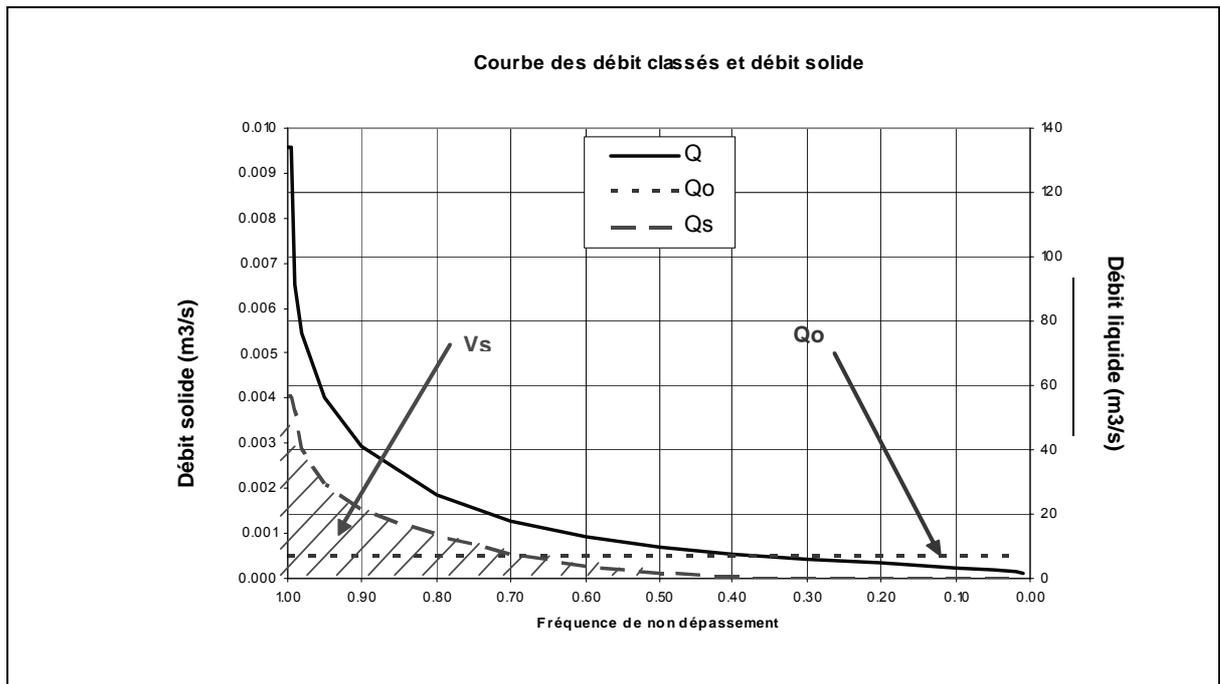


Figure 2-3 – Courbe des débits classés et débit solide

2.1.6. CARACTERISATION DES TRONÇONS HOMOGENES

Les formules de transport solide font donc intervenir la largeur moyenne du lit, la pente d'écoulement, la densité et le diamètre moyen des matériaux transportés, le coefficient de rugosité de Strickler et le débit liquide.

Ainsi que cela a été vu précédemment, ces caractéristiques peuvent être notamment liées aux perturbations existant sur les cours d'eau (seuils, affluents).

C'est donc par rapport à l'ensemble de ces paramètres que des tronçons homogènes vont être déterminés.

2.1.6.1. LA PENTE DU COURS D'EAU

L'analyse de la morphologie du cours d'eau doit permettre de dégager des tronçons homogènes vis à vis de la pente de la ligne d'étiage ; ces pentes recherchées correspondent aux pentes d'équilibre présumées à partir de l'état de référence des années 1920 ou de l'état actuel.

2.1.6.2. LA LARGEUR

L'analyse de la morphologie du cours d'eau doit également permettre de déterminer la largeur moyenne des cours d'eau étudiés sur différents tronçons.

2.1.6.3. LA GRANULOMETRIE

Des analyses granulométriques doivent être effectuées en divers points des cours d'eau étudiés afin de pouvoir effectuer un calcul de transport solide satisfaisant sur

chaque tronçon. Deux types d'analyses granulométriques sont mises en œuvre :

- *Granulométrie par pesée* : courante sur les dépôts de sables, elle reste particulièrement difficile à réaliser sur des lits à charge grossière, en raison de la masse à prélever pour avoir un échantillon représentatif (plusieurs centaines de kilogrammes).
- *Granulométrie dimensionnelle* : il s'agit de mesurer sur le terrain la dimension d'un nombre représentatif d'individus (galets) ; cette technique s'avère mieux adaptée pour les cours d'eau étudiés.

Notons que l'interprétation de la granulométrie reste délicate, la granulométrie de surface étant différente de celle de masse et le point du levé granulométrique pouvant être lui-même déterminant suivant sa localisation (bancs vifs/figés, intrados/extrados,...). On retiendra qu'il est difficile d'établir, sur un cours d'eau, une granulométrie unique de référence. Il faut souvent se contenter d'une gamme granulométrique qui sera un élément de réflexion à prendre en compte dans les calculs de transport solide.

2.1.6.4. L'HYDROLOGIE

La variation de l'hydrologie (des apports liquides) le long du cours d'eau est directement liée à la variation de la superficie du bassin versant avec le P.K. (abscisse kilométrique).

En terme d'apports liquides, on distingue :

- d'une part les apports moyens annuels, caractérisés par la courbe des débits classés ; cette courbe est proportionnelle à S (S = superficie du bassin versant) ;
- d'autre part, les apports liés aux crues moyennes à fortes, proportionnelles à $S^{0.75}$.

2.2. APPLICATION AUX COURS D'EAU ETUDIÉS

2.2.1. EQUILIBRE ET EVOLUTION

L'analyse diachronique d'un cours d'eau a pour objectif d'évaluer les tendances dynamiques d'un cours d'eau dans ses dimensions latérales et verticales en se basant sur la comparaison d'un jeu de données recueillies à deux époques différentes.

2.2.1.1. ETUDE ALTIMETRIQUE - PROFILS EN LONG

Elle concerne la dimension verticale. Les profils en long analysés sont montrés en annexe 2-6.

La présente analyse s'appuie essentiellement sur un document de référence, les profils en long levés en 1921-1922 pour le compte du service des Grandes Forces Hydrauliques. Ceux-ci représentent la ligne d'eau d'étiage (le mois du levé étant indiqué) et donnent quelques informations sur les ouvrages existants.

Faute de renseignements plus anciens, ces profils en long, à défaut d'être associés à un état naturel, sont considérés comme représentatifs de l'état de référence.

Cet état de référence peut ensuite être comparé à des profils en long plus récents, à certaines conditions :

- Il est important de savoir si le profil en long correspond à un fil d'eau ou au fond du lit, d'une part, et dans la première hypothèse, de connaître la période de mesure (mois, jour et heure) afin d'estimer la hauteur d'eau durant la mesure ;
- La pertinence de cette comparaison nécessite un calage préalable en X et Y des points observés. Ce premier travail de calage consiste à calculer pour les 2 époques de référence le linéaire de rivière entre deux points fixes (ponts, seuils,...) ;
- Dans les cas où la différence de linéaire est faible, on peut considérer l'évolution latérale comme étant nulle ou faible et la comparaison des points cotés est alors possible ;
- Dans le cas où la différence de linéaire est importante, l'augmentation de sinuosité entre les deux dates rend invalide la comparaison entre points cotés. En calculant la moyenne altitudinale des points cotés, il est toutefois possible d'avoir une tendance globale d'évolution entre les deux dates.

Notons toutefois qu'un déplacement ou glissement de méandre entre 2 époques ne pourra pas forcément être identifié par cette analyse.

2.2.1.1.1. ARDECHE

A. Rappel des résultats des études SOGREAH 1993 et BRL 1997

L'étude menée par SOGREAH en 1993, suite à l'analyse des profils IGN 1921 et SOGREAH 1989, a reconnu, en synthèse, les évolutions suivantes (évolution entre 1921 et 1989) :

Secteur	Tendance verticale
La Teyre – Le Mas (Thueyts)	abaissement -1 m
Barutel – Neyrac	léger exhaussement pas vérifié par les reconnaissances de terrain
Confluence du Lignon	léger abaissement peut-être provoqué par l'affluent
Pont de Rolandy	exhaussement +1 m
Confluence de la Fontaulière	abaissement -0.5 m sur la ligne d'étiage (le fond moyen reste stable)
Amont de Pont de Labeaume	abaissement -1m
Romégier	abaissement -1.5 m (coude juste en amont) puis exhaussement +2 m (en correspondance de l'élargissement du lit)
Aubenas – St Didier	abaissement -1 à -2 m (causé par des extractions)
St Didier – Vogüé	abaissement -1 m (causé par des extractions)
Lanas	abaissement -2m (érosion régressive causé par des extractions importante)
Gorges	Abaissement de 1 m
St Martin d'Ardèche – Biordonnes	abaissement -1.5 à -3 m (causé par des extractions)

Par ailleurs, l'étude BRL 1997 a mené une analyse détaillée de l'évolution des profils en long entre 1921, 1989 et 1997 sur la haute Ardèche, dont on rappelle les principaux résultats ci-dessous (évolution entre 1921 et 1997) :

Tronçon	Tendance verticale
pont de Mayres - pont des Vignes	Stabilité pour la présence de seuils rocheux et d'un pavage du lit – légère tendance à l'alluvionnement sur la partie aval.
pont des Vignes - pont de Luzet (ou pont des Chaudons)	Léger creusement de 0,1 m à 0,5 m puis tendance à l'incision avec un enfoncement de près d'un mètre à partir du pont de Barnas.
pont de Luzet - pont de la Vernède- pont du Diable	Léger alluvionnement à stabilité (équilibre dynamique) du pont de Luzet à l'affleurement rocheux latéral de « l'échelle de la Reine », puis tendance à l'érosion (-0,60 m) par la suite
pont du Diable - pont de Thueyts	La tendance à l'incision (-0,50 m) n'est pas vérifiée sur le terrain. Zone de transit/reprise de la charge solide.
pont de Thueyts - pont de Neyrac-les-Bains - pont de Barutel	Stabilité relative du tronçon, aucune évolution notable (présence de seuils rocheux et d'un pavage de gros blocs).
Pont de Barutel - Pont de Rolandy	Dégraissage relativement important sur la partie amont (- 0.70 m) sur 500 m en aval du pont de Barutel, puis réengraissement progressif avec l'effet de confluence (+ 0.40 m) et du gué.
Pont de Rolandy - Pont de Labeaume	Stabilité globale qui domine.
Pont de Labeaume - Barrage Perrier	Léger exhaussement jusqu'à Chanareilles, puis léger enfoncement jusqu'au pont de Fabras avec un maximum d'un mètre enregistré au Villar. Par la suite, le tronçon semble stable.
Barrage Perrier - Pont SNCF	Tronçon caractérisé par un engraissement régulier en amont du pont de Chamondin (+ 1 m). Cet engraissement se poursuit jusqu'à l'ancien barrage de Raffanel pour atteindre 1,4 m. Par la suite l'exhaussement n'est plus que 0.40 m au droit du pont SNCF.
Pont SNCF - Seuil de Chamblas	Evolution pratiquement nulle sur un tronçon certainement contrôlé par le seuil de Chamblas.
Seuil de Chamblas - Pont de Labegude	Tronçon relativement stable du fait de la présence de nombreux seuils. Léger exhaussement (+ 0.24 m) en amont immédiat du pont de Vals (seuil inexistant en 1922).
Pont de Labegude - Pont d'Ucel	Stabilité globale liée à la présence de nombreux seuils.
Pont d'Ucel - Pont de St Didier	Approfondissement global sur le tronçon « confluence avec le Luol – aval du pont de Saint-Didier (1 à 2 m). Les fosses les plus profondes correspondent exactement aux sites d'extraction. L'érosion est toutefois limitée par la présence d'affleurement rocheux.

En rappelant la forte incertitude sur la précision du profil en long 1921 et les erreurs sur le calage causées par la forte pente en amont (supérieure à 1% en amont de Pont de Labeaume), on peut noter que les deux études aboutissent à des conclusions similaires, ce qui laisse à penser que l'évolution entre 1988 et 1997 n'a pas été notable.

Une reconnaissance de terrain a permis de vérifier qu'il n'y a pas eu, depuis 1997, d'évolution notable sur l'ensemble du bassin amont. Ce constat est lié à plusieurs raisons :

- Une bonne partie du linéaire est en équilibre du fait de la présence de seuils et d'affleurements rocheux en fond de lit,
- L'hydrologie depuis 1997 n'a pas été marquée par des débits exceptionnels ; on note cinq crues biennales ou supérieures, ce qui ne correspond pas à des crues fortement morphogènes sur ce type de bassin. On présente ci-dessous les débits moyens observés à la station hydro du pont de Labeaume (1964-2006).

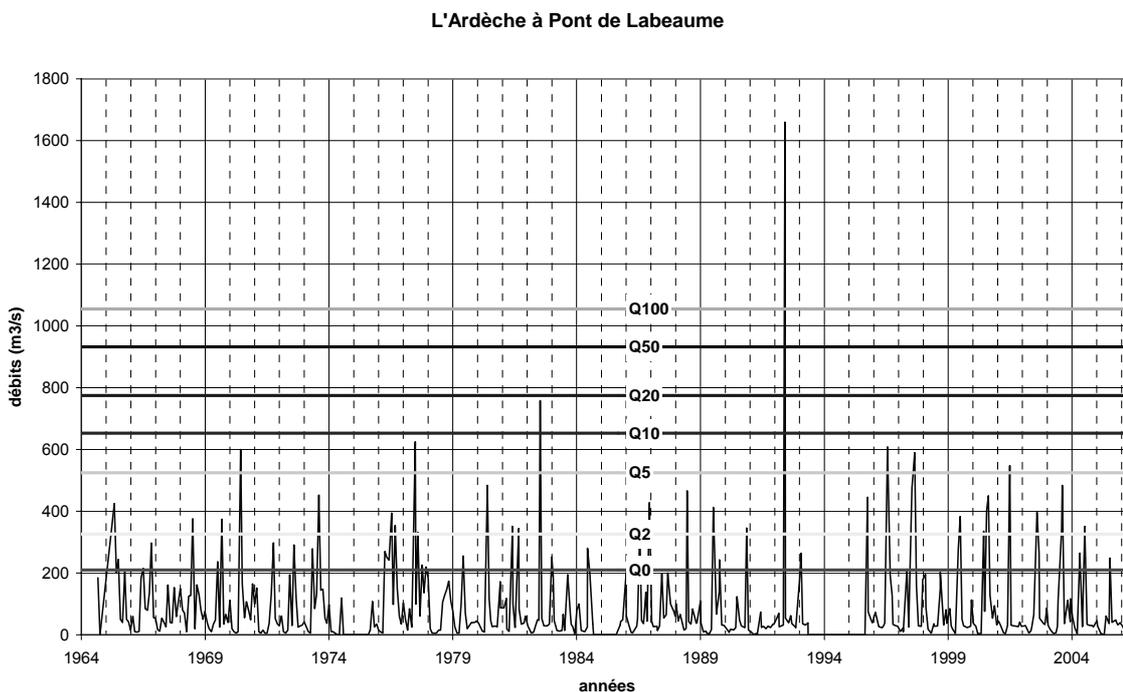


Figure 2-4 – Débits moyens à Pont de Labeaume

B. Analyse critique des données existantes - évolution 1921 – 2006

Dans la présente étude, les profils suivants ont également été analysés :

- DDE 1981, décrivant peu de kilomètres entre Saint Martin d'Ardèche et l'exutoire ;
- CEREC 1984, levé sur tout le cours d'eau mais parfois imprécis (nombre de points levés largement inférieur aux autres profils en long) ;
- BRL 1997, précis mais limité à la haute vallée, jusqu'à St Didier sous Aubenas ;
- SOGREAH 2006, commandé pour cette étude sur la basse vallée de l'Ardèche (10 km jusqu'à la confluence).

Par ailleurs, des reconnaissances de terrain ont été réalisées ; leurs résultats sont intégrés dans cette analyse critique, notamment sur les cours d'eau pour lesquels on ne dispose pas de profil en long récent.

En cohérence avec la précédente étude SOGREAH (1993), les tendances sont les suivantes :

- En amont de la confluence du Lignon (PK 96), un abaissement du fond du lit existe. Cependant, l'évolution du fond du lit est limitée par des seuils mis en œuvre après 1921 et n'apparaissant donc pas sur ce profil en long. L'abaissement est lié à une diminution de la sédimentation sur le bassin versant de l'Ardèche ces derniers siècles, suite à un fort réalluvionnement des cours d'eau durant le 16^{ème} et 17^{ème} siècle lié à une pression climatique, sinon plus forte, du moins plus continue sur le bassin versant de l'Ardèche.
- L'exhaussement au Pont de Rolandy (PK 95) semble lié à des effets locaux, car l'exhaussement est localisé entre deux secteurs où la tendance est à l'abaissement. On est face à un problème normal de respiration du lit (succession de phases de dépôts et

reprises) au droit d'un confluent, la Fontaulière ; la dynamique locale du lit au droit de la confluence est influencée par l'importance respective des apports solides et liquides de l'Ardèche et de son affluent. En outre, cet affluent, de même que le Lignon, semble jouer un rôle significatif dans le transport solide de l'Ardèche, en apportant une charge plus grossière que celle de l'Ardèche, ce qui confirmerait la tendance locale au dépôt. Les dépôts locaux n'induisent pas une tendance générale à l'augmentation de pente en aval. Le lit est en équilibre. En effet le transport solide ne s'effectue qu'à l'occasion des crues moyennes à fortes, celles du Lignon et de la Fontaulière peuvent ne pas correspondre à des crues de l'Ardèche. Les apports de la Fontaulière et du Lignon peuvent donc se déposer en partie à la confluence (zone plus large) et n'être repris par l'Ardèche que lors de crues notables ce qui peut n'intervenir que plus tardivement.



Figure 2-5 - Fontaulière vers l'aval en amont immédiat de la confluence avec l'Ardèche

- Secteur en aval de Pont de Labeaume (PK 94.7) : l'étude SOGREAH de 1993 évoque un abaissement de 1 à 1.5 m environ dans l'extrados du coude en amont d'une zone d'élargissement où l'on notait plutôt une tendance au dépôt (exhaussement de 1 à 2 m). L'analyse des données plus récentes (BRL 97) ne confirme pas les tendances. Le lit est stable.
- Sur le secteur Malpas – Seuil de la Temple (Labégude), on ne note pas de modification de la pente moyenne, sauf les perturbations causées par les nombreux seuils présents (La Viscose, Labégude, La Verrière, La Temple).
- Sur le secteur Saint Privas – Saint Didier (PK 82 à 77) les profils en long ne montrent pas d'évolution significative ces dernières années. Par contre, on note, depuis 1922, un abaissement de l'ordre de 2 m sur ce secteur avec une apparition du substrat rocheux en quelques endroits. Cet abaissement est lié aux importantes extractions qui ont entraîné la disparition ou la dégradation des seuils anciens (seuils avec prise d'eau pour irrigation).
- Plus à l'aval, après un abaissement généralisé de l'ordre de 1 m dû à l'exploitation d'importantes gravières, le lit semble assez stable depuis quelques années. Les différences entre les profils en long sont négligeables ou inférieures à la précision de cette analyse ; on observe des abaissements diffus de 40 – 50 cm, peu significatifs. L'apparition d'affleurements rocheux sur de longs tronçons laisse penser que l'abaissement est achevé. Toutefois, il n'existe toujours pas d'indices notables d'un réalluvionnement à court ou moyen terme du lit ;



Figure 2-6 - Secteur de Saint-Pierre - Ardèche depuis la rive droite

- Le secteur de Pradons, à la confluence du Chassezac, est caractérisé par l'arrivée de trois affluents importants : la Ligne, la Beaume et le Chassezac.
 - La Ligne n'a pas causé d'évolutions sensibles, vu la forte compétence de l'Ardèche à ce niveau ; il faut ajouter que le fond du lit est fixé par un seuil en amont et par deux, en aval.
 - La morphologie du lit et l'analyse géologique des sédiments prouvent que la Beaume a des apports solides importants ; elle engendre donc une respiration du lit notable au droit de la confluence (cf. explication ci-dessus à la confluence de la Fontaulière). On note un abaissement de 1 à 1,5 m entre les confluences de la Beaume et du Chassezac, représentant un volume de près de 100 000 m³, probablement lié à d'anciennes extractions.
 - La confluence du Chassezac ne révèle pas d'apports exceptionnels, peut-être à cause de la taille réduite des alluvions du Chassezac, et ce, malgré l'importance de son bassin versant.

La tendance générale de ce secteur est donc à l'abaissement, limité par des seuils, dont un construit entre les dates de levés des deux profils en long 1921 et 1989 ;

- Le secteur juste en amont des gorges ne montre pas de potentialité de mouvement vertical, à cause des nombreux seuils présents. La comparaison des profils 1989 et 1921 ferait penser à des abaissements de la crête des barrages, mais le profil 1984 sur ce secteur prouve qu'il s'agit d'un problème de levés topographiques. L'évolution observée à la confluence avec l'Ibie, qui montre un abaissement de la côte du fond du lit, reste difficile à quantifier, étant donné le mauvais calage des profils en long à ce niveau ; cependant, un recalage approximatif nous conduit à dire que l'abaissement est probablement de l'ordre de 1 à 1.5 m en pied du seuil. Le substrat apparaissant en aval indique que cet abaissement a atteint son maximum.



Figure 2-7 - Ardèche en aval de la confluence de l'Ibie depuis la rive gauche

- Secteur des Biordonnes – en attente des profils en long

C. Evolution historique

Le sentiment général qui ressort de l'analyse de ces différents profils est que l'Ardèche offre une vallée clairement marquée par l'incision, et révélatrice d'une vidange d'un stock alluvial hérité, avec un abaissement stigmatisé par d'importantes extractions au cours des dernières décennies. De la source, où la charge a été presque entièrement évacuée, à la moyenne vallée, où le lit est profondément incisé dans une nappe alluviale, le lit de l'Ardèche présente des formes caractéristiques de l'incision.

Historiquement, les premiers temps du Petit Age Glaciaire² auraient été caractérisés par une fourniture abondante en matériaux qui ont participé totalement, ou plus vraisemblablement partiellement, à la construction des stocks alluviaux. Ensuite, la fourniture par les versants se serait plus ou moins ralentie, permettant à la rivière d'évacuer sa charge et donc de s'inciser. Se faisant, l'ancien plancher alluvial se serait stabilisé.

En s'enfonçant dans la nappe alluviale, le lit de l'Ardèche a progressivement dégagé la roche en place qui, par endroit, n'était recouverte que par quelques décimètres d'alluvions. Dans la première moitié du 19e siècle, la roche a alors été mise à nu en de nombreux endroits et l'incision dans la nappe alluviale s'est dès lors arrêtée. Depuis lors, la balance débit solide/débit liquide semble avoir été à l'avantage du second terme puisque, si sédimentation il y a eu, celle-ci a dû être assez limitée. La succession d'événements exceptionnels à la fin du 19ème siècle a tout de même fortement marqué le lit de la rivière. A plusieurs reprises, le tracé a été modifié, la rivière passant d'une rive à l'autre ou multipliant le nombre de chenaux (ceci essentiellement sur la basse vallée).

Jacob (2003) a encore montré que la dernière crise d'exhaussement est tardive dans le bassin de l'Ardèche, elle prend lieu entre 1880 et 1900.

L'étude lichénométrique (Gob, 2005) amène à établir une distinction entre la première et la seconde moitié du Petit Age Glaciaire :

- durant les 150 à 200 premières années (1550-1750), la pression climatique a été, sinon plus forte, plus continue et l'Ardèche, ou plus généralement les rivières du nord de la région méditerranéenne, ont subi un alluvionnement important
- par contre, durant le 18ème et le 19ème siècle, la sédimentation a été beaucoup moins importante. D'une part, dans le bassin de l'Ardèche, parce que l'occupation du sol a offert une certaine protection aux versants mais, sans doute aussi et surtout, parce que les périodes de stress climatique ont été de plus courte durée.

² Rappelons brièvement que le Petit Age Glaciaire (qui s'étend en gros de 1550 à 1850), est une fluctuation climatique de second ordre qui a vu une avancée généralisée des glaciers. Dans nos régions, cette période est caractérisée par une température moyenne annuelle de 1 à 2° C inférieure à celle que nous connaissons aujourd'hui, par des hivers longs et rigoureux et par des étés relativement frais et humides. Dans les Alpes françaises du nord, plusieurs auteurs ont mis en évidence la métamorphose de la plupart des cours d'eau qui, à cette époque, ont connu un alluvionnement important et un changement de style fluvial, passant du méandrement au tressage. Cette évolution a été attribuée à un déséquilibre de la balance débit liquide/débit solide consécutif à une fourniture sédimentaire des versants très importante suite à l'action du gel et à l'amointrissement de la couverture végétale (Gob, 2005).

On peut en effet imaginer que la succession de crues très importantes durant 150 à 200 années ne permet pas au bassin de s'adapter et induit une mutation sédimentologique importante (forts bouleversements). Alors qu'au contraire, les quelques événements survenus en quelques décennies à la fin du 18^e et du 19^e siècle ont laissé à l'Ardèche des temps de répit propices à un ajustement plus ou moins rapide de la rivière (lissage par des crues moins fortes).

2.2.1.1.2. CHASSEZAC

Deux études générales existent sur la partie aval du Chassezac, concernée par les plaines alluviales :

- l'une menée par CEREC en 1989 dans le cadre de l'aménagement du cours d'eau ;
- l'autre menée par BRL en 2001.

En s'appuyant sur ces études, sur une reconnaissance du terrain et sur les profils en long, on constate un net abaissement de 1921 à 1984, de l'ordre de 1 à 1,5 m sur les premiers 3 km, puis 3 à 4 m sur le secteur Rouveyrolle – Maisonneuve – La Selve (Chandolas), le plus exploité au niveau des extractions et moins de 1 m à Casteljau, où il faut remarquer la disparition du seuil du Moulin de Casteljau.

Ces abaissements du Chassezac ont d'ailleurs causé une érosion régressive dans les affluents qui a provoqué une déstabilisation des berges (exemple du Tégoul : les ouvrages de tenu du lit de type épis n'ont pas résisté à l'enfoncement du lit induit par l'enfoncement de celui du Chassezac).



Figure 2-8 - Tégoul à la confluence du Chassezac depuis RG.

De manière quantitative, en 63 ans (1921-1984), le lit mineur se serait enfoncé en moyenne de 3 m entre Les Borels et Chandolas ; l'enfoncement du Chassezac correspond donc approximativement à un volume total de 1 500 000 m³ en 63 ans.

Les profils en long levés en 1984 et 1989 ne semblent, en revanche, pas montrer d'évolutions significatives. Rappelons que ces deux profils, comme le profil levé par BRL en 2001, correspondent probablement à des levés de fond de lit, tandis que le profil IGN de 1921 correspond à un fil d'eau (mois d'avril – mai). Cette stabilité apparente s'explique partiellement par la présence locale du substratum rocheux.



Figure 2-9 – Bas Chassezac depuis RG – Affleurements rocheux

Les abaissements antérieurs peuvent a priori résulter de deux causes :

- les extractions de sédiments, de 1940 à 1985

En effet, le Chassezac a subi de fortes extractions par le biais des gravières LAURANS à Chandolas (Les Denailles et Le Verdal) et MORENDI ET PORTAL à Casteljau ; à ces gravières sont venus s'ajouter des curages récurrents du lit. Les quantités extraites ou remobilisées sont toutefois très mal connues ; cela rend difficile une évaluation précise des volumes de transport solide charriés ces dernières années.

- la construction de barrages EDF sur la moitié supérieure du bassin, de 1961 à 1996

Retenues de Villefort, Roujanel, Prévenchères mais aussi Pied de Borne et Malarce.

Malgré une forte incertitude sur les prélèvements, BRL a essayé en 2001 de quantifier plus précisément les volumes extraits, en considérant que le volume prélevé journalier pouvait varier au maximum entre 200 et 300 m³ pour l'ensemble des exploitations. En considérant, d'un commun accord avec le carrier que la durée moyenne d'exploitation sur un mois est de 12 jours, ce sont entre 28 800 m³ et 43 200 m³ qui sont prélevés annuellement, soit 36 000 m³ par an en moyenne. Si, comme le prétend la personne interrogée à l'époque, l'extraction a duré pendant 40 ans (entre 1940 et 1980), le volume total prélevé aurait été en moyenne de 1 440 000 m³, ce qui est proche du volume du déficit estimé à l'aval.

Ceci tendrait à montrer que le rôle qu'ont eu les barrages sur les abaissements est négligeable. La construction de ces grands ouvrages hydrauliques pourrait n'avoir une incidence que sur le charriage des crues exceptionnelles et donc limiter les possibilités de recharge ultérieures du lit exploité en aval (du village de Gravières à la confluence avec l'Ardèche).

Dans les années 1960, des rectifications, telles que celles de Saint-Alban-sous-Sampzon, ont été réalisées afin d'augmenter localement la compétence du cours d'eau en matière de transports et « purger » les atterrissements. Ces aménagements, cumulés aux extractions allaient finalement dans le même sens : une purge sédimentaire accélérée et irréversible.

Par ailleurs, l'apport des affluents, même si difficilement quantifiable, semble très faible, à cause de l'extension limitée de leurs sous-bassins. L'analyse granulométrique des alluvions d'un des plus importants affluents du Chassezac en ce tronçon, le Tégoul, tend à corroborer cette hypothèse ; sa contribution n'apporte que des matériaux très fins, plus petits que les alluvions du Chassezac.

En octobre 2006, 7 profils en travers et un profil en long ont été levés sur le Bas-Chassezac.

Ces levés ont confirmé la stabilité du fond du lit depuis 1989 (c'est-à-dire peu après l'arrêt des extractions) ; les différences entre les côtes du fond du lit CEREC et les côtes du fond du lit des 7 profils en travers réalisés en 2006 sont de l'ordre de 20 à 30 cm, ce qui peut être dû à la moindre précision du levé plus ancien (2 ou 3 points en moyenne dans le lit mineur) ou à une respiration du lit.

En ce qui concerne le secteur de la Rouveyrolle, compte tenu de l'arrêt des extractions à cet endroit, on peut exclure toute tendance à l'abaissement ultérieur.

L'analyse du nouveau profil en long sur le secteur de la conduite AEP nous amène à dire que la tendance à l'abaissement est aujourd'hui arrêtée, et la mise à nu de cette conduite a été probablement provoquée par un phénomène d'affouillement local, c'est-à-dire une action localisée des courants d'eau qui érodent le lit en dégradant l'ouvrage.

En ce qui concerne la partie du cours d'eau en amont de Casteljau, le seul profil en long dont on dispose est celui de l'IGN datant 1921. On peut distinguer sur ce linéaire deux grands tronçons : le haut Chassezac (comprenant le Chassezac Lozérien et le secteur des barrages) et le secteur Malarce - Chassagnes.

La première de ces deux parties est caractérisée par une pente globalement supérieure à 2 %, avec des secteurs en gorges, où la pente est plus forte (4.2 % à Puylaurent, 8.3 % à Prévenchères).

Sur la partie Ardéchoise, on signale la présence de deux affluents importants (la Borne et l'Altier). On peut *a priori* retenir que la présence de barrages affecte notablement le transport solide. Toutefois, étant ces ouvrages construits dans les années 60, le profil à notre disposition sur ce secteur ne peut pas décrire leurs effets sur la pente du fond du lit. La pente globale de 1921 est de 0.7 % environ.

En aval du barrage de Malarce, la pente décroît jusqu'à 0.4 % vers Chassagnes ; on note la présence de trois seuils sur le territoire communale de Chambonas qui fixent la côte du fond du lit.

Sur toute la partie en amont de Chassagnes, la forme de la vallée, assez étroite, notamment dans les gorges, contribue à une faible concentration des enjeux.

Ces différentes remarques nous conduisent à concentrer l'analyse du transport solide sur le secteur aval, où la mobilité et les enjeux sur les cours d'eau sont les plus forts.

En conclusion, on peut affirmer que le Chassezac est une rivière qui accuse un fort déficit d'apport solide provenant de l'amont et des affluents, à la suite des extractions qui ont eu lieu jusqu'à la fin des années 80. Elle a vu son lit surcreusé, avec un abaissement pouvant atteindre 3 à 4 m dans la plaine alluviale.

2.2.1.1.3. *BEAUME – DROBIE*

Les rivières la Beaume et la Drobie ont fait l'objet d'une étude SOGREAH en 1999 pour la définition d'un schéma d'aménagement du transport solide. Les profils en long à disposition sont :

- le profil IGN de 1921,
- le profil levé par SOGREAH en 1989,
- le profil en long levé en 2001 par SOGREAH dans le cadre de l'étude d'alea d'inondation de la Beaume.

A. Beaume

a. Tronçon amont (en amont de la confluence avec la Drobie)

Ce secteur est caractérisé par de nombreux affleurements rocheux, soit latéraux, soit sur le fond, qui limitent les évolutions verticales de la rivière à l'échelle humaine. Les écarts entre les profils de 1921 et 1989 ne sont pas significatifs car, compte tenu des fortes pentes, les incertitudes sur la localisation des points cotés se traduisent immédiatement en incertitudes de plusieurs mètres sur les altitudes.

La succession de petites chutes (secteur Valgorge et aval Salindres) est très caractéristique d'un lit à forte pente dont le substratum cristallin est difficilement érodable. Ce sont ces affleurements qui fixent l'altitude du fond du lit.

Entre deux affleurements rocheux, on observe des portions dans lesquelles le fond du lit est stabilisé par une carapace de matériaux grossiers (phénomène de pavage).

C'est le cas du secteur de Murette à Valgorge par exemple. Le pavage est généralement lié à un excès de la capacité de transport par rapport aux apports. Les alluvions les plus fines sont emportées préférentiellement et la fraction grossière finit par constituer une carapace en surface. Seules des crues fortes sont capables de remettre en mouvement cette armure.

Dans ce tronçon, il n'y a aucune raison d'observer une évolution majeure en altitude du profil en long, compte tenu de l'absence d'aménagements sur le lit et de la présence d'affleurements rocheux.

Le profil en long de la Beaume est stable, dans un tronçon caractérisé par un transit sédimentaire sans interaction avec le lit.

b. Tronçon intermédiaire 1 (jusqu'aux gorges)

La morphologie du lit dans le tronçon intermédiaire de la Beaume, se caractérise par un lit unique et la présence de bancs graveleux de différentes hauteurs. Quasiment absents des cours amont, ces bancs témoignent d'une activité de dépôt et reprise de matériaux au gré des crues, et jouent un rôle très important en terme de régulation du transport solide, puisqu'ils peuvent être déplacés, engraisés ou au contraire réduits lors du passage des crues.

Les affleurements rocheux sont plus rares et ponctuels (par exemple à Rosière) et la respiration de la rivière est plus marquée ; souvent on retrouve des bancs vifs/figés ou en cours de fixation. Les différences entre les deux profils en long de 1921 et 1989 sont négligeables, sauf localement où l'on observe des abaissements causés par la disparition de quelques ouvrages, comme l'ancienne prise d'eau de Ribeyre (2 à 3 m d'abaissement), ou en aval de l'ancien pont de Rosière (1,50 m).

L'omniprésence des affleurements ponctuels en fond de lit, sans dénivelée brutale, laisse supposer que, dans les portions où le rocher n'affleure pas, l'épaisseur moyenne de sédiments est modérée, de l'ordre de un à deux mètres. Le substratum rocheux affleurant, tendre, s'est usé à l'échelle des temps géologiques pour atteindre une pente en équilibre avec les matériaux apportés par le bassin versant.

Cela signifie d'une part que, malgré les affleurements, la pente du lit est proche de la pente d'équilibre et, d'autre part, que les matériaux transportés par le cours d'eau ne sont pas excédentaires.

Dans le cas inverse, on noterait des épaisseurs importantes de sédiments et on n'observerait que peu d'affleurements. Cette hypothèse est confirmée par l'analyse de l'évolution des profils en long.



Figure 2-10 - Beaume – Affleurement de Rosière

La crue de 1992 ne semble pas avoir apporté de modifications sensibles au profil de la rivière.

Le profil en long de la Beaume est stable en moyenne, avec, localement et du fait de la respiration naturelle du cours d'eau, des zones de dépôt ou de reprise de matériaux. Le lit est pratiquement en équilibre avec les matériaux transportés et il n'y a pas d'évolution attendue à l'échelle humaine.

c. Tronçon intermédiaire 2 (jusqu'à la sortie des gorges)

L'activité de dépôt – reprise devient plus marquée, et les perturbations du transport solide sont plus fréquentes. On compte deux sites d'extractions anciennes sur ce secteur :

- aux Platanes,
- en amont de Labeaume.

Les volumes extraits, bien que non quantifiés, ne sont pas élevés, et n'ont pas apporté de modifications sensibles.

Le pont de Labeaume a lui-même joué un rôle sur le profil en long, ponctuellement : la réduction locale de la section débitante induit une perte de charge à l'amont, entraînant une diminution de vitesse juste à l'amont de l'ouvrage et, par conséquent, un dépôt de matériaux en amont immédiat. Compte tenu de la pente générale, ce remous s'amortit très rapidement vers l'amont ce qui limite la longueur d'influence de l'ouvrage.



Figure 2-11 - Pont de Labeaume – depuis rive gauche

Ce remous solide en amont du pont submersible n'a pas sensiblement évolué durant les dernières 66 années. En revanche, il semble qu'un léger abaissement soit intervenu en aval de l'ouvrage, sur environ 400 m. Ceci pourrait être dû au fait que les extractions amont ont été compensées par des dépôts lors des crues, ces dépôts induisant un déficit en aval. Compte tenu des faibles volumes charriés, ces tendances restent de peu d'ampleur.

Le profil en long est globalement stable dans les gorges

d. Tronçon aval (de la sortie des gorges à la confluence avec l'Ardèche)

On compte, sur ce secteur, également deux sites d'extraction :

- à coté de l'aérodrome Labeaume-Ruoms,
- à la confluence avec l'Ardèche.

On observe une diminution de la pente générale avec des secteurs courts à forte pente, significatifs d'un fonctionnement type « cône de déjection » mais où la faiblesse des apports induit une formation et une évolution extrêmement lente de ces dépôts.

L'exhaussement de 1 m du lit au droit du pont de Beaume (RD 208) entre 1922 et 1988 est inexplicable. En effet, le niveau de l'eau sous le pont à l'étiage est contrôlé par la présence d'affleurements rocheux situés 100 à 150 m en aval. Or l'altitude donnée par le profil de 1922 place le lit en dessous de la cote des affleurements, ce qui est impossible ; cela signifie que l'altitude de 1922 est probablement erronée et qu'il n'y a pas eu d'évolution marquée.

Entre le pont de Beaume et l'Ardèche, le levé de 1988 est insuffisamment précis pour tirer des conclusions sur une évolution des profils au cours de ce siècle. Dans ces conditions, il est difficile de quantifier l'incidence des prélèvements importants qui ont eu lieu dans les années 80 (10 000 m³ environ) à la confluence de la Beaume et de l'Ardèche, et des prélèvements réguliers que l'on peut constater aujourd'hui au même endroit.

On notera simplement que l'altitude du lit à la confluence avec la Beaume n'a pas évolué de façon sensible.

Il n'est pas interdit de penser que la pente actuelle n'est pas la pente d'équilibre de la Beaume sur ce secteur, et que le cours d'eau serait dans une lente phase d'engravement, insensible à l'échelle humaine et en particulier dans les années à venir.

B. Drobie

Sur cette rivière, on ne dispose pas de profils en long récents ; le profil comparé avec le profil IGN de 1922 est déduit des côtes sur la carte IGN 1/25 000, avec toute l'incertitude qui cela comporte (SOGREAH, 1999).

Ceci étant, l'omniprésence d'affleurements rocheux en fond de lit de la Drobie, ainsi que l'absence d'aménagements pouvant expliquer une éventuelle évolution du fond du lit, permettent de conclure à une **stabilité du lit de la Drobie à l'échelle humaine**.

C. Conclusion

En conclusion, l'évolution altimétrique de la Beaume et de la Drobie ce dernier siècle reste très limitée.

Sur le secteur amont de la Beaume et sur la Drobie, le lit est stabilisé par une succession d'affleurements rocheux.

Sur le secteur intermédiaire, la mobilité verticale du cours d'eau est réduite et est liée à la naturelle respiration de la rivière plutôt que à des vraies tendance évolutives.

En aval, les profils en long ne montrent pas d'évolutions sensibles du fond du lit. Cependant, une analyse plus approfondie indique que le cours d'eau pourrait ne pas avoir atteint son équilibre (absence d'affleurements rocheux dans les gorges, anomalies dans la granulométrie - SOGREAH, 1999).

2.2.1.1.4. *IBIE*

On dispose sur l'Ibie d'un profil en long de 1989 (BCEOM) et de celui de 1922 (IGN) ; leur analyse diachronique montre quatre tendances distinctes.

Rappelons que le profil de 1922 représente une ligne d'eau levée durant le mois d'octobre. Nous ne possédons pas d'information concernant le profil levé pour BCEOM en 1989 ; celui-ci peut être un fil d'eau ou le fond du lit ; cette dernière hypothèse paraît probable, au vu des contre-pentes apparaissant dans le profil. Compte tenu des hauteurs d'eau relativement faibles du cours d'eau, les deux profils restent néanmoins comparables ; les différences seront expliquées ci-dessous.

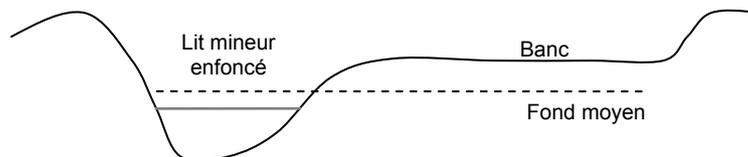
Les tendances sont les suivantes :

- Surcreusement en amont (jusqu'à la confluence du Ruisseau de Remerquer) de 1 à 2 m environ, en cohérence avec BCEOM (1990) ; deux explications sont évoquées :
 - extractions de matériaux pour la construction de la route RD102 entraînant une érosion progressive puis régressive localement. Comme on ne dispose pas de données concernant l'extraction liée à la construction de la route, le volume de matériaux érodés reste difficilement quantifiable,
 - incision du lit mineur avec création de bancs perchés ; une reconnaissance de terrain a permis d'observer une incision marquée du lit mineur dans cette zone plutôt qu'un réel abaissement généralisé du fond du lit. Il s'agirait donc d'une déformation du lit qui conduirait naturellement à une respiration du bras vif.



Figure 2-12 – Ibie en amont de Saint-Maurice d'Ibie

Ainsi, le profil de 1989 indiquant très probablement le fond du lit, ne tient pas compte des bancs, ce qui pourrait expliquer l'apparent creusement du lit. Une étude diachronique de profils en travers et donc du fond moyen du lit permettrait de conclure définitivement sur ce point.



L'observation des ouvrages anciens présents sur le cours d'eau ne semble pas montrer d'abaissement significatif du lit (déchaussement, déstabilisation,...).

- Pas de variation altimétrique significative entre Les Salelles (où l'on voit des zones de dépôts à l'intrados des méandres qui se déplacent) et Le Grand Chambon ;

- Zone d'exhaussement plus à l'aval, jusqu'à Cocusas, vérifié par BCEOM (1990) ; par exemple entre Vigier et Cocusas on note des dépôts diffus. Une estimation du volume annuel correspondant aboutit à une approximation de 2500 m³/an environ sur les 68 ans passés entre les dates des deux levés de profils en long. Ce volume, comparé à la faible capacité de transport de l'Ibie (cf. § 2.2.4.), ne correspond donc pas à un phénomène hydromorphologique d'exhaussement historique, la capacité de transport de l'Ibie étant nettement inférieure à cette estimation. L'explication la plus probable à cet « exhaussement » est sûrement un reprofilage du lit, avec « lissage » des bancs et du lit mineur, entraînant un lever du fond du lit plus haut en 1989. Ce lissage peut être d'origine anthropique (visible à Cocusas) ou naturel et lié à une forte crue, les mouvements de matériau n'ayant lieu que rarement, à cause de ces crues.



Figure 2-13 - Cours d'eau de l'Ibie – Cocusas

Par ailleurs, l'observation des terrasses végétalisées de part et d'autre des bancs montre une régularité de leur hauteur sur l'ensemble du cours de l'Ibie. Ceci n'est qu'indicatif mais tend à montrer que, s'il y a une certaine homogénéité de la hauteur de terrasse, on ne peut conclure à une évolution du lit en ce secteur particulier.

- zone d'équilibre de la confluence Ardèche - Ibie jusqu'au niveau de Marichard. Sur ce secteur, le fond du lit semble être en équilibre. Notons qu'à la confluence, on retrouve un abaissement localisé lié à l'abaissement du lit de l'Ardèche dans sa partie aval suite aux extractions.

En conclusion, on peut dire que le lit est en **équilibre et stabilisé d'un point de vue altimétrique (en fond moyen)**. Ceci est confirmé par la nature du lit :

- un phénomène de pavage observé sur l'ensemble du linéaire (BCEOM, 1990) ;
- la présence d'affleurements rocheux en nombreux endroits du lit (également dans les mouilles).

La présence de zones de dépôts et d'affleurement, ainsi que son profil méandriforme indique un cours d'eau relativement actif du point de vue du transport solide.

Cependant, cette activité du lit résulte seulement d'une respiration (déplacement des méandres, des secteurs de mouilles et de seuils) sous la forme d'une variation des profils en travers, la compétence du cours d'eau restant faible (cf § 2.2.4.).

2.2.1.1.5. AUZON

Les profils en long comparés sont :

- le profil de ligne d'eau établi par CEDRAT 1999, à l'occasion d'une étude hydraulique ;
- le profil IGN 1921 (ligne d'eau d'étiage).

La première considération à faire concerne la précision des deux profils en long :

- l'IGN a levé son profil avec une fréquence de 2 points par kilomètre environ,
- CEDRAT n'en a levé que 3 à 4 chaque 5 km et les cotes sont exprimées en mètre, sans décimale.

La comparaison est de fait approximative, et, compte tenu de la pente relativement forte, les différences sont à évaluer avec prudence (notamment en amont de la confluence de la Claduègne, où la pente est supérieure à 1.2%).

Les évolutions estimées d'après cette comparaison, en tenant compte de cette incertitude, seraient :

- Un léger exhaussement (1 m environ) vers la confluence avec l'Ardèche, pas vérifié par les observations de terrain, où l'on observe un fond du lit 1 à 2 m plus bas que la plaine inondable ;
- Un abaissement entre Lussas et l'aval de Saint-Germain (PK 6 à 14), de 1 à 2 m environ, jusqu'à l'atteinte du substrat rocheux en certains secteurs ;



Figure 2-14 - Auzon – Affleurements en amont du pont de Vogüé Gare

A noter une altitude du profil CEDRAT pas en accord avec les observations de terrain au droit du seuil du moulin de Pastres qui montrent des dépôts en amont de l'ouvrage et non une brèche qui pourrait expliquer l'abaissement.

- Un léger exhaussement juste en aval du barrage de Darbres ; à ce niveau, le lit montre une succession d'affleurements rocheux qui contrastent avec l'hypothèse d'exhaussement. Par ailleurs, selon d'étude CEDRAT de 1989, le barrage de Darbres, datant des années 1980, est un obstacle total au transport solide, ne laissant passer aucun bloc ; l'exhaussement noté est probablement dû aux imprécisions des levés.

Compte tenu de la hauteur du barrage de Darbres (supérieure à 10 m), se pose la question du transit des sédiments. Le lit offre le même aspect tant en amont qu'en aval de l'ouvrage : un fond rocheux très souvent visible et de très gros blocs (formant pavage). Si le barrage retient beaucoup de sédiments, cela n'a pas de conséquence sur le lit, fixé par le substratum.



Figure 2-15 – Auzon à l'aval de Saint-Germain – abaissement du lit

De la même façon, en aval de la confluence de la Claduègne, le fond du lit de l'Auzon est fréquemment pavé ; ce phénomène limite l'évolution altimétrique de la rivière dans les prochaines années et stabilise le fond du lit, jusqu'à une crue exceptionnelle capable de rompre la structure de pavage et donc de remobiliser les alluvions présentes.

2.2.1.1.6. *LIGNON*

Les profils en long utilisés par l'analyse diachronique du Lignon sont le profil IGN 1922 et le profil du levé stéréographique 1/5 000 de 1988 utilisé dans l'étude d'élaboration d'un schéma de cohérence sur la haute Ardèche et sur le Lignon (BRL 1997). Ce dernier profil n'a été réalisé que sur les communes de Jaujac et de La Souche.

Il faut rappeler que, sur des rivières à forte pente comme le Lignon (entre 1.6 et 3 % sur les secteurs considérés), la précision des profils en long est relativement médiocre, et qu'une erreur sur la localisation des points entraîne rapidement des erreurs de plusieurs mètres en hauteur. Nous suggérons donc beaucoup de prudence sur la réelle validité de ces résultats.



Figure 2-16 - Le Lignon – Confluence avec l'Ardèche

Le lit du Lignon a subi de nombreuses modifications lors de la crue de 1992, notamment entre La Souche et Jaujac, où l'espace de mobilité est le plus étendu :

- à Jaujac, la géométrie du cours d'eau a changé, notamment au droit des secteurs comportant plusieurs chenaux d'écoulement (bras) qui ont pu être réactivés ou au contraire bouchés ;
- à La Souche, le Lignon a creusé un nouveau bras au niveau du pont de Vissac (BRL 1997). Des travaux de remodelage du lit ont été envisagés à la suite de cette crue.

Au vu des profils en long, et compte tenu de la forte pente, le lit semble globalement relativement stable. On peut cependant noter les observations suivantes, effectuées par BRL, mais ne concernant que des variations de 1 à 2 m, donc peu significatives :

- En amont du pont de Bruget et jusqu'au pont César, on notera un exhaussement moyen de 1 m environ. BRL indique qu'il y a eu passage d'un lit en méandre à un lit en tresses ces dernières décennies. Ceci pourrait être lié simplement à l'action de la crue de 1992 qui a probablement nettoyé les bancs végétalisés et réactivé l'ensemble des bras sur les secteurs un peu larges. Il n'y a pas eu de modification de la pente générale.

En aval de la zone urbaine de Jaujac, la rivière s'écoule le long d'une importante coulée basaltique qui arrive jusqu'à l'Ardèche et qui a un impact sensible sur la composition des alluvions de la rivière. Ainsi, le pourcentage de gros blocs de basalte sur l'Ardèche passe de 22 à 40 % à la confluence du Lignon (SOGREAH, 1993 ; F. Gob, 2005).

2.2.1.1.7. LIGNE - LANDE

On ne dispose pas de profils en long récents de la Ligne, ce qui nous empêche de mener une analyse diachronique de l'évolution du lit en vertical. Cependant, le seul profil IGN de 1922 nous donne des informations :

- le secteur plus en aval, jusqu'à la confluence avec l'Ardèche, s'écoule dans des gorges ; sur ce tronçon, on ne prévoit pas d'évolutions futures sensibles ;
- sur le secteur en amont de Montréal, plusieurs seuils ont été construits avant 1922. L'engravement de ces ouvrages a induit une pente « artificielle » inférieure à la pente naturelle. Il est vraisemblable (mais non prouvé du fait de l'absence de profil en long récent) que la pente générale, plus forte, est liée aux charriages effectués lors du petit âge glaciaire. Postérieurement à cette époque, les apports liquides ont été bien plus faibles et la pente d'équilibre en amont des seuils s'est stabilisée en conséquence.

Il ne nous semble pas nécessaire de réaliser un nouveau profil sur ce cours d'eau, l'intérêt étant moindre que sur d'autres secteurs de l'Ardèche (basse Ardèche ou bas Chassezac en particulier). Les raisons en sont les suivantes :

- la pente, relativement forte, incite à penser que les éventuelles différences observées entre 1920 et aujourd'hui ne seraient pas forcément significatives compte tenu de l'imprécision des mesures à l'époque ;
- les plaines alluviales, sources potentielles d'enjeux, restent limitées sur ce cours d'eau.

Les observations géomorphologiques de terrain semblent montrer que ce cours d'eau est proche de l'équilibre, tant au niveau des ouvrages (pas de déchaussement ou d'engravement) que du fond du lit (pavage, affleurements).



Figure 2-17 – Phénomène de pavage sur la Ligne

La connaissance du profil en long actuel ne semble donc pas prioritaire, même si cela peut s'avérer instructif en tout état de cause.

2.2.1.1.8. CONCLUSIONS

L'évolution altimétrique de l'Ardèche montre d'importants abaissements générés par les extractions (1 à 2 m en aval d'Aubenas, jusqu'à 2 à 3 m en aval des gorges). Ailleurs, le lit est stabilisé par des seuils (par exemple en aval de la confluence du Chassezac), par un phénomène de pavage du fond du lit (haute vallée) ou par la mise à nu du substratum rocheux.

Sur le Chassezac, l'analyse diachronique des profils en long a montré que la situation dans les années 80 correspondait à un net abaissement par rapport à 1921, de l'ordre de 1 à 4 m. L'enfoncement du bas Chassezac correspond approximativement à un volume total de 1 500 000 m³ environ.

L'évolution altimétrique de la Beaume et de la Drobie ce dernier siècle reste très limitée. Sur le secteur amont de la Beaume et sur la Drobie, le lit est stabilisé par une succession d'affleurements rocheux. Sur le secteur intermédiaire, la mobilité verticale du cours d'eau est réduite et liée à la respiration naturelle de la rivière plutôt qu'à de réelles tendances évolutives. En aval, les profils en long ne montrent pas d'évolutions sensibles du fond du lit.

En ce qui concerne l'Ibie, le lit est en équilibre stabilisé d'un point de vue altimétrique. Ceci est confirmé par un phénomène de pavage observé sur l'ensemble du linéaire et la présence d'affleurements rocheux en nombreux endroits.

L'Auzon est une rivière à pente marquée et parcourant des vallées encaissées ; son évolution en verticale est limitée à un léger abaissement contenu par des affleurements rocheux ou du pavage,

Le lit du Lignon, au vu des profils en long, et compte tenu de la forte pente, apparaît globalement stable.

Dans le cas de la Ligne, malgré l'absence de profils en long récents, on peut considérer qu'elle est stable d'un point de vue altimétrique, en aval à cause des gorges, en amont à cause des seuils et d'une forte diminution de la capacité de transport solide depuis le petit âge glaciaire.

2.2.1.2. ETUDE PLANIMETRIQUE - ESPACES DE MOBILITE

Cette étude s'appuie notamment sur le guide technique n°2 de « Détermination de l'Espace de Liberté des Cours d'Eau », Bassin Rhône – Méditerranée – Corse, 1998.

La préservation ou la restauration de la mobilité des cours d'eau dans l'espace et dans le temps est un enjeu important pour la gestion globale et équilibrée des hydrosystèmes. Nous présentons donc ci-après les méthodes suivies pour cartographier les enveloppes spatiales nécessaires au maintien de cet équilibre morphodynamique.

Nous proposons de délimiter 2 espaces :

- **l'espace de mobilité géologique** ou encore espace de mobilité maximal, correspondant généralement à l'ensemble du fond de vallée constitué de matériaux érodables (dépôts holocènes ou fin-pléistocènes), soit sensiblement l'espace balayé par la rivière à l'échelle des derniers milliers d'années. Cet espace est un espace morphodynamique « vrai » délimitable sur des bases physiques (fond de vallée alluvial Fz et Fy sur les cartes géologiques),
- **l'espace de mobilité historique**, basé sur des critères essentiellement géomorphologiques et sédimentologiques. Les contraintes socio-économiques majeures (zones habitées, grosses infrastructures routières, ouvrages de franchissement) n'y sont pas intégrées, et pourront donc être protégées. Les contraintes socio-économiques secondaires (axes de communication communaux, puits de captages, certaines gravières de volume restreint, habitations isolées) y seront généralement intégrées (déplacement de puits menacés, rachat d'habitations menacées, etc.). L'espace de mobilité historique, même s'il est lui aussi délimité sur des bases géomorphologiques (anciens tracés, amplitude d'équilibre), correspond plutôt à un concept de gestion. En effet, il n'implique pas nécessairement une érosion latérale totale à court ou moyen terme mais peut être envisagé comme une enveloppe de précaution.

2.2.1.2.1. DELIMITATION DES ESPACES DE MOBILITE

A. Espace de mobilité géologique

Cette première enveloppe, la plus vaste et la plus étendue, doit permettre de relativiser les processus actuels d'érosion latérale par rapport à leur intensité au cours des derniers milliers d'années. Cette enveloppe, qui n'est pas entièrement mobilisable par le cours d'eau à notre échelle de temps, pourrait se rapprocher du concept d'espace de mobilité idéal, dans la mesure où, si on laisse au cours d'eau l'ensemble de cet espace, il disposera de toute la gamme des paramètres d'ajustement morphodynamique à long terme : amplitude du champ de méandrement pour ajuster sa pente, ensemble du stock alluvial pour ajuster sa charge solide.

a. Concepts

Cet espace géologique correspond sensiblement au corps sédimentaire à matériau grossier mis en place à la fin de la glaciation du Würm (-12 000 ans) dans les fonds de vallée et potentiellement mobilisable par les cours d'eau actuels. Cette mobilisation dépend de la granulométrie des sédiments et de leur distance par rapport au chenal vif actuel.

b. Espace « géologique »

La méthode consiste à se référer aux cartes géologiques à grande échelle (1/50 000 et 1/80 000) et à prendre comme enveloppe externe les limites des alluvions modernes (couches Fz et Fy des cartes géologiques), délimitant ainsi l'espace balayé par le cours d'eau à l'échelle des derniers milliers d'années. Il n'est pas exclu que les processus actuels d'érosion latérale se propagent au-delà, vers des terrasses plus anciennes, voire dans des formations géologiques meubles (sables tertiaires, conglomérats peu cimentés, ...).

c. Espace « topographique »

L'espace de mobilité géologique doit aussi être cohérent avec la morphologie actuelle du terrain, notamment pour un bassin versant comme celui de l'Ardèche, où la topographie joue un rôle très important en imposant de fortes contraintes au déplacement naturel du lit (gorges).

Il a fallu donc tracer un nouvel espace de mobilité, résultant de l'enveloppe des gorges et de tous les autres éléments topographiques visibles sur les cartes actuelles (IGN) et sur les photographies aériennes disponibles.

L'espace de mobilité géologique résulte de l'enveloppe des deux espaces cités ci-dessus.

B. Espace de mobilité historique

La définition de l'espace de mobilité historique d'un cours d'eau peut être en partie basée sur l'analyse de sa dynamique fluviale récente (2 derniers siècles) et notamment sur l'**emprise spatiale historique des déplacements du lit**.

Parallèlement, l'**évolution du style fluvial** (passage du tressage au méandrement, changement des caractéristiques géométriques en plan : longueur d'onde, amplitude, longueur d'arc, rayon de courbure des sinuosités, évolution de la largeur de la bande active) peut fournir des **indices d'augmentation ou de diminution de l'activité fluviale en plan**.

D'amplitude généralement plus limitée que l'espace géologique, l'espace de divagation historique a été déterminé essentiellement par analyse de documents anciens :

- limites de communes tracés à partir de la fin du 18^{ème} siècle et qui souvent suivent les cours d'eau,
- cartes de Cassini, au 1/86 400, datant de la fin du 18^{ème} siècle ; de précision moyenne et difficiles à recaler spatialement, elles ne sont utilisées qu'à titre indicatif,

- cartes de l'Etat Major, au 1/80 000 (datant de 1860 – 1870),
- cartes IGN anciennes, au 1/20 000 ou 1/25 000, datant des années 1940 environ,
- cartes IGN récentes, au 1/25 000, datant des années 2000 environ,
- photographies aériennes des campagnes de 1979, 1986, 1991, 1997 et 2002.

Le principe de base consiste à superposer, au moyen d'un système d'information géographique, l'ensemble des tracés historiques, pour en déterminer l'**enveloppe externe**. Cette enveloppe sera définie comme l'**espace de divagation historique**.

Seuls sont cartographiés les tracés des lits mineurs actifs au moment de la réalisation des documents cartographiques ou photographiques historiques.

Les tracés plus anciens, identifiables sur carte ou photographie par la présence de bras morts ou marais ne sont pas systématiquement inclus dans l'espace de divagation historique.

Les espaces de mobilité figurent en annexe 2-3.

2.2.1.2.2. ANALYSE DES ESPACES DE MOBILITE

A. L'Ardèche

i) Secteur en amont de Lalevade (annexe 2-3 - figures 5, 6 et 7/15)

L'espace historique et l'espace géologique sont globalement coïncidents, la morphologie du lieu est évidemment celle d'une vallée plutôt étroite sans une vraie plaine alluviale où le lit de la rivière peut se déplacer lors des crues ; le seul espace de divagation reste le fond de vallée sur 200 m de large en moyenne.

ii) Secteur Lalevade – Vogüé (annexe 2-3 - figure 4 et 5/15)

Dans la délimitation de l'espace géologique, on trouve des plaines alluviales, à Lalevade, Ucel et surtout d'Aubenas à Vogüé, où on retrouve des alluvions anciennes et récentes en rive droite, tandis qu'en rive gauche, l'espace de liberté est limité par des couches de marno-calcaire. A l'aval de Vogüé, l'espace géologique devient plus étroit, limité par des falaises. Du point de vue historique, la rivière ne semble pas s'être déplacée durant le dernier siècle, restant en rive gauche de l'espace de mobilité géologique.

Ceci peut s'expliquer d'une part par la pression anthropique en rive droite (routes, exploitations agricoles, villages) mais aussi par la chute de compétence et la découverte d'affleurements rocheux ; peu de matériaux sont mobilisés au droit de ce secteur et son évolution en plan est quasi-inexistante, ou en tout cas très lente, imperceptible à l'échelle du siècle.

Notons que Piégay (1996) indique que la largeur de la bande naturelle entre 1947 et 1996 a été très fortement réduite sur le secteur Saint-Didier – Vogüé, ainsi qu'au droit de Lanas ou encore entre Ruoms et Vallon-Pont d'Arc. Ainsi, la zone domestiquée en 1989 représentait 22 % de l'espace naturel de 1947, ce qui montre une évolution particulièrement forte de l'occupation humaine.

La dynamique historiquement proche d'un lit en tresses démontrait un cours d'eau à pente relativement marquée (5 ‰ en moyenne). Le passage d'un lit en tresses à un lit à méandres est la conséquence de l'abaissement du lit et de la réduction de la bande active du lit. La configuration actuelle du lit stigmatise par ailleurs très nettement les anciens sites d'extractions en lit mineur.

iii) Secteur Vogüé – Ruoms (annexe 2-3 - figure 3, 4/15)

On observe quelques zones de dépôts alluvionnaires d'extension notable au niveau de Saint-Maurice d'Ardèche et Chauzon. Elles induisent un élargissement important des limites de l'espace de mobilité géologique ; cependant, la largeur de l'espace de mobilité historique ne varie pas sur ces secteurs car on constate peu de déplacement du lit. Encore une fois, cette relative stabilité en plan peut être imputée à l'abaissement du lit et donc à l'encaissement et à la concentration des débits dans un lit plus étroit. On peut toutefois s'attendre, à plus ou moins long terme, à ce que les méandres tendent à se déplacer vers l'extrados des coudes, en particulier au droit de Chauzon (rive gauche).

Ailleurs, les espaces géologiques et historiques restent limités par des contraintes topographiques, comme celle des gorges au confluent de la Ligne ou en aval de Balazuc.

iv) Confluents de la Beaume, du Chassezac et de l'Ibie (figure 2/15 annexe 2-3)

L'espace de mobilité géologique sur ce secteur est très étendu, correspondant à une zone de dépôt des affluents que sont la Beaume et le Chassezac. La divagation historique du cours d'eau apparaît nettement moins importante que ce que laissent penser les alluvions « récentes ». La relative stabilisation du lit est liée à la forte contrainte planimétrique induite par la présence de barrages sur ce secteur (et donc des protections associées).

Notons que depuis un siècle, la confluence de la Beaume semble s'être déplacée vers l'aval, l'aérodrome de Ruoms-Labeaume étant aujourd'hui sur l'ancien tracé du cours d'eau de 1860.

v) Secteur des gorges

L'espace de mobilité reste bien évidemment restreint dans les gorges.

vi) Secteur sortie des gorges – Rhône (annexe 2-3 - figure 1/15)

Ce secteur est particulièrement sensible à une évolution planimétrique.

Espace de mobilité géologique

A la sortie des gorges, dans la plaine alluviale en amont immédiat de la confluence avec le Rhône, l'espace géologique de l'Ardèche apparaît très large, l'extension des alluvions récentes de l'Ardèche se confondant avec celle du Rhône. On retrouve le phénomène caractéristique de plaine alluviale dans la partie amont de la confluence de deux cours d'eau.

L'espace de mobilité restreint, correspondant aux limites des alluvions récentes (type Fz) fait apparaître une bande active dont l'évasement est pratiquement constant (conique) depuis la sortie des gorges jusqu'à la confluence avec le Rhône.

Les espaces de mobilité de la basse vallée de l'Ardèche sont représentés dans la planche 1/15 de l'annexe 2-3 – Espaces de Mobilité.

Espace de mobilité historique

La superposition des différents tracés de l'Ardèche depuis plus de cent ans montre une évolution du méandrement de la rivière, qui pourrait être schématisée de la manière suivante :

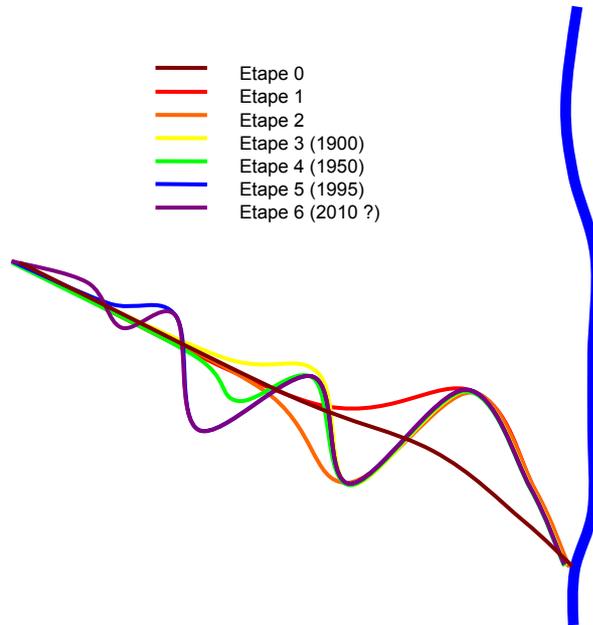


Figure 2-18 – Basse Vallée de l'Ardèche - Evolution historique probable du méandrement

La dynamique fluviale sur ce secteur est typique d'une rivière de plaine. L'analyse du profil en long montre que la pente plus en amont, dans les gorges, est relativement marquée, de l'ordre de 1,2 ‰. A la sortie des gorges, la pente est nettement plus faible (0,7 ‰ environ) ; on retrouve alors un faciès de cours d'eau de plaine à méandres mobiles, facilement modelables lors de crues. Cette apparition de méandres est directement liée à cette rupture de pente.

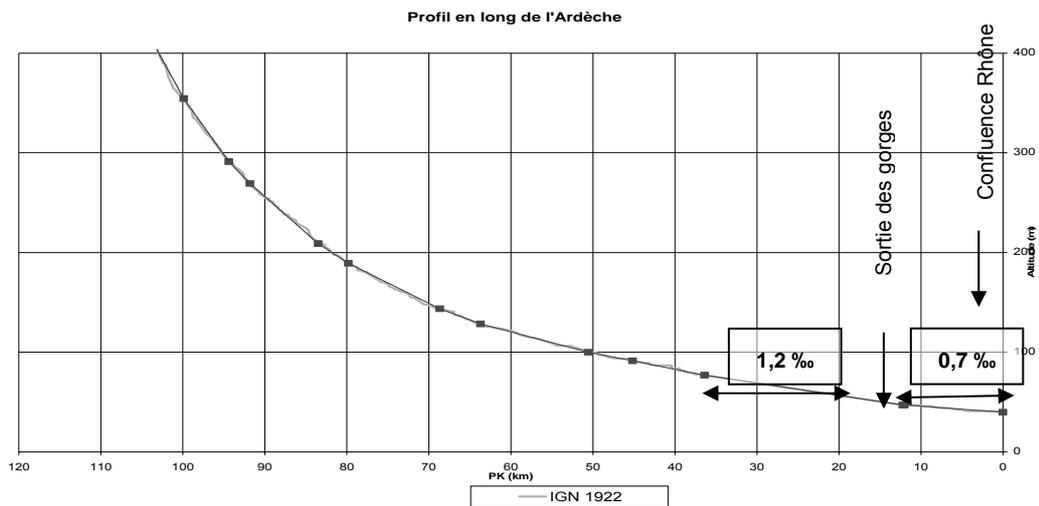


Figure 2-19 – Profil en long de l'Ardèche

Pour expliquer cette rupture de pente et donc les évolutions de la plaine alluviale de l'Ardèche, il faut considérer les évolutions historiques du Rhône au droit de la confluence à l'échelle des temps géologiques.

Le niveau du Rhône a en effet remonté de 100 m depuis 10 000 à 15 000 ans environ, après le dernier Age Glaciaire. L'Ardèche a ainsi été « forcée » à adapter sa pente en fonction de la condition aval imposée par le Rhône, en tendant à exhausser le fond du lit et le niveau de la plaine alluviale par des dépôts des matériaux provenant de l'amont.

A la suite de ce phénomène de diminution de pente sur l'aval, le cours d'eau a recherché un nouvel équilibre en adaptant son parcours, créant ainsi des méandres. L'abondance de sites d'extractions dans le lit mineur de l'Ardèche sur ce secteur témoigne d'ailleurs de la présence d'une couche importante de sédiments, c'est-à-dire de matériaux apportés et déposés par la rivière pour adapter sa pente aux nouvelles conditions d'écoulements.

Il est par ailleurs possible de déterminer les caractéristiques des méandres existant actuellement sur le secteur :

- longueur d'onde : 2 à 2,5 km environ
- amplitude : 1 à 1,5 km environ

La comparaison de ces valeurs avec les formules existant dans la littérature et permettant d'estimer la longueur d'onde et l'amplitude à partir de la largeur plein bord, aboutit à des résultats cohérents qui laissent à penser que les méandres observés tendent à caractériser un état d'équilibre.

Jusqu'à présent, le déplacement des méandres semble donc avoir correspondu à une modification naturelle du lit liée à la modification de l'écoulement entre l'amont et l'aval, sans perturbation extérieure majeure. On peut cependant noter que l'évolution en plan n'a concerné en majeure partie que le méandre situé sur les lieux-dits « les Biordonnes – les Plantades » avec relativement peu de glissement vers l'aval. Ceci est vraisemblablement à associer aux deux structures humaines constituées d'une part de la RN 86 et, d'autre part, de la voie SNCF. Ces deux réalisations fixent les deux méandres aval si bien que la seule mobilité restante a été le « ventre » observé depuis 1860.

Sur un millénaire, et s'il n'y a plus d'entretien de ces structures de communication, on peut envisager un déplacement très lent des méandres par suite d'érosion dans l'extrados des courbes simultanément à des dépôts dans l'intrados (phénomène de « glissement »), ce qui laisse à penser que l'intégralité de l'espace de mobilité restreint aux alluvions F_z pourrait ainsi être parcourue par le lit du cours d'eau.

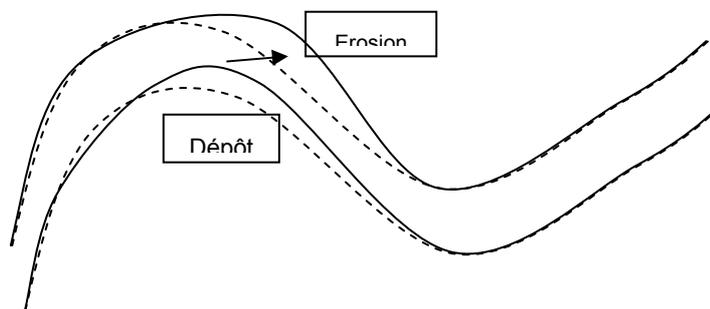


Figure 2-20 - Phénomène de « Glissement » d'un méandre

Cependant, à l'échelle du siècle (ce qu'on dénommera le long terme) et compte tenu de l'importance de ces voies de communication, il est difficile de supposer que ce déplacement des méandres vers l'aval ait lieu.

On peut ainsi prévoir que l'enveloppe de l'espace de mobilité futur de l'Ardèche coïncidera probablement avec l'enveloppe de divagation historique, **à condition qu'aucune modification anthropique ne vienne perturber cette divagation naturelle de l'Ardèche.**

Il semble donc que les ouvrages existants (infrastructures routières notamment) n'aient pas joué de rôle « contraignant » dans la divagation du lit de l'Ardèche, sur le secteur des Biordonnes ; le déplacement de celle-ci vers le sud ces dernières années correspond à un déplacement naturel du cours d'eau en plan.

B. Le Chassezac

L'espace de mobilité géologique souligne deux zones importantes de dépôts alluviaux : la première en correspondance avec la basse vallée, jusqu'à la confluence avec l'Ardèche, déjà évoquée ci-dessus (cf. § 1.4, figure 2/15 annexe 2-3), et la deuxième au niveau de Chandolas et de la confluence avec le ruisseau du Tégoul. Plus en amont, les secteurs à alluvions récentes restent diffus.

Dans la première zone, l'analyse de l'espace historique montre des déplacements historiques fréquents du lit dans le corridor géologique déterminé. La tendance à la divagation à ce niveau avait d'ailleurs déjà été signalée par BRL en 2001. Par ailleurs, le Fédération de Pêche de l'Ardèche rappelle dans son étude sur une île du Chassezac, le nombre important de secteurs de divagation du bas Chassezac avant les années 60. Suite à la crue de 1956, les aménagements de digues et de remblais pour protéger les berges ont conduit à la réduction des espaces de divagation du Chassezac.

Cette forte mobilité du lit est liée à une zone d'expansion potentielle (plaine) ainsi qu'à une réduction de pente sur la partie aval du cours d'eau, propice à la création de méandres.



Figure 2-21 – Méandres du Chassezac en amont de la confluence de l'Ardèche – photos aérienne de 1997

De même que l'Ardèche, il est possible de déterminer les caractéristiques des méandres existant actuellement sur le secteur :

- longueur d'onde : 600 m environ
- amplitude : 1600 m environ

Les formules existant dans la littérature indiquent un rapport amplitude/largeur à pleins bords égal à 10 environ, ce qui est cohérent avec la largeur mesurée (65 – 70 m). Ceci laisse à penser que les méandres observés tendent à caractériser un état d'équilibre.

Plus en amont, sur le secteur de La Rouveyrolle, on note une tendance actuelle très forte au déplacement en rive droite. L'analyse historique ne montre pas de mouvement du lit durant le dernier siècle ; ces mouvements apparaissent à partir des années 80, en liaison avec les nombreuses extractions intervenues durant ces années.

Cette tendance se poursuit en aval dans une moindre mesure jusqu'à Chandolas, où le Syndicat Défense des Berges du Chassezac a noté que la berge droite s'est déplacée de 10 m environ vers le sud, c'est-à-dire vers la rive droite du cours d'eau.

Outre le déplacement du méandre en rive droite à la Rouveyrolle (phénomène certainement accéléré par la présence d'une ancienne gravière dans le méandre), on note un élargissement de la vallée à la sortie des gorges, correspondant à la fois à un élargissement topographique et géologique. En sortie de gorges où la vitesse des écoulements est élevée lors des crues, cette zone d'expansion entraîne un ralentissement sensible des crues ainsi qu'une baisse de la compétence de la rivière. En effet, l'augmentation de la largeur plein bord entraîne une augmentation du débit de début d'entraînement et donc le dépôt de matériaux dans cette zone.



Figure 2-22 – Zone de dépôt en RG dans le secteur de la Rouveyrolles

En conclusion, on peut affirmer que la logique du Chassezac dans sa partie plaine alluviale est typique de la dynamique des rivières en plaine : on observe la présence de méandres se déplaçant dans l'espace de la plaine, avec une logique d'érosion/dépôt dans les coudes.

En amont de Chassagnes, l'espace de mobilité géologique reste très limité par les versants ; la morphologie de toute la partie amont du Chassezac (Chassezac Lozérien et secteur des barrages) est celle d'une rivière s'écoulant dans une vallée plus ou moins étroite, qui limite fortement toute évolution latérale. De plus, cette partie est caractérisée par de nombreux affleurements rocheux, dans lesquels la rivière a incisé son lit ; ces affleurements fixent la rivière ne permettant pas de déplacements latéraux.



Figure 2-23 – affleurements rocheux aux Salelles.

Sur le cours du Chassezac les seuils sont moins nombreux que sur l'Ardèche mais pourtant présents ; on en signale deux à Chambonas. A ces endroits le lit est fixé.



Figure 2-24 – seuil à Chambonas.

Comme conséquence de tous ces facteurs, la mobilité historique de ce secteur est très réduite.

De même que le secteur en amont de Chassagnes, le secteur au droit de Casteljou est stabilisé en planimétrie par la présence des gorges.

C. La Beaume - Drobie

La mobilité de la Beaume et de la Drobie est assez réduite sur le secteur amont, voire pratiquement nulle lorsque la rivière s'écoule dans des gorges (annexe 2-3 -figure 11/15).

Plus en aval, dans le secteur de Joyeuse, l'espace de mobilité géologique est plus étendu (plaine alluviale). L'espace historique est toutefois réduit par un assortiment de perrés ou digues le long du cours d'eau (annexe 2-3 - figure 10/15).

Rappelons que l'on note la présence de nombreux affleurements rocheux sur ce secteur.



Figure 2-25 - Protection des berges au droit de Joyeuse depuis la rive gauche

En aval de Joyeuse, d'autres gorges caractérisent la morphologie de la rivière ; le seul espace de mobilité méritant une attention particulière se trouve en amont du pont de Labeaume, du fait de la présence humaine. Toutefois, le risque reste modéré compte tenu des méandres marqués de la Beaume en cet endroit, dont l'extrados des coudes vient s'appuyer sur les falaises (annexe 2-3 -figure 2/15).



Figure 2-26 - Pont de la Beaume – amont depuis RG

L'espace de mobilité de la confluence avec l'Ardèche a déjà été évoqué ci-dessus.

D. L'Ibie (annexe 2-3 - figures 13 et 14/15)

L'espace géologique et l'espace historique restent réduits et ne diffèrent que de quelques dizaines ou centaines de mètres. Ceci est dû à la configuration topographique du cours d'eau, parcourant sur l'ensemble de son linéaire un tracé encaissé entre deux versants marqués.

Seule la partie aval à partir de Vigier montre une plaine alluviale plus étendue, avec un espace de mobilité plus large, tant au niveau géologique qu'historique. Coulant sur ses alluvions à la différence de la plupart des autres cours d'eau étudiés, l'Ibie a un lit mineur non contraint qui semble se déplacer avec une fréquence relativement élevée (de l'ordre de la décennie) à l'intérieur d'un lit "enveloppe" qui correspond environ à son lit majeur. Ce déplacement est lié à des phénomènes de dépôts (intrados) et de reprise (extrados) dans les méandres.

E. L'Auzon (annexe 2-3 - figures 4 et 15/15)

La configuration topographique de l'Auzon et de la Claduègne indique des cours d'eau à pente marquée et parcourant des vallées encaissées. Ainsi, on ne note pas de présence de plaine alluviale caractéristique, mais plutôt d'un espace de mobilité contraint par les versants. La mobilité historique reste peu marquée. Le développement de la ripisylve sur l'ensemble du cours d'eau semble confirmer cette relative stabilité latérale.

F. Le Lignon (annexe 2-3 - figure 6/15)

L'espace de mobilité, aussi bien historique que géologique, de la basse vallée du Lignon est fortement contraint par une coulée basaltique en rive droite. Cela empêche tout déplacement en cette direction. Ailleurs, la vallée reste très étroite ; on ne constate que deux élargissements, au droit des villages de Jaujac et La Souche. La mobilité historique est faible, sauf lors de phénomènes liés aux crues (remise en eau d'anciens bras, creusement de nouveaux chenaux, ...).

G. La Ligne – La Lande (annexe 2-3 - figures 3 et 12/15)

D'une manière générale, ces deux rivières n'ont pas d'espaces de mobilité importants. Leur partie amont est contrainte dans des vallées encaissées ou dans la traversée de villages (Largentièrre notamment), où le lit est bordé de hauts murs. Il en est de même pour la partie aval de la Ligne entre sa confluence avec la Lande et sa confluence avec l'Ardèche.



Figure 2-27 - Ligne – Traversée de Largentièrre

La seule zone où l'espace de mobilité géologique prend un peu plus d'ampleur se situe entre Largentièrre et la confluence de la Ligne et de la Lande. Toutefois, la présence de seuils limite l'évolution latérale de la Lande. On n'observe d'ailleurs pas d'évolution sensible du cours d'eau depuis un siècle.

2.2.2. LES PERTURBATIONS

Ce chapitre a pour objectif d'inventorier les possibles causes de modification de la dynamique des cours d'eau étudiés.

2.2.2.1. PONTS

Les ponts existants sur l'Ardèche et ses affluents ont des capacités suffisantes pour ne pas faire obstacle de manière permanente au transport solide. En effet, ces ponts sont soit dimensionnés pour des crues exceptionnelles, soit conçus pour être submersibles.



Figure 2-28 - Pont submersible sur l'Ibie

Leur impact sur le transport sera tout au plus local, avec un possible exhaussement en amont immédiat et une érosion au droit des piles.

Un exemple de ce phénomène local est celui du pont de Labeaume. Par l'obstacle qu'il crée aux écoulements des crues, cet ouvrage favorise naturellement une respiration du lit :

- tendance au dépôt en amont, lié à la perte de charge provoquée par le pont ;
- tendance au creusement du lit en aval, lié à une mise en vitesse sous le pont.

2.2.2.2. ENDIGUEMENT

En revanche, l'endiguement rencontrés révèlent de façon très marquée, une évolution particulièrement forte de l'occupation humaine sur l'ensemble des cours d'eau : présence d'habitations et d'infrastructures routières dans le lit majeur. Piégay (1996) indique ainsi que la largeur de la bande naturelle entre 1947 et 1996 a été très fortement réduite sur le secteur Saint Didier – Vogué, ainsi qu'au droit de Lanas ou encore entre Ruoms et Vallon-Pont d'Arc. La largeur moyenne concédée varie dans ces secteurs entre 100 et 200 m.

Si les points caractéristiques sont concentrés, rares sont les secteurs peu touchés ; sur l'Ardèche, ceux-ci correspondent assez nettement aux tronçons en gorges.

Sur l'Auzon et la Claduègne, ainsi que sur l'Ibie ou encore l'Ardèche, certaines terres ont ainsi été protégées par des épis ou déflecteurs implantés sur les berges du lit mineur. Beaucoup de ces épis sont encore en place, bien que certains soient dans un état de dégradation avancée.

2.2.2.3. SEUILS ET BARRAGES

Une autre perturbation notable sur le bassin est la présence de barrages. Si la continuité du transport solide a été perturbée par la présence de nombreux seuils sur le cours d'eau au moment de leur réalisation, l'Ardèche a eu le temps de retrouver sa pente d'équilibre par un

comblement progressif des biefs. On peut considérer que ces seuils sont actuellement transparents vis-à-vis du transport solide.



Figure 2-29 - Ardèche – seuil à Labégude

En revanche, le barrage de Montpezat sur la Fontaulière, le barrage de Darbres sur l'Auzon et les différents barrages sur le Chassezac et ses affluents (Villefort, Roujanel, Prévenchères mais aussi Pied de Borne et Malarce) constituent des obstacles permanents au transport solide, tout du moins pour les crues dont le débit est supérieur au débit de début d'entraînement et qui sont écrêtées par les ouvrages.

La fonction de ces barrages est d'abord d'assurer un soutien d'étiage. Bien qu'étant quasiment transparents vis-à-vis des crues, ces ouvrages retiennent une bonne partie des apports solides. Ainsi, ces retenues **privent** le cours du Chassezac dans sa basse vallée de ses **principaux apports solides grossiers**, puisque près de 2/3 de la surface du bassin versant est contrôlée par ces ouvrages.



Figure 2-30 - Chassezac – Barrage de Malarce

Suite à une prise de contact avec le gestionnaire des barrages, la quantification des matériaux piégés par les barrages s'avère très difficile ; si, pour Malarce, Sainte Marguerite, Rachas, Roujanel, les volumes solides stockés dans les 40 ans de service ont pu être estimés (bathymétrie), on ne dispose que d'observations qualitatives pour le barrage de Villefort, qui a la plus grande capacité du bassin versant, avec 3 600 000 m³ de volume d'eau retenue, et pour lequel « des volumes relativement importants de sables et graviers ont été observés en queue de retenue ». Notons par ailleurs, les vannes de vidange du barrage de Villefort sont des vannes à jet creux qui ne se prêtent pas très bien au transit des sédiments, tandis que les autres semblent avoir des vannes plus efficaces vis-à-vis de l'évacuation du stock sédimentaire.

Une estimation sommaire des volumes piégés à partir des données fournies et des hypothèses pouvant être faites sur Villefort nous conduit à calculer des valeurs de 3 000 à 20 000 m³/an, ce qui est l'ordre de grandeur de la capacité de transport du Bas Chassezac (cf. 2.2.4.3). Cela confirme que les barrages jouent un rôle non négligeable (bien que difficilement quantifiable compte tenu des données à disposition) sur la transport solide du Chassezac.

A la suppression de ces apports par les barrages, il faut ajouter la **reprise de compétence** en matière de transports solides, généralement associée à une incision du cours d'eau **en aval des barrages**. La taille des matériaux (gros blocs pouvant atteindre 50 cm de diamètre) à l'aval du barrage de Malarce, le plus à l'aval sur le Chassezac vient confirmer cet état de fait : la pente a diminué puis s'est stabilisée par le biais d'un pavage en gros éléments.

Ces deux phénomènes (réduction importante des apports sédimentaires et reprise de compétence en aval) ont donc principalement affecté le Chassezac à l'aval des barrages, soit entre « les Borels » et la confluence avec l'Ardèche.

2.2.2.4. OCCUPATION DES SOLS

L'occupation des bassins versants, et notamment la déprise rurale observée, pourrait avoir entraîné une diminution des apports solides aux cours d'eau. Ainsi, entre les années 1930 et 1988, la surface boisée du bassin versant de l'Ardèche comptabilisé au cadastre a doublé.

Dans sa thèse de doctorat, N. Jacob (2003) a étudié l'impact de l'Homme sur les versants en terme de dénudation et d'érosion. Ses résultats montrent qu'il convient de nuancer l'importance de la pression démographique puisque la colonisation des versants s'est accompagnée de leur aménagement en terrasses et du développement de diverses techniques de protection contre l'érosion des sols (petits barrages, pavages des vallons et plantation de saules ou de frênes sur les berges).

Rappelons que, selon Blanc (2001), les terrasses de culture ont été présentes de façon continue dans la montagne ardéchoise durant toute la seconde moitié du Petit Age Glaciaire et ont plus que probablement contribué à limiter, durant cette période, le transfert entre les versants et les talwegs principaux. A cet égard, Jorda et Provansal (1990) puis Bruneton (1999) ont démontré, sur des petits bassins méditerranéens, que les terrasses (restanques) réduisent, au moins localement, les conséquences érosives de la mise en valeur des versants. Dans leur cas, elles ont même contribué à l'incision du vallon. Notons que Jacob remarque que ces protections sont toutefois plutôt rares en amont d'Aubenas.

Il a été montré que les terrasses de culture et l'extension du châtaignier, dont l'incidence a partiellement été évaluée par Piégay (1995), puis par Jacob (2003), n'ont pas pu complètement empêcher le déclenchement de phénomènes érosifs. Cependant, la crise semble avoir atteint son apogée dans les toutes dernières décennies du 19^e siècle, précisément au moment de la déprise rurale qui a brutalement marqué les vallées cévenoles. Ceci renforce l'hypothèse de la bonne protection des versants malgré une activité agropastorale et industrielle foisonnante durant toute la seconde moitié du petit âge glaciaire.

L'occupation des versants semble avoir limité l'apport de sédiments réellement grossiers et seules les fractions fines, sables et graviers, doivent avoir pu franchir les nombreux obstacles qui séparaient les lieux de production des talwegs principaux. Jacob (2003) remarque d'ailleurs qu'à plusieurs égards, la fourniture sédimentaire délivrée par les versants cévenols en période d'érosion a dû être essentiellement composée de fines ou de matériau de petit calibre qui, selon lui, correspondent typiquement à la fourniture détritique des reliefs cristallins. Il rappelle à ce propos les sables abondamment déposés dans le jardin de Pont-d'Aubenas et dans les exurgences des Vivaraises de Vals en 1890, sables qui ont, aujourd'hui, pratiquement disparu de la charge de l'Ardèche.

L'occupation des versants de l'Ardèche en amont d'Aubenas a été la plus forte à la fin du 18ème siècle et dans la première moitié du 19ème siècle. C'est donc à cette époque que les pentes ont dû être le plus fragilisées et ont dû fournir les quantités les plus importantes de matériaux. Les dernières décennies du 18ème siècle sont bien marquées par une crise hydrosédimentaire, la surexploitation des pentes cévenoles associée à une période de crise torrentielle a donc contribué à une augmentation de l'alluvionnement. Cependant, celui-ci a dû être relativement limité car lorsque la pression hydro climatique s'est interrompue, vers 1810, l'apport détritique s'est amoindri et la rivière a vu son lit s'inciser, malgré la croissance démographique toujours importante.

2.2.2.5. PRISES D'EAU – RESTITUTIONS

D'autres facteurs venant a priori perturber le transport solide sur l'Ardèche sont, comme précédemment expliqué (§2.1.4), les prises d'eau et les rejets d'eau claire. On note une présence généralisée de ce type d'ouvrage, en rapport avec l'exploitation de la rivière par les riverains ; ainsi, presque tous les centres urbains sur l'Ardèche disposent de prises d'eau claire (pour l'irrigation ou l'alimentation en eau potable) et de stations d'épuration rejetant l'eau dans la rivière.

Cependant, les débits en jeu restent négligeables en comparaison des débits nécessaires pour mobiliser les matériaux dans le cours d'eau.

2.2.2.6. EXTRACTIONS

L'étude de référence en ce secteur est celle menée par CEDRAT en 1984 ; cette étude a localisé tous les sites d'extractions, soit actifs soit potentiels, et a quantifié les volumes extraits pour l'année 1983. 1983 étant une des années les plus actives en matière d'extraction des matériaux de l'Ardèche, on peut retenir cette étude comme représentative de la réelle situation des prélèvements ayant eu lieu dans les années 70 - 80.

Pour le seul Chassezac, on a pu exploiter des données fournies par l'étude BRL (2001).

La localisation des sites répertoriés dans les différentes études (CEDRAT 1984, SOGREAH 1993, SOGREAH 1999, BRL 2001) apparaît dans la carte en annexe 1-6 (enjeux).

2.2.2.6.1. ARDECHE

Les sites suivants ont été répertoriés sur l'Ardèche :

Site	Exploitant	Autorisation	Superficie	Volumes extraits
Entre Thueyts et Pont de Labeaume	Entreprise Teyssier Fernand	1974, pour une durée de 15 ans	2,5 ha	14 000 m ³
Sur la commune de Saint-Didier, lieu-dit Ile des Grangeasses	Société de fait Bourdelin-Mercier	1976, pour une durée de 10 ans	3,5 ha	14 000 m ³
A hauteur du Pont de Ville, sur la commune d'Aubenas	Société CHABROLIN Père et Fils M. ISSARTEL Robert	1973, pour une durée de 15 ans (Chabrolin) 1975, pour une durée de 10 ans (Issartel)	3 ha (Chabrolin) 1 ha (Issartel)	10 000 m ³
à hauteur du hameau de Ville, communes d'Aubenas et Vogüé	Société d'Approvisionnement en Granulats (S.A.G)	1973, pour une durée de 15 ans	20 ha	44 000 m ³
sur le territoire de la commune de Vogüé	S.A.R.L OZİL et Cie	1975, pour une durée de 10 ans	16,9 ha	40 000 m ³
A hauteur de Lanas, avec extension vers l'amont au confluent avec l'Auzon et vers l'aval du pont de Lanas		1973, pour une durée de 15 ans		16 000 m ³
A l'aval du Pont de Lanas, en rive droite, sur la commune de Lanas,	Etablissements DURIEUX Frères	1977, pour une durée de 10 ans	4,5 ha	120 000 m ³
Entre Ruoms et Salavas, à La Chapoullière				25 000 m ³ par an
Entre Ruoms et Vallon Pont d'Arc				inconnu
Saint-Julien de Peyrolas	CHARPENTIER	de 1977 à 1999		60 000 – 80 000 m ³ jusqu'à 1991 25 000 m ³ en 1993, 21 000 m ³ en 1996, 37 000 m ³ en 1997, 40 000 m ³ en 1998, 48 000 m ³ en 1999
Pont Saint-Esprit	ATTARD	jusqu'à 1998		inconnu
Saint-Just d'Ardèche	PRADIER	de 1977 à 1985		100 000 m ³

Si l'on excepte les gorges, le cours de l'Ardèche peut être, pour ce qui concerne les granulats, divisé en quatre zones (cf. tableau suivant). De l'analyse des conditions d'extraction il ressort que les extractions ont eu lieu dans le lit mineur de la rivière, sous des régimes administratifs et réglementaires très divers allant de travaux de curage - dégagement d'espace à des

installations autorisées par des arrêtés préfectoraux ou interdépartementaux précisant plus ou moins les conditions d'exploitation et de remise en état.

L'étude SOGREAH (1993) considérait les volumes d'extraction dans le tableau ci-dessous³ :

Tronçon	Vol annuel d'extraction (1983) m ³ /an
Amont Aubenas	20 000
Aubenas – Ruoms	150 000 – 250 000
Ruoms – Salavas	20 000
Aval gorges	100 000
Total	300 000 – 400 000

En admettant que les extractions aient atteint le niveau de 1983 pendant environ 20 ans, on aurait ainsi un volume extrait de l'ordre de 4 millions de m³ en amont de Ruoms et 1,6 millions de m³ sur une période de 12 ans d'exploitation d'après Landon - 1996. Ce dernier chiffre sous-estime, selon Landon même, les volumes extraits ; par ailleurs, la différence avec le chiffre de 4 millions de m³ est liée à la période d'extraction utilisée (12 ans au lieu que 20). Par ailleurs, on note que Landon a utilisé une valeur basse de la fourchette proposée, (140 000 m³/an à Ruoms, au lieu d'une valeur moyenne proche de 200 000 m³). Compte tenu de ces remarques, une valeur de 4 millions de m³ d'extraction a été conservée.

Les volumes d'abaissement estimés sur ce tronçon de cours d'eau sont de 2,7 millions de m³, ce qui correspond à un volume « apporté » par l'Ardèche dans le même temps de l'ordre de 1,3.10⁶ m³ en 20 ans, soit une moyenne de 65 000 m³ par an. Toutefois, ce nombre est à considérer avec beaucoup de précaution compte tenu des incertitudes de calcul (durée et volume d'extraction, calcul d'abaissement) et doit être considéré en réalité dans une fourchette de 15 000 à 115 000 m³/an...

2.2.2.6.2. CHASSEZAC

Sur le Chassezac, l'amont du Pont de Gravières a fait l'objet d'exploitations temporaires et localisées (aval du pont des Eynes, ...), non quantifiées.

L'activité d'extraction sur le Chassezac, qui a cessé depuis la fin des années 1970, était essentiellement concentrée au droit de la Rouveyrolle sur deux sites particuliers, et, plus en aval, au lieu-dit « Le Verdal ». L'extraction de gravier a transformé un lit large avec des chenaux anastomosés en un lit étroit et profond ; l'approfondissement du lit a provoqué une érosion régressive dans les affluents qui, au gré de fortes crues, a provoqué une déstabilisation des berges. Par ailleurs, les riverains ont manifesté leur crainte d'un possible déplacement du méandre dans l'extrados

D'après les informations recueillies auprès des carriers, le volume prélevé journalier pouvait varier au maximum entre 200 et 300 m³ pour l'ensemble des exploitations. En considérant,

³ Dans l'étude, on suppose que les extractions ont atteint le même niveau pendant la période 1973 – 1993

d'un commun accord avec le carrier que la durée moyenne d'exploitation sur un mois est de 12 jours, ce sont entre 28 800 m³ et 43 200 m³ qui ont été prélevés annuellement, soit 36 000 m³ par an en moyenne.

Etant donné que l'extraction a duré pendant 40 ans, (1940 - 1980), le volume total prélevé a été en moyenne de 1 440 000 m³. Si l'on compare ce volume, à celui de l'incision du cours d'eau, l'activité extractive a participé à plus de 71% à l'enfoncement du cours d'eau.

Ce secteur a fait l'objet d'une surexploitation qui, par défaut d'apports suffisants, a conduit à un épuisement actuel des réserves disponibles. L'abaissement du lit est très prononcé ce qui provoque des désordres de berges. La zone d'extraction correspond aux pertes du Bas Chassezac (phénomènes karstiques).

On retient donc que les prélèvements effectués par les extracteurs ont privé la rivière d'une bonne partie de son matériel grossier. Ce prélèvement important s'est traduit en aval des sites d'extraction par une reprise de compétence et un prélèvement de matériaux équivalent à la compétence naturelle de la rivière.

2.2.2.6.3. BEAUME – DROBIE

Sur la Beaume, seul le site suivant a été répertorié en amont des gorges :

Site	Exploitant	Autorisation	Superficie	Volume extrait
Vernon, lieux-dits Le Grand Saut et Ile	M. Laurans	1983, pour une durée de 4 ans	3,35 ha	5 000 m ³

Dans la région des gorges, on a pu noter l'existence de sites d'extraction, leur emplacement étant montré sur la carte en annexe. On observe que les prélèvements de matériaux, bien qu'apparemment modestes en volumes, ont été importants au regard du transit sédimentaire moyen, assez faible, de la rivière.

Les volumes estimés sont de :

- 5 000 m³ à Les Platanes (après 1992),
- 10 000 m³ à la confluence avec l'Ardèche (dans les années 80),
- 15 000 m³ au pont de Labeaume (en 1989).

2.2.2.6.4. AUZON – CLADUEGNE

Sur l'Auzon, trois sites ont été inventoriés et localisés. On ne connaît malheureusement pas les volumes prélevés sur ces sites.

2.2.3. DETERMINATION DES TRONÇONS HOMOGENES

Après avoir étudié de manière topographique l'évolution en altimétrie et en planimétrie des cours d'eau, il reste à comprendre le mécanisme physique de transport solide afin de vérifier les tendances annoncées précédemment.

La démarche suivie pour la caractérisation des tronçons homogènes a été indiquée au paragraphe 2.1.6 ; on rappelle succinctement les critères utilisés :

- la pente de la ligne d'eau d'étiage, à partir des profils en long à disposition ;

- la largeur du lit actif ;
- la granulométrie, par le biais du diamètre moyen (d_m) et de l'étendue granulométrique (d_{90}/d_{30}) ;
- l'hydrologie c'est-à-dire les débits s'écoulant sur le tronçon (proportionnels à la superficie du sous bassin versant).

L'objectif de ce classement est de définir des secteurs où les paramètres cités ci-dessus, nécessaires à l'application des formules de transport solide, sont homogènes ; en conséquence, sur un tronçon homogène, la capacité de transport sera constante.

Les détails des résultats sont exposés en annexe 2-2. Seule la synthèse de ces résultats est ici présentée. Le tableau suivant montre le nombre de tronçons obtenus pour chaque cours d'eau :

Rivière	Nombre de tronçons
Ardèche	14
Chassezac	4
Beaume	7
Drobie	3
Ibie	4
Auzon	3
Lignon	5
Ligne	4

Chaque tronçon a été classé avec des codes progressifs d'aval vers l'amont (01 pour le tronçon ayant comme borne aval la confluence).

A partir de ces différentes informations, il est possible d'estimer le volume solide transporté sur chaque tronçon homogène et d'en déduire une tendance moyenne du cours d'eau vis-à-vis du transport solide (équilibre, exhaussement, creusement).

Pour chaque rivière on présente un tableau synthétisant les données utilisées :

- PK : point kilométrique de l'aval à l'amont, le 0 correspondant à la confluence (on indique le PK de la limite amont du tronçon, la limite aval étant évidemment la limite d'amont du tronçon précédent) ;
- Pente de la ligne d'eau d'étiage ou du fond du lit, selon les disponibilités ;
- d_m (diamètre moyen) des sédiments ; la définition de diamètre moyen est donnée dans l'annexe 2-2 ;
- d_{90}/d_{30} (étendue granulométrique) : ce paramètre définit la variabilité des diamètres des alluvions par rapport au diamètre moyen ; un échantillon très homogène aura une étendue granulométrique réduite, tandis que, pour un échantillon hétérogène, cette valeur sera supérieure.
- Largeur du lit actif ;
- Superficie du sous bassin versant à la section de contrôle correspondant au point à mi-distance des extrémités du tronçon.

2.2.3.1. ARDECHE

Le tableau ci-dessous synthétise les différents paramètres utilisés pour l'Ardèche sur chaque tronçon homogène.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec le Rhône en aval et Thueyts en amont.

nom	PK (km)	pen­te (-)	dm (m)	d ₉₀ / d ₃₀	Largeur (m)	S (km ²)	Borne aval
ARD01	12	0.07%	0.045	5	120	2340	Le Rhône
ARD02	36.4	0.12%	0.097	3.7	80	1970	sortie gorges
ARD03	45.2	0.15%	0.100	3.1	85	1930	entrée gorges
ARD04	48.6	0.17%	0.100	3.1	90	1850	pont de Sampzon
ARD05	50.6	0.17%	0.100	2.1	55	1140	Le Chassezac
ARD06	63.7	0.21%	0.083	2.2	65	920	La Beaume
ARD07	70.5	0.28%	0.090	5	50	636	Balazuc
ARD08	72	0.44%	0.108	3.5	65	600	St Sernin
ARD09	79.8	0.45%	0.110	5	65	590	Ancienne Ile
ARD10	82.5	0.60%	0.120	3.8	60	510	St Didier
ARD11	91.8	0.70%	0.125	3.1	50	430	Ucel
ARD12	94.4	0.85%	0.130	3.2	60	288	Labégude
ARD13	95.5	1.10%	0.140	3.2	40	157	Fontaulière
ARD14	99.9	1.10%	0.190	3.2	40	98	Lignon

Tableau 2-1 – Ardèche - paramètres des tronçons homogènes

Ces différents paramètres sont représentés sur le graphique suivant, qui montre leur variation linéaire sur le cours d'eau.

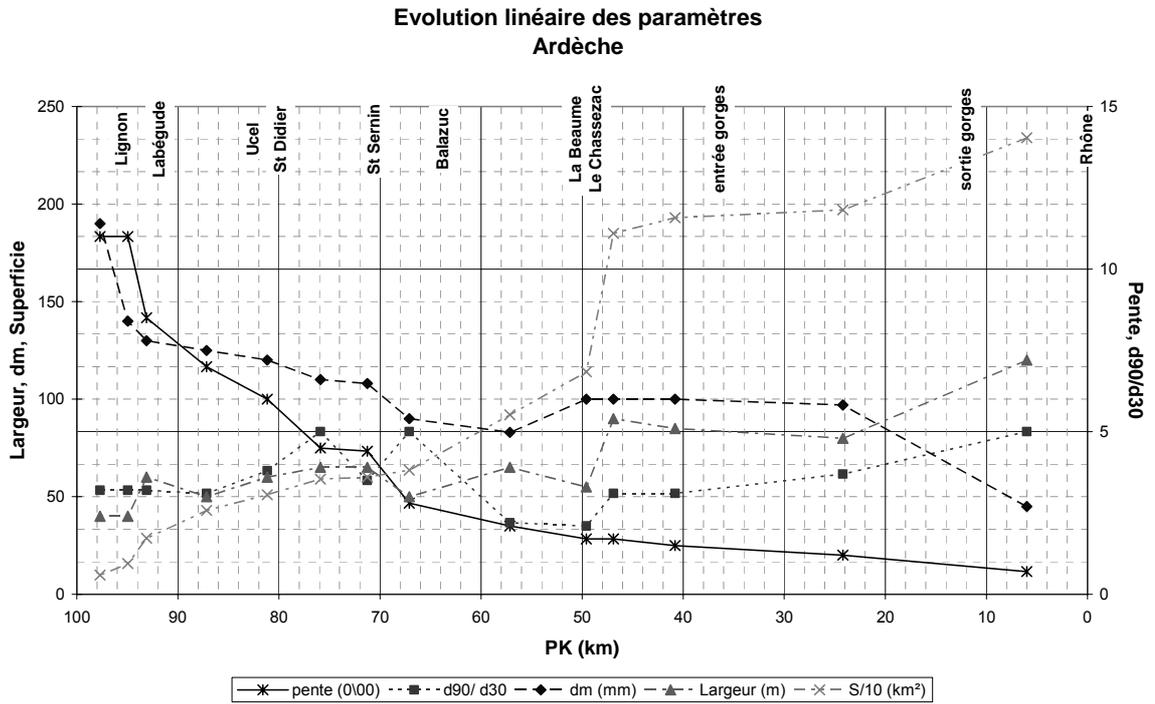


Figure 2-31 – Ardèche - évolution linéaire des paramètres

2.2.3.2. CHASSEZAC

Rappelons les données à disposition pour la rivière Chassezac sur chacun des tronçons homogènes.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec l’Ardèche en aval et les gorges de Casteljaou en amont.

nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d90/ d30	Largeur (m)	S (km2)	Borne aval
CHA01	3.1	0.16%	0.028	3.3	70	730	L’Ardèche
CHA02	6.3	0.16%	0.027	8	70	705	pont de Grospierres
CHA03	8	0.16%	0.027	10	65	675	Chandolas
CHA04	14.5	0.16%	0.027	10	65	600	Le Tégoul

Tableau 2-2– Chassezac - paramètres des tronçons homogènes

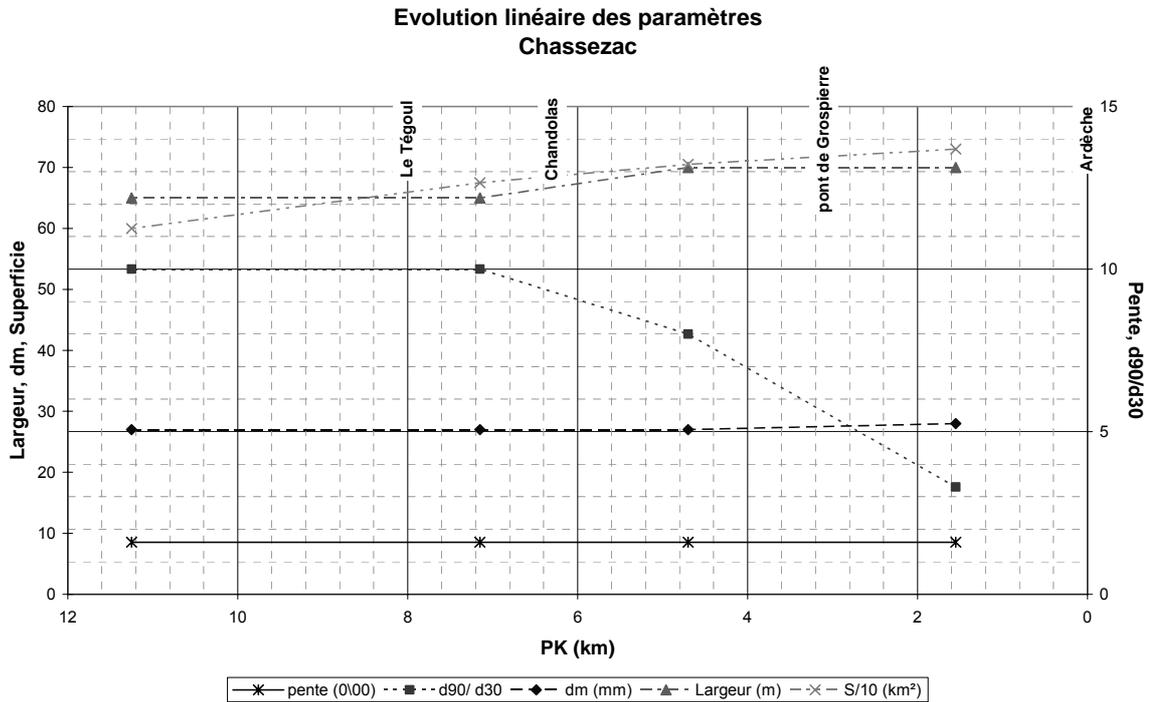


Figure 2-32 – Chassezac - évolution linéaire des paramètres

Comme on a déjà expliqué dans le chapitre de l'analyse des espaces de mobilité (paragraphe 2.2.1.2.2.B), le Chassezac amont de Casteljou est d'importance secondaire, à cause de la faible présence d'enjeux et de la relative stabilité due à la morphologie (affleurements rocheux omniprésents, gorges, vallée encaissée), Par ailleurs, à cause de la pauvreté de données sur la haute vallée, une analyse du transport solide sur cette partie ne aboutirait pas à un calcul des volumes solides charriés satisfaisant.

Les tronçons homogènes restent limités à la partie aval (de Casteljou à la confluence avec l'Ardèche).

2.2.3.3. BEAUME - DROBIE

Le tableau ci-dessous synthétise les différents paramètres utilisés sur chaque tronçon homogène.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec l'Ardèche en aval et les gorges de Saint Martin en amont pour la Beauce, et entre la confluence avec la Beauce en aval et Saint Mélanie en amont pour la Drobie.

Nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d ₉₀ / d ₃₀	Largeur (m)	S (km ²)	Borne aval
BAU01	2.5	0.24%	0.060	3	55	243	L'Ardèche
BAU02	8.9	0.32%	0.063	2.9	45	241	sortie gorges
BAU03	14.9	0.50%	0.091	3.5	50	210	entrée gorges
BAU04	22.6	0.60%	0.105	4.5	55	170	Ribeyre
BAU05	27.5	1.30%	0.112	3.9	30	80	La Drobie
BAU06	33.4	2.40%	0.125	5.3	30	40	Ruisseau Le Sauze
BAU07	36.8	3.20%	0.130	5.3	25	24	Marette

Nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d ₉₀ / d ₃₀	Largeur (m)	S (km ²)
DRO01	24.9	0.80%	0.083	8.2	40	90
DRO02	30.3	0.80%	0.098	5	35	78
DRO03	34.1	1.20%	0.105	5	30	57

Tableau 2-3 – Beume et Drobie - paramètres des tronçons homogènes

Ces différents paramètres sont représentés sur le graphique suivant, qui montre leur variation linéaire sur le cours d'eau.

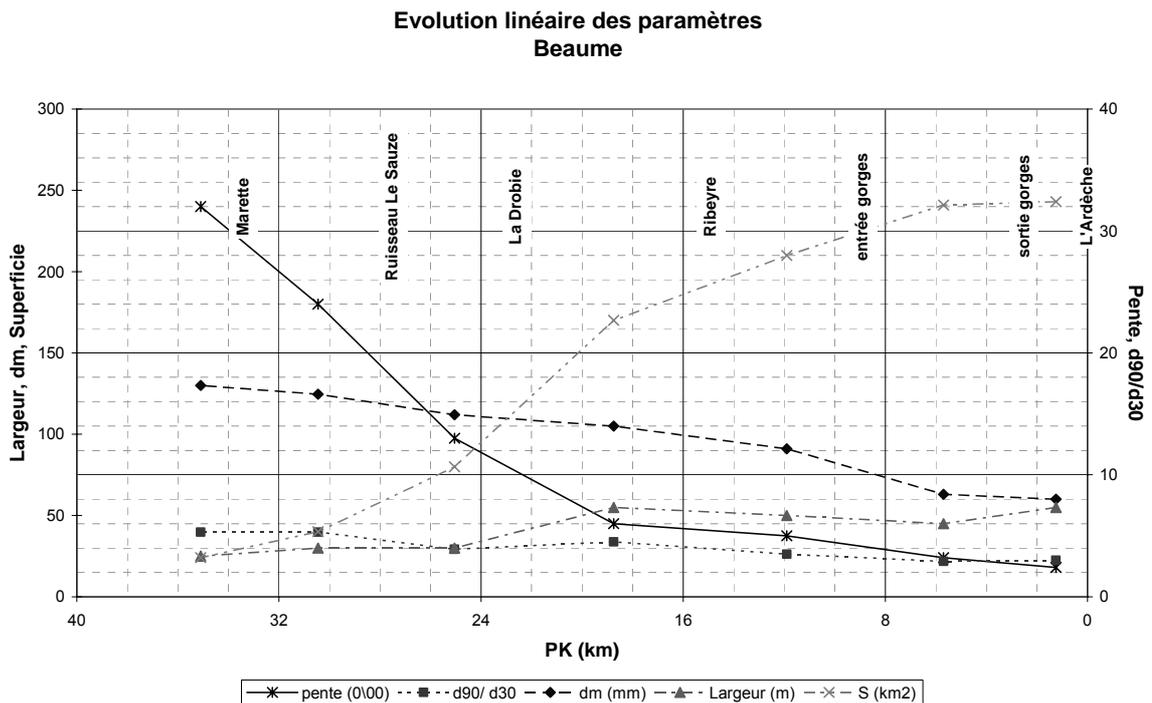


Figure 2-33 – Beume - évolution linéaire des paramètres

2.2.3.4. IBIE

Le tableau ci-dessous synthétise les différents paramètres utilisés pour l'ibie sur chaque tronçon homogène.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec l'Ardèche en aval et la confluence du Rounel en amont.

nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d ₉₀ / d ₃₀	Largeur (m)	S (km ²)	Borne aval
IBI01	5	0.50%	0.053	1.8	60	154	L'Ardèche
IBI02	10.7	0.60%	0.112	1.5	55	143	Cocusas
IBI03	16.9	0.70%	0.092	1.8	50	128	Vigier
IBI04	23.1	0.85%	0.092	1.8	30	94	Les Salelles

Tableau 2-4 – Ibie - paramètres des tronçons homogènes

Ces différents paramètres sont représentés sur le graphique suivant, qui montre leur variation linéaire sur le cours d'eau.

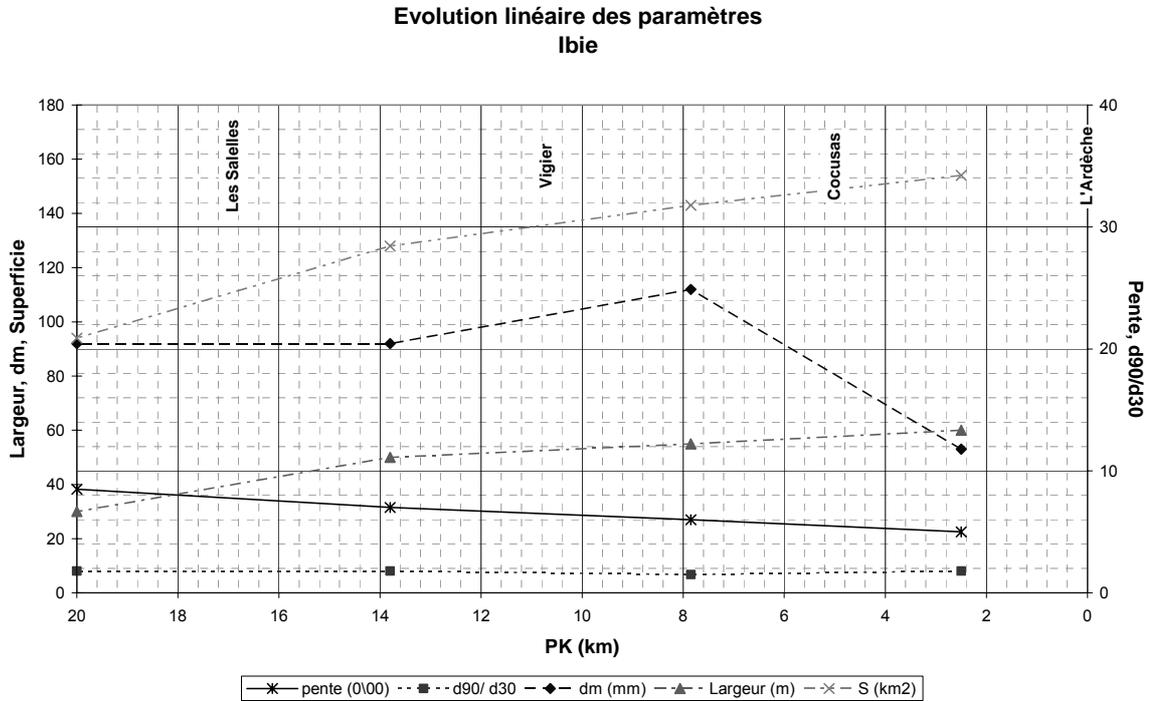


Figure 2-34 – Ibie - évolution linéaire des paramètres

2.2.3.5. AUZON

Le tableau ci-dessous synthétise les différents paramètres utilisés sur chaque tronçon homogène.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec l'Ardèche en aval et le barrage de Darbres en amont.

nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d₉₀/ d₃₀	Largeur (m)	S (km²)	Borne aval
AUZ01	6.7	0.60%	0.102	1.5	40	120	L'Ardèche
AUZ02	11.1	1.20%	0.185	1.6	30	73	La Claduègne
AUZ03	17.5	2.10%	0.267	1.3	25	35	Chabrols

Tableau 2-5 – Auzon - paramètres des tronçons homogènes

Ces différents paramètres sont représentés sur le graphique suivant, qui montre leur variation linéaire sur le cours d'eau.

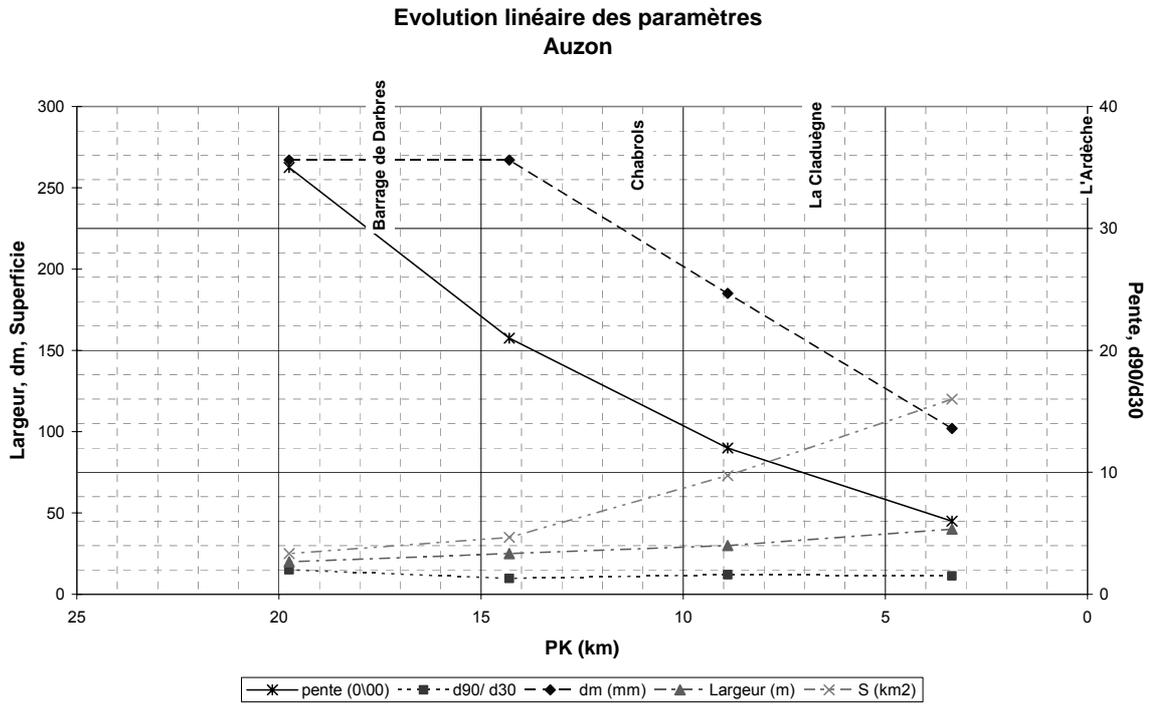


Figure 2-35 – Auzon - évolution linéaire des paramètres

2.2.3.6. LIGNON

Les données sur le Lignon sont caractérisées par une incertitude assez forte, car malheureusement la bibliographie sur cette rivière est très limitée.

On ne dispose pas de beaucoup de données granulométriques sur le Lignon. En effet, la blocométrie des alluvions de cet affluent est telle que l'échantillon et donc l'incertitude sont plus élevés que sur les autres rivières. On a donc supposé que la granulométrie est faiblement croissante vers l'amont à partir de la valeur du seul échantillon disponible sur le Lignon, localisé peu en amont de la confluence avec l'Ardèche.

Le tableau ci-dessous synthétise les différents paramètres utilisés sur chaque tronçon homogène.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec l'Ardèche en aval et La Souche en amont.

nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d90/ d30	Largeur (m)	S (km2)	Borne aval
LNN01	4.2	1.60%	0.199	3.3	35	52	L'Ardèche
LNN02	6	1.80%	0.207	3.3	35	44	Jaujac
LNN03	7.6	1.80%	0.214	3.3	30	36	Le Bruget
LNN04	10.7	2.30%	0.220	3.3	30	28	Les Chambons
LNN05	12	3.00%	0.225	3.3	25	23	La Souche

Tableau 2-6 – Lignon - paramètres des tronçons homogènes

Ces différents paramètres sont représentés sur le graphique suivant, qui montre leur variation linéaire sur le cours d'eau.

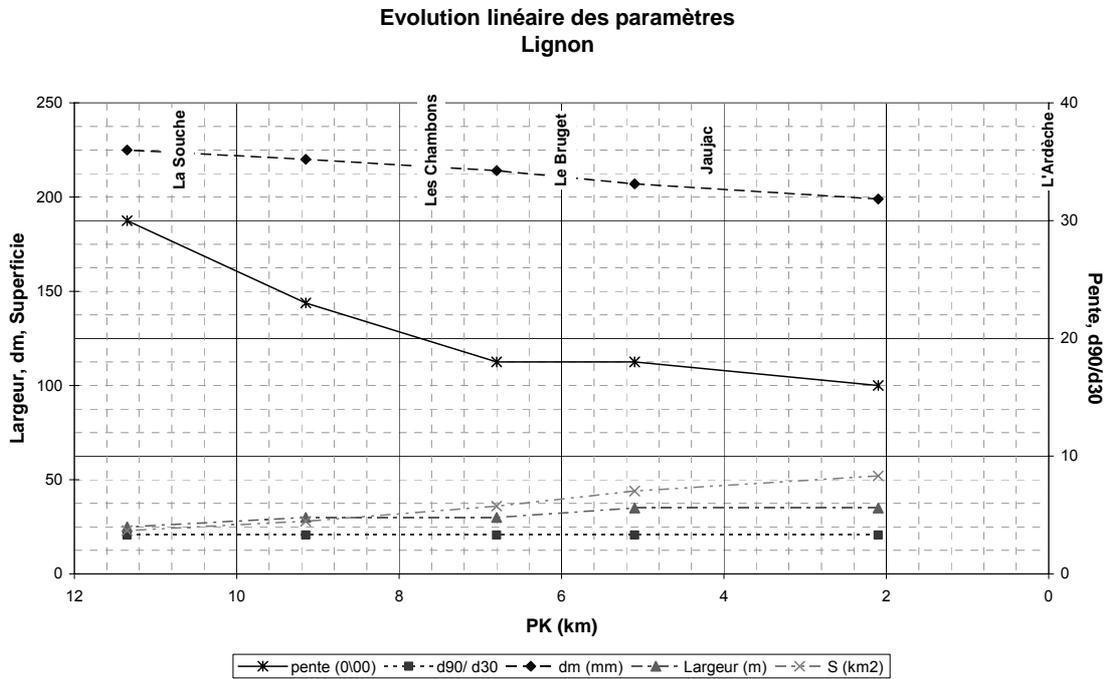


Figure 2-36 – Lignon - évolution linéaire des paramètres

2.2.3.7. LIGNE – LANDE

Le tableau ci-dessous synthétise les différents paramètres utilisés pour l'Ardèche sur chaque tronçon homogène.

Les différents tronçons homogènes ont été définis entre la confluence avec l'Ardèche en aval et Chassier en amont.

nom	PK (km)	pente (-)	dm (m)	d90/ d30	Largeur (m)	S (km2)	Borne aval
LIG01	6	0.50%	0.080	10	30	112	L'Ardèche
LIG02	9.5	0.80%	0.130	10	30	99	La Lande
LIG03	10.9	2.00%	0.214	10	25	51	Largentière
LIG04	13	3.10%	0.214	10	20	26	Luthe

Tableau 2-7 – Ligne - paramètres des tronçons homogènes

Ces différents paramètres sont représentés sur le graphique suivant, qui montre leur variation linéaire sur le cours d'eau.

**Evolution linéaire des paramètres
Ligne**

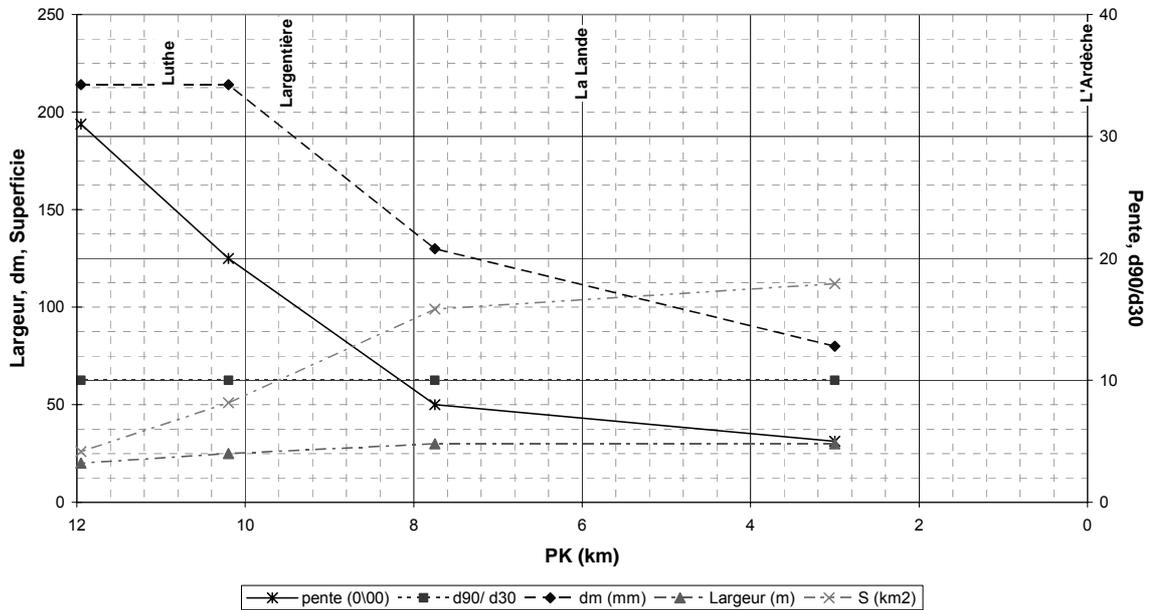


Figure 2-37 – Ligne - évolution linéaire des paramètres

La granulométrie réalisée sur le deuxième tronçon n'était pas représentative car influencée par la présence d'un seuil en aval immédiat ; à défaut d'avoir pu réaliser un nouvel échantillon (niveaux d'eau importants), on a choisi d'utiliser un diamètre moyen plus cohérent par rapport à l'évolution attendue des diamètres moyens sur la Ligne.

2.2.4. TRANSPORT SOLIDE – VOLUMES CHARRIES

2.2.4.1. METHODOLOGIE

Rappelons en préambule que dans l'état actuel de l'art, les calculs de transport solide sont entachés d'une grande imprécision due à leur sensibilité à des paramètres souvent difficiles à cerner :

- La **granulométrie** joue un rôle important, par le biais du diamètre moyen. La granulométrie des matériaux observables dans le lit est très variable suivant leur position dans le lit ou sur les bancs. Elle varie également avec le débit. Les dépôts fins des petites crues ne représentent pas les matériaux charriés lors des plus fortes crues. En revanche on sait que généralement les matériaux transportés sont plus fins que ceux que l'on peut mesurer en surface d'un banc vif. Quelle est la granulométrie qui caractérise réellement les matériaux effectivement transportés ? A cette interrogation, s'ajoute la question du diamètre caractéristique des matériaux schisteux dont la géométrie plus plate que les matériaux granitiques ou calcaires pourrait conduire à une sous estimation de leurs volumes transportés, par les formules de charriage classique.
- La **pente caractéristique de l'écoulement**, utilisée dans les formules de calcul peut être difficile à appréhender en fonction de la présence d'affleurements ou de seuil dans le lit.

Les calculs de transport solide sont habituellement réalisés à partir de la **courbe de débits classés** des cours d'eau, en considérant la tranche supérieure correspondant aux débits supérieurs à la valeur du débit de début d'entraînement des matériaux. Ces débits sont donnés par la « Banque Hydro » de la DIREN aux stations de jaugeage lorsqu'elles existent. Dans le cas où aucune donnée n'existerait sur un cours d'eau, on utilise les débits classés spécifiques (rapportés à la superficie du bassin versant) des bassins aux caractéristiques comparables pour en déduire les débits classés sur le cours d'eau étudié. Sur les cours d'eau du bassin de l'Ardèche, l'exploitation des débits classés s'avère être en général insuffisante pour deux raisons :

- les débits efficaces sont peu fréquents (débit maximum dépassé 3 jours par an) et la longueur des séries statistiques est relativement courte (50 années au maximum n'incluant pas toutes les fortes crues de ces dernières années).
- Les débits fournis sont les débits moyens journaliers et ne prennent pas en compte la valeur du débit de pointe des crues qui joue pourtant un rôle prépondérant sur le transport solide, notamment lors de crues brèves.

Pour l'évaluation des volumes transportés nous avons jugé plus opportun de compléter la courbe des débits classés de la DIREN en considérant une **série hydrologique statistique sur un siècle**.

Cette série tient alors compte de toutes les crues qui participent au transport, y compris les crues rares.

Précisons que ces valeurs représenteront le volume maximum, qui n'est peut-être

pas atteint si les matériaux disponibles sont en quantité insuffisante (pas de saturation en transport solide).

Nous avons pris en compte une échelle temporelle d'un siècle, jugée suffisamment étendue pour une étude à ce niveau de détail. Les crues suivantes ont été utilisées :

Période de retour (ans)	100	50	30	20	10
Nombre d'événements sur un siècle	1	1	1	2	5

Les hydrogrammes caractéristiques ont été construits à partir de l'hydrogramme de la **crue de 1992** (crue rapide). Toutefois, cette crue n'a pas été prépondérante du point de vue du charriage (SOGREAH, 1993 – GOB, 2005). C'est pourquoi l'analyse a été complétée avec l'exploitation de la **crue de 1982**, plus longue ; en effet, la crue de 1982 a été plus significative face au transport solide que la crue de 1992, même si la période de retour de la plus récente est supérieure (100 ans environ et 50 ans pour 1982).

Le graphique ci-dessous illustre la différence des hydrogrammes des crues de 1982 et 1992 à Vogüé sur l'Ardèche.

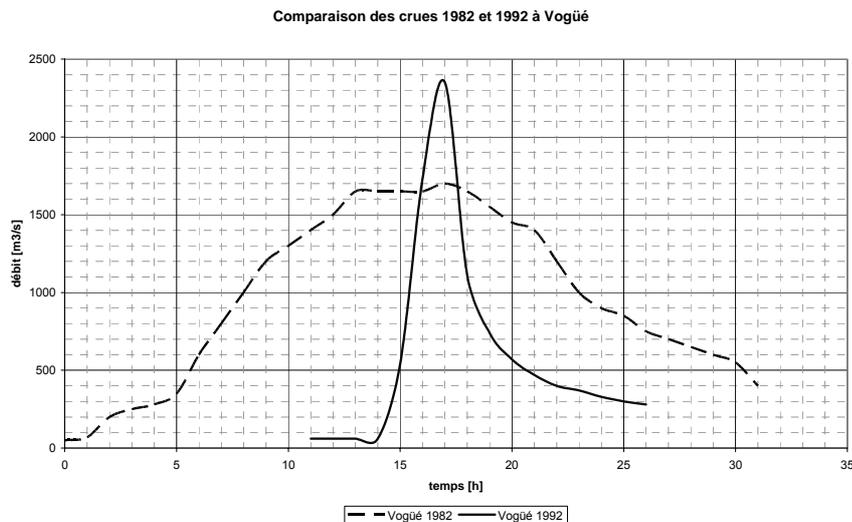


Figure 2-38 – Comparaison des hydrogrammes de crue de 1982 et 1992

Le graphique suivant montre la série hydrologique statistique sur un siècle construite à partir de l'hydrogramme de la crue de 1982.

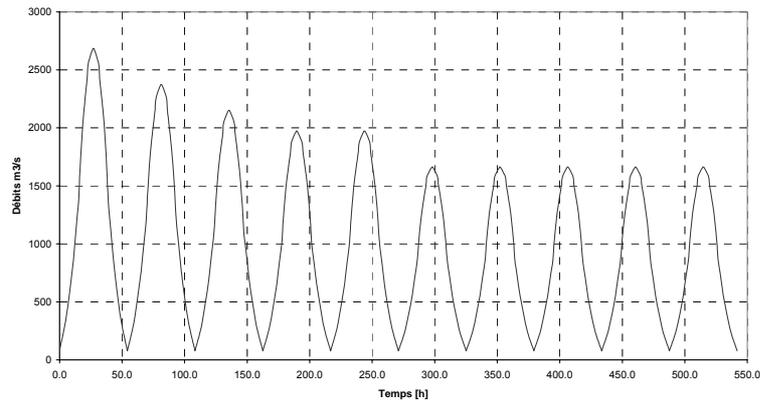


Figure 2-39 – Série hydrologique statistique sur un siècle construite sur l’hydrogramme type 1982 - Ardèche

Cette série hydrologique d’événements rares vient compléter la courbe des débits classés afin de couvrir à la fois les débits « faibles », proches du débit de début d’entraînement (courbe des débits classés) et les débits exceptionnels (série hydrologique ajoutée) et donc de représenter le plus justement possible le transport solide moyen des cours d’eau.

La courbe des débits classés de la Banque HYDRO a ainsi été prolongée au-delà de la fréquence de 3 jours/an (0.99), en ajoutant des points calculés à partir de la série hydrologique statistique déterminée ci-dessus.

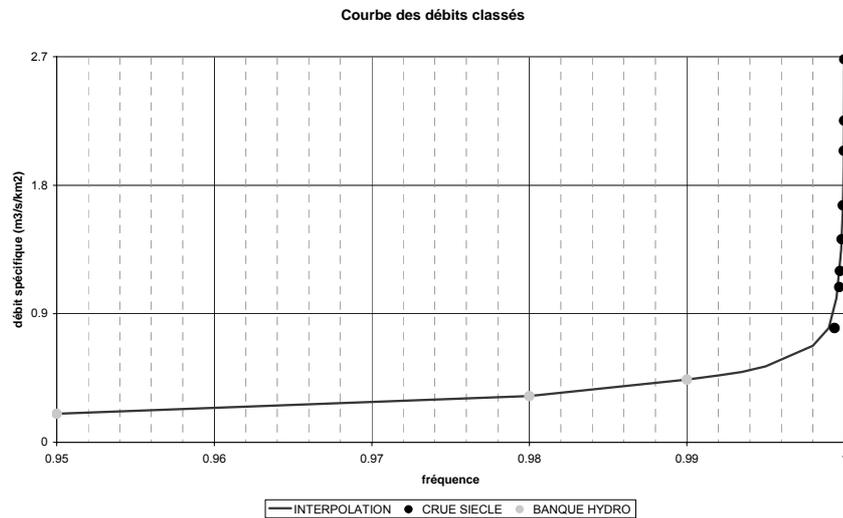


Figure 2-40 – courbe des débits classés spécifiques du bassin de l’Ardèche

Dans les paragraphes suivants on montrera les résultats obtenus en utilisant comme données de débit liquide :

- Les débits classés de la Banque HYDRO ;
- La série hydrologique sur un siècle calculée à partir de la crue de 1992 (a) et de la crue de 1982 (b) ;

- La courbe des débits classés complétée.

Les résultats donnés par l'exploitation de la seule courbe des débits classés de la banque HYDRO ne fournissent des volumes que pour l'Ardèche et le Chassezac ; sur les autres rivières, les volumes annuels calculés avec cette courbe des débits classés (allant jusqu'au débit dépassé 3 jour/an) sont négligeables voire nuls.

Ces trois modes de calculs seront détaillés pour l'Ardèche uniquement. Seul le dernier mode, plus représentatif, sera présenté en ce qui concerne les affluents. Les résultats de cette analyse sont détaillés ci-dessous et en annexe 2-5.

2.2.4.2. ARDECHE

2.2.4.2.1. VOLUMES MOYENS - DEBITS CLASSES

Le graphique ci-dessous indique l'évolution linéaire de la capacité de transport (exprimée en volume charrié) en utilisant la courbe des débits classés de la Banque HYDRO.

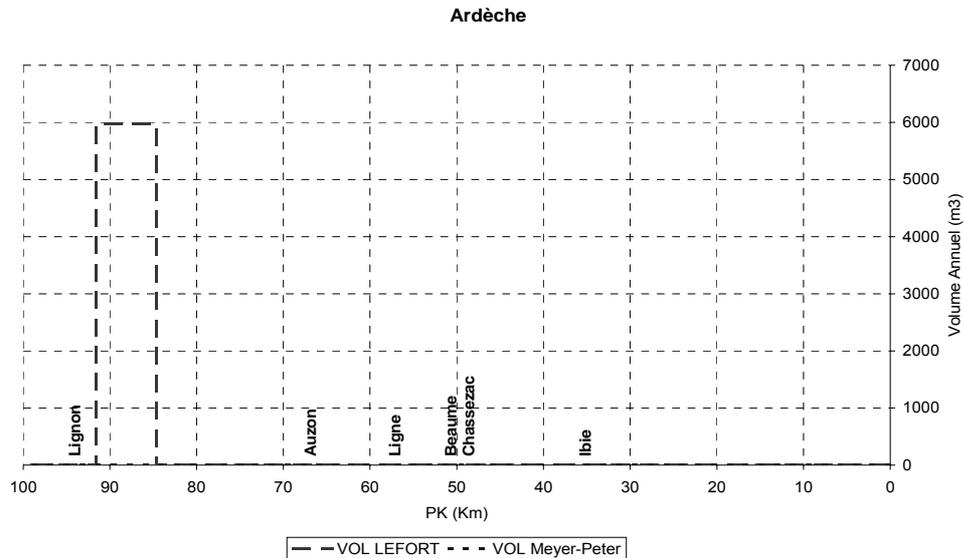


Figure 2-41 – Ardèche - volumes annuels charriés par les crues de fréquence inférieure à 3 jours/an

Dans ce cas, le débit de début d'entraînement n'est pas dépassé, à l'exception du tronçon en aval du Lignon et de la Fontaulière. Le charriage de l'Ardèche serait pratiquement nul... Ceci est confirmé par les observations qui ne montrent une activité de charriage que lors des crues moyennes à fortes. Il est donc nécessaire, pour estimer ce charriage, de poursuivre le calcul avec des débits liquides plus représentatifs des crues exceptionnelles de l'Ardèche.

2.2.4.2.2. *VOLUMES MOYENS – SERIE HYDROLOGIQUE STATISTIQUE*

A. Crue type 1992

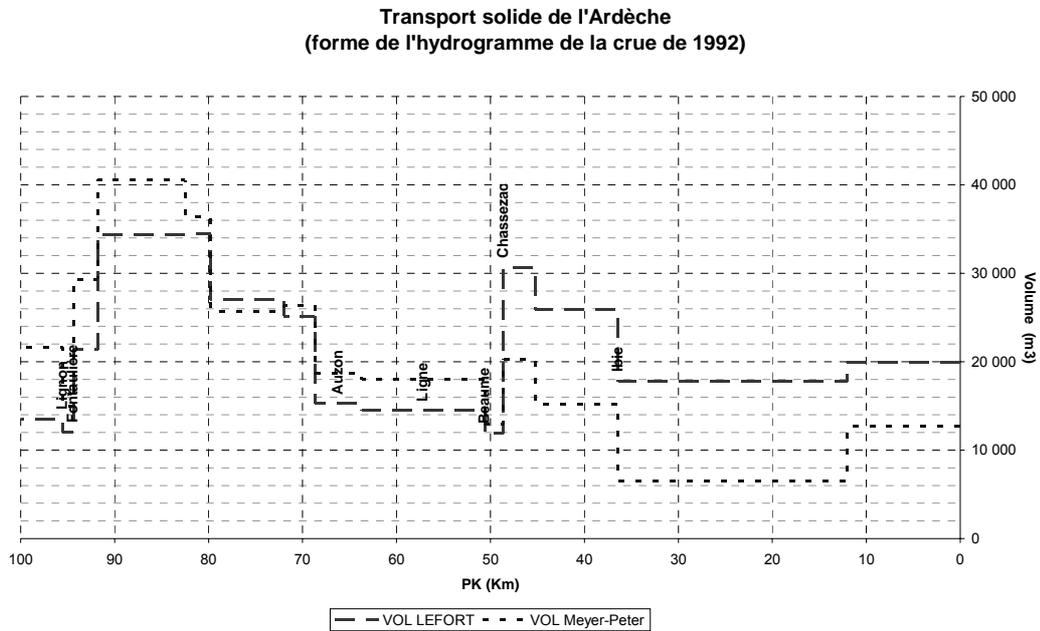


Figure 2-42 – Ardèche - volumes charriés par les crues sur un siècle

Les ordres de grandeurs obtenus pour la seule crue de 1992 sont de :

- 8 000 à 20 000 m³ à Pont de Labeaume ;
- 5 000 à 8 000 m³ à Vogüé.

Ces volumes sont cohérents avec les valeurs annoncées en 1993 par SOGREAH (15 000 à 20 000 m³ à Pont de Labeaume, 8 000 m³ à Vogüé).

Notons que la formule Lefort aboutit à des valeurs relativement proches des valeurs obtenues par la formule de Meyer-Peter, compte tenu des incertitudes existant sur ces formules.

L'analyse de l'évolution de la courbe en fonction du linéaire est effectuée au 2.2.4.2.3.

B. Crue type 1982

Pour la crue de 1982, les volumes estimés à Vogüé sont de 15 000 – 25 000 m³ (25 000 m³ environ dans l'étude de 1993).

**Transport solide de l'Ardèche
 (forme de l'hydrogramme de la crue de 1982)**

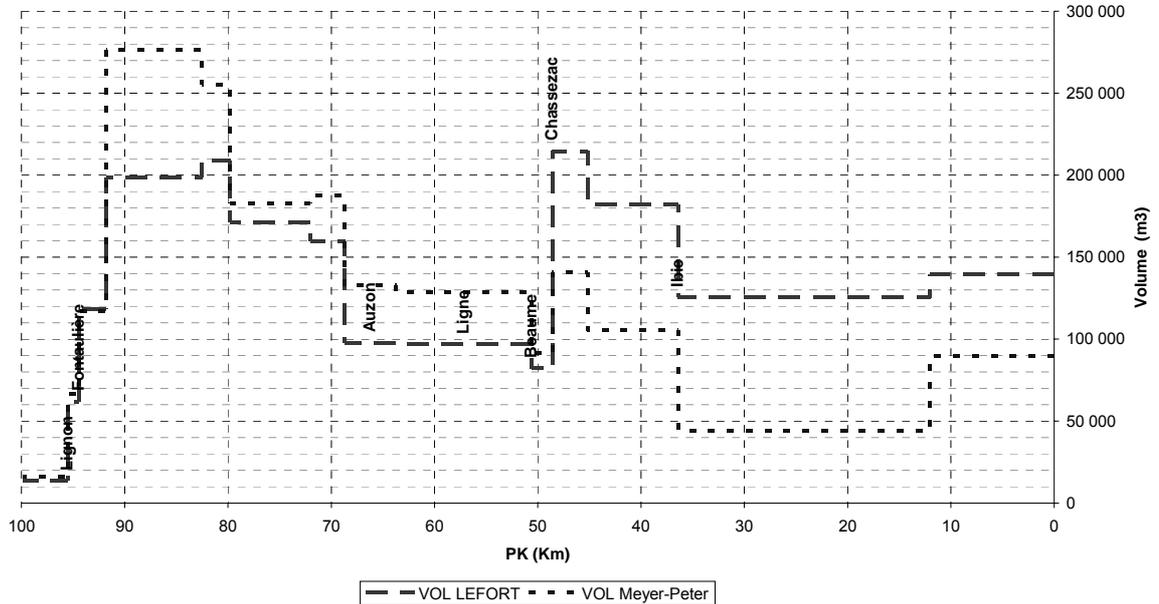


Figure 2-43 – Ardèche - volumes charriés par les crues sur un siècle

Là encore, la formule Lefort fournit des résultats proches de ceux annoncés en 1993. L'analyse de l'évolution de la courbe en fonction du linéaire est effectuée au 2.2.4.2.3.

2.2.4.2.3. VOLUMES MOYENS – COURBE DES DEBITS CLASSES COMPLETEE

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés et les débits de début d'entraînement (Q_0) sur chaque tronçon homogène, ainsi que les débits à période de retour de 2 et 5 ans (Q_2 et Q_5). Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

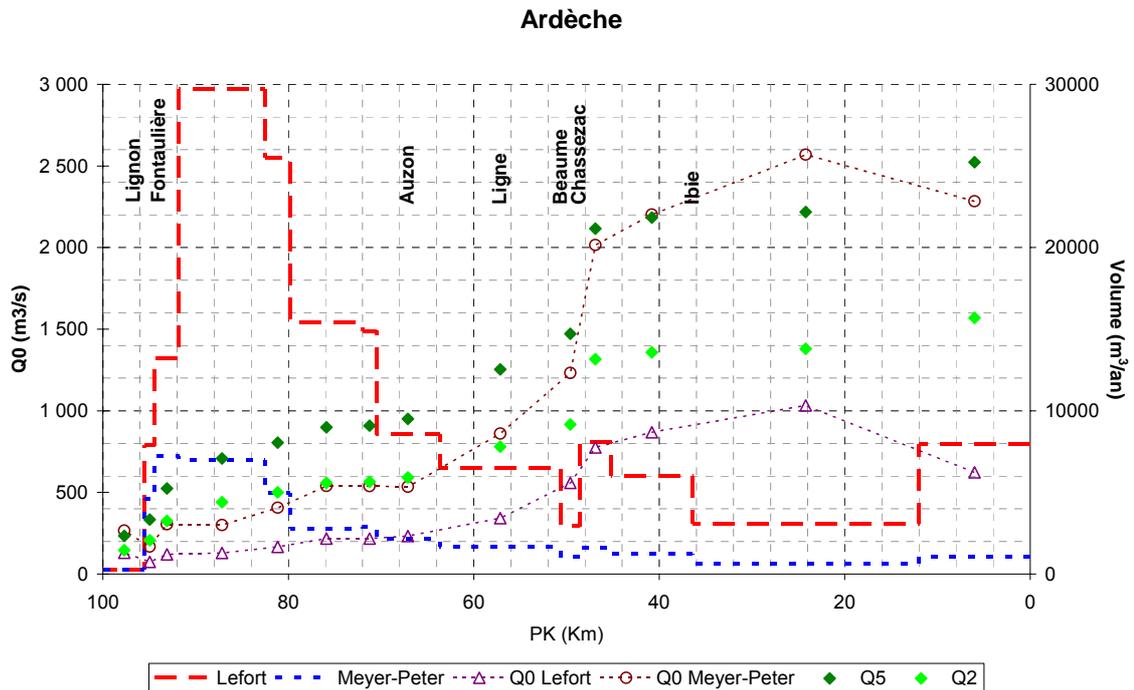


Figure 2-44 – Ardèche - volumes annuels charriés

Le graphique ci-dessus montre que le volume charrié sur l'Ardèche est compris entre 5 000 m³ et 30 000 m³ d'aval en amont, avec une moyenne de l'ordre de 5 000 m³ sur la deuxième moitié de son linéaire. Le débit solide spécifique ne dépasse donc pas 50 m³/an/km². On observe également que, selon la formule de Meyer Peter, sur la moitié amont, le charriage apparaît à partir du débit de période de retour 2 ans alors que sur la moitié aval, il faut une crue de 5 ans de période de retour pour le provoquer. Cela impliquerait qu'il y a dépôt pour les crues courantes (entre 2 et 5 ans). En revanche, avec la formule récente de Lefort (que l'on préférera car résultant d'une longue analyse effectuée sur de nombreuses données), le débit de début de transport solide est toujours inférieur de 400 m³/s au débit de période de retour 2 ans, sur l'ensemble du cours de l'Ardèche. Ceci indiquerait que le transport solide intervient chaque année. La comparaison la figure 2.40 (sans la série de crues) montre que le charriage calculé provient essentiellement du transport lors des fortes crues (≥ 10 ans).

La variation des volumes transportés, analysée en tenant compte des observations déjà faites auparavant, montre :

- Une très faible compétence dans la haute vallée, qui augmente rapidement jusqu'à la confluence de la Fontaulière.
- Une compétence constante sur une dizaine de kilomètres (jusqu'à Saint-Privat), où la diminution de pente est apparemment compensée par l'accroissement de l'hydrologie (les autres paramètres restant constants).
- Une diminution constante de la compétence calculée, jusqu'à la sortie des gorges (PK 13 environ).

Ceci peut avoir plusieurs conséquences et doit être soigneusement analysé car ces résultats proviennent des calculs (et donc des paramètres utilisés) et ne représentent pas nécessairement le charriage réel.

En particulier, sur le secteur amont, la faible compétence n'indique pas qu'il n'y a pas de transport solide sur ce secteur mais provient du fait que la blocométrie en place est très grossière (pavage); elle n'est pas représentative des matériaux effectivement transportés.

De plus, sur les secteurs où la compétence est forte, il est possible qu'elle soit surestimée du fait du pavage ou des affleurements rocheux qui font que la pente n'est pas la pente d'équilibre et que ce secteur a plus de compétence que de charriage effectif. On rappelle que l'on observe des affleurements rocheux en différents endroits du secteur concerné.

Tout le secteur où la compétence diminue devrait, si la compétence d'amont était représentative du charriage effectif, correspondre à une tendance à l'exhaussement. Il n'en est rien ou, du moins, si ce phénomène a lieu, il n'est pas rapide et n'a pas pu être mis en évidence à l'échelle humaine. Il y a bien eu dépôt à une certaine époque puisque des extractions ont eu lieu. Mais il est difficile (voire impossible) de dire si le lit était en équilibre ou non. Le fait que le transport solide soit faible et n'intervienne que lors des crues importantes pourrait expliquer cette lenteur à atteindre l'équilibre.

Mais l'élément le plus fondamental réside dans la connaissance du diamètre moyen des sédiments transportés. Par exemple, en aval de la confluence du Chassezac, les diamètres mesurés par SOGREAH (50 à 60 mm) diffèrent notablement de ceux mesurés par F. Gob. (100 à 110 mm). Sur ce secteur, on calcule un volume identique à celui à compétence maximale en adoptant un diamètre moyen de 65 à 70 mm (au lieu de 100 mm adoptés). On voit donc que l'incertitude sur cette connaissance a un impact très important sur les volumes calculés.

En outre, il faut signaler le fait que les extractions ont peut-être eu pour conséquence d'augmenter le diamètre des sédiments de surface (par un lessivage des fines pour combler le déficit des apports provenant d'amont).

En conclusion, l'essentiel apporté par ces résultats réside dans la faiblesse des volumes moyens annuels et (mais c'est lié) dans le fait que ces charriages n'ont lieu que lors des fortes crues.

2.2.4.3. CHASSEZAC

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés estimés à l'aide de la courbe des débits classés complétée sur chaque tronçon homogène. Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

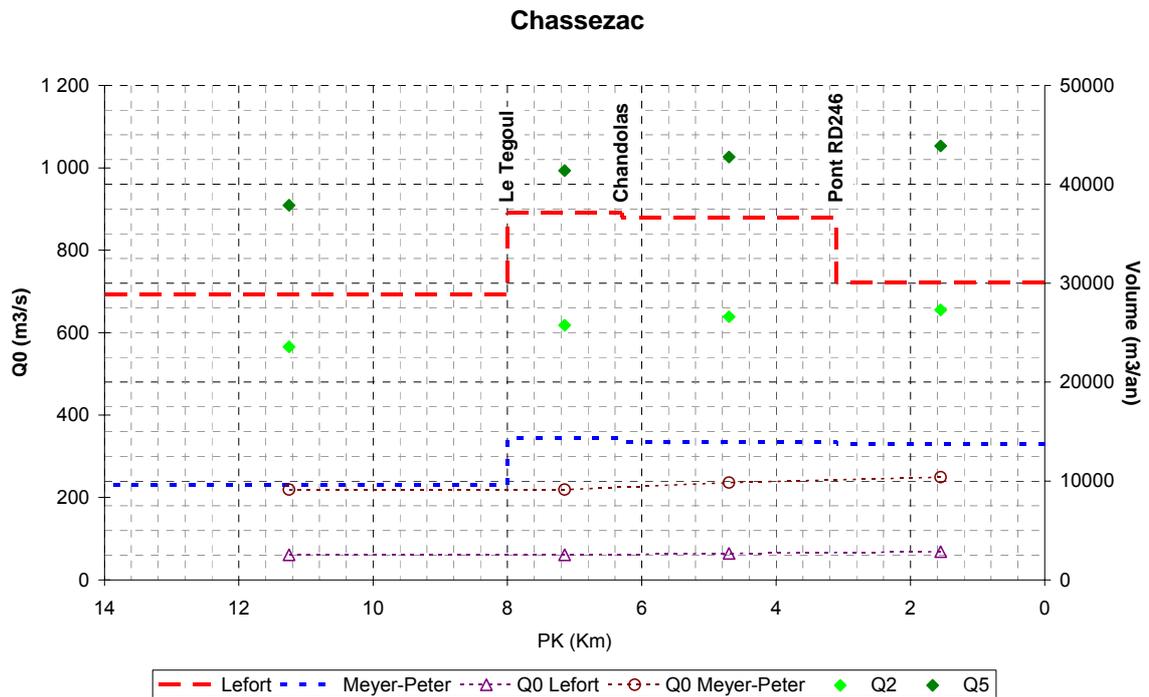


Figure 2-45 – Chassezac - volumes annuels charriés

La valeur moyenne de transport solide est de 20 000 à 30 000 m³/an soit un débit spécifique de l'ordre de 50 m³/an/km² donc comparable au maximum de celui de l'Ardèche. Le bassin versant étant plus petit, l'hydraulicité y est moindre ce qui est compensé par une taille des matériaux plus petite.

En amont du Tégoul, dans la zone où ont eu lieu les extractions, la compétence est plus faible, ce qui peut être expliqué (cf remarque faite pour l'Ardèche) par un accroissement de la taille des sédiments de surface.

Entre le Tégoul et le Serre de Voidon, la capacité de charriage est plus importante, ce qui correspondrait à une légère tendance à l'érosion. Sur ce secteur, le substratum ayant été complètement dégagé, ces érosions ne peuvent avoir lieu.

2.2.4.4. BEAUME - DROBIE

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés estimés à l'aide de la courbe des débits classés complétée sur chaque tronçon homogène. Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

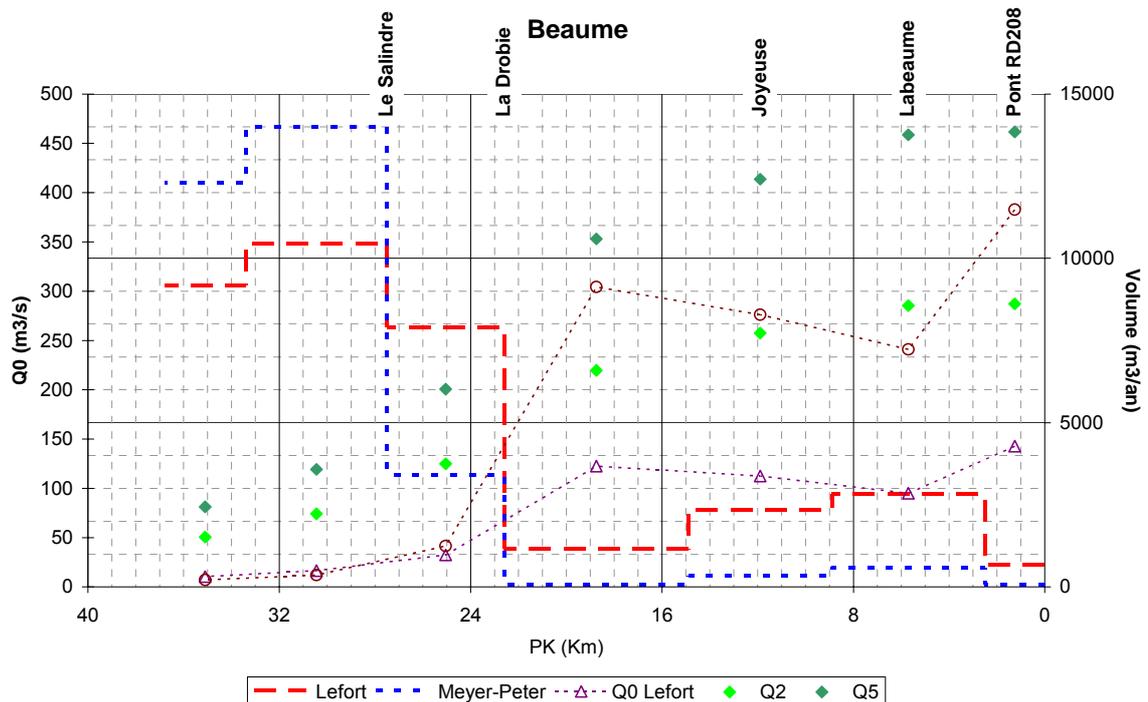


Figure 2-46 – Beauce - volumes annuels charriés

On peut estimer une valeur moyenne du volume charrié entre 10 000 et 2 000 m³/an d'amont (zone en gorges) en aval soit de 10 à 300 m³/an/km². Cette dernière valeur est très importante et supérieure à ce que l'on trouve sur les bassins alpins, forts producteurs d'alluvions.

L'étude SOGREAH de 1999 annonçait des volumes de 2 à 5000 m³/an en amont et 1 à 3000 m³/an en aval. Ils étaient donc croissants vers l'aval et l'écart amont-aval était plus faible.

Les fortes valeurs calculées cette fois en amont résultent d'une part de la forte pente et, d'autre part, que le lit est constitué du substratum et donc que les apports effectifs sont vraisemblablement inférieurs à la capacité de charriage (ou compétence) du lit.

Compte tenu de l'incertitude sur le paramètre granulométrie, il faut considérer un volume moyen annuel probablement de l'ordre de 3000 m³ et une capacité de transport solide globalement constante sur l'ensemble du cours d'eau, ce qui vient confirmer une situation d'équilibre qui ne devrait pas évoluer rapidement.

On observe toutefois une chute de la capacité de transport en aval des gorges (PK 0 à 2,5 km) liée à l'élargissement et, surtout, à la diminution de pente qui est probablement effective.

2.2.4.5. IBIE

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés estimés à l'aide de la courbe des débits classés complétée sur chaque tronçon homogène. Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

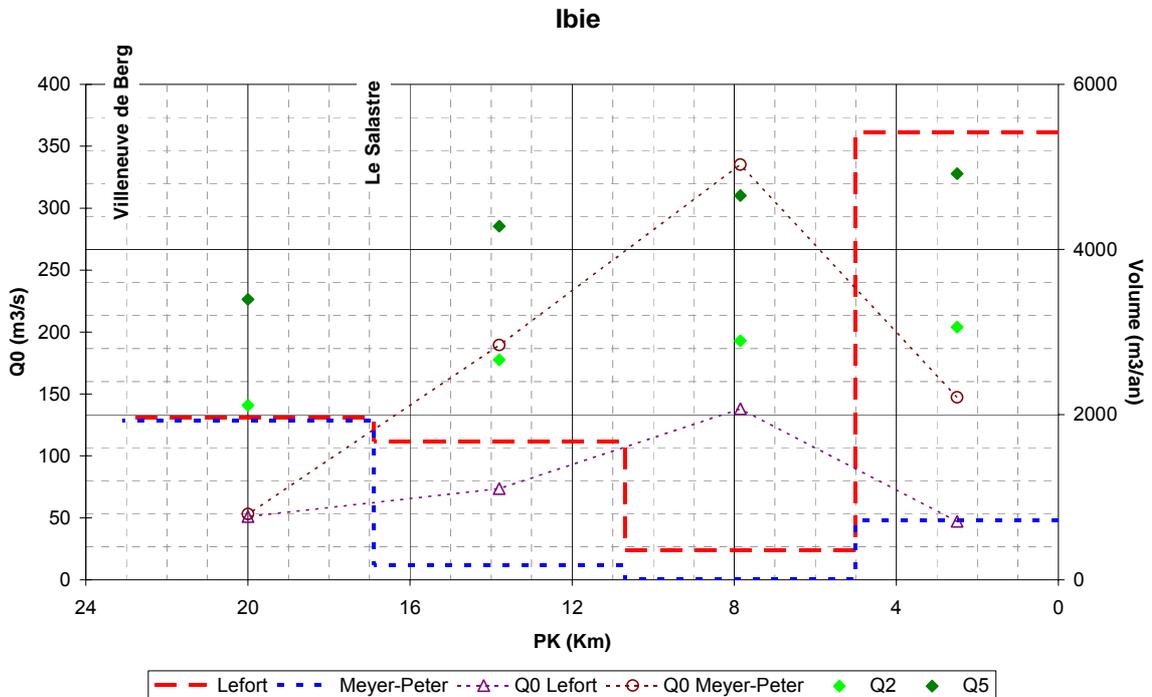


Figure 2-47 – Ibie - volumes annuels charriés

Les volumes transportés sont relativement constants le long de la rivière, de l'ordre de 2 000 à 4 000 m³/an soit 10 à 30 m³/an/km².

Il faut encore rappeler la forte incertitude existant sur les données, notamment sur la granulométrie, et l'extrême sensibilité à ce paramètre des formules de transport solide ; on note que, en utilisant un diamètre de 80 mm (qui paraît plus cohérent avec une allure naturelle de décroissance des diamètres en direction aval – amont) à la place de 112 mm dans le secteur 2, où les volumes transportés semblent plus faibles que les volumes moyens, on atteint des valeurs de 1 000 – 1 500 m³/an environ. Il faut donc rester extrêmement prudent sur la réelle signification physique de la diminution de compétence notée.

La reconnaissance de terrain a mis en évidence que le fond du lit est pavé et ceci pourrait avoir causé une surestimation des diamètres caractéristiques pouvant atteindre 30%. Si on répète le calcul avec des diamètres diminués de 30% on atteint des volumes supérieurs, plutôt proches de 4 000 m³/an que de 3 000 m³/an. Les considérations faites sur l'allure du transport solide le long du cours d'eau restent valables.

On retrouve ainsi le fait que l'Ibie est une rivière ayant atteint globalement un état d'équilibre sur son linéaire et où le transport solide est faible.

L'étude BCEOM (1990) calculait, avec la formule de Meyer – Peter, un débit de rupture de pavage (soit le débit de début d'entraînement) de 300 m³/s environ ; cette valeur est supérieure à nos résultats, qui donnent un débit de début d'entraînement égal à 120 m³/s. Le

résultat BCEOM reste assez approximatif car il considère que les paramètres sont homogènes sur tout le tracé, de la confluence du Rounel à la confluence Ibie – Ardèche ; il corrobore cependant l'évaluation générale de la faiblesse du charriage de l'Ibie.

2.2.4.6. AUZON

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés estimés à l'aide de la courbe des débits classés extrapolés sur chaque tronçon homogène. Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

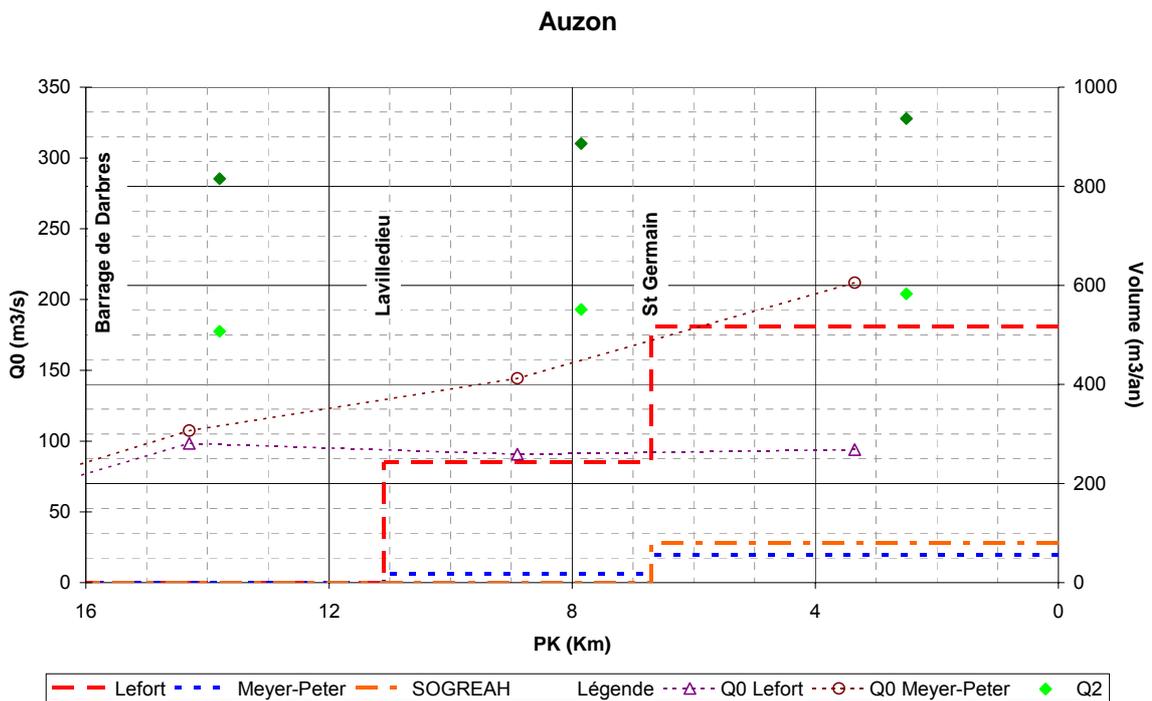


Figure 2-48 – Auzon - volumes annuels charriés

Les résultats du calcul montrent que le transport solide est assez faible et croissant le long du cours d'eau. L'ordre de grandeur du volume charrié sur l'Auzon est de 500 m³/an environ soit 5 m³/an/km² donc très faible en comparaison avec l'Ardèche.

Les variations de compétence calculée restent assujetties aux variations des paramètres dont on connaît l'incertitude. Elles sont donc à prendre avec précaution. La dernière augmentation pourrait cependant être liée aux apports de la Claduègne.

2.2.4.7. LIGNON

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés estimés à l'aide de la courbe des débits classés complétée sur chaque tronçon homogène. Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

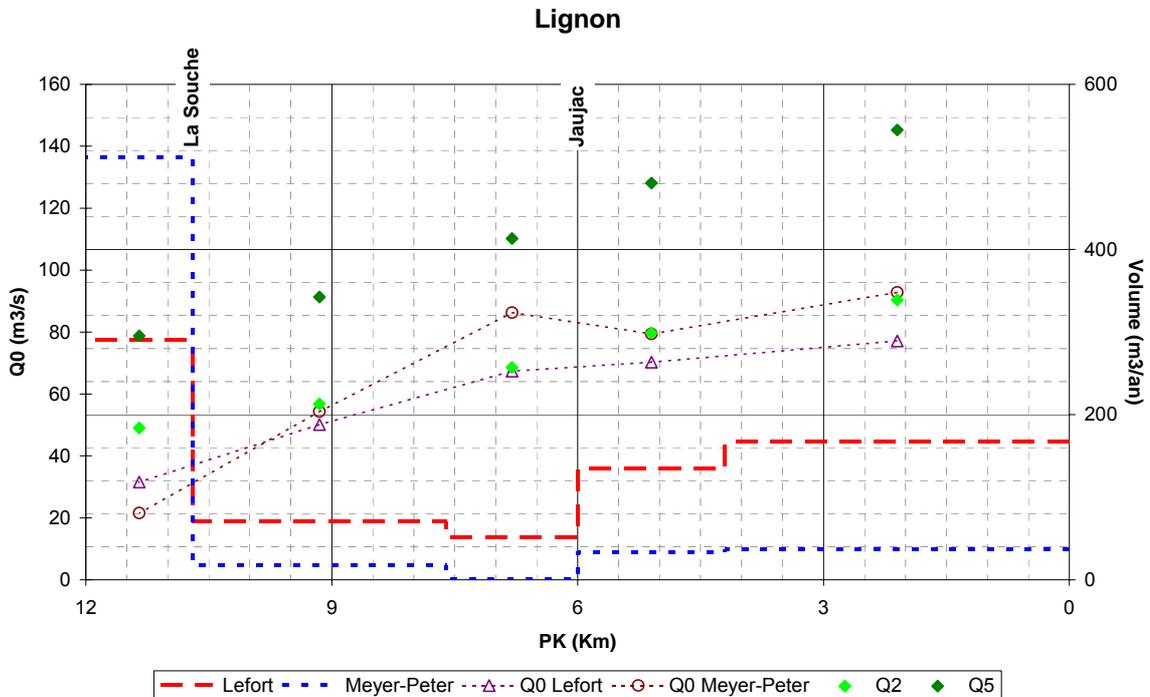


Figure 2-49 – Lignon - volumes annuels charriés

Les volumes charriés calculés précédemment sont basés sur l'estimation du diamètre moyen des matériaux du Lignon. Or, ceux-ci n'ont pas été mesurés sauf près de la confluence avec l'Ardèche où seule une donnée de 1993 existe.

Toutefois, on peut noter que :

- les granulométries pouvant être mesurées sont autant liées au charriage qu'aux apports latéraux
- les apports latéraux sont essentiellement basaltiques et n'ont pas eu le temps de s'éroder beaucoup, et ont donc des diamètres grossiers.

Il y a donc probablement une surestimation du diamètre moyen des matériaux charriés. Or, une erreur de 20% sur les diamètres moyens (ce qui est tout à fait probable compte tenu de ces remarques) modifie considérablement les volumes.

Selon l'analyse faite sur les compétences de l'Ardèche, il résultait que la compétence augmente à l'aval de la confluence avec le Lignon. Ceci impliquerait que la compétence du Lignon est supérieure à celle de l'Ardèche amont. Compte tenu des remarques faites précédemment sur la surestimation probable de la granulométrie, on peut simplement estimer que le volume charrié annuellement en moyenne est compris entre 1500 et 3000 m³ environ, sans pouvoir être beaucoup plus précis sur ces estimations.

L'évolution même des volumes sur le linéaire du cours d'eau reste qualitative, et permet de voir que l'on n'a pas de perturbation notable sur le linéaire, le volume restant en augmentation constante, ce qui correspond à un débit solide spécifique constant.

2.2.4.8. LIGNE – LANDE

Le graphique suivant montre les volumes annuels charriés estimés à l'aide de la courbe des débits classés extrapolés sur chaque tronçon homogène. Les volumes charriés pour chaque tronçon homogène sont montrés aussi en annexe 2-5.

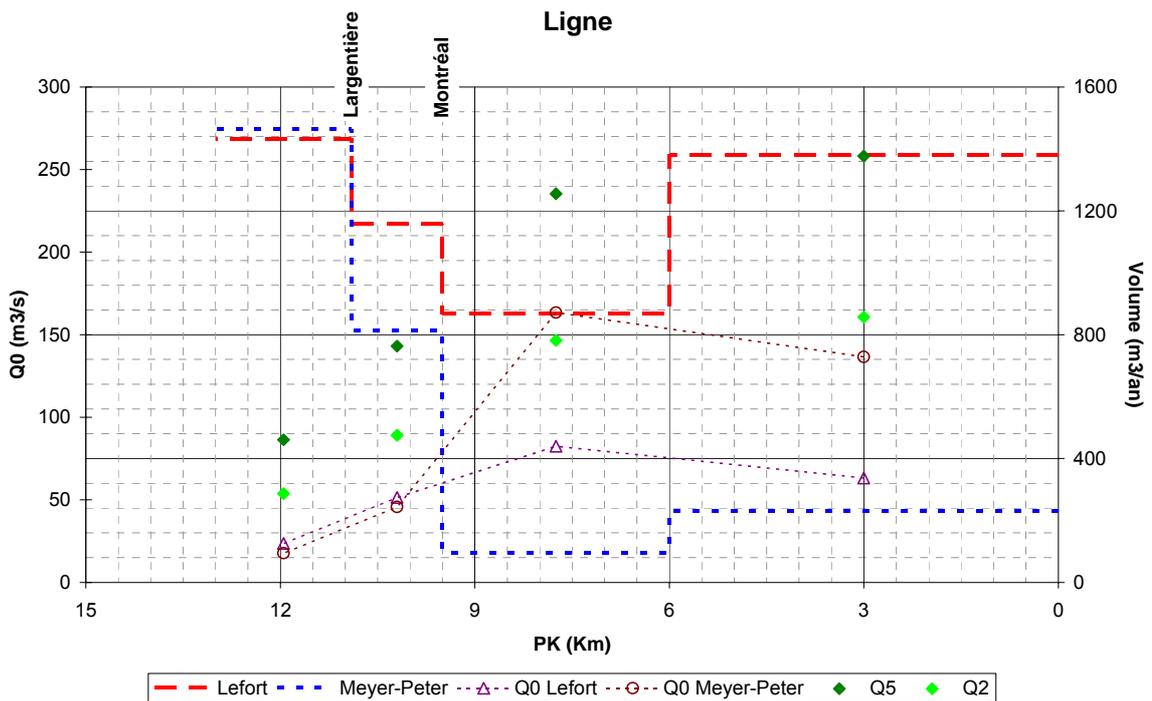


Figure 2-50 – Ligne - volumes annuels charriés

On a calculé des volumes charriés de l'ordre de 1 000 m³/an.

Aucune granulométrie n'a été réalisée sur les tronçons aval ; toutefois, il est possible d'estimer cette granulométrie par comparaison avec des cours d'eau comme les autres affluents présentant des caractéristiques similaires et notamment une réduction du diamètre moyen liée à l'usure et au tri des matériaux.

Ces hypothèses amènent à un transport solide peu perturbé sur l'ensemble du linéaire, ce qui vient conforter l'hypothèse que ce cours d'eau est dans un état proche de l'équilibre.

Notons que les volumes restent faibles ; la contribution en matériaux ramenée à la superficie dans le transport de l'Ardèche est donc faible.

oOo

3. CONCLUSIONS

Rappelons que deux rivières ont déjà fait l'objet d'études sur le transport solide, l'Ardèche et la Beaume, avec son affluent la Drobie. La présente étude a donc complété ces études antérieures. Pour les autres cours d'eau, nous avons réalisé une analyse approfondie de leur morphodynamique.

3.1. ARDECHE

L'évolution verticale de l'Ardèche permet de distinguer **cinq grands tronçons** sur l'Ardèche :

- **Amont Aubenas** : lit stable, fixé par des affleurements rocheux et barrages artificiels. Les indices d'exhaussement sont très rares (par exemple à Pont de Rolandy et au droit du confluent de la Fontaulière) ; il s'agit de phénomènes de dépôt – reprise.
- **Aubenas – Ruoms** : lit sensiblement abaissé (de 1 à 2 m) à la suite des extractions massives des années 60 à 80 et stabilisé par des affleurements rocheux ou des seuils ;
- **Ruoms – Vallon** : lit artificiellement tenu par une succession de barrages ; le secteur est caractérisé par la présence de trois confluences : la Ligne n'a pas causé des évolutions sensibles, la Beaume et le Chassezac semblent par contre jouer des rôles plus importants.
- **Traversée des gorges** : lit stable, hormis quelques abaissements entre Vallon et le Pont-d'Arc (au droit de la confluence de l'Ibie).
- **Aval des gorges** : importants abaissements (jusqu'à 2 à 3 m) générés par les extractions, avec une tendance récente à l'exhaussement. Sur ce secteur on mentionne la présence d'un seuil au niveau de Biordonnes (Saint Julien de Peyrolas) reconstruit en 1995/1996 afin de stabiliser le profil en long de la rivière et de soutenir la nappe alluviale alimentant les captages d'eau potable des Baumasses (Rive Droite) et de la Piboulette (Rive Gauche).

Sur l'Ardèche, le charriage provient essentiellement du transport lors des fortes crues (≥ 10 ans). Les **volumes de matériaux** transportés annuellement par l'Ardèche ne dépasseraient pas **quelques dizaines de milliers de m³** sur l'ensemble du cours d'eau, variant de 5 000 à 10 000 m³/an en aval et 10 000 à 30 000 m³/an en amont ; le charriage des crues plus que décennales contribue pour 100 000 à 250 000 m³ sur un siècle. On note que les apports du Lignon et de la Fontaulière sont sensibles, tandis que la Beaume, la Ligne et L'Auzon ne causent pas de modification notable au transport solide de l'Ardèche ; l'Ibie apporte très peu de matériaux par rapport à la superficie de son bassin versant.

Le sentiment général qui ressort est celui d'une vallée clairement marquée par l'incision, et révélatrice d'une vidange d'un stock alluvial hérité, avec un abaissement stigmatisé par d'importantes extractions au cours des dernières décennies.

Le transport solide étant très faible (comparativement à d'autres rivières de France), le ré-alluvionnement de l'Ardèche par les apports amont est aujourd'hui très lent, ce qui explique la lente évolution du fond du lit, à peine perceptible sur la majorité du cours d'eau. Dans l'état actuel des choses, et sans modifications anthropiques notables, il faudra probablement près d'un siècle à l'Ardèche (selon le hasard des crues) pour retrouver un profil d'équilibre sur l'ensemble de son linéaire.

En planimétrie, **le cours d'eau est contraint** par la présence de gorges sur une bonne partie de son linéaire (gorges de l'Ardèche, haute vallée en amont d'Ucel). Dans les plaines alluviales (d'Aubenas à Vogué, Chauzon, Vallon pont d'Arc, basse vallée), le cours d'eau a été souvent stabilisé par la présence d'infrastructures et de protections en latéral ainsi que par la présence de seuils. Le phénomène d'abaissement du lit vient renforcer cette stabilisation latérale. Seule la basse Ardèche est notable vis-à-vis d'une sensible mobilité latérale. La dynamique fluviale sur ce secteur est typique d'une rivière de plaine ; on retrouve alors un faciès de cours d'eau de plaine à méandres mobiles, facilement modelables lors des crues. Seules contraintes sur ce tronçon sont les deux ponts RN 86 et SNCF ; ces deux réalisations fixent les deux méandres aval si bien que la seule mobilité restante a été le « ventre » observé depuis 1860 juste en amont des ponts.

En terme d'enjeux, l'Ardèche se caractérise par :

- peu de zone urbaine à enjeux, soumise aux risques liés à la dynamique de transport solide,
- quelques remblais soumis à la tendance à l'abaissement du lit,
- les captages à proximité du seuil des Biorannes, où l'Ardèche tend à retrouver son ancien profil en long (exhaussements observés de façon nette).

3.2. CHASSEZAC

En règle générale, les problèmes qui existent sur le Chassezac sont dus en grande partie aux extractions massives de matériaux. La construction de barrages, sur la moitié amont du bassin peut aussi avoir eu des conséquences dans le sens d'un abaissement du lit ; il est difficile, dans l'état actuel des données existantes et mises à notre disposition, d'en déterminer l'impact effectif.

L'analyse diachronique des profils en long a montré que la situation dans les années 80 correspondait à un **net abaissement** par rapport à 1921, de l'ordre de 1 à 1.5 m sur les premiers 3 km depuis la confluence avec l'Ardèche, puis 3 à 4 m sur le secteur de La Rouveyrolle – Maisonneuve, le plus exploité par les extractions ; l'enfoncement du bas Chassezac correspond donc approximativement à un volume total de 1 500 000 m³ environ en 63 ans. Ailleurs, la forme de la vallée assez étroite notamment dans les gorges, laisse penser à une faible mobilité, même si on ne dispose que du profil IGN en amont de Gravières.

L'évolution récente, suite à l'arrêt des extractions, montrerait un léger exhaussement, ou une tendance au dépôt (BRL, 2001), même si les données à disposition ne prouvent pas clairement cette impression ; par ailleurs l'arrêt des prélèvements reste relativement récent et il n'y a pas eu de phénomène important pouvant révéler de façon nette cette tendance.

Le profil en long levé en 2006 confirme la stabilité actuelle du fond du lit (absence de modifications significatives entre 1989 et aujourd'hui).

En outre, on ne peut dire, en l'absence provisoire des données EDF relativement à la gestion des barrages, s'ils freineront ou empêcheront cette phase de retour au lit antérieur.

D'une manière générale, le Chassezac est la rivière la plus active du bassin vis-à-vis des volumes charriés ; la compétence totale comprenant les crues rares est de 20 000 à 35 000 m³/an.

Du point de vue de la mobilité latérale, on peut affirmer que la logique du Chassezac dans sa partie plaine alluviale est typique de la dynamique des rivières en plaine : présence de méandres se déplaçant à l'intérieur de l'espace de mobilité, par le biais d'érosion/dépôt dans les coudes.

En matière d'enjeux concernés par la dynamique du Chassezac, on peut noter, de façon très localisée :

- Les secteurs inondables de la Rouveyrolle ;
Les abaissements observés semblent avoir limité ces risques ces dernières années.
- La conduite AEP, à Gerbial ;
Son déchaussement a donné lieu à des interventions. Au vu du profil en long récent on peut retenir que ce phénomène est provoqué essentiellement par un affouillement localisé.
- Le champ captant à Gerbial également ;
Il est menacé par les érosions latérales qui s'opèrent d'une façon naturelle.
- Les terres agricoles en général, soumises aux mêmes risques d'érosion latérale.

3.3. BEAUME - DROBIE

On distingue quatre tronçons sur la Beaume et un sur la Drobie :

- **Tronçon amont (en amont de la confluence avec la Drobie)**
Dans ce tronçon, il n'y a aucune raison d'observer une évolution majeure en altitude du profil en long, compte tenu de l'absence d'aménagements sur le lit et de la présence d'affleurements rocheux. Le profil en long de la Beaume est stable, dans un tronçon caractérisé par un transit sédimentaire sans interaction avec le lit.
- **Tronçon intermédiaire 1 (jusqu'aux gorges)**
Le profil en long de la Beaume est stable en moyenne, avec, localement et du fait de la respiration naturelle du cours d'eau, des zones de dépôt ou de reprise de matériaux. Le lit est pratiquement en équilibre avec les matériaux transportés et il n'y a pas d'évolution attendue à l'échelle humaine.
- **Tronçon intermédiaire 2 (jusqu'à la sortie des gorges)**
Le pont de Labeaume a joué un rôle sur le profil en long, ponctuellement : on observe un léger dépôt en amont, du fait de la perte de charge induite, et un faible creusement à l'aval, probablement lié au déficit d'apport dû aux extractions amont. Ces tendances restent de peu d'ampleur. Le profil en long étant globalement stable dans les gorges.

- **Tronçon aval (de la sortie des gorges à la confluence avec l'Ardèche)**

L'altitude du lit à la confluence avec l'Ardèche n'a pas évolué de façon sensible. Il n'est pas interdit de penser que la pente actuelle n'est pas la pente d'équilibre de la Beaume sur ce secteur, et que le cours d'eau serait dans une lente phase d'engravement, insensible à l'échelle humaine et en particulier dans les années à venir.

Sur la Drobie l'omniprésence d'affleurements rocheux en fond de lit, ainsi que l'absence d'aménagements pouvant expliquer une éventuelle évolution du fond du lit permettent de conclure à une **stabilité du lit à l'échelle humaine**.

Compte tenu de l'incertitude sur le paramètre granulométrie, le volume moyen annuel est de l'ordre de 3000 m³ et une capacité de transport solide globalement constante sur l'ensemble du cours d'eau, ce qui vient confirmer une situation d'équilibre qui ne devrait pas évoluer rapidement.

Les enjeux notables sur ces rivières, pouvant être concernés par les évolutions du lit, sont :

- les campings qui jalonnent leurs cours,
- les zones agricoles, à la confluence avec l'Ardèche, soumises aux érosions de berges,
- essentiellement le village de Labeaume, comme enjeu urbain, le pont de Ribeyre-Bouchet.

3.4. **lBIE**

L'Ibie est un cours d'eau **globalement en équilibre** et dont la compétence en transport solide est faible.

Le lit est en équilibre et stabilisé d'un point de vue altimétrique (en fond moyen). Ceci est confirmé par la nature du lit :

- un phénomène de pavage observé sur l'ensemble du linéaire ;
- la présence d'affleurements rocheux en de nombreux endroits (également dans les mouilles).

Les volumes transportés sont faibles, de l'ordre de 2 000 à 4 000 m³/an. La seule activité du lit résulte d'une respiration à l'occasion des crues (déplacement des méandres à l'intérieur d'un lit enveloppe, déplacement des secteurs de mouilles et des seuils) sous la forme d'une variation des profils en travers, la compétence du cours d'eau restant faible.

A sa confluence avec l'Ardèche, l'Ibie présente un abaissement du lit sensible, confirmé par le déchaussement du pont de la RD 290, qui pourrait remonter vers l'amont par érosion régressive. Compte tenu du faible volume charrié par la rivière, cette évolution reste peu importante à l'échelle humaine.

Les espaces de mobilité historique et géologique restent réduits et ne diffèrent que de quelques dizaines de mètres. Seule la partie aval à partir de Vigier montre une plaine alluviale plus étendue, avec un espace de mobilité plus large.

Cette rivière se caractérise par une quasi-absence d'enjeu, à l'exception du pont de la RD290 déjà mentionné.

3.5. AUZON

L'Auzon est elle aussi **une rivière globalement en équilibre**, ceci étant lié d'une part à sa très faible capacité de charriage et, d'autre part, à la présence fréquente de pavages et d'affleurement rocheux.

Le barrage de Darbres bloque tout transport vers l'aval mais ceci ne pose pas de problème compte tenu des deux éléments précédents.

D'un point de vue planimétrique, la configuration topographique de l'Auzon indique un cours d'eau à pente marquée et parcourant des vallées encaissées. La mobilité historique reste négligeable.

De même que l'Ibie, les enjeux répertoriés sur l'Auzon restent assez limités. Seuls quelques ponts sont à noter mais reposant sur le substratum, à l'exception du pont de Lanas, à proximité de la confluence avec l'Ardèche et qui en subit l'abaissement.

3.6. LIGNON

La pauvreté de données sur le Lignon invite à user de beaucoup de prudence sur les résultats obtenus.

Au vu des profils en long, et compte tenu de la forte pente, le lit semble globalement relativement stable.

En aval de Jaujac, la rivière s'écoule le long d'une importante coulée basaltique et donc sur le substratum. En amont de ce village, les modifications observées par BRL semblent être liées à l'activité de la rivière lors de la crue de 1992 (respiration du lit) et ne pas être révélatrices d'une tendance quelconque.

Il est probable que les apports du Lignon sont supérieurs à ceux de l'Ardèche en amont de la confluence. Cependant, les calculs de transport solide n'ont pu le mettre en évidence, compte tenu des fortes incertitudes sur les paramètres (granulométrie essentiellement).

Les enjeux répertoriés sur le tracé du Lignon se concentrent sur la partie située en amont de Jaujac :

- villages de Jaujac, la Souche et les Chambons ;
- Campings de Bruget et Chasselouve, à Jaujac ;
- Les zones agricoles, d'extension limitée.

3.7. LIGNE – LANDE

Malgré l'absence de profils en long récents, on peut considérer que la Ligne est stable d'un point de vue altimétrique, en aval à cause des gorges, en amont à cause des seuils et d'une forte diminution de la capacité de transport solide depuis le petit âge glaciaire.

Les enjeux se concentrent en amont de l'entrée des gorges situées près de la confluence Ligne – Lande : zone agricole assez étendue, correspondant à une petite plaine alluviale créée par la confluence des deux rivières.

Les seules zones urbaines notables traversées par la Ligne sont la ville de Largentière et, plus en amont, le village de Luthe.

oOo

4. BIBLIOGRAPHIE

- [1] - « Quelques caractères de la morphodynamique fluviale des gorges de l'Ardèche », **Bravard**, 1993, (Article)
- [2] - « L'incision de 2 affluents subméditerranéens du Rhône: la Drome et l'Ardèche», **Landon, Piégay**, 1994, (Article)
- [3] - « La foret d'inondation de 5 rivières du bassin rhodanien», **Piégay**, 1996, (Article)
- [4] - « représentation de la biodynamique fluviale: la forêt alluviale de la moyenne Ardèche», **Piégay**, 1996, (Article)
- [5] - « SCAN 25 », **IGN**, 1990, (Cartes)
- [6] - Cartes papier, **IGN**, 1960-1965, (Cartes)
- [7] - Cartes papier, **Cassini**, fin XVIII et début XIX s., (Cartes)
- [8] - **IGN** - Géoportail, (Orthophotoplans)
- [9] - Photos 1979 - 1986 - 1991 - 1997, **DDE**, (Photos aériennes)
- [10] - « Opération Ardèche Claire – Volet 3 – Contrat de rivière – Aménagement et protection des berges du lit de la rivière - Volume 5 - Hydraulique », **CEDRAT**, 1984, (Rapport)
- [11] - « Restauration de la rivière Ardèche - Étude du transport solide », **SOGREAH**, 1993, (Rapport)
- [12] - « BV de l'Ardèche amont et du Lignon - Schéma de cohérence - Étude hydraulique », **BRL**, 1998, (Rapport)
- [13] - « Schéma de gestion du transport solide de la Baume et de la Drobie », **SOGREAH**, 1999, (Rapport)
- [14] - « Étude hydraulique pour l'aménagement du Chassezac », **CEREC**, févr-89, (Rapport)
- [15] - « Schéma d'aménagement de l'Ibie », **BCEOM**, févr-90, (Rapport)
- [16] - « Étude hydraulique des zones inondables de la rivière Ardèche entre Sauze Saint-Martin et Pont-Saint-Esprit », **SOGREAH**, juil-94, (Rapport)
- [17] - « Zones inondables de la rivière Ardèche entre le pont d'Aubenas et le Pont d'Arc », **SOGREAH**, déc-94, (Rapport)

- [18] - « Schéma d'aménagement et d'entretien de l'Auzon et de la Claduègne », **CEDRAT**, avr-99, (Rapport)
- [19] - « Étude de l'Alea inondation de la Beaume - Note d'expertise », **SOGREAH**, *juil-00*, (Rapport)
- [20] - « Étude de l'Alea inondation de la Beaume - Rapport d'étude », **SOGREAH**, *mai-01*, (Rapport)
- [21] - « Schéma d'aménagement contre les inondations sur le bassin versant du Chassezac - Phase 1 Diagnostic et orientations d'aménagement », **BRL**, *déc-01*, (Rapport)
- [22] - « Schéma d'aménagement contre les inondations sur le bassin versant du Chassezac - Phase 2 Propositions d'aménagement », **BRL**, *déc-01*, (Rapport)
- [23] - « Plan de prévention des risques inondation », **SOGREAH**, *juin-02*, (Rapport)
- [24] - « les vallées en gorges de la Cévenne vivaraise », **Nicolas JACOB**, 2003, (Thèse)
- [25] - « La lichénométrie appliquée à l'étude de rivières en gorge en milieu méditerranéen : caractérisation de leurs paramètres dynamiques et de leur évolution géomorphologique durant le Petit Age Glaciaire », **Frédéric GOB**, *nov-05*, (Thèse)
- [26] - « Détermination de l'Espace de Liberté des Cours d'Eau », **Agence de l'eau Rhône – Méditerranée – Corse**, 1998 (guide technique n°2)
- [27] - « La gestion des rivières : transport solide et atterrissements », **Agence de l'eau Rhône – Méditerranée – Corse**, 1999 (guide technique n°65)



SCHEMA DE GESTION DU TRANSPORT SOLIDE ET DES ESPACES DE MOBILITE DES PRINCIPAUX COURS D'EAU DU BASSIN VERSANT DE L'ARDECHE

RAPPORT PHASE 2 : GESTION DU TRANSPORT SOLIDE



JUIN 2007
4-11-0811 R2

2.3.4.1.	GESTION DES GRAVIERES ANCIENNES ET RECENTES.....	45
2.3.4.2.	CAPTURE DE GRAVIERE	46
2.3.4.3.	PRELEVEMENTS EN LIT MINEUR	48
2.4.	GESTION AU NIVEAU LOCAL	48
2.4.1.	TRAVERSEE SOUS FLUVIALE DE CONDUITE : GERBIAL (CONDUITE AEP) SUR LE CHASSEZAC	49
2.4.2.	PONTS ET APPUIS DE PONTS.....	51
2.4.2.1.	CAS DU PONT DE LANAS SUR L'AUZON	52
2.4.2.2.	CAS DU PONT DE LA RD 290 SUR L'IBIE	52
2.4.3.	CONFLUENCE DE DEUX COURS D'EAU	53
2.4.4.	PROBLEMES DE BANCs	53
2.4.4.1.	OBSTACLE TRANSVERSAL - CAS DU SEUIL DES BIORDONNES	53
2.4.4.2.	OBSTACLE TRANSVERSAL - CAS DU PONT DE LABEAUME	54
2.4.4.3.	BANC PERCHE - CAS DE PONT DE LABEAUME.....	55
2.4.5.	EROSION LATÉRALE.....	56
2.4.5.1.	CAS DU COUDE DE CHAUZON SUR L'ARDECHE	56
2.4.5.2.	CAS DE LANAS - ARDECHE (CHENAL SECONDAIRE MENAÇANT LA BERGE)	59
2.4.5.3.	CAS DES REMBLAIEMENTS AU NORD DE LA BOUCLE D'AUBENAS - ARDECHE	59
2.4.5.4.	CAS DE GERBIAL SUR LE CHASSEZAC	60
2.4.5.5.	CAS DE LA ROUVEYROLLE SUR LE CHASSEZAC	60
2.4.5.6.	CAS DE L'ILE DE VERNON SUR LA BEAUME.....	61
2.4.5.7.	CAS DES PLOTS SUR L'IBIE	63
2.4.5.8.	RECAPITULATIF.....	63
2.4.6.	SECTEURS A SUBSTRAT	64

oOo

OBJET DE L'ETUDE

Les objectifs de la présente étude sont divers :

- améliorer la connaissance du transport solide, de la dynamique fluviale et des espaces de mobilité sur l'Ardèche et ses principaux affluents (PHASE 1),
- faire la synthèse des données et assurer la cohérence avec les études existantes (PHASE 1),
- permettre la définition des préconisations pour la gestion du transport solide et de la dynamique fluviale sur la base de différents scénarios (PHASE 2).

La zone d'étude concerne l'ensemble du lit mineur et de l'espace alluvial de l'Ardèche et de ses principaux affluents, c'est-à-dire le bas-Chassezac, la Beaume, l'Ibie, l'Auzon, le Lignon et la Ligne.

L'étude se divise ainsi en deux phases distinctes :

- **Phase 1 - Etat des lieux** : étude du transport solide et de la dynamique fluviale, avec notamment la mise en cohérence avec les études existantes
- **Phase 2 – Préconisations de gestion** : construction de scénarios pour la gestion du transport solide et de la dynamique fluviale

Le présent rapport correspond à la phase 2 de cette étude.

oOo

DEMARCHE SUIVIE

Le présent rapport, constituant la construction de scénarios, s'articule suivant les conclusions issues de la phase 1 « Etat des lieux » qui sont globalement les suivantes :

- cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche en équilibre ou à tendance très lente d'exhaussement,
- dynamique sédimentaire lente offrant peu de marge de manœuvre pour influencer sur la gestion du transport.

Cette partie de l'étude se décompose en deux grands volets distincts :

- **Définition des profils en long « objectifs »** ; à partir de l'état des lieux et du diagnostic réalisés en phase 1, il a été possible de déterminer de manière théorique l'évolution à attendre des profils en long en fonction :
 - de l'état actuel des cours d'eau (équilibre, déficit) par rapport à leur état d'équilibre,
 - de leur morphodynamique actuelle (lente et liée à des crues exceptionnelles).
- Une fois cet objectif théorique fixé, il est nécessaire de définir les **règles de gestion et les scénarios potentiels** à appliquer pour respecter cet objectif. Cette gestion a été envisagée à deux niveaux :
 - *Gestion globale des cours d'eau*, incluant notamment la gestion des espaces de mobilité et des prélèvements, problèmes majeurs sur le bassin
 - *Gestion locale au droit des enjeux*

1.1. DEFINITION DES PROFILS EN LONG « OBJECTIFS »

Au vu du diagnostic réalisé en phase 1 montrant que les cours d'eau ont une marge de mobilité limitée (état proche de l'équilibre et/ou dynamique lente), la proposition de plusieurs scénarios d'évolutions altimétriques (profils en long « objectifs ») ne se justifie pas. L'étude s'intéresse ainsi au seul scénario tendanciel pertinent de ce point de vue, c'est-à-dire la recherche de la conservation ou de l'atteinte du profil d'équilibre morphodynamique.

1.2. REGLES DE GESTION ET SCENARIOS POTENTIELS

1.2.1. GESTION GLOBALE

Si les scénarios d'objectifs altimétriques des cours d'eau sont ainsi limités, il est en revanche possible d'envisager différents scénarios de gestion globale du cours d'eau, et notamment au niveau des espaces de mobilité des cours d'eau, ceux-ci respectant tous le profil en long objectif retenu :

- Libre divagation dans l'**espace de mobilité géologique** avec restauration volontaire de cet espace, et notamment l'absence voire la suppression des protections existantes ;
- Libre divagation dans l'**espace de mobilité historique** avec les interventions adaptées ;
- Conservation partielle des espaces de mobilité en fonction des aménagements et protection des enjeux principaux en recherchant les espaces de mobilité exploitables (**espace de mobilité « intermédiaire »** entre l'espace historique et l'espace géologique).

Ces trois scénarios étudiés fournissent des exemples contrastés possibles répondant tous aux exigences morphodynamiques et différent par leurs impacts environnementaux, fonciers et socio-économiques, dont la quantification a été réalisée par type d'enjeu et par secteur potentiel d'action.

Ils répondent tous aux exigences morphodynamiques du fait qu'il n'y a pas de contrainte associée au transport solide, l'érosion des berges étant potentiellement peu développée et, surtout, n'étant pas source de matériaux. En effet, les matériaux prélevés sur les berges à l'occasion d'érosion permettent simplement d'assurer le relais temporel entre les matériaux arrivant d'amont et se déposant à l'intrados d'un coude élargi par son érosion à l'extrados.

La gestion globale intègre par ailleurs les modifications potentielles des cours d'eau en altimétrie :

- toute opération de **prélèvement de matériaux** dans le lit mineur est à proscrire (entraînant un abaissement du lit, non conforme avec le profil en long objectif) ;
- des **interventions d'exhaussement** du lit (apports de matériaux, seuils de fond) pourraient en extrême limite être envisageables mais n'auraient d'impacts que sur du long terme compte tenu de la lente évolution du lit (crues morphogènes rares). Par ailleurs, elles s'accompagneraient d'un déficit de matériaux en aval ce qui n'est pas acceptable et nécessiterait des protections particulières.

1.2.2. GESTION LOCALE

Après avoir détaillé les scénarios de gestion globale envisageable pour respecter le profil en long objectif, les **propositions locales de gestion** ont été abordées afin de proposer pour des cas type des solutions d'intervention tout en respectant le profil en long objectif.

Les **indicateurs socio-économiques** de ces différentes interventions sont fournis afin de donner les éléments nécessaires à une comparaison qualitative, puis quantitative, des scénarios proposés, et donc des enjeux concernés.

La cartographie fournie en annexe permet de croiser les différents scénarios possibles, les enjeux existants et l'impact de chaque scénario sur ces enjeux.

oOo

1. GENERALITES

1.1. INTRODUCTION

L'état des lieux et le diagnostic réalisés en phase 1 de la présente étude ont permis de conclure que les cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche sont aujourd'hui soit en équilibre (Ibie, Lignon, Beaume,...) soit avec un profil en long très fortement abaissé suite à d'importantes extractions lors des dernières décennies (Ardèche, Chassezac).

La définition de scénarios sur le profil en long et la gestion de l'espace de mobilité (pour être plus dans une optique de politique de gestion, on pourrait préférentiellement parler de l'évolution « objectif » des cours d'eau) semble s'imposer d'elle-même, afin de prendre en compte l'état actuel des cours d'eau. Notons ainsi que, d'un point de vue global, les cours d'eau étudiés sont des rivières relativement peu artificialisées, et dont le caractère « naturel » est reconnu.

Il semble donc nécessaire de conserver ce caractère naturel de la rivière, ce qui revient à dire :

- d'une manière générale, laisser divaguer les cours d'eau. Il est bien entendu que chaque enjeu sera examiné au cas par cas ;
- ne pas accentuer l'abaissement du lit et favoriser si possible un retour plus rapide du transport solide (réalluvionnement naturel des zones abaissées). Compte tenu de la faible capacité de charriage des cours d'eau, ce retour risque d'être lent et sur un moyen voire long terme.

Le profil en long objectif peut être considéré comme le profil en long « naturel » des cours d'eau, c'est-à-dire en théorie le profil de cours d'eau ayant atteint leur équilibre du point de vue du transport solide, en tenant compte de la présence des ouvrages existants.

Partant de ce fait, les scénarios proposés restent limités ; en effet, il n'existe pas de situations généralisées où des conflits entre enjeux, contraintes et tendances s'opposent (exemple : objectif – exhaussement généralisé contrastant avec les niveaux de crue). Il convient plutôt d'étudier pour chaque enjeu les différentes possibilités de gestion afin de les intégrer à cette vision globale d'« objectif ».

Les objectifs de gestion de la rivière sont les suivants :

- définition des profils en long objectifs pour l'Ardèche, le Chassezac, la Beaume, l'Ibie, l'Auzon, le Lignon et la Ligne en fonction des tronçons homogènes identifiés ;
- prise en compte dans cette définition des enjeux environnementaux, des enjeux humains et économiques, des ouvrages ;
- identification, pour chacune des interventions prévues, des moyens à mettre en œuvre pour suivre et atteindre les niveaux des profils en long « objectif » ;

- identification, pour chacune des interventions envisagées, de l'impact sur la rivière ;
- identification, pour chacune des interventions, des mesures de gestions pérennes et cohérentes du transport solide.

Nous aborderons donc successivement, dans le second chapitre, la définition des profils en long objectifs ainsi que la gestion des cours d'eau.

Dans ce qui suit, nous présentons la théorie expliquant le fonctionnement morphodynamique des rivières ainsi que les modalités de suivi de leur évolution.

1.2. LE FONCTIONNEMENT MORPHODYNAMIQUE DES RIVIERES

Dans ce paragraphe, nous rappelons le mécanisme de quelques phénomènes morphologiques qui induisent une respiration de la rivière et détaillons la problématique liée à l'apparition du substratum en cas d'abaissement du lit.

1.2.1. LES PHENOMENES DE RESPIRATION D'UNE RIVIERE

Ces phénomènes peuvent apparaître sur les cours d'eau, qu'ils soient en équilibre ou non. La gestion particulière des problèmes engendrés par ce type de phénomène est étudiée dans les paragraphes suivants (Chapitre 2, Application aux rivières étudiées).

1.2.1.1. FLUCTUATIONS EN ALTIMETRIE

Quand une rivière coule sur ses alluvions, sa stabilité à long terme repose sur un équilibre entre plusieurs paramètres, dont la pente, le régime des débits et la granulométrie des matériaux. Il ne s'agit en fait que d'un équilibre moyen ; des fluctuations cycliques peuvent avoir lieu au gré des crues : mobilité des bancs, déplacement des méandres, dépôts ou reprises aux confluences, qui conduisent à une « **respiration** » **du lit** » ; la rivière oscille autour d'un profil en long d'équilibre.

Par ailleurs, il n'y a pas systématiquement d'apport solide proportionnellement aux apports liquides et ce transport solide ne s'effectue pas selon un processus continu dans l'espace et dans le temps.

1.2.1.1.1. LE TRANSIT NATUREL DES SEDIMENTS

L'irrégularité dans l'espace se traduit par la formation de bancs qui constituent souvent une succession de zones de seuils et de mouilles. Si la végétation ne s'y est pas développée, ces bancs se déplacent naturellement au gré des crues.

Il ne faut pas supprimer les bancs par extraction au risque de déstabiliser le lit en équilibre. En revanche, il faut veiller à ce que la végétation ne s'y développe pas, ce qui risquerait de remettre en cause le transit naturel des sédiments.

1.2.1.1.2. CONFLUENCE

Un autre exemple de situation où des phénomènes de dépôt – reprise induisent une respiration du lit est le cas de la confluence de deux rivières. Au droit d'un confluent, les régimes respectifs d'apports liquides et solides de l'affluent et du cours d'eau principal

peuvent conduire à de fortes variations du lit en altitude. C'est le cas notamment au débouché de torrents dans une rivière plus importante.

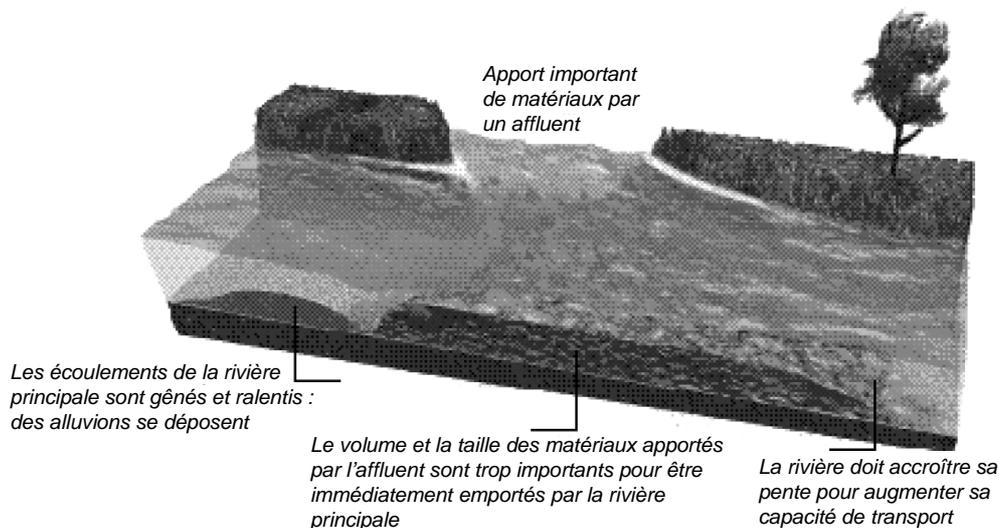


Figure 1-1 – la respiration du lit à un confluent par apport brutal de matériaux

1.2.1.1.3. OBSTACLE PONCTUEL

Des ouvrages tels que pont ou seuil peuvent également induire des phénomènes particuliers

Le pont crée une perte de charge en crue. Les écoulements en amont du pont sont ralentis: un dépôt se forme, plus ou moins important selon la durée de la crue et des apports solides en amont

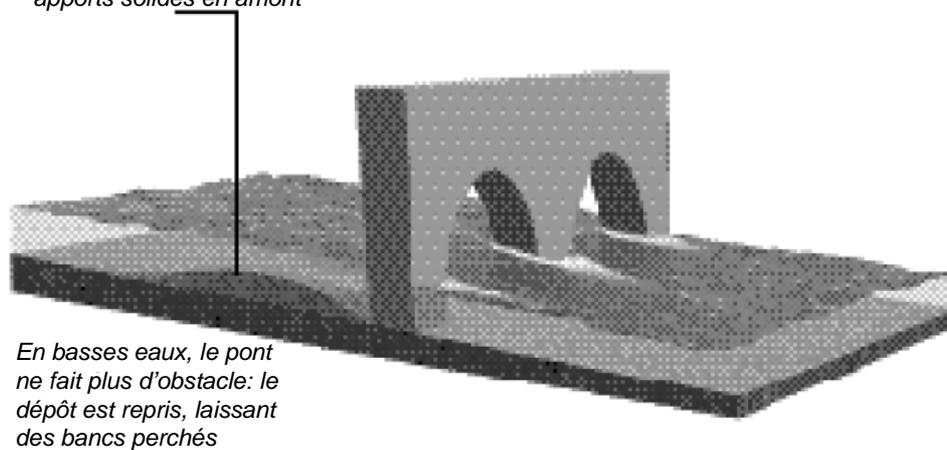


Figure 1-2 – la respiration du lit à l'amont d'un pont

1.2.1.2. FLUCTUATIONS EN PLANIMETRIE

La fluctuation en planimétrie est liée au déplacement des méandres.

La figure suivante en donne une illustration particulière, dans le cas où le bras vif méandre à l'intérieur d'un chenal rectiligne :

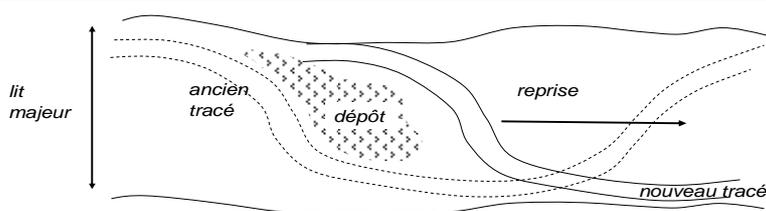


Figure 1-3 – phénomène de dépôt - reprise

Dans le cas où le chenal principal forme un coude, l'érosion à l'extérieur du coude procède d'un fonctionnement physique bien connu. L'équilibre d'une rivière résulte toujours d'un ajustement entre les différentes énergies en présence : les énergies motrices et les énergies résistantes ;

- *les énergies motrices* sont liées essentiellement à la quantité d'eau arrivant et à la pente du cours d'eau ;
- *les énergies résistantes* sont liées à la quantité et à la nature des matériaux transportés ainsi qu'à la sinuosité de la rivière.

Dans le cas particulier des coudes, du fait de la vitesse incidente et de la courbure du méandre, l'eau parcourt des trajectoires tridimensionnelles en forme d'hélice, descendant, le long de la berge à l'extérieur du coude (extrados) et remontant sur l'intérieur du coude (intrados). Elle « frotte » la berge située à l'extrados, grignotant éventuellement des matériaux de la berge. Ainsi, l'énergie incidente est dissipée partiellement d'une part dans les circulations hélicoïdales (turbulence) et, d'autre part, du fait de l'arrachage des matériaux de berge. Ces matériaux prélevés sur les berges ne viennent en principe pas gonfler le transport solide car, parallèlement, des dépôts ont lieu à l'intérieur des coudes. Ce phénomène se traduit par un déplacement naturel du méandre.

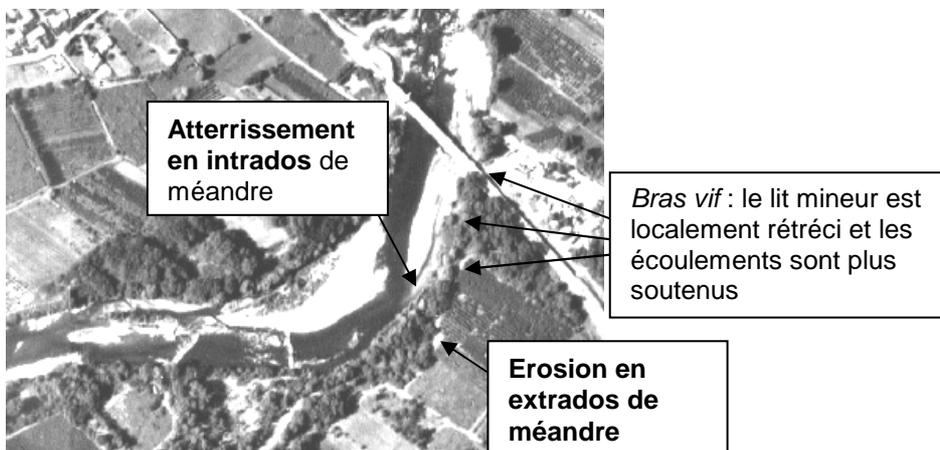


Figure 1-4 – méandre sur l'Ardèche (Saint Didier sous Aubenas)

C'est ainsi que **les rivières se déplacent en plan**, latéralement, au gré des crues. Ces déplacements sont d'autant plus importants que la rivière méandre (que la courbure est prononcée) et que les débits sont élevés (donc lors des crues). Lorsque des enjeux se trouvent sur le chemin de la rivière, ces déplacements peuvent être stoppés en protégeant les berges à l'extrados. Ceci ne rompt pas l'équilibre morphodynamique de la rivière. En effet, dans le cas où une protection est mise en place, la dissipation d'énergie nécessaire pour maintenir l'équilibre, s'effectuera en creusant au pied de la protection. La fosse

d'érosion creusée lors de la crue, se comblera partiellement à la décrue. C'est pourquoi il est impératif d'adjoindre à la protection de berge un sabot en enrochements libres qui viendront tapisser la fosse d'affouillement au gré des crues et donc stabiliser le perré sus-jacent. Le volume du sabot dépend de la profondeur attendue de la fosse d'affouillement et de la vitesse d'écoulement en crue (de la taille des blocs à mettre en place). Le prélèvement de sédiment sur la berge est remplacé par un prélèvement sur le fond du lit et le dépôt des matériaux provenant d'amont à l'intérieur du coude est remplacé par un dépôt dans la fosse d'affouillement à la décrue.

1.2.2. LES SECTEURS A SUBSTRATUM

Sous le matériau alluvial, constitué de sables, de graviers ou de galets, on trouvera systématiquement un matériau différent, le plus souvent cohésif, rocheux ou détritique.

Selon une idée répandue, le substratum est toujours une roche dure : son affleurement détermine une discontinuité dans l'écoulement, décelable à l'œil ou en traçant le profil en long de la rivière. Cette idée est renforcée par les résultats des sondages géotechniques destinés à la définition des fondations d'ouvrages en rivière : la recherche du « bon sol » suggère la présence d'un substratum résistant. Or, s'il est vrai que les qualités géotechniques du substratum sont le plus souvent supérieures à celles des matériaux alluvionnaires superficiels, sa résistance à l'érosion est souvent médiocre, par exemple lorsqu'il est composé de marnes, ce qui est très fréquent.

On peut distinguer plusieurs sortes de substratum, en fonction de leur composition et de leur origine. La roche en place, originelle et homogène, peut être une roche dure, peu érodable ou au contraire facilement érodable : ainsi, certains cours d'eau présentent sous le manteau alluvial un substratum sableux très sensible à l'érosion. La roche peut être d'ailleurs d'origine alluvionnaire, comme les poudingues, produits de la cimentation des galets.

Les situations les plus dangereuses concernent les substratums tendres plus érodables que le matériau alluvial de surface : sables ou grès tendres. Dangereuse également est l'érosion des marnes et argiles plastiques, bien que le phénomène d'abrasion soit déjà moins brutal. Pour les roches plus résistantes, on ne devra pas perdre de vue que leur découverte conduit comme pour les autres matériaux à une érosion qui était empêchée par la présence du manteau alluvial. Cette érosion est certes beaucoup plus lente, mais elle est tout aussi irréversible.

On se souviendra également que le découverte du substratum occasionne parfois une mise à l'air aussi dangereuse pour son intégrité que l'érosion par l'eau. Les marnes mises à l'air lors des étiages d'été subissent une dessiccation et une desquamation formant des plaquettes facilement entraînées par les premières crues d'automne.

Sur de nombreux secteurs de l'Ardèche, on constate que l'épaisseur des alluvions transportées par la rivière est peu variable et souvent relativement faible, le substratum étant présent à faible profondeur. Sur d'autres, ce substrat a été mis à nu à la suite des abaissements qu'ont eu lieu en conséquence des extractions.



Figure 1-5 – Phénomène de « desquamation » à Saint Sernin - Ardèche

En conclusion, on doit toujours se souvenir que les alluvions charriées sur le fond constituent un manteau protecteur pour le substratum, que celui ci soit de bonne ou de mauvaise qualité : le transport des alluvions dans une rivière en équilibre garantit un renouvellement de cette protection.

Du point de vue du milieu naturel, notamment en ce qui concerne la vie piscicole, la présence de substratum limite la formation de frayères, car la reproduction de poissons a lieu préférentiellement dans des lits de galets ou graviers stables, avec présence de zones de « cache » potentielle.

En conclusion, la présence de secteurs à substratum, est-elle préjudiciable pour la rivière?

- D'un point de vue hydraulique, la présence du substratum rocheux induit un changement de la rugosité du fond du lit. Suivant la nature du substrat, on peut assister à un basculement du lit ;
- D'un point de vue environnemental, en ce qui concerne la vie piscicole, la présence de substratum limite la formation de frayères ;
- D'un point de vue foncier, la création d'une voie d'écoulement préférentielle (lit incisé dans le substratum rocheux) réduit la mobilité et par conséquent le risque d'érosion latérale au dépens des parcelles à côté de la rivière.
- D'un point de vue socio-économique, les affleurements rocheux peuvent être préjudiciables pour l'activité touristique (impact paysager).

En définitive, la présence d'affleurements rocheux peut être pénalisante vis-à-vis de l'activité touristique (impacts paysagers) et par rapport à la mobilité de la rivière, mais elle n'a pas de conséquence importante du point de vue de son fonctionnement hydraulique.

oOo

2. APPLICATION AUX COURS D'EAU ETUDIES

Les profils en long objectifs sont tout d'abord définis.

Ensuite, les principes de gestion exposés dans le paragraphe précédent sont appliqués aux cours d'eau étudiés. Les mesures de gestion pérennes et cohérentes du transport solide sont analysées et proposées à deux échelles :

- **au niveau global**, l'analyse est conduite vis-à-vis des différents aspects entrant en jeu (hydraulique, environnemental, foncier, socio-économique et financier) et trois scénarios sont envisagés en ce qui concerne la gestion de l'espace de mobilité. La problématique des extractions ou prélèvements de matériaux sur le bassin versant de l'Ardèche est étudiée.
- **au niveau local**, nous reprenons, au cas par cas, les différents « désordres » constatés, éventuellement récurrents, analysons les phénomènes physiques entrant en jeu puis nous indiquons les solutions envisageables en précisant celles souhaitables.

2.1. PROFILS EN LONG OBJECTIFS

Le but de la définition d'un profil en long « objectif » est de **rétablir le transit sédimentaire dans une logique amont - aval** et de rééquilibrer le profil en long du lit des cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche, ce lit devant rester à l'intérieur des altitudes extrêmes acceptables. Ce scénario idéal se heurte toutefois aux problèmes locaux qu'il faut intégrer dans la réflexion et qui peuvent susciter des adaptations.

De cette définition du profil en long objectif pour chaque cours d'eau va découler la gestion à prévoir.

Compte tenu de l'état des lieux réalisé sur les cours d'eau étudiés (rivières à dynamique lente et /ou proches de l'équilibre morphodynamique), il n'apparaît pas pertinent d'envisager plusieurs scénarios contrastés tels qu'un fort abaissement ou un fort exhaussement des cours d'eau. Ainsi, les seules interventions pouvant s'apparenter à une modification au profil en long objectif sont celles qui concernent la **gestion des bancs**. En effet, compte tenu du faible transport solide des cours d'eau du bassin, la respiration du lit qui s'effectue par l'intermédiaire du déplacement des bancs ne s'effectue que très lentement et est très contrariée par la végétalisation des bancs et leur fixation consécutive. Leur problématique ne permet pas de dégager des scénarios mais une politique d'intervention générale.

C'est pourquoi **un seul scénario, tendanciel et « objectif »**, a été développé du point de vue de l'évolution altimétrique (profil en long « objectifs »).

Après avoir rappelé les enjeux liés à ces profils objectifs, on expose ci-dessous les tendances prévues et les profils en long « objectifs » pour chaque rivière.

Les données altimétriques de référence pour chacun des profils en long objectif sont fournies en annexe 1. Rappelons que le profil en long proposé correspond à un profil moyen, qui ne prend pas en compte les phénomènes de respiration du lit (lissage du profil en intégrant le fond du lit mineur et les bancs latéraux).

2.1.1. ENJEUX

La définition des profils en long objectifs des cours d'eau étudiés est principalement liée à la morphodynamique de ces cours d'eau. En effet, on rappelle que l'objectif premier dans le cadre de l'étude transport solide est le rétablissement du transit sédimentaire et la recherche d'un équilibre global. Cette définition s'intéresse néanmoins aux enjeux environnementaux et humains pouvant être liés à cette recherche de profil en long, ces enjeux pouvant parfois être contradictoires dans leurs objectifs recherchés.

L'identification des zones à enjeux, basée principalement sur la connaissance des enjeux humains et environnementaux, pourra servir de facteur de hiérarchisation des actions à mener sur le profil en long objectif comme sur les espaces de mobilité. On pourra notamment distinguer les enjeux humains « forts », correspondant à des enjeux urbains inventoriés comme tels (habitations, infrastructures communales), à des infrastructures routières et à des captages et les enjeux « secondaires » tels que les campings ou les terres agricoles.

2.1.1.1. ENJEUX HUMAINS

D'une manière globale, les enjeux humains correspondent à une présence humaine, quelle que soit sa forme (village, terrains bâtis, terrains exploités, campings,...). L'enjeu vis-à-vis du profil en long objectif doit être si possible de limiter au maximum l'impact et les dommages sur ces enjeux. Cela se traduit (en altimétrie) par une limitation du risque d'inondation, et donc par une **limitation de l'exhaussement global du fond du lit**. En effet, en cas d'exhaussement prévisible du lit, lors des crues, le débit doit transiter dans une section moins « profonde » en lit mineur et occupe de fait une section plus grande du lit majeur, risquant l'inondation éventuelle d'enjeux auparavant hors zone inondable.

L'étude réalisée sur les zones inondables dans le cadre du SAGE a permis d'inventorier les secteurs aujourd'hui soumis au risque d'inondation. Les conclusions rappellent l'importance des champs d'expansion des crues (zones de laminage des hydrogrammes de crue) tout en soulignant la présence d'un habitat disséminé et de nombreux campings en zone inondable.

Ces conclusions sur l'aspect inondation viennent confirmer les points suivants :

- les profils en long existants, d'ailleurs proches du profil d'équilibre, doivent être conservés sans chercher à être surcreusés dans un quelconque objectif de protection contre les inondations
- ces profils ne doivent pas non plus être « exhausés » trop sensiblement, des enjeux humains restant présents dans la zone inondable.

De ce point de vue, on cherchera autant que possible à limiter tout enfoncement du lit d'une part et à surveiller les possibles exhaussements lorsque ceux-ci sont remarqués.

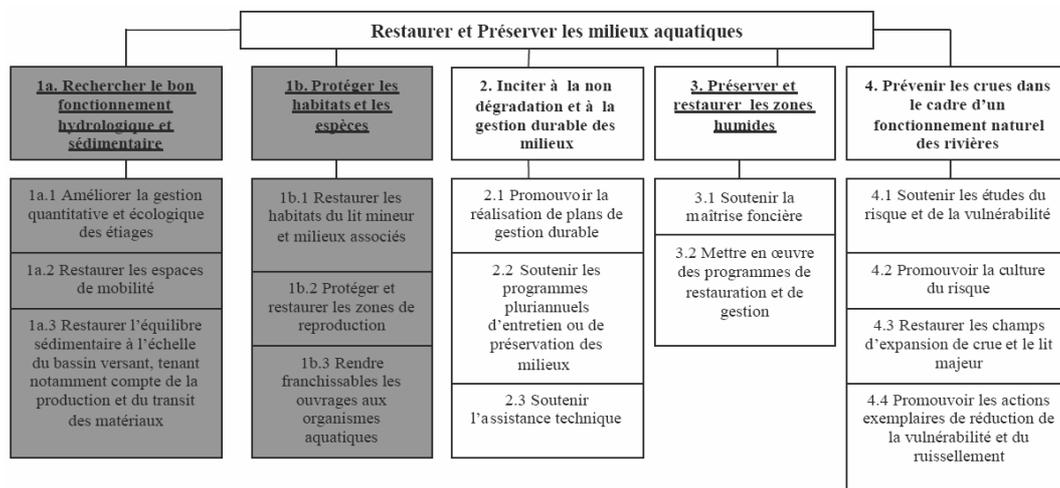
Notons que les problèmes de divagation sont abordés ci-dessous ; ils sont indépendants du profil en long si le bras vif minimum n'est pas restreint. Il est ainsi tout à fait possible de limiter ou de conserver un espace de mobilité géologique tout en respectant le profil objectif choisi.

D'un point de vue infrastructures, le service des routes du Conseil Général de l'Ardèche (anciennement DDE) indique que **toutes les infrastructures sont destinées à être pérennes**. Elles doivent donc être prises en compte dans la recherche de l'espace de mobilité futur.

2.1.1.2. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Les enjeux environnementaux sont définis dans le cadre de la Directive Cadre Eau, et notamment dans le 9^{ème} programme d'intervention de l'Agence de l'Eau RMC (2007-2012), avec l'atteinte du bon état des Masses d'Eau. On rappelle ci-dessous les objectifs concernant le thème étudié :

- Préservation et restauration des milieux aquatiques :
 - o **Amélioration du fonctionnement hydrologique et sédimentaire des milieux** ou des échanges avec les eaux souterraines : rétablissement de débits minimum d'étiage, restauration de crues morphogènes, recharge sédimentaire des zones déficitaires et transit des matériaux, connexion des compartiments de l'hydrosystème (lit mineur/lit majeur, lagune/mer, lac/cours d'eau, aquifère/milieu superficiel...), limitation de la contamination par les horizons pollués ;
 - o **Amélioration des caractéristiques biologiques des milieux** : restauration et protection des habitats (lit mineur et annexes, lacs, lagunes, littoral), et rétablissement des possibilités de circulation des organismes aquatiques (suppression, gestion ou équipement des ouvrages existants, prise en compte de la circulation des espèces dans les futurs projets).



Extrait du 9^{ème} programme d'intervention RMC

L'objectif environnemental sur le profil en long est donc clairement de modifier le moins possible le profil en long existant, et même de chercher à « restaurer [son] espace de mobilité » (1.a.2 dans le tableau ci-dessus).

Par ailleurs, la consultation de la Chambre d'Agriculture vis-à-vis des enjeux agricoles et du transport solide sur le bassin versant de l'Ardèche a abouti aux remarques suivantes de la part de la Chambre.

« Pour l'agriculture, les phénomènes de transport solide peuvent se traduire de 2 façons :

- érosion des terres agricoles,
- dépôts sur des terrains agricoles conduisant à des dégâts qui sont préjudiciables pour les exploitations agricoles.

En effet, les plaines alluviales existantes sont des espaces agricoles privilégiés : forte valeur agronomique, proximité de la ressource en eau, terrains plats et mécanisables... Elles sont utilisées pour diverses cultures selon les secteurs (arboriculture, viticulture, maraîchage, pépinières, grandes cultures, fourrages, semences et pastoralisme). Compte tenu de leur potentiel, elles permettent une adaptation des exploitations aux évolutions des marchés. Dans un contexte de sécheresses à répétitions, ces espaces agricoles sont et seront d'une grande valeur économique pour les exploitations concernées mais aussi pour l'agriculture locale en général.

Elles ont souvent fait l'objet d'équipements collectifs d'irrigation : Réseau du Bas Chassezac, ASA de Saint Maurice, de Lussas, de l'Île de Ville, du Domaine de Ville, de St Sernin...

Il est donc très important de prendre en compte l'enjeu agricole existant dans l'étude du transport solide afin de réduire ou de limiter les dégâts que cela engendre sur les exploitations agricoles.

Il est capital pour nous de préserver les moyens de productions : terrains agricoles, stations de pompes collectives et individuelles, mais aussi de limiter les dégâts sur les cultures existantes (pérennes ou annuelles). »

Seront considérées par ailleurs les zones Natura 2000 présentes sur le bassin versant. On rappelle en effet que le classement d'un linéaire en Natura 2000 implique que tout renouvellement du milieu qui contribue à la préservation des habitats et au maintien de la biodiversité est bénéfique. c'est la raison pour laquelle il est important de prendre en compte ces zones dans la dynamique fluviale par les érosions latérales dans le cadre du SAGE Ardèche.

2.1.2. ARDECHE

2.1.2.1. AMONT D'AUBENAS

En amont d'Aubenas le lit est déjà stabilisé par des seuils et des affleurements rocheux et ne montre pas de signe d'évolution. Les possibles évolutions futures sont les phénomènes de dépôt – reprise et respiration du lit ; ces événements peuvent causer une variation temporaire et locale du niveau du fond du lit. Les zones de respiration les plus évidentes sont les deux secteurs en aval de Barnas et de Thueyts, et les confluences du Lignon et de la Fontaulière.

On peut retenir le **profil actuel comme profil d'équilibre**.

2.1.2.2. AUBENAS – RUOMS

Sur le tronçon Aubenas – Ruoms, le lit est stabilisé par des affleurements rocheux, de même qu'en amont ; cela signifie que tout abaissement est à exclure. On parle notamment des tronçons au droit du Pont d'Ucel, du Rocher de Jastre, au niveau du pont de Saint Didier sous Aubenas, en correspondance de l'Ancienne Ile et à Vogüé.

Le profil en long 1921 était 1 à 2 mètres plus haut que l'actuel ; il est évident qu'un tel niveau ne pourra être atteint qu'après plusieurs décennies, voire siècles, compte tenu des faibles volumes charriés notamment sur la basse partie de la plaine d'Aubenas.

Cependant, **l'objectif de l'aménagement devra être le réengrèvement du lit**, la hauteur de cet exhaussement dépendant du hasard des crues des années futures.

Cet exhaussement ne devra en tout état de cause pas dépasser les données de 1920 (cf. profil en long en annexe 1), ce qui apparait déjà de toute manière comme un objectif à très long terme. En effet, cette zone correspond à une zone urbanisée et le risque d'inondation en cas de crue est en partie lié à la section mouillée disponible dans le lit mineur avant débordement en lit majeur. Il est important de mettre en place des règles de gestion permettant de contrôler l'exhaussement du lit à un niveau inférieur ou égal à celui de 1920. Cette gestion doit ainsi permettre de limiter une éventuelle augmentation du risque d'inondation.

2.1.2.3. RUOMS – VALLON

Ce secteur est contraint, verticalement par des nombreux seuils et en plan par des endiguements ; cela signifie que les évolutions futures seront très faibles.

Ce secteur est caractérisé par de nombreuses confluences (Ligne, Beaume, Chassezac) ; une respiration du lit pourrait exister à cause des apports solides des crues des affluents et de l'activité de reprise de l'Ardèche. Le Chassezac et la Beaume semblent être assez actifs de ce point de vue. Afin de prendre en compte cette observation, il convient de limiter la présence future d'enjeux humains dans ces zones de respiration afin de laisser libre cours à la divagation des cours d'eau au droit des confluences, ou à défaut de protéger les enjeux forts existants par des protections latérales adaptées.

Le profil en long « objectif » à court ou moyen terme coïncide avec le profil actuel.

Quelques abaissements ont été notés peu à l'aval de la confluence du Chassezac ; à ce niveau, l'objectif est encore une fois de restaurer le profil en long ancien, et donc de « réengraver » le lit jusqu'à une altimétrie pouvant atteindre « au maximum » le profil en long de 1920.

2.1.2.4. TRAVERSEE DES GORGES

A l'entrée des gorges, peu en amont de la confluence de l'Ibie, un abaissement par rapport au profil en long 1921 a été noté, tandis que, dans les gorges, on ne note pas d'évolution sensible.

L'objectif sera donc de conserver ce profil en long dans les gorges et restaurer le niveau ancien du fond du lit à la confluence de l'Ibie.

2.1.2.5. AVAL DES GORGES

La forte tendance à l'abaissement semble s'être arrêtée, remplacée par un lent exhaussement dû en partie à l'arrêt des extractions et à la recherche d'un équilibre morphodynamique de la rivière à la confluence du Rhône. Cette tendance à l'engravement est positive pour la restauration de l'aspect naturel de la rivière. Cependant, à certains endroits on a noté que l'engravement a lieu de façon beaucoup plus nette (seuil des Biordonnes) ; il faudra éviter que ces phénomènes locaux provoquent des déséquilibres de la rivière et, en conséquence, des situations de risque de débordement. Le réengravement prévu aura lieu lors des crues moyennes à fortes (approximativement $T \geq 10$ ans).

La conséquence d'un exhaussement du fond du lit est l'aggravement du risque d'inondation. On rappelle par ailleurs que le niveau de la Basse Ardèche est influencé par le Rhône à la confluence ; une crue du fleuve impose une condition à l'aval qui fixe la hauteur d'eau de l'Ardèche, quel que soit son niveau du fond du lit. Les impacts de l'exhaussement du fond du lit sont donc difficiles à l'évaluer par rapport au risque d'inondation.

L'objectif sur ce tronçon sera donc de conserver cette lente tendance à l'engraissement jusqu'à l'atteinte de l'équilibre (profil de référence 1920) profil en long.

2.1.3. CHASSEZAC

Comme cela a été expliqué en phase de diagnostic, la présence de substratum rocheux, ainsi que la faible densité d'enjeux sur le haut Chassezac en amont des gorges de Casteljalou, nous conduisent à concentrer notre analyse sur la partie aval du cours d'eau.

Le bas Chassezac, de même que la Basse Ardèche, a subi des abaissements très importants (extractions – reprofilage du cours d'eau par le creusement de chenaux peu sinueux dans les années 60¹) ; étant donnée l'importance de ce surcreusement (jusqu'à 4 m), la restauration de l'ancien profil est impossible à court ou moyen terme. De plus, la présence de barrages construits dans les années 60 sur la haute vallée laisse à penser que les apports provenant de l'amont ne seront pas suffisants pour combler ce manque, même avec une gestion cohérente des ouvrages.

Le profil en long « objectif » qui en ressort est un profil en long de pente égale à celle du profil 1921, « lissé » de toutes les perturbations que les extractions ont provoquées.

Ce secteur du Chassezac étant concerné par un site NATURA 2000, et au regard des interventions menées dans les années 60, il paraît intéressant de chercher à favoriser un éventuel exhaussement du fond du lit, afin de chercher à compenser les interventions passées et à préserver les milieux aquatiques (objectif SAGE). Cet éventuel exhaussement,

¹ « Aménagement de rivières ardéchoises sur la base de données géomorphologiques, Bulletin technique du Génie rural n°56 », LECARPENTIER C., 1961

lent et suivant une pente parallèle à la pente d'équilibre de 1921, devra être suivi afin de limiter les risques possibles sur les enjeux existants (risque d'inondation notamment).

2.1.4. BEAUME - DROBIE

Le profil en long actuel ne diffère pas de celui de 1921, sauf pour des phénomènes localisés de dépôt reprise. Par ailleurs, les sources de perturbation du transport solide (barrages, dérivations, endiguements,...) sont inexistantes, sauf en ce qui concerne le pont de Labeaume.

- Sur les tronçons en amont de la confluence Beaume – Drobie, compte tenu de l'absence de perturbation, on n'attend pas d'évolution future notable ; l'omniprésence d'affleurements rocheux et pavage nous conduit à exclure la possibilité d'abaissement. En aval de la confluence de la Drobie, des phénomènes de respiration de la rivière peuvent apparaître comme on a déjà pu le noter pour d'autres rivières ; cela n'induit pas de tendance évolutive globale effective. Au niveau du pont de Labeaume, du fait de l'obstacle, on observe, localement, des dépôts à l'amont et un creusement à l'aval immédiat. Ce phénomène ne devrait pas s'amplifier notablement. Sur le secteur à la sortie des gorges, la tendance future est à l'engravement ; toutefois, la vitesse de cette évolution est tellement faible qu'elle n'aura d'effet qu'à très long terme (non sensible à l'échelle humaine).

Globalement, **on peut retenir comme objectif la conservation du niveau actuel** du fond du lit.

2.1.5. IBIE

Les évolutions verticales de l'Ibie sont limitées à un phénomène d'incision du lit mineur et une logique d'érosion à l'extrados des coudes. Cela, de même que l'absence de perturbations, nous indique que les évolutions futures seront probablement très faibles. On peut considérer le **profil actuel comme profil objectif** à moyen et long terme.

En ce qui concerne l'érosion notée juste en aval de la confluence du Rounel, la présence de pavage et affleurements rocheux empêche tout abaissement ultérieur ; étant donnée la quasi-absence d'enjeux, la restauration du profil en long 1921 sur ce secteur n'est pas nécessaire.

Le tronçon en amont de la confluence avec l'Ardèche a vu un abaissement du niveau du fond du lit qui a entraîné un déchaussement du pont de la RD 290 ; les évolutions futures de ce secteur sont liées à l'Ardèche au droit de la confluence, plutôt qu'à l'Ibie même.

2.1.6. AUZON

Le profil en long de l'Auzon est stabilisé par des affleurements rocheux dans sa partie en amont de la confluence de la Claduègne et par un pavage en aval ; par ailleurs, les apports sont très faibles, voire nuls (à cause du barrage de Darbres). Sur cette rivière on ne prévoit pas d'évolution et on peut considérer le **profil en long actuel comme objectif**.

2.1.7. LIGNON

Le profil en long du Lignon semble stabilisé à l'échelle humaine, sauf pour des phénomènes locaux de respiration au gré de crues importantes ; la rivière est, par ailleurs, contrainte par la

morphologie de la vallée (gorges). De même que l'Auzon, **on propose comme profil en long « objectif » le profil en long actuel.**

2.1.8. LIGNE - LANDE

Le fond du lit est stabilisé en altitude par des seuils en amont de la confluence de la Lande et par un pavage ou des affleurements rocheux en aval ; cela empêche tout abaissement. Etant donné les faibles possibilités d'exhaussement (apports faibles), **le profil en long « objectif » est le profil en long actuel.**

2.2. SUIVI DE L'EVOLUTION DU LIT

Ce qui détermine l'évolution en altitude d'un lit de rivière est l'évolution en altitude de son fond moyen.

En effet, le lit peut subir des déformations qui sont liées à sa respiration et donc sans que son équilibre global soit modifié.

Le meilleur moyen pour effectuer un suivi du fond moyen est le **lever de profil en travers.**

Le profil en travers ne doit pas être limité au bras vif mais au lit actif du point de vue du transport solide. Ce qui signifie que les bancs doivent être inclus, même s'ils sont végétalisés. Le lever s'effectuera donc entre chaque haut de berge rives droite et gauche. Le fond moyen sera calculé sur toute la largeur entre pied de berges. Cette largeur analysée devra être constante d'un lever à l'autre, dans le temps. Au cas où la largeur du lit évolue, il faut effectuer la nouvelle analyse sur la même largeur qu'auparavant : soit se limiter à la largeur ancienne en cas d'élargissement, soit refaire l'analyse antérieure sur une largeur moindre en cas de rétrécissement.

Les profils levés doivent être localisés précisément (géo-référencement des profils réalisés) et les levés ultérieurs doivent être maintenus aux mêmes endroits.

Le suivi du profil en long dans le temps peut être réalisé, à moindre coût, au moyen d'une **ligne d'eau d'étiage** à condition que les levés successifs soient réalisés à des débits comparables. Ce suivi concerne bien évidemment tous les cours d'eau étudiés, afin de suivre l'évolution altimétrique globale.

La comparaison entre des profils en travers de référence et leurs évolutions après quelques années permettra de traiter les problèmes futurs sur la base de données incontestables. La fréquence du suivi pourra être d'un levé tous les 5 ans, complétée par un levé après chaque crue majeure (supérieure à la crue quinquennale).

Dans le cadre de cette étude, des profils en travers ont été réalisés sur les secteurs jugés les plus sensibles, c'est-à-dire la basse Ardèche (de la sortie des gorges au Rhône) et le bas Chassezac (de Casteljau à la confluence avec l'Ardèche). Quelle que soit l'évolution des rivières, ces levés topographiques doivent être utilisés comme profils en travers de référence.

Outre ces zones de plaines alluviales à forts enjeux pour lesquelles un suivi de profils en travers s'avère important, le suivi de l'évolution du lit par profils en travers peut éventuellement concerner d'autres secteurs plus ou moins sensibles du bassin versant vis-à-vis d'enjeux locaux, et sur lesquelles il serait possible d'envisager une libre divagation du cours d'eau, c'est-à-dire la possibilité d'une respiration sensible :

- Ardèche : basse-Bégude, pont d'Ucel, boucle d'Aubenas (Saint-Didier), boucle de Chauzon, Ruoms (confluence Beaume), Ruoms
- Auzon-Claduègne : partie aval, entre Saint-Germain et Vogüé
- Lignon : pas de point de suivi sensible à prévoir, sauf peut-être entre les Chambons et Jaujac (enjeux présents)
- Ligne-Lande : pas de point de suivi particulier à prévoir,
- Beaume-Drobie : l'Îlet de Vernon, zone de Joyeuse-Rosière, pont de Labeaume
- Ibie : partie aval, entre Vigier et la confluence de l'Ardèche (plaine alluviale)
- Chassezac : Gravières, Chambonas, Chassagnes, La Rouveyrolle

Rappelons qu'il existe des profils en travers qui ont pu être levés sur d'autres parties des cours d'eau étudiés (Ardèche amont, Bas-Chassezac, Ligne). Toutefois, étant dédiés à l'étude hydraulique des zones inondables, ces profils peuvent difficilement être exploités comme profils en travers de référence du point de vue évolution du lit ; en effet, le fond est souvent levés de manière schématique, ce qui ne peut être satisfaisant pour déterminer un fond moyen.

Compte tenu de la dynamique lente des cours d'eau, il n'est pas envisagé de conditions de suivi des macroformes et du temps de migration de celles-ci. Ainsi, les atterrissements locaux observés au droit des seuils (en amont et en aval) et directement liés aux effets « seuils » (effet localisé) seront remobilisés lors des crues morphogènes mais ne provoqueront pas de « bouffée d'alluvions » se déplaçant vers l'aval mais seront intégrés au charriage effectif observés ; dans le même temps, lors de la décrue et après cicatrisation du lit, les atterrissements se reformeront peu à peu jusqu'à la crue suivante.

2.3. GESTION AU NIVEAU GLOBAL

Une réflexion générale sur les types d'interventions possibles vis-à-vis de la morphodynamique des cours d'eau au niveau global est conduite ci-dessous. Elle concerne :

- Les actions pour rétablir le transit solide,
- Les actions pour accroître la mobilité du lit,
- Les actions de lutte contre l'abaissement du lit,
- Les actions de remodelage de la section et la gestion des bancs.

2.3.1. OBJECTIFS ET REGLES DE GESTION

Afin de définir un état d'équilibre des cours d'eau, il est important de se poser la question suivante : *serait-il possible de retrouver la rivière dans l'état d'équilibre « naturel » dans lequel elle était avant les différentes actions opérées par l'homme ?*

Les éléments apportés au paragraphe précédent montrent que les apports solides sont faibles et qu'un retour au profil en long de 1921 ne pourra s'effectuer qu'à très long terme. Ainsi, la gestion des rivières ne pourrait pas avoir comme objectif la restauration de la situation ancienne.

- Les objectifs principaux retenus pour la gestion des rivières du bassin versant de l'Ardèche sont les suivants :
 - **éviter tout abaissement ultérieur** sur les secteurs où la rivière s'écoule sur ses alluvions, et conserver la côte actuelle du fond du lit comme limite inférieure d'évolution verticale (déjà vu au paragraphe précédent) ;
 - conserver ou favoriser la **continuité du transit solide** sur l'ensemble du cours d'eau ;
 - **conserver l'aspect naturel** de la rivière ;
 - **conserver les espaces de mobilité** de la rivière ;

En conséquence, la gestion doit passer par les règles suivantes :

- la mise en place d'ouvrages (seuils, barrages, épis, ...) pouvant ralentir le transport solide est à éviter, sauf en situation où il est strictement indispensable compte tenu des enjeux.
- la mise en place d'ouvrages de protection latérale (enrochements par exemple) ne doit pas induire de rétrécissement du lit.
 - En effet, si on restreint la largeur du bras d'un cours d'eau, la capacité de transport augmente localement. L'effet de cette augmentation de la capacité de transport est un creusement du lit.

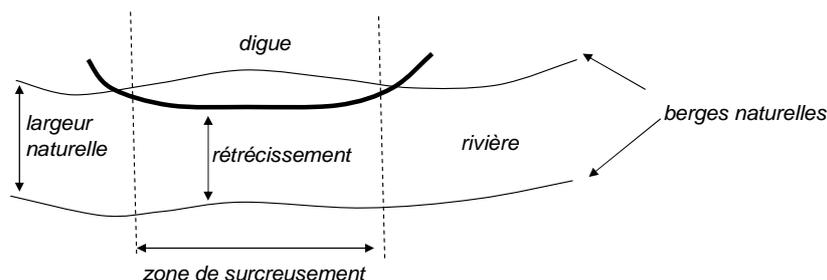


Figure 2-1 – Endiguement avec resserrement du lit

- Tout type de prélèvement en lit mineur est nuisible au transit des alluvions et donc, a fortiori, à la restauration du matelas alluvial.

Des curages hors d'eau peuvent être réalisés après les crues exceptionnelles sous certaines conditions.

- Dans le cas d'un déplacement de bras vif, le nouveau chenal ne sera mis en eau qu'après achèvement des travaux (maintien d'une bande à l'amont faisant office de batardeau). La mise en eau sera réalisée en dehors des périodes touristiques et des périodes de reproduction des poissons (risque de mise en suspension des éléments fins). Les mêmes contraintes seront respectées lorsque l'on décidera de déposer les matériaux dans le fond du lit ancien.

Compte tenu de la dynamique lente des cours d'eau et de la recherche de conservation de l'état actuel sur les cours d'eau aujourd'hui en équilibre, l'impact de la recherche des profils « objectifs » n'a pas d'impacts sur le relèvement de la nappe à court et moyen terme.

2.3.2. LES TYPES D'INTERVENTION

Cette partie, listant l'ensemble des interventions envisageables de manière théorique, est en partie extraite du guide méthodologique de l'agence de l'eau n°65. Chaque type d'intervention est analysé dans le contexte du bassin versant de l'Ardèche.

2.3.2.1. ACTION POUR RETABLIR LE TRANSIT SOLIDE

2.3.2.1.1. MODIFICATION DE LA GESTION DES DEBITS

La gestion des débits passe par la modification des débits dérivés, la gestion en crue des ouvrages et la réalisation de lâchers artificiels par manœuvre des vannes.

Sur le bassin versant de l'Ardèche, cette méthodologie ne semble pas la plus appropriée, car les débits dérivés sont négligeables par rapport aux débits de début d'entraînement, et la gestion des barrages du Chassezac est déléguée aux gestionnaires et pourra difficilement subir des changements.

2.3.2.1.2. MODIFICATION D'OUVRAGES ET DE LEUR GESTION POUR FAVORISER LE TRANSIT

Il s'agit de « jouer » sur les consignes en crues des ouvrages mobiles ou, si c'est le cas, d'apporter des modifications des ouvrages fixes (nouvelles passes, ...) de façon à favoriser les chasses de sédiments et/ou d'éviter des accumulations en amont des ouvrages. La contrainte majeure est le coût des modifications ; par ailleurs, ce type de gestion peut être incompatible avec la fonction de l'ouvrage concerné (soutien d'étiage, ...).

Cette méthode pourrait se révéler utile sur le Chassezac, où des barrages conséquents affectent le charriage de la rivière ; sur l'Ardèche, on ne peut pas prévoir d'effet notable à long terme ; en effet, les principaux ouvrages sur le cours d'eau sont des seuils, et ceux-ci sont en grande majorité des seuils déjà comblés et transparents au transport solide de crue. Ainsi, si la suppression des seuils remobiliserait à court terme les matériaux retenus en amont des biefs (et du même coup déstabiliserait ces biefs), l'effet à long terme sur le transport solide en aval serait négligeable compte tenu de leur transparence actuelle.

Notons que dans un cas (grands barrages) comme dans l'autre (seuils), les modifications de gestion des ouvrages pour favoriser le transit modifieraient grandement les conditions hydrauliques (abaissement de la ligne d'eau, déstabilisation des berges et des ouvrages,...), environnementales (modification du milieu, perturbations faunistiques et floristiques,...) nécessitant des études d'impact associées à chaque modification envisagée.

2.3.2.1.3. RECHERCHE DE ZONES DE FOURNITURE SUR LE BASSIN

La recherche de zones de fournitures d'apports sédimentaires sur le bassin versant d'un cours d'eau doit pouvoir permettre le rétablissement du transport solide depuis les versants.

Rappelons que, sur le bassin versant de l'Ardèche, le sentiment général qui ressort de l'analyse de ces différents profils est que l'Ardèche offre une vallée clairement marquée par l'incision, et révélatrice d'une vidange d'un stock alluvial hérité.

Si, historiquement, les premiers temps du Petit Age Glaciaire auraient été caractérisés par une fourniture abondante en matériaux, la fourniture plus récente par les versants se serait plus ou moins ralentie, permettant à la rivière d'évacuer sa charge et donc de s'inciser. Notons par ailleurs qu'un développement important de la couverture arborée alluviale a eu lieu entre 1947 et 1989 notamment dans la moyenne vallée de l'Ardèche, avec une

augmentation de 160% ; ainsi, en 40 ans, le fond de vallée, à herbacée dominante est devenu forestier (Piégay – 96).

Les zones de fourniture sur le bassin de l'Ardèche semblent donc peu présentes et en tout état de cause peu remobilisables. Rappelons une fois encore que le transit sédimentaire est lent sur l'Ardèche et qu'une volonté forte de création d'une zone de fourniture n'aurait que peu d'impact à court ou moyen terme.

Concernant le Chassezac, une étude de 1961 sur l'aménagement du Chassezac conduite par les services du Génie rural fait mention d'une éventuelle zone de fourniture en provenance d'un affluent : *« un point particulier mérite d'être souligné en raison de son importance pratique : 25% environ des galets charriés par le Chassezac à Chambonas lui seraient fournis par le Coudoulas, torrent actif qui, par remaniement de son cône ancien, se charge considérablement en matériel solide, non sans provoquer d'ailleurs de sérieux dégâts. »*

Cet affluent a effectivement un bassin versant reposant sur un substrat « friable » (Trias), mais sa contribution reste relativement faible en absolu (superficie du bassin versant de 6 km²), ce qui correspond à près de 300 m³/an en considérant une fourniture moyenne de 50 m³/an/km². La possibilité d'utiliser cet affluent comme zone de fourniture située en amont de zone déficitaire n'est donc pas à exclure, même si les apports de cet affluent resteront limités.

2.3.2.2. ACTIONS POUR ACCROITRE LA MOBILITE DU LIT

2.3.2.2.1. PROMOTION DES EROSIONS DE BERGE

En cas d'apports fortement réduits vers l'aval, et en cas de lit peu mobile en plan (ou de lit ayant perdu sa mobilité latérale originale), la promotion d'érosion de berge est envisageable. Un lit déficitaire pourra trouver ses apports dans les berges érodées ; cette méthodologie est applicable en cas de manque important d'apports en aval (tronçon aval excessivement abaissé).

Dans le cas d'une reprise de mobilité voulue pour augmenter les apports solides, cette intervention est peu souhaitable en cas de lit en équilibre, car l'érosion d'une berge provoquerait un dépôt en rive opposée ce qui empêcherait l'effet souhaité.

Les inconvénients sont souvent liés aux impacts sur les activités limitrophes à la berge menacée, et à l'acceptation par les riverains de cette mesure. En outre, cette opération est difficile à quantifier précisément, et il faut une marge de manœuvre suffisante pour ne pas menacer des enjeux vulnérables.

2.3.2.2.2. TRAITEMENT DES BANCS OU DES BRAS « MOURANTS » POUR ACCROITRE LEUR MOBILITE

Il s'agit d'une remobilisation des bancs figés qui ne participent plus au transport solide, ayant trois objectifs :

- rompre le cycle « exhaussement du banc – enfouissement du bras vif » ;
- accroître le stock sédimentaire à disposition de la rivière ;
- déplacer l'axe principal pour s'éloigner des points d'érosion sensible.

Cette intervention est donc souhaitable lors que le lit est fixé, et les bancs boisés. La remobilisation des matériaux a lieu par essartement de la végétation, scarification et labourage de la carapace superficielle et, éventuellement, ouverture de nouveaux bras.

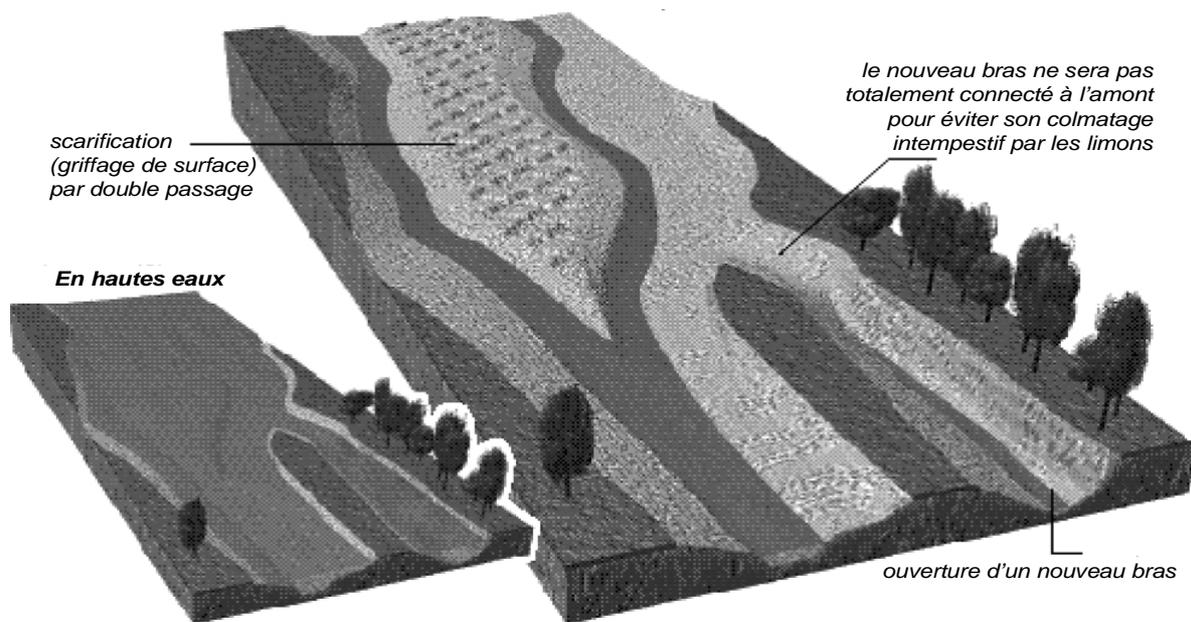


Figure 2 – traitement des bancs ou des bras « mourants » pour accroître leur mobilité

Les impacts sont notables au niveau paysager et sur le milieu naturel.

Ces actions ne peuvent être efficaces que si les matériaux peuvent être repris par des crues ordinaires : il faut donc des conditions de vitesse et de hauteur d'eau suffisantes.

2.3.2.2.3. TRAITEMENT DE LA VEGETATION

Les interventions sur la végétation ont pour objectif la diversification du milieu naturel. On intervient avec le développement d'une géométrie irrégulière du plan d'essartement (îles au centre du lit, essartement des terrasses érodables, forme des îles en étrave orientées vers l'amont).

L'irrégularité des formes du lit permet une dynamique plus variée du lit et une plus forte biodiversité.

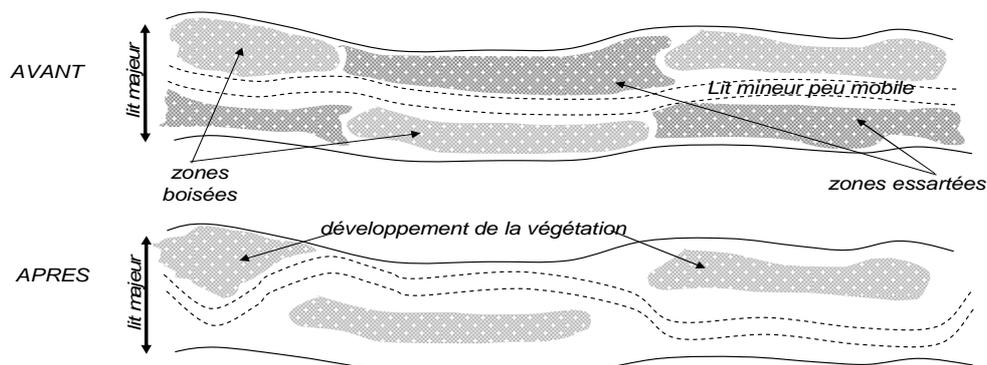


Figure 3 – traitement de la végétation

2.3.2.2.4. ACCEPTATION DE L'ÉROSION ET DE LA DIVAGATION DE LA RIVIERE

L'acceptation de l'érosion doit être accompagnée par la dégradation des ouvrages de protection et le remboursement des terres perdues aux propriétaires. Cela n'est pas bien accepté par les riverains mais permet de conserver les espaces de mobilité de la rivière. Cela n'est pas possible si des enjeux à préserver (villages, routes, ...) se trouvent à l'extrados du coude. En ce qui concerne d'autres enjeux (campings, infrastructures secondaires, ...), le choix de ce type de gestion devra prévoir leur déplacement vers un site équivalent, et le remboursement de la perte d'exploitation.

L'acceptation de l'érosion, par ailleurs, est à appliquer toutes les fois que le coût de la protection de l'enjeu dépasse la valeur du bien à protéger (expropriation Loi Barnier). Toutefois, il ne faut pas oublier que les protections latérales ont des impacts qui ne peuvent pas être identifiés uniquement au travers d'une simple analyse des coûts ; par exemple, il est difficile de traduire en frais les effets de la modification de la rugosité naturelle ou de la limitation des espaces de mobilité. Pour cela, on préconise de ne pas limiter les choix d'acceptation de l'érosion aux seuls cas de la Loi Barnier.

En ce qui concerne ce choix de « non gestion » (acceptation de l'érosion et déplacement des enjeux), l'absence de travaux ne signifie pas que l'intervention est à « coût zéro ». Comme on a cité ci-dessus, les facteurs à prendre en compte parmi les indicateurs socio-économiques en ces cas-là sont les coûts de déplacement sur un site équivalent et le remboursement des terres perdues et de la perte d'exploitation.

2.3.2.3. ACTIONS DE LUTTE CONTRE L'ABAISSEMENT DU LIT

2.3.2.3.1. APPORTS MECANIKES DE MATERIAUX

L'apport mécanique de matériaux extérieurs pour accroître la charge sédimentaire est une solution extrême, en raison de son coût et de ses impacts. En revanche, la dépose des produits issus des curages pratiqués ailleurs est envisageable, même s'il s'agit toujours d'une opération lourde et délicate. Il faut en tout cas éviter que les dépôts artificiels se fixent et ne soient pas repris par la rivière.

Les impacts sont notables et concernent le transport des matériaux, la dégradation du milieu aquatique en cas de dépose en eau (matériaux en suspension), les impacts paysagers et le risque de fluctuation du niveau du lit à la reprise des matériaux.

2.3.2.3.2. MISE EN PLACE DE SEUILS DE STABILISATION

Ce type d'intervention s'avère très efficace pour limiter les érosions régressives localisées (par exemple, liées aux extractions). Les ouvrages prévus peuvent être soit préventifs (la crête étant au niveau du fond du lit) soit curatifs (hors du lit).

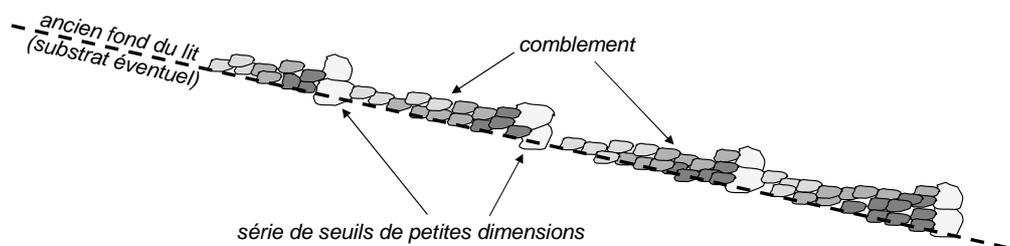


Figure 4 – mise en place d'une série de seuils curatifs

L'utilité du seuil n'est effective qu'en cas d'apports suffisants pour combler la zone de mouille créée ; par ailleurs, l'ouvrage peut entraîner un déficit temporaire d'apports en aval.

La présence d'un seuil entraîne deux effets de type global :

- exhaussement de l'aval vers l'amont sur le tronçon en amont de l'ouvrage. La réduction de la pente conduit à une capacité de transport inférieure aux apports. Cette différence est compensée par un dépôt de matériaux. L'exhaussement se propage vers l'amont pour rétablir la pente d'équilibre initiale ; une fois que la pente d'équilibre est restaurée, le transport solide reprend sa continuité. On exploite ce phénomène d'exhaussement pour réengraver le secteur localement abaissé.
- érosion progressive sur le tronçon en aval du seuil à cause du manque d'apport (capacité supérieure aux apports réels). Dans un premier temps, la pente dans tronçon à l'aval de la perturbation tend à diminuer pour rétablir l'équilibre. Il s'ensuit un abaissement maximum à l'amont de ce tronçon (au pied du seuil). Cependant, cet abaissement s'accompagne le plus souvent d'un pavage du lit : les matériaux fins sont emportés plus facilement, laissant en surface une couche de matériaux plus grossiers, de moins en moins mobiles. Au contraire de l'exhaussement en amont, l'érosion progressive est un phénomène transitoire, car, une fois que la pente d'équilibre en amont du seuil est rétablie, la reprise du transport solide entraîne un phénomène de dépôt en aval et de retour au profil initial.

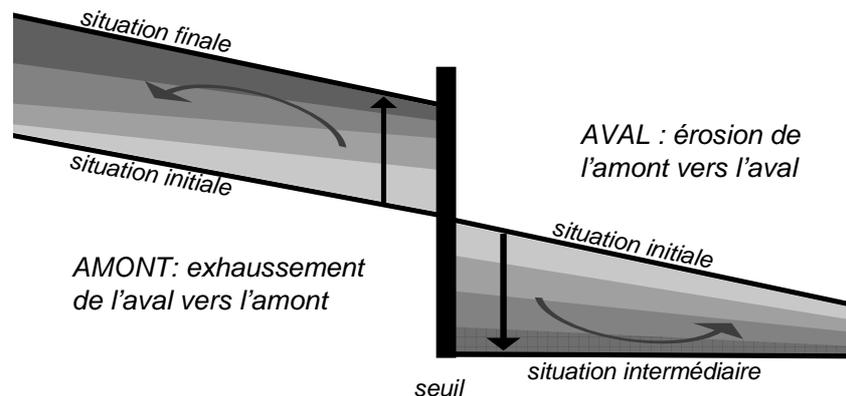


Figure 5 – effets globaux d'un seuil

Le seuil provoque aussi des perturbations localisées :

- un affouillement (« fosse ») juste en aval du seuil, causé par la mise en vitesse ;
- éventuellement, des atterrissements peu en aval de cet affouillement, si le seuil a été construit sur toute la largeur du lit actif, causé par l'élargissement du lit.

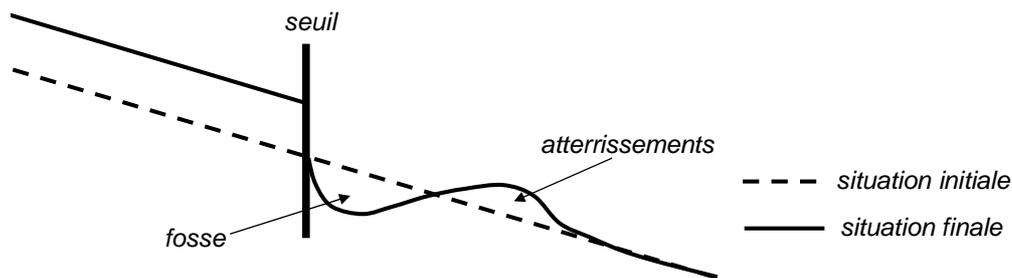


Figure 6 – effets locaux d'un seuil

La construction d'un seuil introduit aussi des problématiques liées à la gestion des effets locaux apparaissant après la mise en œuvre. On parle notamment de la formation de bancs et atterrissement au droit de l'ouvrage. Ces bancs sont inhérents à la dynamique d'un cours d'eau. Leur présence est donc tout à fait « normale ». Cependant, ils doivent être surveillés et si nécessaire scarifiés et/ou arasés si leur développement devient trop conséquent. Les matériaux ne doivent cependant en aucun cas être enlevés du lit mais redéposés à des endroits susceptibles de ne pas dégrader le potentiel environnemental (en particulier le potentiel piscicole). Les impacts sur l'environnement de cette opération sont faibles, hormis ce qui concerne la préservation du potentiel piscicole. Par ailleurs, une bonne gestion des atterrissements au droit des ouvrages permet d'éviter de fragiliser les ouvrages et de modifier les écoulements au droit de ces derniers (débordements du fait de la réduction du gabarit de l'ouvrage).

Enfin, le bon état des ouvrages et leur bon fonctionnement ne peut passer que par une protection de leurs structures, mais également des berges situées en amont et en aval immédiat (risques potentiels d'érosion). Une absence de protection ou une protection mal adaptée ou mal conçue aurait pour conséquence un contournement des ouvrages par le cours d'eau.

L'impact sur le milieu fluvial (franchissement d'ouvrages par les poissons) peut être diminué avec la construction de passes adaptées.



Figure 7 – passe à poisson à Saint Martin - Ardèche

D'autres impacts notables sont l'exhaussement du niveau d'eau de crue et la perturbation locale des écoulements.

2.3.2.3.3. **CREATION D'UN PAVAGE ARTIFICIEL DU LIT**

La mise en œuvre de matériau plus grossier peut être utile lorsqu'un substratum tendre a été mis à nu. Les avantages sont notables pour l'environnement aquatique : la reconstitution d'un matelas alluvial améliorera la qualité et la biodiversité du milieu physique et des zones de frayères, appauvries par les affleurements du substratum.

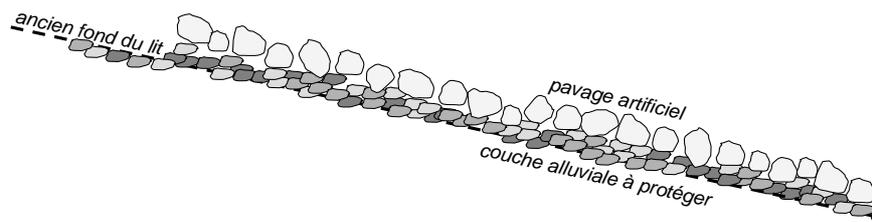


Figure 8 – pavage artificiel

Cette méthodologie n'a guère été mise en œuvre jusqu'à présent, même si elle apparaît très prometteuse. Elle nécessite cependant une quantité notable de matériau.

2.3.2.4. ACTIONS DE REMODELAGE DE LA SECTION ET GESTION DES BANCS

La mise en œuvre de ces interventions prévoit des travaux en lit mineur dans les buts de :

- déplacer l'axe du lit vif pour l'éloigner de la berge,
- d'abaisser les bancs trop hauts,
- de favoriser éventuellement les dépôts près de la berge.

Cela induit un changement de l'emplacement des zones d'érosion et de dépôt. Un inconvénient est le déplacement des points d'attaque aux berges plus en aval. En outre, les impacts des travaux sur le milieu environnemental et sur le paysage seront considérables.

Il convient de distinguer les bancs vifs des bancs figés.

2.3.2.4.1. BANCS VIFS

Il s'agit de bancs effectivement remaniés lors des crues. Il n'y a pas normalement d'exhaussement, mais plutôt respiration du lit (succession de phases de dépôt et de reprise, avancée progressive des dépôts vers l'aval, déplacement des bras vifs, ...).

D'un point de vue morphologique, on distingue les bancs centraux, qui se traduisent par un basculement du lit principal d'une rive à l'autre par des rapides, et les bancs latéraux qui bordent alternativement sur une rive et sur l'autre, un lit sinueux.

Leur suppression ou leur réduction par prélèvement doit rester l'exception.

Il faut aussi être conscient que lors de chaque grande crue, des dépôts viendront sans doute compenser ces curages, réduisant ainsi leur impact sur les niveaux de crue.

On montre quelques situations qui nécessitent une intervention sur les bancs vifs :

A. Apparition d'une dénivelée importante entre le banc et le lit ordinaire

On peut craindre alors une végétalisation de ce banc qui sera moins souvent submergé, le transformant progressivement en banc figé, avec une réduction durable de la capacité du lit.

Cette morphologie du lit résulte sans doute plus souvent d'un remodelage du lit, sans modification notable de son niveau moyen, que d'un véritable engraissement du banc.

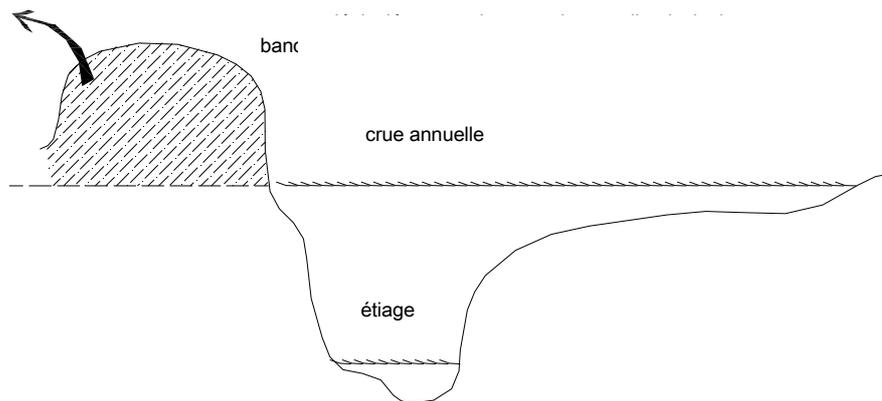


Figure 9 – dénivelée excessive entre un banc et le lit principal

On procédera à l'arasement de la partie sommitale du banc, de façon à la rendre plus fréquemment submersible (pour la crue annuelle, par exemple) et à limiter ainsi au mieux la végétalisation.

Le dépôt des matériaux retirés du sommet des bancs, dans le lit principal surcreusé, pourrait paraître a priori souhaitable pour favoriser le réalluvionnement du lit en aval (si cela est le cas). Cependant, cette opération pourrait s'avérer néfaste pour le tronçon immédiatement à l'aval du site traité. En effet, ces matériaux déposés dans le lit n'auraient aucune cohérence et seront facilement emportés. Ils n'auraient donc pas la tendance à réduire la dénivelée entre le lit et le banc au droit du site traité, mais à exhausser le lit à l'aval, en remontant les niveaux de crue.

On ne procédera donc ainsi que lorsque le tronçon aval n'est pas sensible vis-à-vis des débordements.

Ce critère exclut en particulier tout dépôt de graviers dans le lit principal dans le tronçon globalement urbanisé Pont de Labeaume – Aubenas. En cas de risque, les matériaux dégagés seront retirés du lit.

Tant que les volumes prélevés resteront modestes, ce traitement n'aura pas d'incidence sur l'aval : en effet, l'abaissement des bancs favorisera de nouveaux dépôts, mais facilitera également la remobilisation des matériaux du banc.

B. Un chenal d'écoulement secondaire s'est formé sur le banc et menace une berge

Cette morphologie est souvent associée à un lit d'étiage de dimensions réduites, favorisant les débordements en lit majeur dès les faibles crues.

L'intervention consistera à élargir le lit principal de façon à lui donner une section homogène avec les sections situées en amont et en aval de la section réduite. De façon à réduire les impacts sur le milieu aquatique, la partie élargie sera arasée au dessus de la cote du fil d'eau d'étiage.

Le chenal secondaire sera comblé à l'aide des matériaux prélevés. Le banc sera ainsi aménagé en pente douce de la berge vers le lit principal et les écoulements vifs seront ainsi recentrés dans le lit principal.

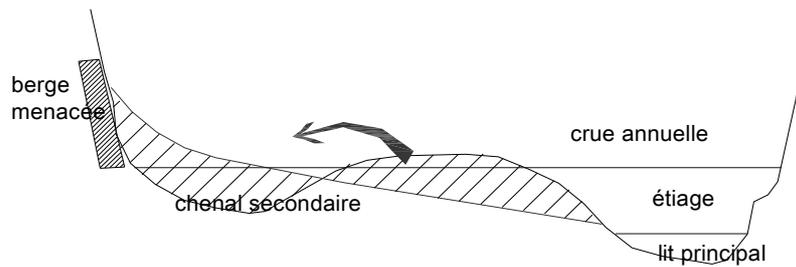


Figure 210 – Chenal secondaire contre une berge

Lorsque le remodelage du lit principal conduit à un excédent de matériaux par rapport aux quantités nécessaires au façonnage en pente douce de la berge, il sera souhaitable de répartir les matériaux excédentaires sur le fond du lit principal.

De même que dans la situation précédente, on ne procédera donc ainsi que lorsque le tronçon aval n'est pas sensible vis-à-vis des débordements.

Il va de soi que ce remodelage du lit trouvera son efficacité pour la préservation de la berge contre les érosions pour les crues ordinaires. Dans la mesure où cet aménagement léger laisse au cours d'eau son entière liberté de divagation, les crues exceptionnelles redonneront probablement au cours d'eau sa morphologie agressive initiale.

Ce type d'intervention, délicat à réaliser, notamment en raison du remodelage en proximité du lit, nécessitera une expertise préalable.

C. Un bras vif menace les berges

Pour réduire les problèmes d'érosion pour les crues ordinaires, on ménagera un nouveau tracé moins agressif. Les matériaux dégagés serviront à combler le bras gênant.

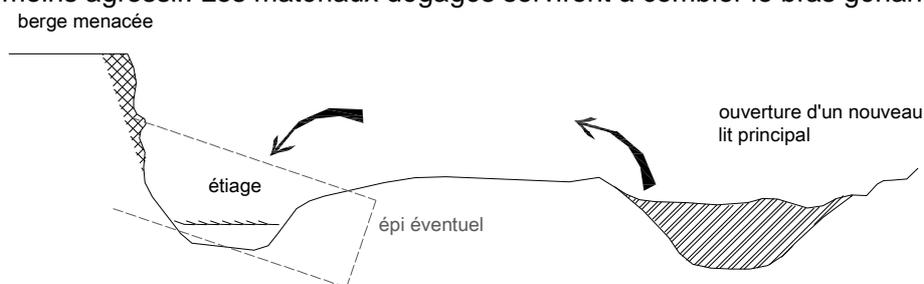


Figure 11 – Bras vif menaçant une berge – remodelage du lit

Lors d'une forte crue, il est probable que la rivière retrouvera son tracé agressif initial. Pour s'en prémunir, on pourra prévoir un système d'épis perpendiculaires au lit.

Ces épis devront cependant laisser un chenal de libre écoulement d'une largeur au moins double de celle du lit ordinaire. Ce dispositif aura cependant un effet négatif qu'il conviendra de prendre en compte : on assistera à un engravement entre les épis qui pourra réduire la capacité du lit.

A cela s'ajoutent les pertes de charge singulières dues aux épis. Dans chaque cas, une étude spécifique, devra être menée pour définir le système d'épis car ces ouvrages sont délicats à concevoir.

D. Le lit est localement engraisé

Quand l'engravement ponctuel du lit est certain, on pourra procéder si nécessaire à un remodelage local du lit.

Dans ce cas, concernant le devenir des matériaux mobilisés, on suivra la même démarche que celle décrite pour le premier type d'intervention.

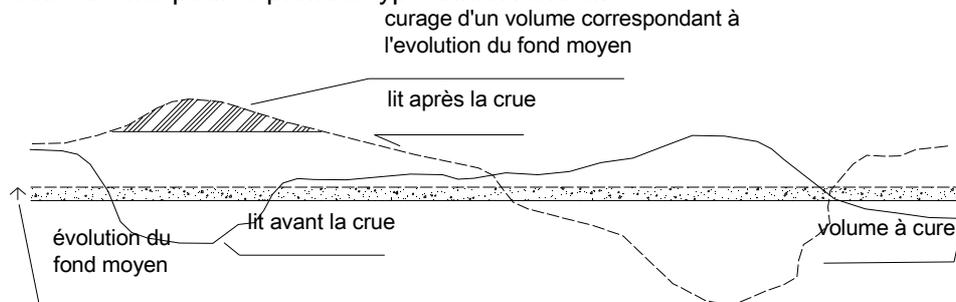


Figure 212 – Engravement localisé

2.3.2.4.2. **BANCS FIGES**

Ils se caractérisent souvent par leur situation perchée, mais surtout par une granulométrie très grossière. Ces bancs ne sont pas remobilisés par les crues, même fortes, et sont peu à peu dépouillés de leurs éléments fins. Leur tendance à une certaine végétalisation peut être contrariée par un décapage lors de grandes crues.

Ces bancs ont généralement été engraisés dans des proportions variables suivant leur localisation, à l'occasion de la crue exceptionnelle de 1992.

Le plus souvent, leur morphologie résulte plutôt d'un remodelage naturel du lit sans modification notable de son niveau moyen, que d'un véritable engraissement du banc.

Du fait de leur caractère perché, ces bancs auront tendance à être moins souvent submergés, et n'évoluent pas sensiblement. On y observe un développement de la végétation, signe de leur fixation progressive.

A terme, leur stabilisation par la végétation peut laisser craindre une réduction durable de la capacité du lit qui peut être préjudiciable suivant les enjeux qui y sont associés (inondation, érosions, ...).

L'intervention sur ces bancs a pour objectif de permettre leur remobilisation lors des crues ordinaires, en favorisant leur submersion totale ou partielle. Elle consiste à araser le banc sur une partie de sa largeur. Les matériaux en surface de ces bancs sont souvent de granulométrie grossière et seront sortis du lit.

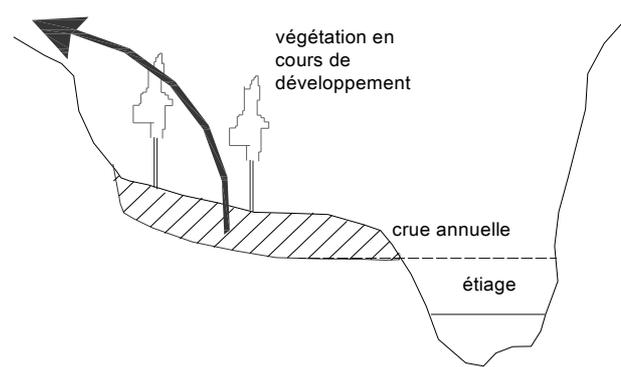


Figure 13 – banc figé en cours de fixation

Pour les cours d'eau du bassin de l'Ardèche, nous avons vu que les débits de début d'entraînement correspondent à des crues de période de retour supérieure à 2 à 5 ans. La remobilisation des bancs risque donc d'être relativement rare et une opération de dévégétalisation devra probablement être entreprise périodiquement, en complément à l'arasement.

Pour les raisons suivantes, cette action d'arasement reste globalement neutre vis à vis du transport solide, à condition que les volumes prélevés restent inférieurs au volume de charriage annuel (moyenne annuelle calculée sur un siècle), c'est à dire qu'ils n'excèdent pas quelques milliers de m³ :

- le banc arasé partiellement sera sans doute un site privilégié de dépôt de matériaux
- en revanche, on favorisera la remobilisation du banc en cours d'immobilisation ou figé.

2.3.2.4.3. REMARQUES SUR LES CURAGES

Ce type d'intervention est souvent utilisé pour réduire les risques de débordements et les érosions de berge ; il s'agit d'un arasement des bancs hors d'eau (et, dans des cas exceptionnels, des bancs en eau). Cette intervention est à éviter pour des cours d'eau trop déficitaires comme ceux du bassin versant de l'Ardèche et à utiliser toujours avec précaution, car les inconvénients sont divers : développement d'une érosion régressive en amont, réduction excessive de la capacité de transport et formation de nouveaux bancs, déplacement des points d'érosion, aggravement des risques de crue en aval, impacts paysagers temporairement forts, ...

Ceci étant, la réalisation des curages du lit vif est toujours à évaluer avec attention et à utiliser seulement en cas exceptionnels, par exemple après les grandes crues, restant conscients que les effets peuvent être temporaires et les dépôts pourraient se reformer lors de la crue suivante.

2.3.3. GESTION DES ESPACES DE MOBILITE

La gestion des espaces de mobilité doit avoir comme objectif la conservation ou la restauration du fonctionnement naturel de la rivière (divagation libre, zones d'expansion de crue, connexion des annexes fluviales à la rivière, conservation des milieux aquatiques, ...) tout en prenant en compte les enjeux existants. Toute réactivation de la dynamique fluviale dans un tronçon de cours d'eau anciennement mobile mais actuellement stabilisé, se traduira

dans un délai très court, par une réactivation de la dynamique écologique, donc une amélioration de la diversité et de la qualité des milieux aquatiques et riverains.

Compte tenu des conclusions de l'état des lieux (état d'équilibre ou proche de l'équilibre) et des profils en long objectifs à rechercher sur les cours d'eau étudiés, il n'y a pas de critère physique vis-à-vis du transport solide et de la morphodynamique des cours d'eau imposant une délimitation particulière de l'espace de mobilité à atteindre. Ceci provient, rappelons le, du fait que, pour une rivière en équilibre comme l'Ardèche, la largeur du lit est un élément de l'équilibre. En cas de crue, si une érosion intervient à l'extrados d'un coude, elle sera accompagnée d'un dépôt à l'intrados. Les matériaux ainsi prélevés à l'extrados ne constituent donc pas un apport d'alluvions pour la rivière mais une sorte de « passage de relais » entre les matériaux arrivant d'amont et se déposant à l'intérieur du coude (du fait de l'élargissement) et ceux nécessaire à l'équilibre du transit vers l'aval. Ce passage de relais peut ne pas s'opérer simultanément lors de la crue mais s'étaler dans le temps sur le cours terme.

Si ces érosions de méandre ne constituent pas d'apport supplémentaire de matériaux charriés, ils contribuent en revanche au renouvellement de la flore et, ainsi, à la diversité de la faune.

Ainsi, d'un point de vue strictement morphodynamique, il pourrait être envisageable de fixer en plan le lit de la rivière, pour autant que la rugosité d'ensemble ne soit pas modifiée et que la mise en place de protections ne modifie pas la largeur d'écoulement de la rivière (risque de surcreusement).

Toutefois, l'objectif de la reconquête de l'espace de mobilité comprend non seulement l'aspect hydraulique, mais également les aspects réglementaires, environnementaux et sociaux-économiques. De ces points de vue, **il apparaît inconcevable d'envisager une protection systématique des cours d'eau**, entraînant :

- une politique de gestion **incompatible avec les objectifs du SDAGE**,
- un **impact environnemental très fort**, la rivière perdant complètement son aspect naturel ; la protection systématique déconnecterait notamment la rivière des annexes fluviales (cas du coude de Chauzon) qui sont toujours des milieux très favorables au développement de la biodiversité. Par ailleurs, les berges protégées ne seront plus des lieux favorables à la reproduction de la faune piscicole.
- Un **coût important** car, outre le coût inhérent à la mise en place des protections, il s'y ajouterait les coûts d'entretien. Par ailleurs, les activités économiques liées aux rives et au paysage (tourisme) pourraient être affectées négativement.

Il est notamment nécessaire de prendre en compte les périmètres des sites Natura 2000 qui, conformément à l'article L414-1 du Code de l'environnement, font l'objet de mesures destinées à conserver ou à rétablir dans un état favorable à leur maintien à long terme les habitats naturels et les populations des espèces de faune et de flore sauvages qui ont justifié leur délimitation. Ces espaces sont présentés en annexe 2.

On note ainsi que, si le lit mineur des cours d'eau étudiés apparaît dans les zones Natura 2000, la coïncidence des zones Natura 2000 avec les espaces de mobilités envisageables est faible :

- les zones de mobilité historiques sont généralement des zones Natura 2000 sur les parties aval du Chassezac (à partir des Vans), de l'Ardèche (à partir

d'Aubenas), de la Ligne (à partir de la confluence avec la Lande) et sur la Beaume et la Drobie, ce qui n'est pas le cas du Lignon, de l'Ibie, de l'Auzon et de la Claduègne.

- les zones de mobilité géologique sont rarement des zones Natura 2000 et réciproquement. Les zones de mobilité géologique et Natura 2000 sont :
 - la basse Ardèche urgonienne en amont immédiat de la confluence avec le Rhône,
 - les confluences du Chassezac, de la Beaume et de la Ligne avec l'Ardèche

On rappelle que le classement d'un linéaire en Natura 2000 implique que tout renouvellement du milieu qui contribue à la préservation des habitats et au maintien de la biodiversité est bénéfique. c'est la raison pour laquelle il est important de prendre en compte ces zones dans la dynamique fluviale par les érosions latérales dans le cadre du SAGE Ardèche.

En tout état de cause, on notera que le troisième scénario proposé (cf. Ci-dessus) colle au mieux, compte tenu des conditions de géologie et de topographie avec les zones Natura 2000 à prendre en compte.

Compte tenu de l'inventaire des enjeux mené en phase 1 ainsi que de la connaissance des espaces de mobilité historique et géologique, la gestion des espaces de mobilité peut être menée selon trois scénarios contrastés :

- Libre divagation dans l'espace de mobilité géologique avec restauration volontaire de cet espace ;
- Libre divagation dans l'espace de mobilité historique avec les interventions adaptées ;
- Conservation partielle des espaces de mobilité en fonction des aménagements et protection des enjeux principaux (espace de mobilité « intermédiaire » entre l'espace historique et l'espace géologique).

On expose ci-dessous les aspects à prendre en compte pour chacun de ces trois scénarios.

2.3.3.1. RESTAURATION DE L'ESPACE DE MOBILITE GEOLOGIQUE - ABSENCE ET SUPPRESSION DE PROTECTION

Quelles conséquences si on laisse la rivière divaguer dans l'espace de mobilité géologique sans intervenir, même ponctuellement, vis-à-vis des enjeux répertoriés pour les protéger (voire en détruisant les protections de berges existantes) ?

Aspect	Description
Hydraulique	<p>La rivière trouverait les conditions physiques optimales pour divaguer librement. Ceci n'aurait aucune conséquence sur son équilibre en altitude.</p> <p>Par ailleurs, il n'y a pas de problème technique pour démonter une protection en place. Ceci étant, il faudra veiller à ne pas créer une discontinuité trop prononcée dans les protections, discontinuité qui pourrait avoir comme effet à terme la création d'encoches d'érosion localisées.</p>

	<p>Sur le plan hydraulique, la suppression ou la reprise de la mobilité des méandres est sans conséquence puisque le phénomène n'affecte pas l'équilibre général de la rivière mais résulte d'un prélèvement et d'un dépôt dans des proportions égales, à terme du processus.</p>
Environnemental	<p>La mobilité résiduelle des cours d'eau sera respectée ; des milieux rivulaires pourraient disparaître, mais cela sera compensé par l'apparition de nouveaux milieux. La biodiversité sera ainsi conservée.</p>
Réglementaire	<p>Ce scénario nécessite la suppression des ouvrages de protections existants (épis, digues, enrochements,...) ; cette suppression peut être volontaire (travaux de démontage) ou naturelle en laissant jouer le temps suivant la tenue des ouvrages et la volonté de reconquête de l'espace de mobilité.</p> <p>Pour pouvoir démonter une protection, il est nécessaire de constituer un dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau soumis à enquête publique.</p>
Foncier	<p>Les superficies des parcelles vont évoluer (dépôt sur les unes, érosion d'autant sur les autres en vis à vis) ; des terres seront perdues et d'autres gagnées mais sans la même valeur agricole.</p>
Socio-économique	<p>Les terrains exploités en bordure de rivière seront menacés, voire perdus (captages, parcelles agricoles, ...). En revanche, la création d'une mosaïque paysagère variée ainsi que la présence de faune et flore aura des impacts positifs sur l'activité touristique.</p>
Financier	<p>Il existe un coût non négligeable dans le principe de démontage des protections en place. Ceci étant, une fois ces protections démontées, il n'y a plus de coût relatif à leur entretien.</p> <p>Les enjeux concernés (terrains agricoles perdus, campings, ...) devront être remboursés.</p> <p>Enfin, le coût de consolidation et d'assurance des enjeux majeurs, pour lesquelles la dégradation est inenvisageable (habitations, ponts, routes), devra être pris en compte.</p>
<p>Réponse</p> <p>Le principe général de la gestion des berges au sein de l'espace de mobilité serait totalement respecté mais aux dépens du devenir de nombreux enjeux.</p>	

-
- La mise en place de ce scénario permettrait de privilégier la richesse écologique de la rivière par rapport aux activités humaines. Cet avantage n'est pas d'importance secondaire, étant donné que l'état physique de certaines masses d'eau a conduit, après deux examens en 2003 et 2005, à la demande de délais supplémentaires en vue de l'atteinte du Bon Etat écologique (Ardèche et Beaume notamment – cf. « Programme d'amélioration de la qualité des cours d'eau Ardèche et affluents amont »).

- Sur le bassin versant de l'Ardèche, la perte de terrains agricoles sera généralisée sur toutes les rivières, notamment à l'extrados des coudes. Les problèmes plus importants sont à prévoir au droit des plaines alluviales, notamment :
 - la plaine d'Aubenas (1),
 - la boucle de Chauzon (2),
 - la basse vallée de l'Ardèche (3),
 - la basse vallée du Chassezac (4).
- Parmi d'autres lieux où la perte de terrains agricoles pourrait être importante on cite :
 - la basse vallée de l'Ibie (5),
 - l'île de Vernon sur la Beaume (6),
 - la zone de la confluence Ligne – Lande (7).

A cause de la suppression (naturelle ou suite à un enlèvement) des protections (opération envisagée par ce scénario), la rivière pourrait divaguer à certains endroits au delà de l'espace de mobilité historique, à moyen terme, et balayer tout l'espace géologique, à long terme.

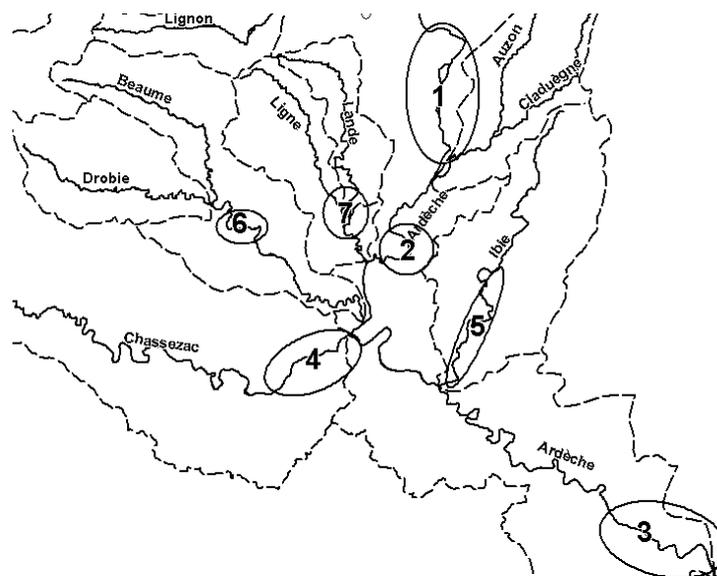


Figure 2-14 – localisation des zones à divagation importante

- En ce qui concerne les **campings** en bordure de rivière, ceux-ci pourront nécessiter d'être déplacés ailleurs, en sécurité par rapport à la rivière. Ce déplacement devra être évalué cas par cas : par exemple, si les campings de la zone des gorges de l'Ardèche ne semblent pas menacés par ce scénario, les campings du bas Chassezac seraient concernés. On parle notamment du camping des Trouillères (Saint Alban sous Sampzon) et des deux campings en extrados du coude de la Rouveyrolle.
- Les **enjeux routiers** (ponts, routes) pourraient directement subir une dégradation notable ; ceux-ci nécessiteraient alors des interventions de consolidation, ou au contraire de suppression, des axes routiers, ce qui apparaît comme irréalisable.

● La gestion des **enjeux urbains** est, dans ce scénario, très problématique ; de fait, il est irréalisable de laisser divaguer la rivière aux dépens des villages et habitations. Les enjeux urbains les plus menacés sont listés ci-après :

- Pont de Labeaume (Ardèche),
- Lanas, (Ardèche),
- Balazuc (Ardèche),
- La Rouveyrolle (Chassezac),
- Les Lèbres (Chassezac).

2.3.3.2. PROTECTIONS ADAPTEES A L'ESPACE DE MOBILITE HISTORIQUE

Quelles conséquences si la rivière divague dans l'espace de mobilité historique, en intervenant sur enjeux répertoriés ?

Aspect	Description
Hydraulique	<p>La mise en place de protections conçues de manière adéquate (pentes talus, sabot) serait adaptée de manière à conserver l'espace de mobilité historique défini en phase 1 à partir de cartes historiques.</p> <p>Pour minimiser les impacts hydrauliques de cette intervention, on devra éviter tout rétrécissement du lit actif. L'espace s'appuyant sur une réalité physique historique, cette condition sera effective.</p> <p>Par ailleurs, les protections latérales devront avoir une rugosité similaire à la naturelle (utilisation d'enrochements). Si l'on respecte ces deux contraintes, le fonctionnement hydraulique de la rivière ne subira pas de modification.</p>
Réglementaire	<p>La mise en place ou la suppression de protections nécessite la constitution d'un dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau soumis en enquête publique.</p>
Environnemental	<p>Les érosions latérales, inhérentes à la dynamique de la rivière resteront limitées, voire contraintes en certains secteurs. Le principe général de la gestion des berges au sein de l'espace de mobilité permettra de préserver le potentiel environnemental actuel sans pour autant l'améliorer.</p>
Foncier	<p>Les superficies des parcelles à enjeux mineurs vont peu évoluer par rapport à l'état actuel, l'espace de mobilité historique restant à échelle humaine (150 ans environ).</p>
Socio-économique	<p>Certains terrains exploités en bordure de rivière seront menacés, voire perdus. La création d'une mosaïque paysagère variée ainsi que la présence de faune et flore sera réelle quoique limitée. Le déplacement des campings devra être évalué le cas échéant.</p>
Financier	<p>Le coût d'installation et d'entretien des protections est notable. Il faut par ailleurs prendre en compte le déplacement des quelques enjeux (camping notamment) situés dans l'espace de mobilité historique, et rembourser les terrains agricoles perdus.</p>

Réponse

Ce système d'intervention a l'avantage d'être un « système » qui a existé et qui la prise de conscience a permis de limiter les développements dans l'espace de mobilité : les enjeux ainsi touchés par ce scénario sont limités. Il évite des coûts importants de déplacement ou réparation des enjeux notables. En revanche, l'aspect naturel en pâtit, avec un espace de divagation moindre que dans le premier scénario, une biodiversité limitée et une non prise en compte des aspects environnementaux. Rappelons toutefois que certains enjeux majeurs ont été mis en place récemment dans l'espace de mobilité historique, ainsi que cela apparaît dans le tableau de synthèse figurant dans le paragraphe 0.

Il ne faut par ailleurs pas négliger le coût de mise en place et/ou des protections à prévoir dans le cadre de ce scénario.

L'espace de mobilité proposé correspond ainsi à une réalité historique. Ceci explique notamment la présence d'un nombre plus importants d'enjeux urbains dans cet espace, non « optimisé », par rapport à l'espace de mobilité intermédiaire ci-dessous, qui cherche à associer les avantages des deux premiers scénarios tout en évitant leur écueils.

Ce scénario, s'il a l'avantage de s'appuyer sur un espace ayant existé et donc a priori reproductible, ne doit pas contribuer au développement de protections d'enjeux secondaires qui seraient en bordure de l'espace de mobilité historique ; d'autre part, la protection d'enjeux majeurs se situant dans l'espace de mobilité de ce scénario nécessiterait une justification au regard du risque encouru et du coût de la protection. C'est pour il paraît nécessaire d'envisager un scénario intermédiaire qui prendrait en compte ces différents éléments.

2.3.3.3. SOLUTION INTERMEDIAIRE

Quelles seraient les conséquences de la prise en compte des contraintes existantes et de la protection des seuls enjeux principaux (urbains, routiers) de manière à établir un espace de mobilité basé à la fois sur l'espace de mobilité historique, l'espace de mobilité géologique et certains enjeux prioritaires ?

La définition de cet espace se rapproche de ce qui est défini comme Espace de Mobilité Fonctionnel (EFONC) dans le guide technique n°2 de détermination de l'espace de liberté des cours d'eau du SDAGE RMC. Il s'appuie notamment sur :

- **l'espace de mobilité historique** défini précédemment
- l'espace de divagation maximum, basé sur **l'espace de mobilité géologique** et défini dans le premier scénario, dans lequel on cherche à promouvoir autant que possible les divagations dans l'extrados des coudes (zones d'érosions à moyen terme)
- les **enjeux socio-économiques**, ou « contraintes majeures » (zones urbanisées, habitations, voies de communication, ouvrages d'art, installations ne pouvant pas être déplacées, gravières en lit majeur pouvant bloquer la charge alluviale)

Aspect	Description
Hydraulique	<p>La mise en place de protections conçues de manière adéquate (pentes talus, sabot) se justifie aux seuls endroits où les enjeux sont majeurs.</p> <p>Pour minimiser les impacts hydrauliques de cette intervention, on devra éviter tout rétrécissement du lit actif ; par ailleurs il faudra mettre en place des protections latérales ayant une rugosité similaire à la naturelle (utilisation d'enrochements). Si l'on respecte ces deux contraintes, le fonctionnement hydraulique de la rivière ne subira pas de modification.</p>
Réglementaire	<p>La mise en place de protections nécessite la constitution d'un dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau soumis en enquête publique.</p>
Environnemental	<p>Les érosions latérales sont inhérentes à la dynamique de la rivière. Le principe général de la gestion des berges au sein de l'espace de mobilité (non généralisation des protections) permettra de préserver son potentiel environnemental (diversité des milieux, mosaïques des paysages, annexes hydrauliques) voire de l'améliorer.</p> <p>Par ailleurs, ce type de gestion créera des zones où la rivière est libre de divaguer (absence d'enjeux majeurs) et des « points durs » où la rivière est contrainte en plan (enjeux à protéger). Dans les premières, des milieux à haute valeur environnementale pourront se développer (zones « privilégiées » pour la reproduction de la faune piscicole) ; dans les deuxièmes, la rivière perdra son aspect naturel ; la protection déconnectera aussi la rivière des annexes fluviales éventuelles.</p> <p>Globalement, étant donné que les secteurs à enjeux forts (urbain, routier) ne représentent qu'une fraction réduite du tracé des rivières, la création de milieux environnementaux dans les espaces de divagation compensera largement la perte en termes environnementaux sur les secteurs protégés.</p>
Foncier	<p>Les superficies des parcelles à enjeux mineurs vont évoluer (dépôt sur les unes, érosion d'autant sur les autres en vis à vis) ; des terres seront perdues et d'autres gagnées mais sans la même valeur agricole. En revanche, les parcelles représentant un enjeu seront protégées.</p>
Socio-économique	<p>Les terrains exploités en bordure de rivière seront menacés, voire perdus. En revanche, la création d'une mosaïque paysagère variée ainsi que la présence de faune et flore aura des impacts positifs sur l'activité touristique. Le déplacement des campings devra être évalué le cas échéant.</p>
Financier	<p>Le coût d'installation et d'entretien des protections est notable.</p> <p>La protection des enjeux principaux permet d'éviter les coûts d'endommagement des ouvrages ainsi que leur assurance; par</p>

	ailleurs, on devra prendre en compte l'option de déplacer quelques enjeux (camping notamment) lorsqu'ils seront menacés par le déplacement de la rivière, et de rembourser les terrains agricoles perdus.
<p>Réponse</p> <p>Ce système d'intervention est envisageable et souhaitable, car il intègre les avantages de la libre divagation de la rivière à la protection des enjeux principaux. Cela permet de garder l'aspect naturel de la rivière (et, par conséquent, d'avoir des milieux environnementaux meilleurs) mais évite les coûts de déplacement ou réparation des enjeux importants, dont la collectivité est chargée. Par ailleurs, les coûts des protections restent limités.</p> <p>Le principe majeur de maintien de l'espace de mobilité doit conduire les riverains à rechercher un type d'occupation des sols au sein de cet espace de mobilité ne nécessitant pas à moyen terme de protection contre l'érosion.</p>	

Il convient donc de localiser les endroits où des protections peuvent apparaître nécessaires. Sur le bassin versant de l'Ardèche, les érosions de berges correspondent essentiellement à des phénomènes locaux, liés à un processus de déplacement des méandres. Durant la période d'évolution entre les deux états d'équilibre, suite aux extractions, elles ont été la conséquence des phénomènes de recharge en matériaux alluvionnaires du cours d'eau, tant que celui-ci enregistrait un déficit d'apport par rapport à sa capacité de transport.

● La mise en place de ce scénario sur le bassin versant de l'Ardèche correspond à la protection des villages qu'on a cités précédemment, c'est-à-dire Pont de Labeaume (Ardèche), Lanas, (Ardèche), Balazuc (Ardèche), La Rouveyrolle (Chassezac), Les Lèbres (Chassezac), et des infrastructures routières potentiellement menacées par les rivières ; ces dernières incluent tous les ponts à risque de déchaussement (sur l'Auzon à Lanas et sur l'Ibie à Vallon Pont d'Arc) et les routes localisées en extrados de coude (par exemple la RD 579 sur le coude de Chauzon (Ardèche) et la RD 558 au Grand Chambon (Ibie).

Les situations citées seront envisagées dans le paragraphe de gestion locale du transport solide.

L'espace de mobilité de référence (pour les aménagements futurs ou existants) pouvant être envisagé suivant ce scénario est illustré en annexe 3.

Sa délimitation a été réalisée comme suit :

- En général, nous avons retenu les limites de l'**espace de mobilité historique**.
- Sur les zones où le tracé du cours d'eau suit la limite de l'**espace de mobilité historique** et que rien ne permet de garantir que cette limite ne sera pas franchie, si cette zone ne comporte pas d'enjeux, nous avons suivi les contours de l'espace de mobilité géologique restreint, en particulier dans l'extrados des coudes où l'érosion sera observé le plus rapidement.
- Sur les zones où des « **enjeux majeurs** » (enjeux forts) existent à l'intérieur de l'espace de mobilité historique, l'espace de mobilité a été limité ; ces « enjeux majeurs » correspondent à des enjeux urbains inventoriés comme tels (habitations, infrastructures communales), à des infrastructures routières et à des captages. Les campings et les terres agricoles ne sont pas considérés comme « enjeux forts » mais comme « **enjeux secondaires** ».

Sur le strict point de vue de la géomorphologie, cette délimitation ne pose aucun problème. Elle respecte les besoins des cours d'eau vis-à-vis de leur équilibre morphodynamique.

2.3.3.4. SYNTHÈSE

En conclusion, les trois scénarios contrastés répondent de manière satisfaisante à la recherche du profil en long « objectif » du point de vue morphodynamique à partir du moment où la largeur du lit actif d'équilibre n'est pas réduite.

Le choix de gestion de l'espace de mobilité s'appuiera finalement sur les paramètres réglementaire, environnemental, foncier, socio-économique et financier.

Différents sites propices à la divagation des cours d'eau ont été inventoriés sur le bassin versant, correspondant généralement à la localisation de plaines alluviales :

- 6 secteurs sur l'Ardèche (boucle d'Aubenas, secteur de Vogüé, boucle de Chauzon, confluence Chassezac-Ardèche, secteur de Vallon-Pont-D'arc, basse Ardèche),
- 1 secteur sur la Ligne à la confluence de la Lande,
- 2 secteurs sur le Chassezac (Aval de Gravières, aval de la Rouveyrolle),
- 1 secteur sur l'Ibie (Aval de Vigier),
- 1 secteur sur la Beaume (secteur de Joyeuse).

Ces différents secteurs figurent sur la carte présentée en annexe 4.

Chaque secteur a été hiérarchisé, pour chacun des scénarios proposés (espace de mobilité géologique, espace de mobilité historique, solution intermédiaire), en fonction des superficies des espaces de mobilité et des superficies concernées par type d'enjeux inventoriés.

Notons que, dans les différents scénarios et notamment le scénario de restauration de l'espace de mobilité géologique, seuls les enjeux à court et moyen terme ont été pris en compte (extrados des coudes, zones potentielles d'érosion ou de déstabilisation,...). En effet, il n'apparaît pas pertinent de s'intéresser aux enjeux à long terme (intrados des coudes non marqués, villes,...).

Le tableau ci-dessous indique les enjeux compris dans chacun des espaces de mobilité proposés. Le scénario 1 Comprenant l'ensemble des enjeux possibles, il est aisé de déduire le nombre et la superficie des enjeux en dehors de chaque scénario et d'en conclure, en fonction de son importance (enjeu urbain par exemple) s'il est nécessaire de le protéger ou non.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA VALLEE DE L'ARDECHE
SCHEMA DE GESTION DU TRANSPORT SOLIDE ET DES ESPACES DE MOBILITE DES PRINCIPAUX COURS D'EAU DU BASSIN VERSANT DE L'ARDECHE
RAPPORT PHASE 2 – GESTION DU TRANSPORT SOLIDE

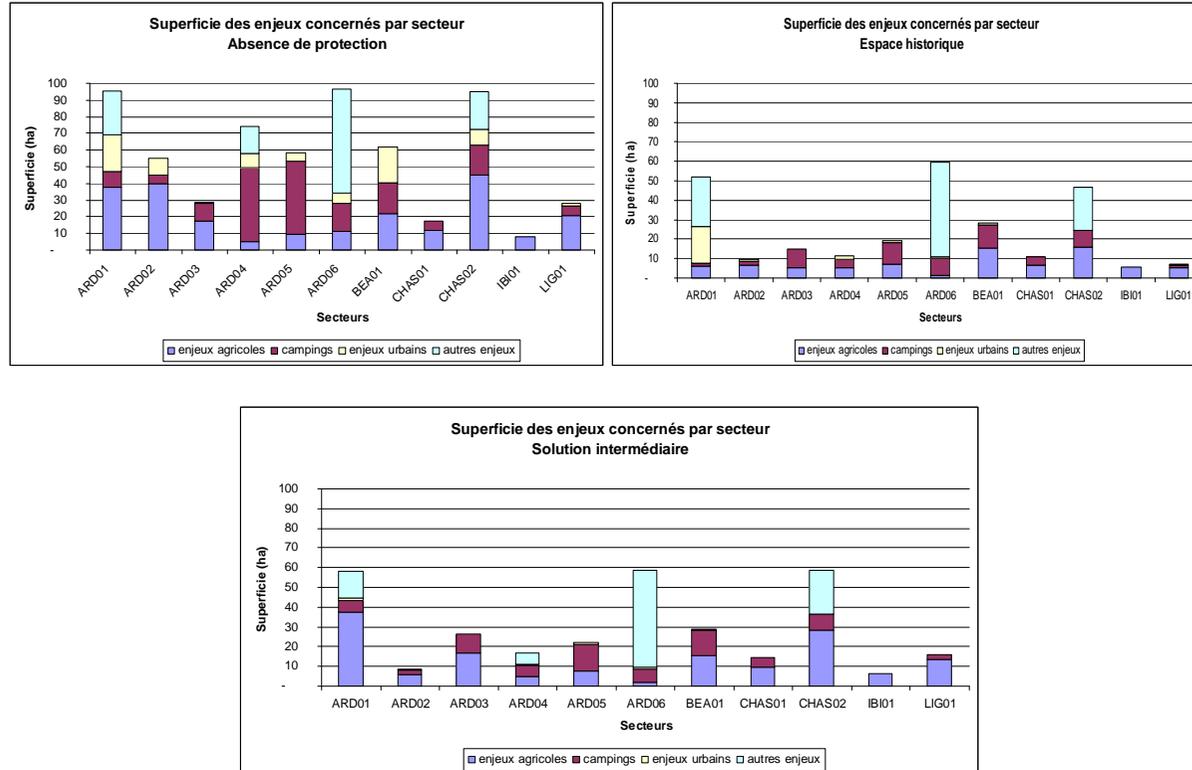
Secteur/enjeux	espace de mobilité géologique absence de protection				espace de mobilité historique protections adaptées				solution intermédiaire			
	agricole	campings	urbain	autres	agricole	campings	urbain	autres	agricole	campings	urbain	autres
ARD01	38	10	22	26 (remblai de Chamboulas)	6	2	19	25	38	5	2	13
ARD02	40	5	10	-	7	2	1	-	6 ²	2	1	-
ARD03	18	11	0	-	5	10	0	-	17	9	0	-
ARD04	5	44	9	16 (aérodrome)	5	5	2	-	5	5	1	6
ARD05	10	43	5	-	7	11	1	-	8	13	1	-
ARD06 ³	11	17	6	62 (captage de Beaumasse - seuil de Biorannes)	1	9	1	49	2	7 ²	1	49
BEA01	22	19	21	-	15	12	1	-	15	13	0	-
CHAS01	12	5	-	-	7	4	-	-	10	5	-	-
CHAS02	45	18	10	22 (captage de Gerbail)	16	8	0	22	28	8	0	22
IBI01	8	-	0	-	6	-	-	-	6	-	0	-
LIG01	21	6	2	-	5	1	1	-	13	3	0	-
Sous-Total	229	178	85	127	81	64	25	96	148	71	6	91
Total	618				266				316			

Tableau 2-1 - Surface des enjeux concernés par les scénarios (en hectares)

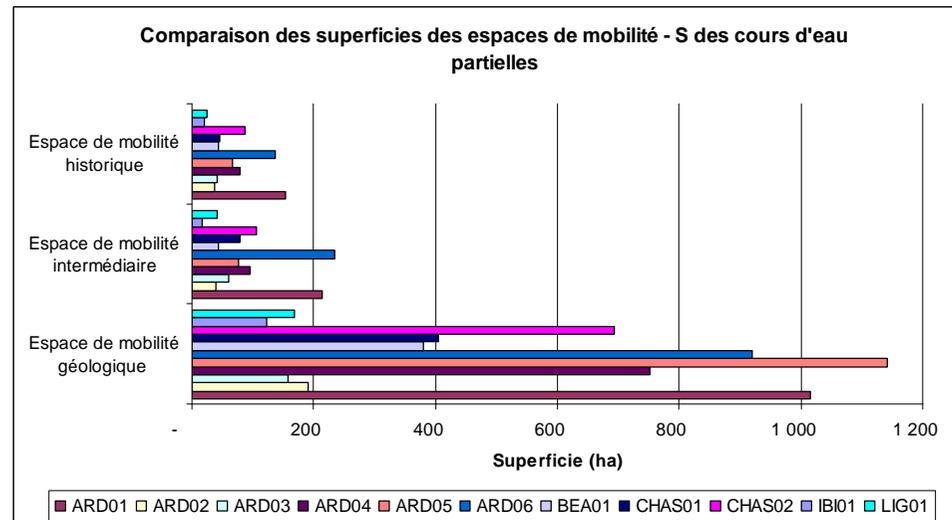
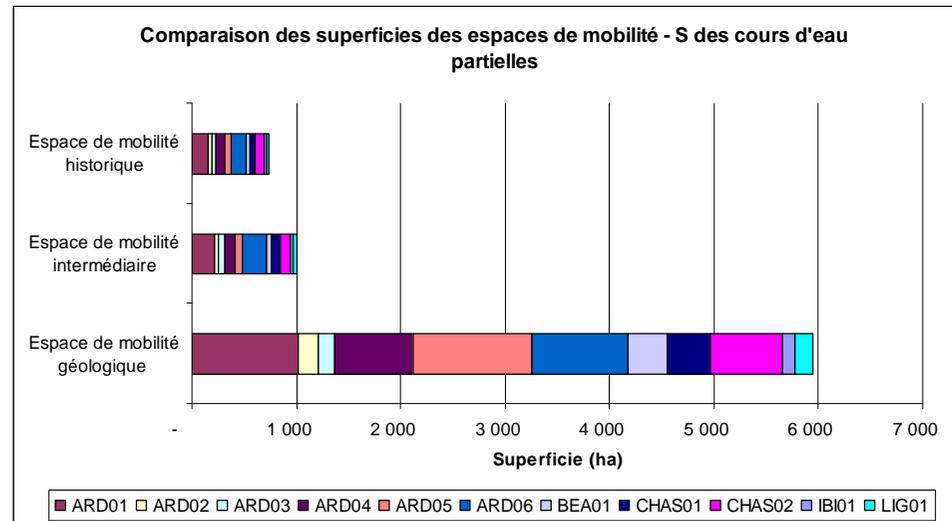
² La diminution de la superficie des enjeux secondaires (agricole, camping,) sur certains secteurs, entre le scénario historique et le scénario intermédiaire, est liée notamment à la présence de pont qui fixe localement l'espace de mobilité et le réduit légèrement par rapport à la situation historique. Cette différence reste en tout état de cause de faible ampleur.

³ Compte tenu de l'échéance retenue (enjeux à court et moyen termes), les enjeux de l'espace de mobilité géologique restreint sont identiques à ceux de l'espace géologique

Ainsi, il est possible de suivre cet impact secteur par secteur.



En parallèle, il est possible d'estimer sommairement la superficie concernée par l'espace de mobilité sur chaque secteur, une fois l'espace minimum nécessaire au bon fonctionnement morphodynamique des cours d'eau soustrait.



Superficies des espaces de mobilité

Le scénario 1 (absence de protection) offre un espace de divagation de près de 6000 ha sur les secteurs étudiés, contre près de 1000 ha pour les autres scénarios. Les secteurs où la superficie potentielle est la plus importante sont inévitablement les basses vallées et leurs plaines alluviales, en particulier sur l'Ardèche et le Chassezac.

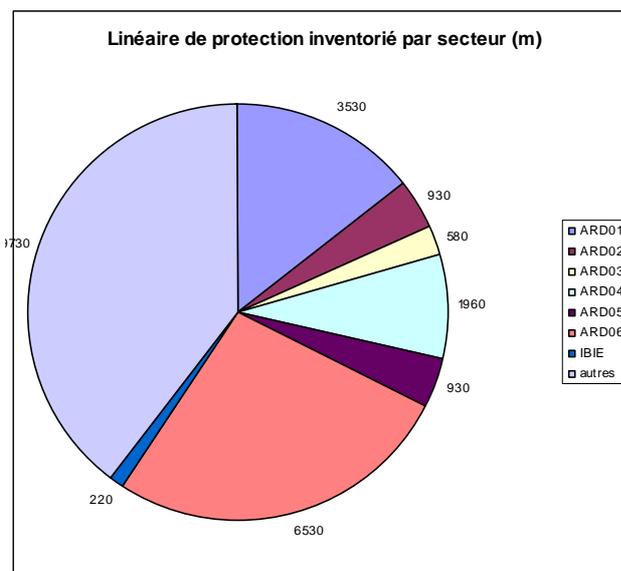
Enjeux concernés

La superficie des enjeux concernés par le scénario 1 (absence de protection) est le double de celle du scénario 3 (solution intermédiaire), avec des enjeux prioritairement agricoles en amont et de loisirs (campings) plus à l'aval, la part des enjeux urbains étant faible proportionnellement.

Linéaire de protection

Il a été possible, à partir des ouvrages inventoriés dans le cadre des Plans d'Objectifs d'Entretien des cours d'eau réalisés par le Syndicat Ardèche Claire, de quantifier le linéaire d'ouvrages concernés par la définition des espaces de mobilité (le linéaire est directement issu des données du POE).

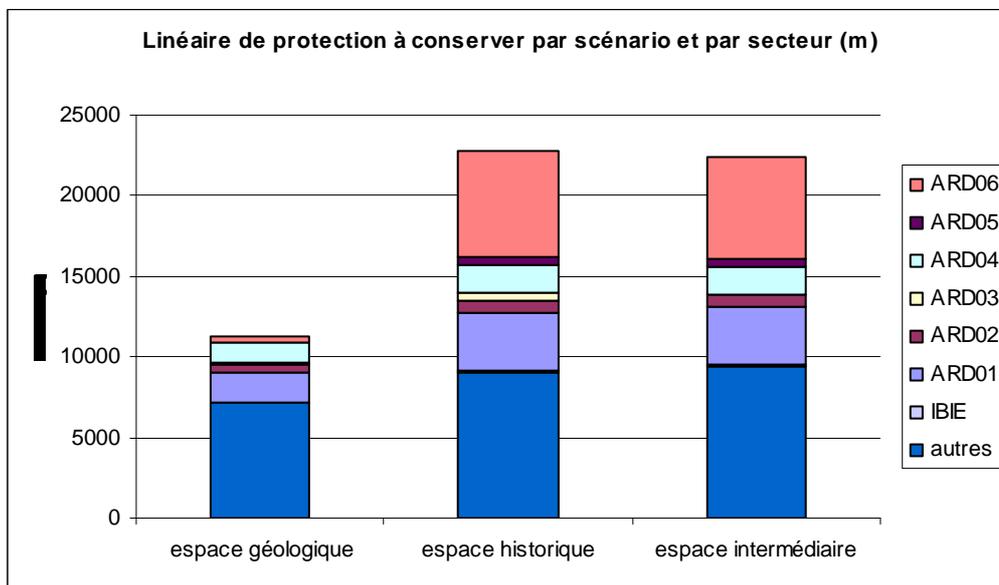
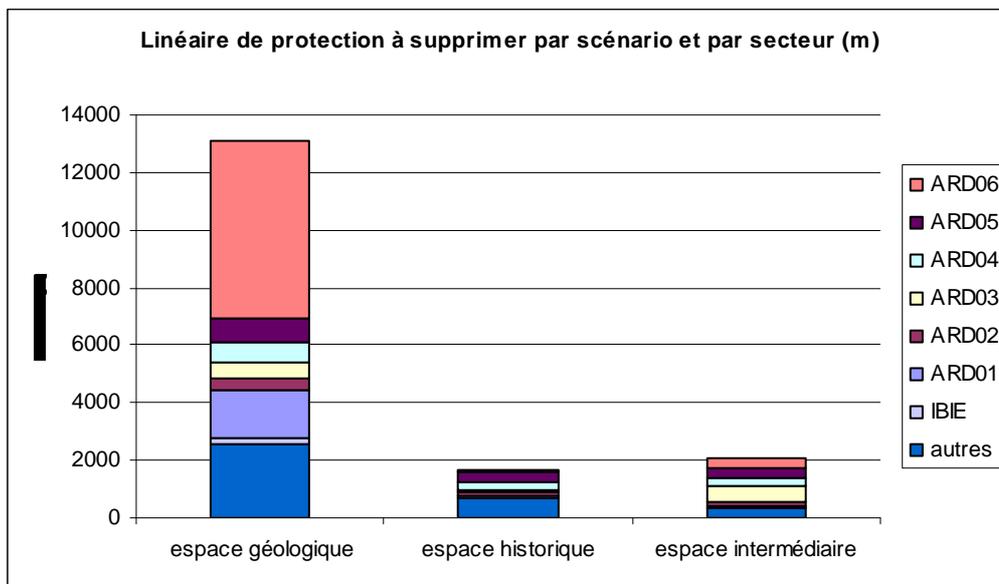
Le graphique ci-dessous fournit notamment cette répartition des ouvrages par secteur. Rappelons que ces ouvrages ne concernent Ardèche, le Lignon et l'Ibie ; ils représentent un linéaire total de 24 km.



Les graphiques suivants présentent, pour chacun des scénarios étudiés, le linéaire de protection à supprimer (car dans l'espace de mobilité) et le linéaire à conserver et entretenir car en limite d'espace de mobilité.

Secteur	Linéaire total (m)	Linéaire à supprimer (m)			Linéaire à conserver (m)		
		espace géologique	espace historique	espace intermédiaire	espace géologique	espace historique	espace intermédiaire
ARD01	3530	1730	0	0	1800	3530	3530
ARD02	930	350	140	140	580	790	790
ARD03	580	560	120	560	20	460	20

ARD04	1960	740	280	315	1220	1680	1645
ARD05	930	840	340	340	90	590	590
ARD06	6530	6150	30	320	380	6500	6210
IBIE	220	190	20	20	30	200	200
Autres	9730	2550	715	375	7180	9015	9355
Total	24410	13110	1645	2070	11300	22765	22340



On note ainsi qu'il serait nécessaire de supprimer près de la moitié des protections (5,5 km) dans le scénario espace géologique, et moins de 10% dans les deux autres scénarios.

Par ailleurs, on note que :

- de nombreuses protections linéaires sont actuellement en limite d'espace historique ou intermédiaire (scénarios 2 et 3)
- les protections à supprimer dans le cadre des scénarios 2 et 3 ne protègent pas des enjeux considérés comme majeurs,
- seuls deux enjeux majeurs (centre commercial et hameau le Perdu) à Lalevade se situent dans l'espace de mobilité historique et sont protégés actuellement par des protections linéaires de 340 m (respectivement 80 m),
- un enrochement de 25 m à Meyras situés dans tous les scénarios permet de protéger un pont (enjeu majeur).

Ces différentes données permettent ainsi de compléter les éléments à prendre en compte dans le choix du scénario d'espace de mobilité.

Rappelons que le choix de l'espace de mobilité doit être guidé par le niveau d'enjeu concerné :

- **Les enjeux majeurs** doivent être protégés ou la pression sur l'enjeu concerné doit être diminuée par une volonté collective
- **Les enjeux secondaires** sont à considérer au cas par cas ; l'intervention peut être de responsabilité individuelle.

2.3.4. GESTION DES GRAVIERES ET DU PRELEVEMENT DE MATERIAUX EN LIT MINEUR

2.3.4.1. GESTION DES GRAVIERES ANCIENNES ET RECENTES

Les gravières sont parmi les problèmes les plus préoccupants vis à vis de la gestion globale des cours d'eau (et plus particulièrement sur le bassin versant de l'Ardèche) car elles posent des problèmes hydrogéologiques, sédimentologiques, géomorphologiques et écologiques.

Depuis les années 80, les extractions en lit mineur sont interdites. Cela a été très positif vis à vis de l'incision du lit mineur des cours d'eau. Toutefois, on observe actuellement un mitage des bordures des lits mineurs actifs qui nous oblige à conclure que l'on n'a en général fait que repousser le problème dans l'espace et dans le temps.

L'effet négatif, du point de vue géomorphologique et sédimentologique, est essentiellement lié aux gravières très volumineuses et très profondes qui risquent de piéger la charge solide en charriage si elles capturent le cours d'eau à l'occasion d'une crue. Ce piégeage peut alors engendrer 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 dans la gravière (ce qu'il fait généralement en premier lieu aux dépens du fond).

Par ailleurs, l'augmentation de la pente sur le côté amont de la carrière entraîne un accroissement de la compétence locale aboutissant à un phénomène d'érosion régressive, qui s'arrête une fois atteinte la pente d'équilibre, soit la pente antérieure à la gravière.

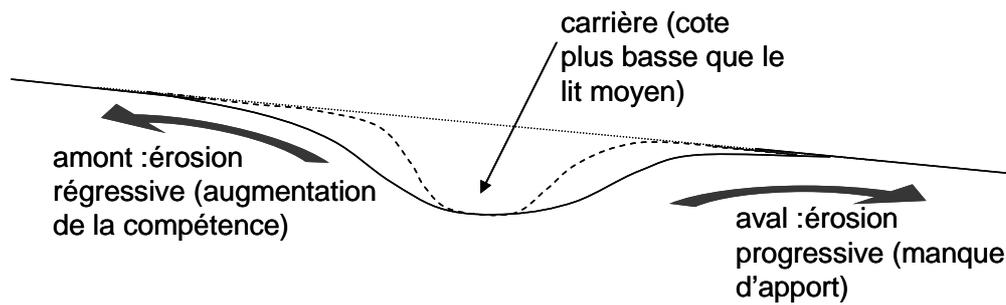


Figure 2-15 – effets des extractions en lit mineur

Les exploitations de carrières de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau depuis le 14 août 2001, à la suite de l'arrêté du 24 janvier 2001, modifiant l'arrêté du 22/09/1994. Les nouvelles exploitations de gravières ou les extensions de gravières actuelles ne devront pas être autorisées dans les limites de l'espace de mobilité.

2.3.4.2. CAPTURE DE GRAVIERE

Est-il vraiment nécessaire de tout faire pour qu'une gravière en lit majeur ne soit pas capturée par la rivière ?

Aspect	Description
Hydraulique	Les effets seront un piégeage des matériaux et une éventuelle redirection des écoulements (changement de lit). Dès lors, il se produirait une discontinuité en termes de transport solide (même si le transport solide est faible) ce qui générerait de nouveaux problèmes morphologiques en aval. Si le fond de la gravière est plus bas que celui du lit au droit de la capture, on observerait alors, en amont de cette gravière, une érosion régressive, qui provoquerait à nouveau une incision significative du lit. Enfin, le changement de lit éventuellement induit à l'aval de la gravière capturée serait également préjudiciable à court terme vis-à-vis des risques d'inondation.
Réglementaire	Les captures de gravières sont évoquées dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux, qui regroupent en outre d'autres principes. Tous les SDAGE se préoccupent du contrôle des extractions de matériaux : interdiction en lit mineur, précaution en lit majeur pour minimiser l'atteinte aux milieux alluviaux et éviter les risques de capture de la gravière par le cours d'eau.
Environnemental	Certaines gravières constituent des milieux naturels (étangs notamment) qui accueillent des espèces faunistiques et floristiques remarquables.
Foncier	La gravière capturée pourrait orienter les écoulements dans le lit majeur et venir approcher des enjeux qui n'étaient pas susceptibles d'être affectés auparavant. Le nouveau lit serait au moins

	partiellement taillé dans des terrains constituant des propriétés privées (ou communales).
Socio-économique	Dans le pire des cas, il serait envisageable d'imaginer que les érosions consécutives à la capture d'une gravière pourraient provoquer des dégâts très conséquents : la déstabilisation et l'effondrement d'un pont notamment.
Réponse	
Il faut exclure de l'espace de mobilité de référence toutes les gravières de volume important situées à proximité amont ou aval d'ouvrages de franchissement. Si des gravières existantes sont dans ce cas de figure, elles devront être protégées contre l'érosion latérale.	

Les carrières anciennes et existantes sur le bassin versant de l'Ardèche ont été répertoriées en phase de diagnostic.

La menace de capture des carrières du bassin versant de l'Ardèche semble limitée, car les sites d'extraction se trouvent loin du chenal d'écoulement, déjà protégées ou à l'intérieur d'un coude.

Un exemple de site peu menacé est l'ancienne carrière au droit du seuil des Biordonnes. Ce site est protégé par des remblais de hauteur notable, sauf du côté de la rivière, où un passage à un niveau plus bas que les remblais existe.

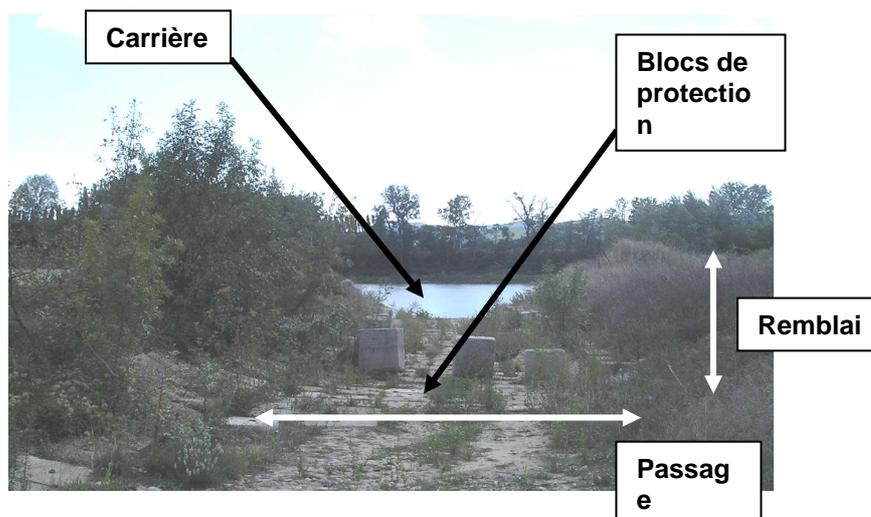


Figure 2-16 – vue du passage entre la carrière des Biordonnes et l'Ardèche

Lorsque le niveau d'eau de l'Ardèche augmente suite à une crue, les écoulements débordants se concentrent dans ce chenal, en crue comme en décrue. Ainsi, le seul endroit menacé par une éventuelle érosion est ce passage. En pratique, le chenal est protégé par de gros blocs en béton qui pavent le fond, limitant le risque de surcreusement.

Une fois que la crue a atteint le niveau des remblais, la carrière se trouve déjà remplie d'eau ; le débordement n'entraîne pas d'érosion et le **risque de capture de cette carrière avec déviation du lit du cours d'eau est limité.**

2.3.4.3. PRELEVEMENTS EN LIT MINEUR

Que faire des bancs alluvionnaires situés en lit mineur ?

Aspect	Description
Hydraulique	En toute rigueur, la suppression d'un banc sera suivie de sa reformation et donc d'un déficit de sédiments en aval. Elle est donc à éviter. Toutefois, la végétalisation d'un banc peut induire des risques en matière d'inondation (surélévation des niveaux d'écoulement) et l'impossibilité d'une reprise naturelle du banc par le cours d'eau lors d'une crue.
Environnemental	L'enlèvement d'une partie de la couche sédimentaire peut avoir un impact négatif sur la reproduction de la faune piscicole (enlèvement des zones de frayère) si elle est en eau. Hors d'eau, elle n'aura pas d'impact direct sur la faune piscicole. En cas de dépose des matériaux plus loin dans le lit, cela pose le problème d'une perturbation du milieu aquatique. Par ailleurs, le passage et la présence des engins de chantier peuvent avoir une incidence sur la faune et la flore.
Foncier	Les impacts fonciers sont peu importants, sauf pendant les travaux, pour les parcelles qui permettent l'accès au lit.
Socio-économique	Néant
Financier	Le coût de ces interventions n'est en général pas excessif.
Réponse	
Les bancs dont le développement devient important et/ou qui sont végétalisés devront faire l'objet d'une scarification et d'un arasement (50cm environ au dessus du niveau d'étiage). Sauf faire systématiquement l'objet d'interventions, les autres bancs devront toutefois faire l'objet d'un suivi annuel en vue d'interventions futures.	

Sur le bassin versant de l'Ardèche, **ce mode d'intervention n'est pas souhaitable s'il est pratiqué régulièrement. Il doit rester l'exception.**

Il faut noter que la scarification des bancs, dont l'objectif est de favoriser la reprise des matériaux lors des crues, peut être inopérante tant qu'une crue suffisamment importante intervient. Ceci est lié à la faible capacité de transport solide des cours d'eau du bassin en général. C'est donc une opération à renouveler périodiquement.

2.4. GESTION AU NIVEAU LOCAL

Nous avons récapitulé en annexe 5, sous la forme d'un tableau, les enjeux répertoriés en phase 1 (annexe 1-6) nécessitant des interventions, les problèmes soulevés dans la phase de diagnostic et les solutions envisageables pour chaque situation.

Nous reprenons ci-après les situations caractéristiques ou type rencontrées sur le bassin de l'Ardèche en prenant à chaque fois un exemple particulier, nous analysons le problème technique posé et orientons les solutions en fonction des analyses faites précédemment.

Rappelons que, ainsi que cela a été expliqué pour l'analyse des espaces de mobilité, le choix technique de l'intervention au niveau local doit être guidé par le niveau d'enjeu concerné :

- **Les enjeux majeurs** doivent être protégés ou la pression sur l'enjeu concerné doit être diminuée par une volonté collective
- **Les enjeux secondaires** sont à considérer au cas par cas ; l'intervention peut être de responsabilité individuelle.

2.4.1. TRAVERSEE SOUS FLUVIALE DE CONDUITE : GERBIAL (CONDUITE AEP) SUR LE CHASSEZAC

On retrouve le cas de la traversée du lit par une conduite en aval immédiat du coude de Gerbial (Saint Alban sous Sampzon), sur le Chassezac ; l'enjeu est ici une conduite AEP qui s'est découverte.

Plusieurs hypothèses sont à envisager, qui conduisent à des solutions distinctes :

- Soit le lit, au droit de la conduite, a subi un abaissement généralisé. Dans ce cas, il est nécessaire de prévoir la **construction d'un seuil**, peu de mètres en aval de celle-ci. Cela entraînerait un comblement en amont qui devrait, à terme, recouvrir la conduite.

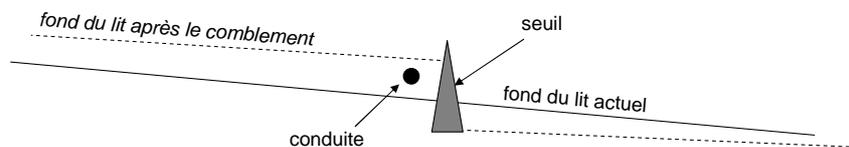


Figure 2-17 – construction d'un seuil pour recouvrir la conduite AEP

- Soit, le lit est stable et le dégagement est lié à la simple respiration du lit. Dans ce cas, la conduite a été calée trop haut. Il faut soit l'abaisser, soit la protéger.
- Soit la conduite elle-même n'est pas complètement noyée dans les alluvions et forme totalement ou partiellement un obstacle aux écoulements ce qui entraîne une accélération autour de la partie découverte qui s'étend progressivement.
- Soit, enfin, compte tenu de la granulométrie relativement grossière des sédiments et si la conduite est légèrement biaisée par rapport à la direction générale des écoulements (biais par rapport au lit ou située dans un coude ou à son aval immédiat), une circulation s'installe dans les sédiments et parallèlement à la conduite. Cette circulation peut entraîner les sédiments fins ce qui accroît davantage la circulation, augmente la vitesse et donc entraîne des éléments de plus en plus gros pour finalement dégager la conduite. La solution est alors d'empêcher cette circulation interne aux sédiments en disposant, de façon plus ou moins espacée, des plots en béton ceinturant la conduite. Ces plots auront la fonction d'allonger le chemin des écoulements internes et donc de les réduire.

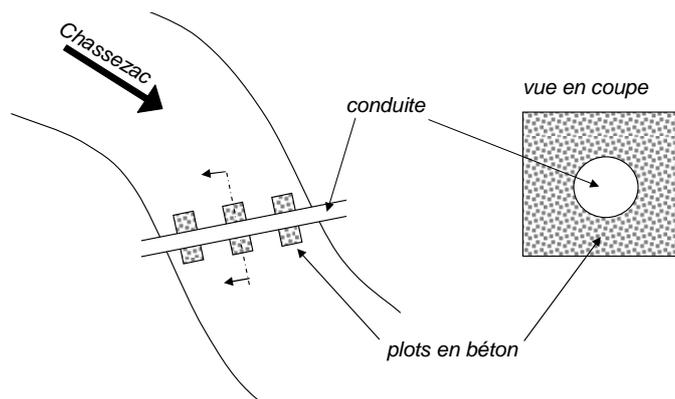


Figure 2-18 – pose de plots en béton

Dans le cas de Gerbial, les analyses de la phase 1 montrent que le lit est stable depuis 1989. Compte tenu de la position de la conduite, juste à l'aval d'un coude, il nous semble probable que ce soit la dernière hypothèse qui corresponde à la situation, peut être liée à la troisième.

La protection qui a été réalisée au moyen d'une gangue de béton entourant la conduite a provoqué un élargissement de l'ensemble, constituant ainsi un obstacle plus important aux écoulements (transversaux et aussi dans le sens de la conduite le cas échéant).

Toutefois, le levé du profil en long réalisé fin 2006 n'indique pas de variation par rapport à 1989 et révèle une perte de charge sur la ligne d'eau d'étiage (cf. figure ci-dessous). Il semble donc que la conduite forme obstacle. Selon la date de sa pose, il peut s'agir d'une découverte liée aux abaissements (antérieurs à 1989) ou à un calage trop haut de la conduite. Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel, les solutions sont :

- soit de réaliser un seuil en aval immédiat de la conduite et calé quelques décimètres au-dessus l'arase supérieure de la conduite,
- soit d'enfouir davantage la conduite.

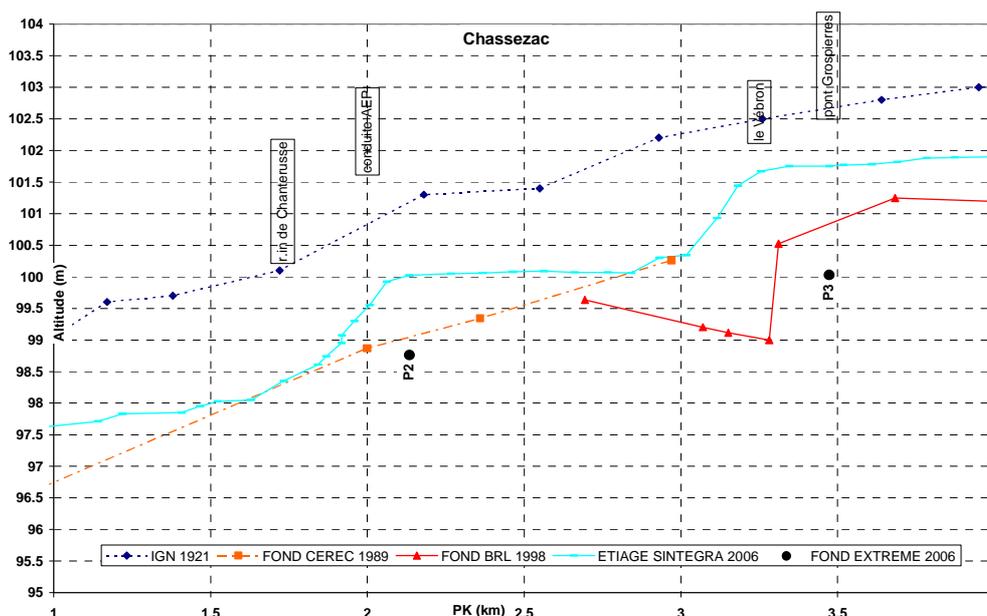


Figure 2-19 – profil en long du Chassezac au droit de la conduite

2.4.2. PONTS ET APPUIS DE PONTS

Une autre situation où des phénomènes locaux d'affouillement peuvent poser problème est celle qui a lieu au droit d'un pont.

Ces problèmes d'affouillement peuvent résulter de différents phénomènes distincts :

- L'obstacle que forme les piles ou les culées génère des tourbillons qui conduisent à un creusement tout autour des piles ou au pied des culées.
- Le lit s'est abaissé et les appuis sont déchaussés.

Les interventions envisageables dans le cas de déchaussement d'une pile de pont sont diverses :

- Construction d'un **seuil** calé plus haut que le fond du lit en aval du pont. Le comblement du secteur en amont stabilise les piles (cf. 0).

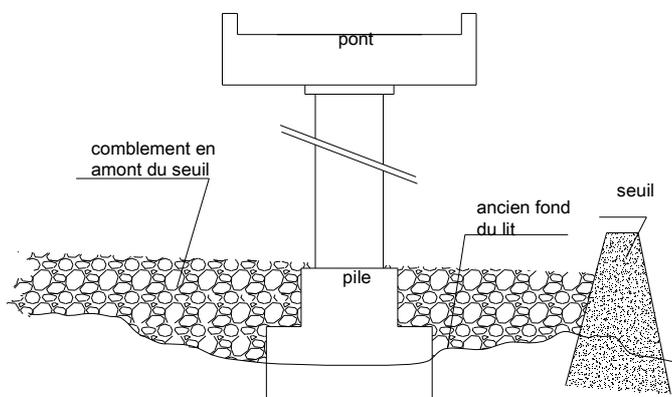


Figure 2-20 – construction d'un seuil en aval des piles du pont

- Mise en place d'un **radier** protégeant la base de la construction contre les affouillements pouvant apparaître lors des crues. Dans le cas où le lit subit de nouveaux abaissements, le radier peut jouer provisoirement le rôle d'un seuil qu'il faudra renforcer après la crue révélant l'abaissement.

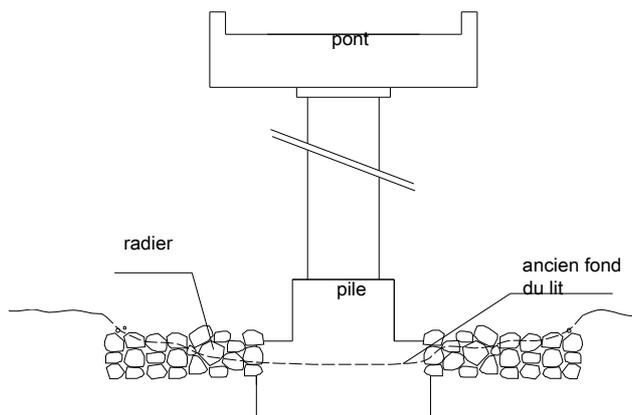


Figure 2-21 – Radier en enrochements libres

Ces problèmes sont observables en de nombreux endroits mais ne suscitent aucune préoccupation actuelle dans la plupart des cas. Une tendance à l'abaissement pourrait

cependant aggraver ce problème sauf dans le cas où les ouvrages sont construits sur le substratum. Si cela n'est pas le cas, des travaux de protection ou de confortement des fondations peuvent être envisagées.

Les ponts les plus sensibles aux attaques de la rivière sont ceux avec des piles dans le lit mineur. Sur le cours de l'Ardèche citons les ponts de Pont de Labeaume, de Lanas, de Sampzon, Les ponts suspendus ou dont les piles restent toujours hors d'eau sont peu ou pas menacés (par exemple le pont de Saint Martin d'Ardèche, le pont de Saint Didier, ...).

Sur le bassin de l'Ardèche nous n'avons pas trouvé d'ouvrage nécessitant d'intervention urgente. Cela est essentiellement dû à la présence fréquente du substratum.



Figure 2-22 – pont RD 114 sur l'Ardèche à Lanas (à gauche) et pont RD 161 sur l'Ardèche à Sampzon (à droite)

2.4.2.1. CAS DU PONT DE LANAS SUR L'AUZON

Toutefois un exemple de pont sujet à risque de déchaussement est celui de la RD 114 vers Lanas, sur l'Auzon à proximité de la confluence avec l'Ardèche. Les piles de cet ouvrage semblent avoir subi un léger déchaussement, probablement dû à l'abaissement de l'Ardèche.



Figure 2-23 – déchaussement de pont à Lanas – Auzon

Cependant, l'analyse du transport solide nous a conduit à noter une certaine stabilité du lit de l'Auzon et de l'Ardèche à la confluence ce qui limite l'abaissement ultérieur à court ou moyen terme.

2.4.2.2. CAS DU PONT DE LA RD 290 SUR L'IBIE

On note un autre exemple de déchaussement sur le pont de la RD 290 sur l'Ibie (Vallon-Pont-D'arc) ; à cet endroit, l'abaissement du fond du lit, lié à l'abaissement de l'Ardèche, semble avoir atteint le substratum rocheux, et donc pose moins de problème de ce point de vue.

En annexe 6 sont présentés les indicateurs socio-économiques concernant la construction d'un seuil, d'un radier ou de la mise en place d'enrochements. Cela comprend les travaux de réalisation de chaque intervention, y compris la phase de mise en place du chantier et ses structures de protection ainsi que les travaux préparatoires.

2.4.3. CONFLUENCE DE DEUX COURS D'EAU

Le problème abordé ici concerne les possibilités d'abaissement d'un affluent suite à celui de la rivière principale.

Lorsque le lit de la rivière principale s'est abaissé et que cet abaissement risque de perdurer (c'est le cas de l'Ardèche qui s'est abaissée suite aux extractions et qui ne remontera pas sensiblement dans un avenir plus ou moins proche), la tendance normale sur l'affluent sera à l'abaissement.

Ceci peut donc poser problème sauf si des éléments particuliers viennent contrer cette tendance comme par exemple l'apparition du substratum rocheux.

En l'absence de particularité bloquant l'érosion régressive, on peut envisager la construction d'un seuil jouant ce rôle.

La réalisation d'un seuil peut poser différents problèmes si des aménagements ont été mis en place postérieurement à l'abaissement. Cela peut être le cas si des campings se sont implantés sur une zone où le risque d'inondation a diminué suite à l'abaissement du lit. Nous n'avons pas rencontré ce genre de situation sur le bassin de l'Ardèche.

Ainsi, la confluence Ibie - Ardèche est une zone caractérisée par une érosion régressive pouvant poser questionnement du fait de l'enjeu principal situé plus en amont, celui du pont de la RD 290 sur l'Ibie dont on a parlé ci-dessus. Comme indiqué plus haut, l'apparition du substratum enlève ici toute problématique.

2.4.4. PROBLEMES DE BANCS

2.4.4.1. OBSTACLE TRANSVERSAL - CAS DU SEUIL DES BIORDONNES

La réalisation d'un seuil peut induire des phénomènes de dépôt-érosion localisés et posant problème.

On observe en général des dépôts juste à l'amont et des affouillements en aval, suivis éventuellement d'un banc de matériaux déposés. Ces dépôts et creusements évoluent lors d'une crue. Le dépôt amont est lié au fait que l'écoulement s'étale sur toute la largeur du lit au lieu d'être concentré dans le bras vif.

L'affouillement aval est lié à la chute et à la fosse de dissipation d'énergie qui en découle. Les matériaux prélevés dans la fosse sont déposés en général un peu en val, là où les écoulements sont tranquilisés.

Si le seuil a été conçu correctement, il a été tenu compte de ces affouillements. Si ce n'est pas le cas, un confortement doit être effectué.

On retrouve ce genre de problème au seuil des Biordonnes ; ce seuil a été reconstruit en 1996 pour stabiliser le niveau de la nappe d'accompagnement, exploitée par deux captages, situés à La Piboulette (RG) et aux Baumasses (RD). A la suite d'une visite de l'ouvrage en

août 2006, on a pu constater que ce seuil est presque complètement réengravé, en amont comme en aval, la dénivelée d'eau amont - aval étant réduite à 0.40 m (la chute initiale était de 1.5 m). Les levés topographiques réalisés en janvier 2007 confirment ce retour à une pente proche de celle de 1921. Il est probable que des dépôts interviennent encore plus en aval de façon à retrouver une pente relativement uniforme.

Cet engrèvement est donc lié au retour du lit à sa pente d'origine, antérieure aux extractions. Il ne devrait pas se poursuivre en amont du seuil où le profil d'équilibre semble atteint.

La Communauté de Communes du Rhône aux gorges a signalé que cet engrèvement aurait causé des problèmes aux captages. L'effet de l'engrèvement du fond du lit se répercute de façon directe sur le niveau d'eau, en le remontant ; le niveau de la nappe d'accompagnement étant directement affecté par le niveau d'eau dans le lit, la conclusion est qu'un engrèvement du fond devrait engendrer une hausse du niveau de la nappe d'accompagnement. Cela est en désaccord avec les observations faites sur les captages ; on peut faire deux hypothèses pour expliquer ce phénomène :

- les difficultés de prélèvement sont à attribuer à un phénomène de colmatage de l'aquifère, c'est-à-dire que, après chaque crue, la rivière dépose des matériaux fins qui limitent les échanges d'eau entre la rivière et l'aquifère ; la conséquence est la réduction de la recharge de la nappe d'accompagnement, ce qui peut amener à un abaissement de son niveau ;
- l'installation d'un quatrième forage dans la zone a un impact sur le tirage des trois autres captages.

2.4.4.2. OBSTACLE TRANSVERSAL - CAS DU PONT DE LABEAUME

Le pont submersible de Labeaume est en fait constitué d'un radier formant seuil. Il fonctionne donc comme un tout autre seuil.

L'ampleur du dépôt amont et de la fosse aval dépend de l'ampleur des plus fortes crues passées.

En cas de dépôt relativement important, la crainte peut être un risque accru d'inondation lors des crues et le souhait de décaper ou supprimer le dépôt.

Il faut savoir :

- que l'impact du banc n'est que limité dans l'espace,
- qu'il se reformera après chaque crue importante si on l'arase,
- que le frein aux écoulements sera d'autant plus important qu'il se végétalise.

Les actions envisageables sont cependant les suivantes :

- éviter la végétalisation du dépôt amont,
- remodeler éventuellement le lit en arasant les bancs entre 0.5 et 1m au dessus du fond du lit principal,
- déposer les matériaux issus du remodelage dans le lit en aval du secteur sensible afin que cet arasement ne puisse jouer le rôle d'une extraction et n'affecte pas le lit plus en aval,
- suivre l'évolution du fond du lit en amont et en aval du pont par la mise en place de profils en travers matérialisés sur place par des bornes fixes. Ce

suivi permettra de quantifier l'exhaussement éventuel du fond moyen aux abords du pont et permettra de justifier une éventuelle nouvelle intervention de remodelage dans le lit.

Les enjeux sont ici :

- l'inondabilité des habitations riveraines, pour les crues ordinaires, en relation avec la dynamique du transport solide ;
- la préservation du transit des matériaux vers l'aval ;

Un calcul succinct mené par l'étude SOGREAH 1999 montre que l'abaissement d'environ 1 m du banc en aval du pont, permettrait un gain de capacité sous l'ouvrage de l'ordre de 100 m³/s, soit environ 50 à 70 cm sur les niveaux pour les crues ordinaires.



Figure 2-24 – banc arasé à Labeaume - Beaume

En annexe 6, on montre les indicateurs socio-économiques concernant la mise en œuvre de l'intervention préconisée. Cela comprend les travaux de réalisation, y compris la phase de mise en place du chantier et ses structures de protection et les travaux préparatoires.

2.4.4.3. BANC PERCHE - CAS DE PONT DE LABEAUME

La présence de bancs perchés se manifeste souvent comme évolution d'une situation de dépôt – reprise : la rivière s'enfonce entre les bancs actifs et n'arrive plus à les remobiliser (ou ne remobilise que la fraction fine). Ceci peut être lié :

- à un abaissement du lit depuis l'aval,
- à la végétalisation des bancs du fait de la rareté des crues motrices.

L'action principale consiste à dévégétaliser le banc le cas échéant, voire à le scarifier.

Cette opération de scarification a pour but de rendre plus facile la remobilisation des matériaux du lit lors d'une crue. Elle doit être renouvelée car, selon le hasard des crues, elle peut ne pas être mise à profit par la rivière pendant un temps relativement long et la végétation tend alors à se redévelopper.

Un exemple de banc perché a été traité dans l'étude SOGREAH de 1993. Il se situe à la confluence de la Fontaulière avec l'Ardèche, à Pont de Labeaume.

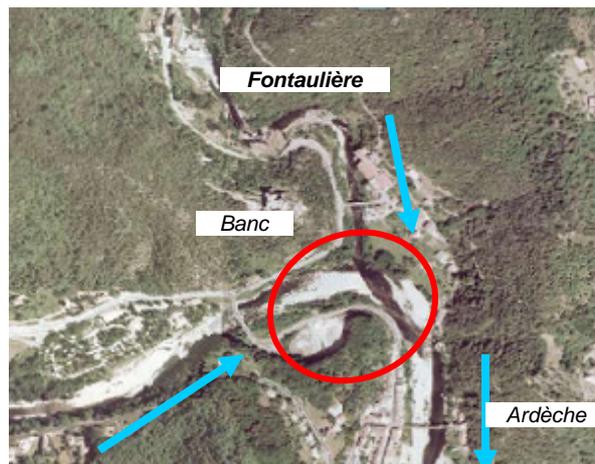


Figure 2-25 – vue aérienne de la confluence Ardèche – Fontaulière

Le lit est globalement stable, mais, du fait à la fois du coude prononcé de l'Ardèche et de la confluence à 90° de la Fontaulière, les écoulements lors des crues sont très perturbés et ralentis. Ce ralentissement est à l'origine du dépôt d'une partie des matériaux provenant d'amont. Un banc vif de dimensions importantes tend à se former (2 à 2.5 m au dessus de la ligne d'étiage après la crue de 1992).

La dévégétalisation et l'arasement du banc avaient été préconisés en 1993. Il faut savoir qu'il se reconstituera lorsqu'une crue suffisamment importante (de l'Ardèche et de la Fontaulière) accompagnée d'apport de sédiments amont interviendra.

2.4.5. EROSION LATÉRALE

L'érosion latérale est un phénomène local qui se manifeste systématiquement à l'extérieur des méandres mais dont l'intensité varie selon la courbure du méandre, le débit de la rivière, la nature des matériaux constituant la berge et l'état des berges (végétalisation ...).

Ce mécanisme du coude est détaillé au paragraphe 0. Les interventions pour réduire les risques sont :

- le plus couramment, la protection du coude avec un sabot suffisamment conséquent en pied,
- parfois (et rarement), le redressement du méandre.

2.4.5.1. CAS DU COUDE DE CHAUZON SUR L'ARDECHE

Un exemple notable d'érosion à l'extrados d'un coude est visible au droit de Chauzon (en amont de Pradons) ; à ce niveau la rivière montre une tendance à se déplacer vers sa rive droite (extrados). Des épis situés en rive droite à l'amont et au milieu du coude, en cours de dégradation, ont pu jouer un rôle en accentuant le phénomène d'érosion de la rive gauche en renvoyant les écoulements sur la berge opposée. Leur rôle était de protéger le camping situé à l'intérieur du coude.

Les enjeux sont divers :

- une zone agricole à l'extrados (rive gauche) ;

- la route RD 579 en rive gauche (extrados), sur la partie plus en aval du coude ;
- une zone de décharge sauvage ;
- les campings « Le Coin Charmant », « Les Bastides » et « La Digue » à l'intrados, et le camping « l'International » à l'extrados ;
- une zone protégée par le réseau « Natura 2000 » ;
- la présence d'une faune fortement menacée de disparition (en particulier la tortue cistude) ;

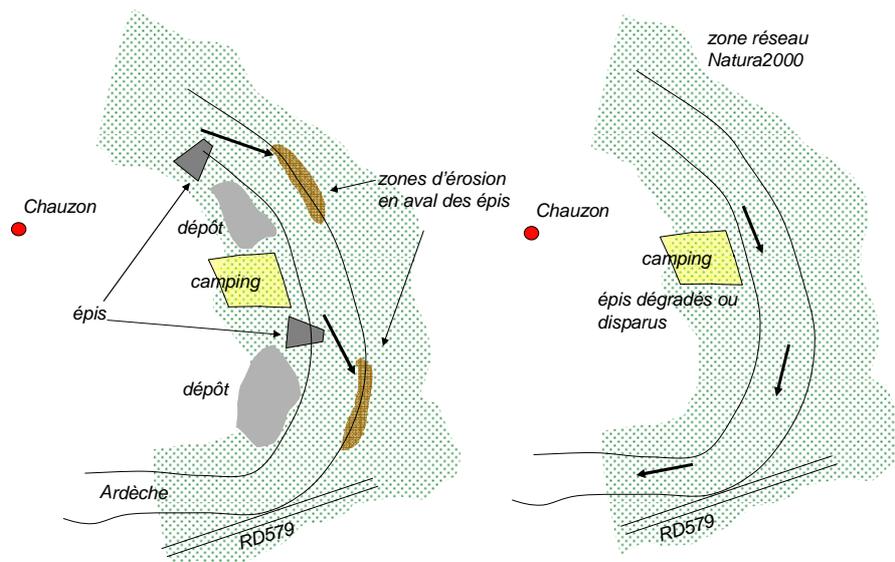


Figure 2-26 – schéma de principe de fonctionnement des épis (situation avec et sans épis)

Etant donné que les enjeux sont divers et contrastés, il faudra évaluer l'impact de chaque solution non seulement du point de vue économique mais aussi d'une perspective environnementale. Les interventions possibles sont les suivantes :

A. Déplacement du chenal d'écoulement

Il s'agit d'un remodelage du lit vif avec déplacement du chenal d'écoulement à l'intrados du coude, de façon à réduire l'interaction du courant avec la berge menacée. Cette solution est incompatible avec la présence du camping et n'est pas à l'échelle de l'enjeu en rive gauche (terres agricoles). En l'absence de protections de la rive gauche, la tendance à retrouver le cours actuel existera toujours.

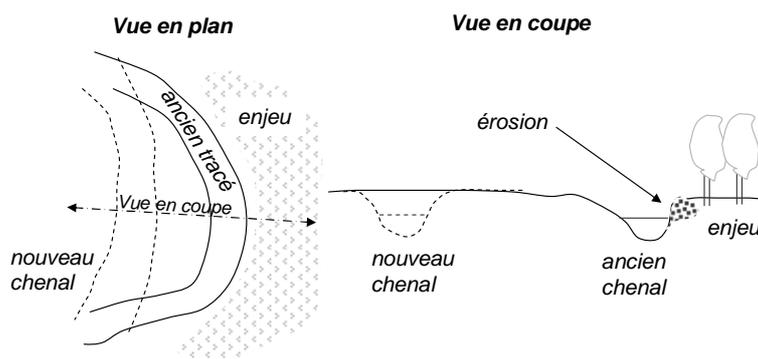


Figure 2-27 – déplacement du chenal d'écoulement

B. Protections latérales

Ces protections doivent résister à l'érosion de la berge et s'adapter aux affouillements en pied de talus. Elles peuvent être de différentes nature (végétales, minérales, blocs artificiels) mais, dans tous les cas, un sabot de pied en enrochements libres doit être mis en place (sauf si le substratum est présent).

Elles ne doivent pas induire un rétrécissement du lit. Cette opération peut avoir des impacts sur les espaces de mobilité et sur l'aspect naturel de la rivière.

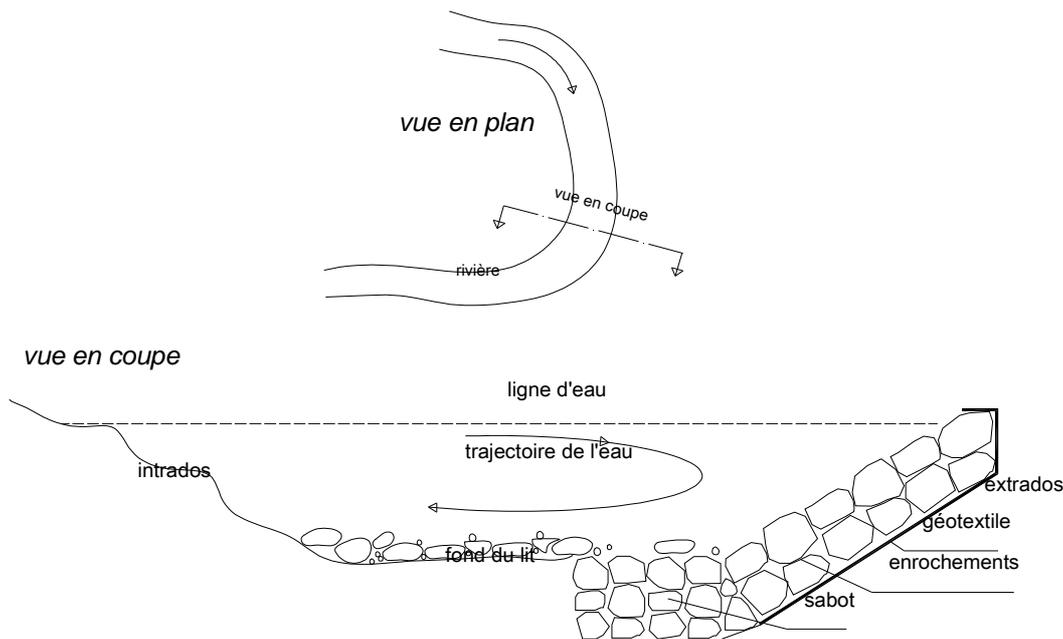


Figure 2-28 – exemple de protection latérale par enrochement

Cette intervention semble envisageable afin de protéger la RD 579 en rive gauche (extrados), dans le cadre du scénario de gestion des espaces de mobilité en prenant compte des contraintes existantes et des enjeux majeurs.

C. Destruction des épis de rive droite

Les épis ayant un rôle de renforcement de la tendance naturelle à l'érosion de la rive gauche, il est souhaitable de les détruire et de les remplacer, là où un risque d'érosion des terrains du camping existe (c'est-à-dire essentiellement à l'amont du coude) par des protections continues.

D. Acceptation de l'érosion

L'acceptation de l'érosion implique la dégradation des ouvrages de protection (notamment les épis en rive droite) et le remboursement des propriétaires pour les terres perdues.

Ce choix se conçoit sur la partie amont et centrale de la boucle de Chauzon, compte tenu de la présence de terrains agricoles à l'extrados et de la forte valeur environnementale du lieu. En revanche, la dégradation de l'épi en rive droite pourrait avoir des impacts sur le camping, et pour cela le déplacement des structures devra être pris en compte.

2.4.5.2. CAS DE LANAS - ARDECHE (CHENAL SECONDAIRE MENAÇANT LA BERGE)

A Lanas, sur l'Ardèche, on note la présence d'un banc boisé qui semble dévier le lit vers le village ; la rivière tend à creuser un bras qui pourrait entraîner dans l'avenir une érosion de la berge droite, en direction du centre urbain.

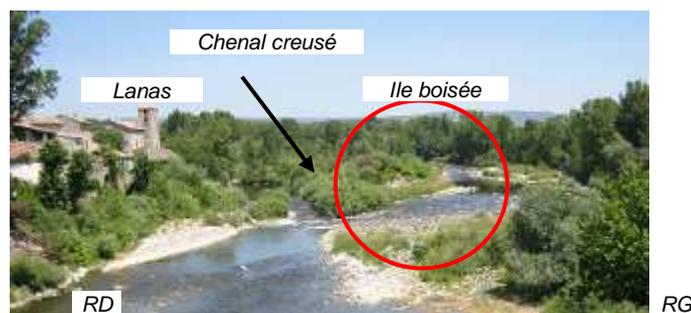


Figure 2-29 – l'Ardèche à Lanas

Les opérations à prévoir sont :

- essartement et arasement du banc à 50 cm au dessus de la ligne d'étiage ;
- utilisation des matériaux provenant de l'arasement pour combler le chenal d'écoulement secondaire ;
- éventuelle protection de la berge avec des enrochements.

L'acceptation de l'érosion ne paraît pas envisageable, au vu des considérations faites concernant les scénarios de gestion globale, l'enjeu étant le village de Lanas.

2.4.5.3. CAS DES REMBLAIEMENTS AU NORD DE LA BOUCLE D'AUBENAS - ARDECHE

Dans la classification des enjeux, on a mentionné les trois remblais au nord de la Boucle d'Aubenas (ZAC prévue au Pont d'Ucel – Le Poisson, camping sur le remblai de Saint Didier, remblai à La Basse Bégude). Le risque est lié à l'érosion des protections latérales des remblais et aux dommages conséquents pour les structures présentes.

Ces remblais sont plus ou moins protégés par des enrochements libres assez disparates.

En ce qui concerne les effets des remblais sur le niveau de crue, on rappelle en bref que l'impact des inondations sur cette zone a été analysé dans l'étude « Elaboration d'un Schéma de Cohérence » (BRL, 1997) ; la conclusion est que les impacts du remblaiement sur les inondations en aval restent limités à une dizaine de centimètres à hauteur des cités de la Verrerie, pour un débit de projet de 2500 m³/s, quasiment compensés par des travaux de nettoyage du lit. Du point de vue du transport solide, les remblais n'introduisent pas de perturbation notable car ils ne rétrécissent pas la section de la rivière. Vis-à-vis du risque d'érosion, étant situés à l'intrados des méandres, les contraintes sont mineures.

2.4.5.4. CAS DE GERBIAL SUR LE CHASSEZAC

Un autre exemple est représenté par les champs captants de Saint Alban Auriolles, où on note que le risque est dû en partie à la tendance à l'abaissement et à l'érosion de la rivière, et en partie (et surtout) au fait que les structures se trouvent à l'extrados d'un coude marqué.

A chaque crue une érosion de la berge gauche a été observée.

Les interventions possibles sont les suivantes :

A. Protection de berge

Le gestionnaire des captages (SEBA) est déjà intervenu en mettant en place des protections latérales ponctuelles. Une généralisation de ces protections est recommandée, sous la condition de conserver la largeur naturelle du lit actif.

B. Déplacement des champs captants

Cette opération nécessite de trouver un endroit adapté à la mise en place des captages ; elle induit également des travaux importants pour le déplacement des structures de pompage et d'adduction. Pour ces raisons, cette intervention paraît peu applicable.

C. Déplacement du méandre

Cette intervention implique un remodelage du lit avec déplacement du chenal d'écoulement en rive droite et comblement du lit actuel. Cette opération ne supprime pas complètement le méandre et une tendance à l'érosion subsistera bien que plus faible. Donc, en l'absence de protection, on peut s'attendre à ce que le lit tende à retrouver le chenal actuel, rendant ainsi l'opération inutile.

2.4.5.5. CAS DE LA ROUVEYROLLE SUR LE CHASSEZAC

On retrouve cette situation en correspondance du coude de La Rouveyrolle, sur le Chassezac. Le Syndicat pour la Défense des Berges du Chassezac a proposé comme solution la coupure du méandre. Cette solution est à rapprocher de celle qui consiste à réduire la courbure mais va plus loin dans le sens où la courbure est supprimée.

Les impacts d'une coupure de méandre sont plus importants que ceux d'une simple réduction de courbure. En effet, la coupure du méandre induit une réduction de la longueur et donc une

augmentation de la pente d'écoulement. Il en découle un accroissement de la capacité de transport et donc une tendance à l'érosion régressive.

Le schéma suivant décrit plus en détail les phénomènes attendus par une coupure de boucle : un enfoncement (1) du fond du lit à l'intérieur du nouveau chenal (entre A et B) puis une érosion régressive en amont de B (2). Le complément de matériau solide ainsi prélevé sur le fond va se redéposer (3) en aval de A car on retrouve un tronçon déjà saturé en débit solide. Ainsi, la rivière retrouve peu à peu un profil en long plus régulier. La hauteur de l'enfoncement régressif est égale à la dénivelée de la longueur de rivière "perdue".

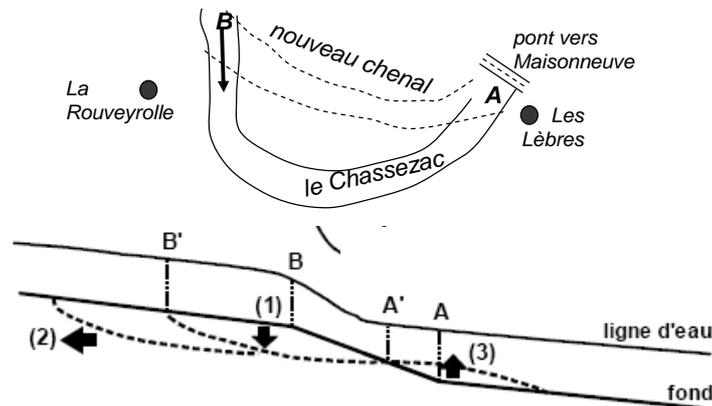


Figure 2-30 – effet d'une coupure de méandre sur le profil en long – cas de La Rouveyrolle

Pour contrer cela, il est nécessaire de prévoir la réalisation d'un seuil situé entre A et B et qui absorbe la dénivelée induite.

Les coupures de boucle doivent a priori rester exceptionnelles pour des raisons morphologiques et écologiques et l'efficacité hydraulique doit être bien vérifiée. En effet, en termes de ligne d'eau, le bénéfice d'une coupure est plutôt ponctuel.

2.4.5.6. CAS DE L'ÎLE DE VERNON SUR LA BEAUME

Au niveau de l'île de Vernon, sur la Beaume, on note que l'espace de mobilité historique est plus étendu qu'ailleurs ; la rivière s'écoulait 300 à 400 m plus à sud en 1860. Actuellement le fond du lit est constitué du substratum rocheux, ce qui réduit fortement les possibilités d'affouillement. Malgré cela, le risque d'érosion latérale et le déplacement conséquent du lit reste possible. Les enjeux sont la conservation de l'espace de mobilité naturel de la rivière et la protection des activités agricoles.

L'étude SOGREAH de 1999 ne préconisait aucune intervention en ce qui concerne la partie de plaine située en rive droite (Quartier de l'île) mais recommandait la surveillance du recul de la berge ; pour la partie de plaine située en rive gauche (Plaine de Chamandre), trois scénarios de protection contre l'érosion étaient proposés, selon les enjeux que l'on veut protéger.

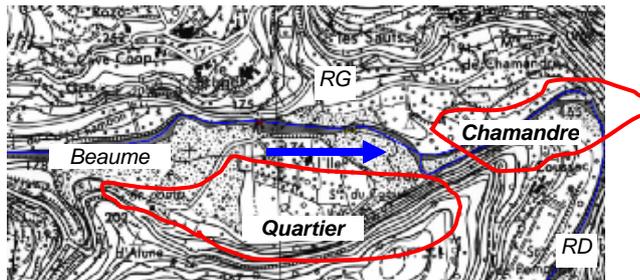


Figure 2-31 – Ile de Vernon

A. Scénario 1 : protection contre l'érosion superficielle de toutes les terres de la plaine et contre le recul de la berge actuelle.

Actions :

- réalisation d'un merlon insubmersible en tête de la plaine sur une longueur de 200 m ;
- réalisation d'une protection en enrochements en aval et dans la continuité du merlon, arasée au niveau du terrain naturel, sur une longueur de 80 m environ ;
- dans la continuité et en aval de la protection en enrochements ci-dessus : retalutage en pente douce de la berge jusqu'en sortie du coude de la Beaulieu, c'est à dire sur 200 m ;
- prolongement de l'épi transversal existant sur la plaine, et protection contre les surverses ;
- arasement du remblai de l'aire de camping ;
- remodelage du lit au droit du coude, sans extraction de matériaux.

B. Scénario 2 : protection des terres agricoles actuellement exploitées

Actions :

- réalisation d'un merlon submersible en tête de la plaine sur une longueur de 60 m environ ;
- arasement, à la cote du terrain naturel, de la partie aval du merlon en enrochements existant et de la digue longitudinale ;
- protection de l'épi transversal, existant en lit majeur, contre les surverses ;
- réalisation d'un épi intermédiaire submersible entre le merlon submersible en tête et l'épi transversal existant ;
- arasement du remblai de l'aire de camping ;
- remodelage du lit au droit du coude aval, sans extraction de matériaux ;
- banc en cours de végétalisation en rive gauche en amont du pont de l'Ile : déplacer ce banc vers la rive droite de façon à déporter le lit principal sur la rive opposée ;
- acquisitions foncières.

C. Scénario 3 : protection d'une partie des terres agricoles actuellement exploitées sans toucher à l'aire de camping

Actions :

- comme le scénario 2 avec les modifications suivantes :
- l'aire de camping est conservée telle quelle ;
- l'épi transversal existant est conservé tel quel. Sa modification peut en effet avoir une incidence sur les conditions de submersion du camping, dont les enjeux associés semblent plus préoccupants que la protection des terres de la plaine contre l'érosion. Les modalités de submersion ou de protection du camping contre la submersion sortent du cadre de la présente étude et devront faire l'objet, le cas échéant, d'une étude spécifique.

2.4.5.7. CAS DES PLOTS SUR L'IBIE

Nous avons répertorié un camping menacé par l'érosion aux Plots, en aval de Saint Maurice d'Ibie. A ce niveau, un remblai de protection sommaire a été mis en œuvre par le propriétaire, pour protéger le camping.



Figure 2-32 – remblai à protection du camping Les Plots - Ibie

La cause de ce risque semble être une île située plus en amont et provoquant une redirection de l'écoulement vers la berge en rive gauche, où le camping se trouve.

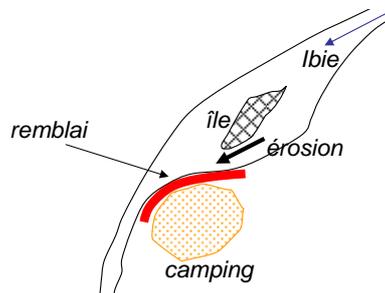


Figure 2-33 – érosion au camping Les Plots - Ibie

2.4.5.8. RECAPITULATIF

Le tableau ci-dessous récapitule les cas d'érosion latérale répertoriés lors de la phase 1 de l'étude.

Lieu	Enjeux
Chauzon (Ardèche)	Route, terrains, milieu environnemental, campings, ouvrages de protection, ...
Lanas (Ardèche)	Village
Remblais de la boucle d'Aubenas	Remblais, structures
Gerbial (Chassezac)	Champs captants
La Rouveyrolle (Chassezac)	Village
Les Trouillères (Chassezac)	Camping
La Selve (Chassezac)	Terrains agricoles
Ile de Vernon (Beaume)	Terrains agricoles
RD 558 (Ibie)	Route

2.4.6. SECTEURS A SUBSTRAT

Les secteurs à substratum sont nombreux sur l'Ardèche et ses affluents. Une zone où ce phénomène semble, du point de vue paysager, plus nuisible qu'ailleurs est le secteur au sud de la plaine d'Aubenas (sur la commune de Vogüé). Sur ce tronçon, l'activité touristique est forte et, par conséquent, l'enjeu y est important.



Figure 2-34 – affleurements rocheux au droit de Vogüé - Ardèche

Sur ce secteur, compte tenu de l'arrêt des extractions, la tendance future prévue est l'exhaussement ; malgré cela, cette évolution risque d'être très lente, à cause de la faible capacité de transport de la rivière.

Les interventions envisageables sont les suivantes :

A. Remobilisation des bancs perchés

Il s'agit de déboiser, dessoucher et scarifier avec un double passage (parallèle et perpendiculaire à l'écoulement) les bancs et les atterrissements, afin de rendre les sédiments plus mobiles ; le but est de rompre le cycle « exhaussement du banc – enfoncement du bras vif » et, lors des premières crues, de permettre à la rivière de reprendre les alluvions autrement immobilisées.

La faisabilité de cette intervention dépend de la présence de dépôts de matériaux en amont du secteur à réengraver ; de fait, la recharge de sédiments sur le secteur à substrat se fait aux dépens de matériaux piégés par des bancs éventuellement présents quelques kilomètres à l'amont.

Dans la plaine d'Aubenas, mais plus en général sur tous les cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche, les bancs sont en nombre insuffisant et ont des dimensions trop réduites pour garantir la complète réussite de l'opération : les sédiments remobilisables sont insuffisants. En ce qui concerne le réengrèvement du secteur de Vogüé, les seuls bancs remobilisables semblent être ceux de Saint Sernin – Ancienne Ile, pourtant de dimensions réduites. Cette intervention paraît donc difficile à mettre en œuvre.

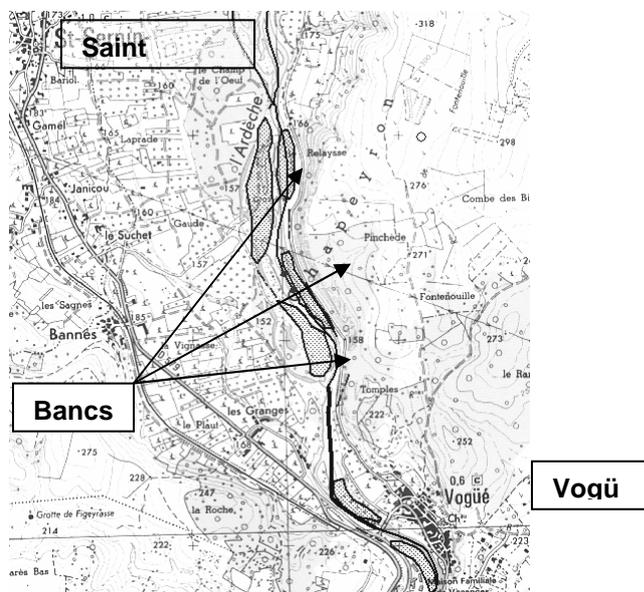


Figure 2-35 –bancs sur la plaine d'Aubenas

B. Promotion de l'érosion des berges

Une source d'apport alternative peut être trouvée à travers l'érosion des berges. Il s'agit de diriger le cours d'eau vers les rives (îles boisées, ...) et de rendre les berges plus vulnérables (enlèvement des protections et de la végétation).

Cette solution n'est viable que dans le cas d'un lit déficitaire ou trop étroit. Dans les autres situations, l'érosion d'une berge s'accompagnera systématiquement de dépôts sur la berge opposée, rendant nulle l'opération.

La promotion des érosions des berges n'est pas praticable au droit d'enjeux à préserver.

Sur le secteur concerné, l'absence d'enjeux majeurs comme des villages ou des infrastructures routières permettrait d'envisager cette solution. Cependant, il est difficile de penser qu'elle puisse fonctionner compte tenu que la capacité de transport y est déjà réduite par rapport à celle d'amont.

C. Mise en place d'une série de seuils

Une solution certaine et a priori durable pour la restauration du matelas alluvial est la construction d'une série de seuils à distance réduite (à évaluer en fonction de la hauteur des ouvrages). Le réengrèvement a lieu grâce au blocage des alluvions par chaque seuil (cf. annexes).

Etant donné l'impact sur l'aspect naturel de la rivière et le coût de ce type d'ouvrage, on envisage la construction de seuils de hauteur limitée à quelques dizaines de centimètres, afin de ne pas arrêter tout transport vers l'aval, et de limiter l'exhaussement global du tronçon.

Les impacts majeurs de cette intervention sont la perturbation temporaire au transport solide, ce qui peut entraîner un déficit d'apports en aval (érosion progressive), et l'impact paysager, notable sur un secteur à haute valeur environnementale comme celui de Vogüé.

De plus, compte tenu de la faiblesse des apports, il n'est pas assuré que le remplissage s'effectue suffisamment rapidement.

D. Apport mécanique de matériaux

L'apport mécanique de matériaux extérieurs peut être employé pour accroître la charge sédimentaire ; cela est une solution extrême, en raison de son coût et de ses impacts. En revanche, la dépose des produits issus de curages pratiqués ailleurs sur la rivière est préconisée par exemple par le SDAGE RMC. Il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'une opération lourde et délicate. Par ailleurs, si le but est la restauration du milieu aquatique, cette opération est déconseillée car elle causerait une excessive concentration de matériaux en suspension lors des travaux. De plus, ces matériaux, relativement légers, risquent de ne pas tenir sur le substratum rocheux a priori trop lisse.

E. Création d'un pavage artificiel

Il s'agit de favoriser la formation d'une couche de sédiments non mobilisables sur le fond du lit, afin de protéger la couche alluviale sujette à érosion ; pour atteindre ce but, il est nécessaire de poser en lit mineur des matériaux grossiers prélevés en lit majeur (où, normalement, on retrouve des bancs grossiers) ou ailleurs ;

Ce type d'intervention offre des sérieux avantages vis-à-vis de l'environnement aquatique, notamment en ce qui concerne la qualité de milieu environnemental, appauvri par les affleurements du substratum.

Cette opération n'a jamais été mise en œuvre jusqu'à présent. Elle nécessite de grandes quantités de matériaux à mettre en œuvre.

oOo

