

GeoPeka

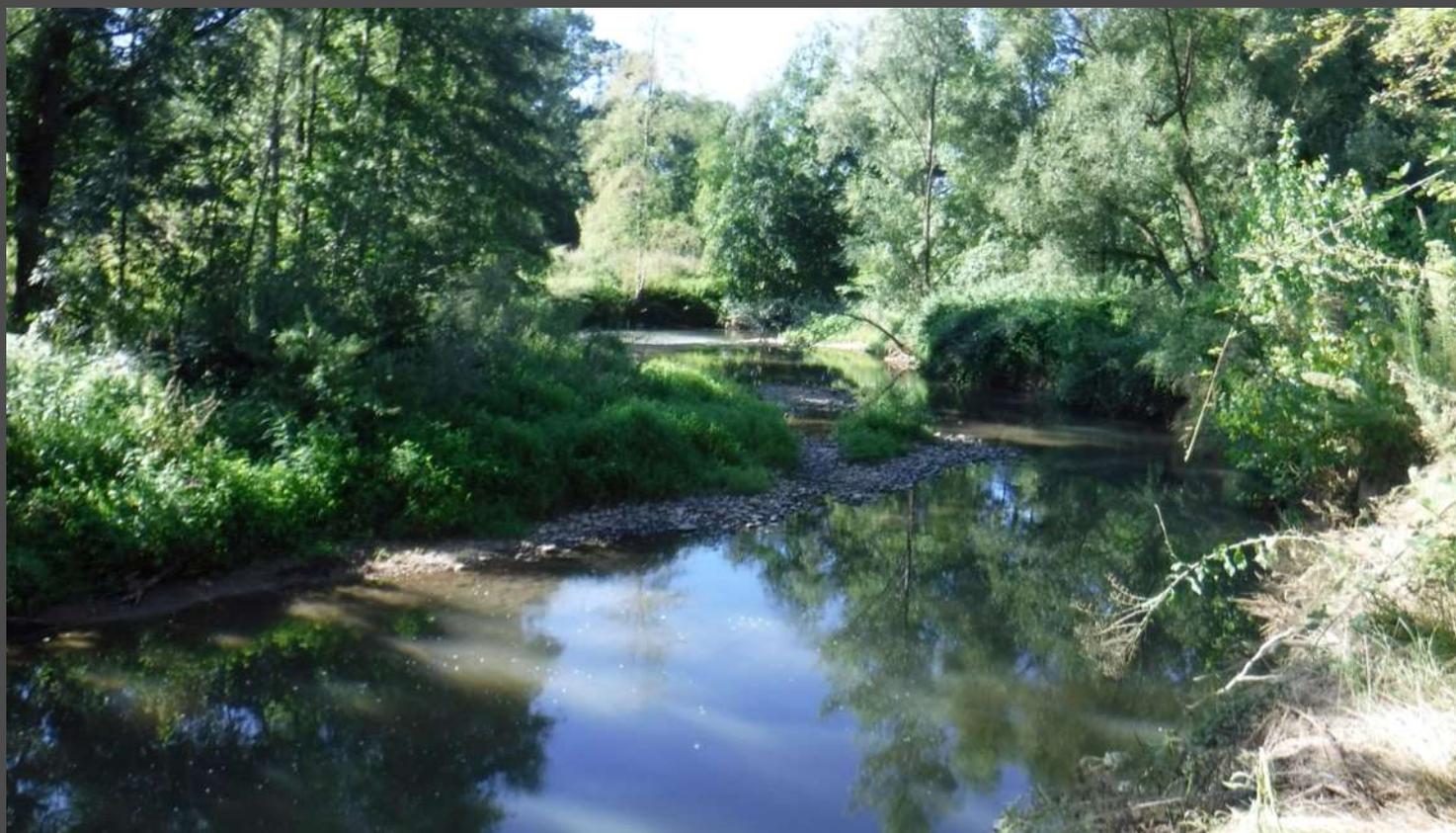
46 Allée d'Italie

Ecole Normale Supérieure de Lyon

Site Monod Bat. LR6

69 364 Lyon Cedex 07

## ETUDE BILAN DU FONCTIONNEMENT HYDROMORPHOLOGIQUE DES RIVIERES DES TERRITOIRES DE CHALARONNE



PHASE 1

BILAN DES OPERATIONS DU CONTRAT DE RIVIERE

PHASE 2

CARACTERISATION DE L'ETAT GEOMORPHOLOGIQUE DE LA CHALARONNE ET DU  
MOIGNANS



Référence document	Code document	Code Client	Code Prestation
	R-	SRTC-	Chalaronne
Version	1.0		
Responsable	Guillaume Fantino		
Redacteur principal	Guillaume Fantino		
Autres rédacteurs	Guillaume Fantino ; Nicolas Talaska		
Destinataire	SRTC – A. Prost		

#### Tableau des révision

Version	Date	Modification
1.0	01/07/2016	Création – GF
1.2	22/07/2016	Rédaction – GF
1.3	01/09/2016	Relecture - EC
1.4	02/09/2016	Relecture AP – Correction GF
1.5->2.6	02/09/2016->11/10/2016	Rédaction, modification – GF, NT

# 1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET PRESENTATION DU TERRITOIRE

## 1.1.Objectifs de l'étude

Cette étude bilan du fonctionnement hydromorphologique des rivières des territoires de Chalaronne vise à comprendre les mécanismes du transport sédimentaire de l'hydrosystème Chalaronne, ainsi que leurs implications en terme de qualité des écosystèmes et de gestion des milieux aquatiques.

Elle s'inscrit dans la politique de gestion du Syndicat des Rivières du Territoire de Chalaronne (SRTC) qui a en charge la gestion des milieux aquatiques sur le bassin versant de la Chalaronne mais aussi de certains affluents rive gauche de la Saône, dont la Calonne. Le SRTC a programmé cette étude afin de répondre à plusieurs objectifs :

- **Evaluer les actions** qui ont été mises en place **dans le cadre du Contrat de Rivière** (2008-2015) et qui touchent à l'hydromorphologie fluviale et au transport solide (Phase 1).
- **Actualiser les connaissances** concernant les dynamiques hydro-sédimentaires **sur les tronçons identifiés comme étant les plus problématiques** du point de vue hydromorphologique (Phase 2).
- **Définir** en lien avec les nouvelles connaissances acquises **le bon état écologique de la Chalaronne, du Moignans et de la Calonne** (Phase 3).
- **Déterminer les principaux enjeux** hydro-sédimentaires du bassin versant au regard du diagnostic et **proposer des objectifs et des orientations de gestion** (Phase 4).
- **Décliner ces objectifs en préconisations de gestion** relatives aux dynamiques hydro-sédimentaires et à la restauration des milieux physiques sous forme d'un plan d'action sur certains secteurs localisés (Phase 5).

Le présent rapport traite de la phase 1 et 2 de cette étude.

## 1.2.Présentation générale du bassin versant

Le bassin versant de la Chalaronne recouvre un territoire qui part du plateau de la Dombes à l'Est et qui est délimité à l'Ouest par la Saône (cf.

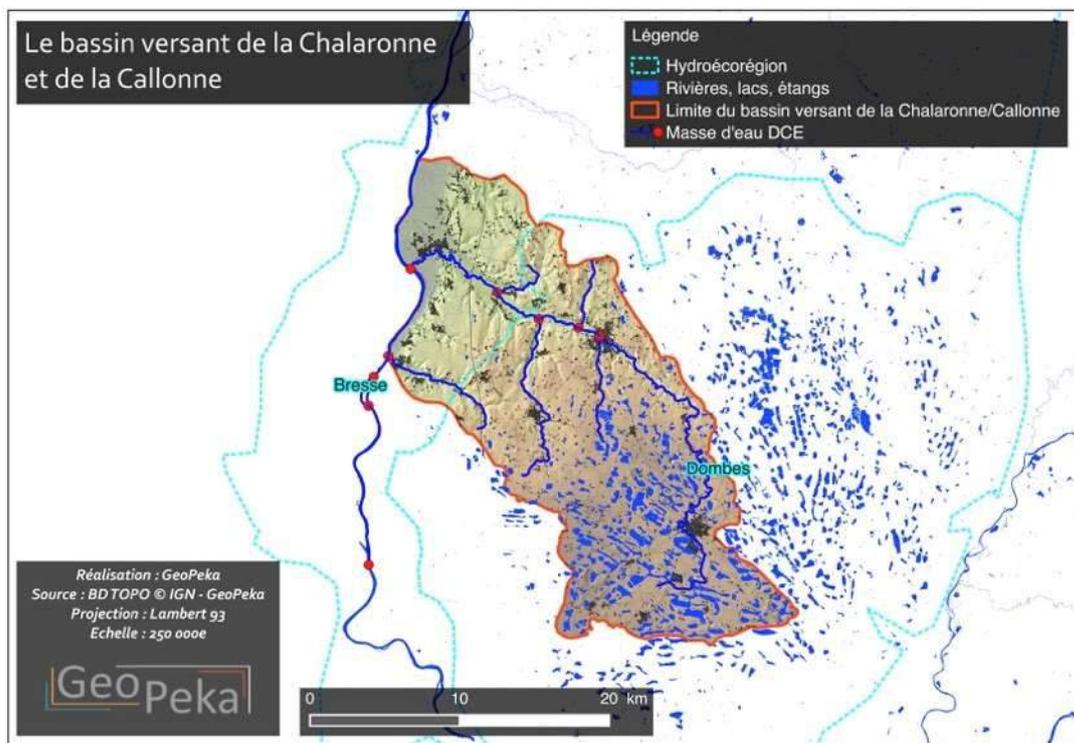
Figure 1). Il jouxte, au Nord, le bassin versant de la Veyle et, au sud, de nombreux petits bassins versants de la Saône (Sud-Est), du Rhône et de l'Ain (Sud). D'un point de vue hydro-écologique, le bassin versant se trouve à la fois sur l'ensemble bressan et celui de la Dombes. Cette dernière est une région comptant une myriade d'étangs et constitue un plateau morainique culminant aux alentours de 300 m d'altitude (cf. Figure 2)

Figure 1



*Photographie présentant le paysage du bassin versant : plateau de la Dombes (gauche) et du Val de Saône (droite).*

Figure 2



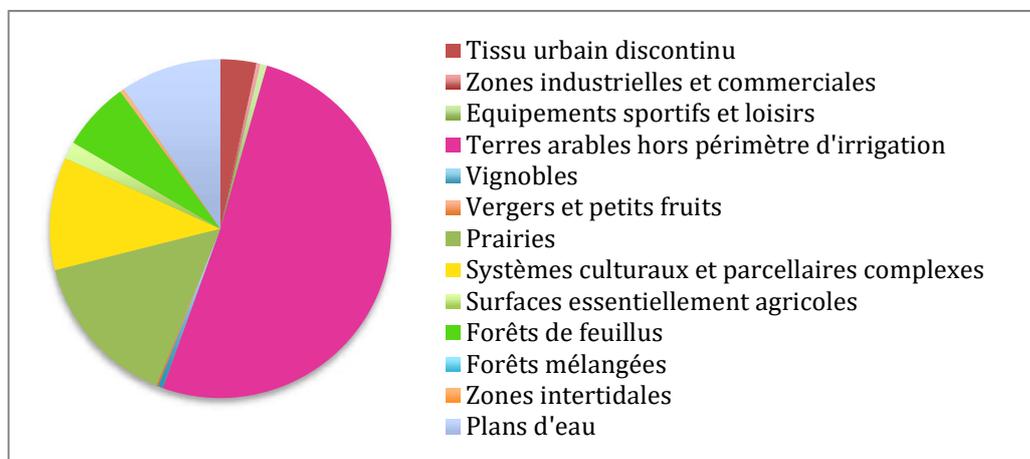
*Hydrographie et masses d'eau du bassin versant de la Chalaronne et de la Calonne*

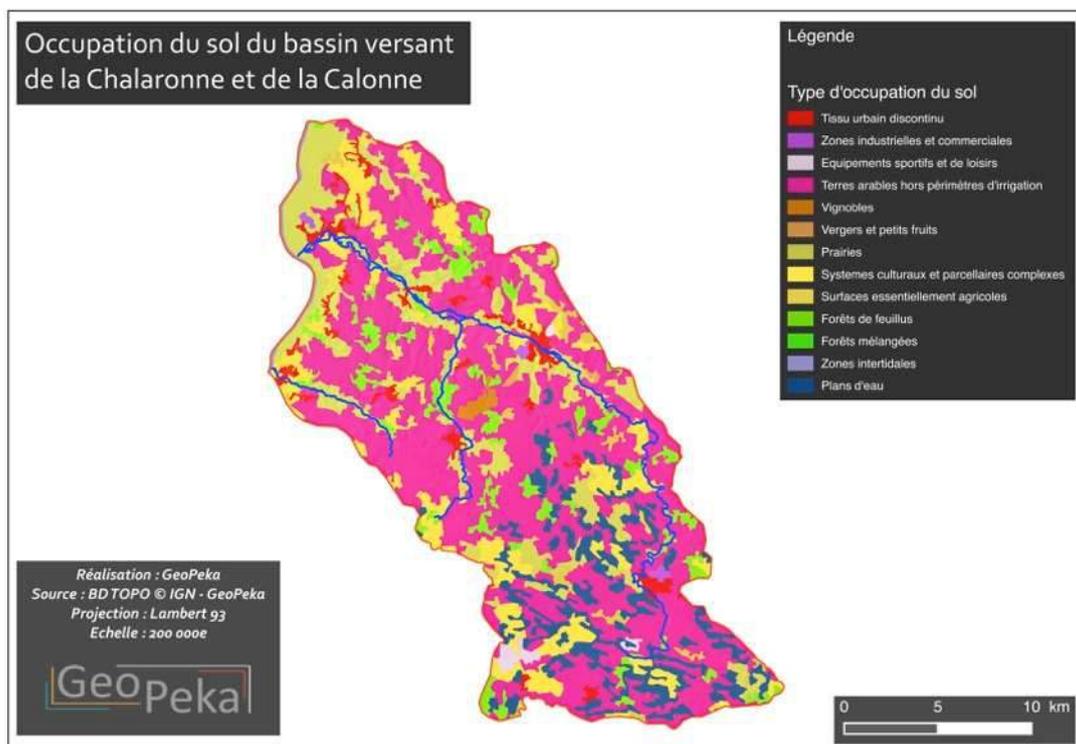
La Chalaronne prend donc sa source dans cette zone de plateau et chemine sur son amont selon une direction Sud-Nord. Elle traverse alors la commune de Villard-les-Dombes. Après un parcours de près de 20 km, elle s'oriente ensuite Sud-Est/Nord-Ouest pour rejoindre progressivement la vallée de la Saône. Les trois principales agglomération sont alors, d'amont en aval, Châtillon-sur-Chalaronne, Saint-Etienne-sur-Chalaronne et enfin Saint-Didier-sur-Chalaronne/Thoissey. Les principaux affluents de la Chalaronne sont, d'amont en aval, le ruisseau du Relevant (RD, Pk 19.17), du Vernisson (RG, Pk 17.59), le Moignans (RD, Pk 14.26 et le bief de la Glenne (RG, Pk 9.95).

Le bassin versant est essentiellement rural et agricole. Les cultures et les prairies dominent largement le paysage avec plus 75 % des surfaces (cf. Figure 3). Les surfaces en eau occupent une large place : il s'agit des étangs de la Dombes qui représente 10 % de la superficie du bassin versant. Les surfaces anthropisées (tissus urbains, zones industrielles, ...), quant à elles, sont peu représentées (< 5%).

Figure 3

<b>Type d'occupation du sol</b>	<b>Ha</b>	<b>%</b>
Terres arables hors périmètre d'irrigation	21908	51%
Prairies	6402	15%
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	4617	11%
Plans d'eau	4104	10%
Forêts de feuillus	2803	7%
Tissu urbain discontinu	1466	3%
Surfaces essentiellement agricoles	714	2%
Equipements sportifs et loisirs	276	1%
Vignobles	199	0,5%
Zones intertidales	166	0,4%
Zones industrielles et commerciales	148	0,3%
Vergers et petits fruits	72	0,2%
Forêts mélangées	9	0,02%
<b>TOTAL</b>	<b>42883</b>	<b>100%</b>





*Occupation du sol du bassin versant de la Chalaronne et de la Calone : données Corine Land Cover 2012*

Le bassin versant inclus six masses d'eau naturelles (MEN) dont deux pour le linéaire principal de la Chalaronne et une pour le Moignans. La Calone représente, elle aussi, une masse d'eau. Pour l'ensemble de ces MEN les échéances d'atteinte du bon état écologique sont 2027, sauf pour le Moignans (2015). Plusieurs de ces masses d'eau connaissent des pressions importantes au niveau de la morphologie et il est mentionné dans le Programme de Mesure (PDM) du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) piloté par l'Agence de l'Eau du bassin Rhône-Méditerranée Corse (AE RMC) que des opérations de restauration, dont une de grande envergure, sont à envisager, y compris sur le Moignans pour l'atteinte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

### 1.3. Dynamiques hydro-sédimentaires du bassin versant

Deux études portant sur l'hydromorphologie du bassin versant de la Chalaronne ont déjà été réalisées. La première par le cabinet GeoPlus en 1996 et la seconde par BRUGEAP en 2005.

La première intitulée « Etude de définition d'un schéma général de restauration, de mise en valeur et de gestion de la Chalaronne » est une étude généraliste portant sur l'ensemble des thématiques de gestion des milieux aquatiques. Cependant, un chapitre entier (Chap. 3) est consacré aux dynamiques géomorphologiques.

La seconde « Etude éco-géomorphologique de la Chalaronne et de ses principaux affluents » porte plus spécifiquement sur l'hydromorphologie des cours d'eau du bassin versant des territoires de Chalaronne. Les phases 1 et 2 de cette dernière dressent une analyse des évolutions historiques des cours d'eau et présentent un état des lieux de la

situation en 2005. Un chapitre à part entière est consacré à l'étude de l'espace de mobilité. La phase 3, quant à elle, définit des orientations de gestion.

La synthèse de l'étude BRUGEAP de 2005 sur le fonctionnement général de la Chalaronne présente un cours d'eau anthropisé de manière importante depuis une époque ancienne. Les modifications induites sont une modification du tracé en plan (rectification) et de la géométrie du lit mineur (curage). De plus, les ouvrages transversaux ont un impact fort sur la continuité sédimentaire. Au delà du rôle des aménagements sur les perturbations constatées, la morphodynamique de la Chalaronne est jugée comme faible. Ce constat, déjà dressé en 1996 par GeoPlus, a pour cause principale une énergie potentielle spécifique non suffisante pour assurer un transport solide efficace, qui se limite de fait aux éléments les plus fins. La rivière est en capacité de transporter efficacement ses apports grossiers qu'à partir de Châtillon-sur-Chalaronne pour une crue centennale et à partir de Saint-Etienne-sur-Chalaronne pour une crue décennale. Les débits de mise en mouvement des particules correspondent à des épisodes hydrologiques compris entre les crues biennales et quinquennales. Le rôle des ouvrages transversaux dans la rétention de la charge grossière est mis en avant, en raison de la rupture de la pente d'énergie qu'ils induisent, à l'image du barrage de Tallard et du seuil du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne. La continuité sédimentaire est donc qualifiée de très perturbée sauf pour les matières en suspension (MES) dont l'importance est notée en raison du contexte agricole et surtout de la présence des étangs du plateau des Dombes, régulièrement vidangés.

Pour rappel, dans l'étude BURGEAP le linéaire de Chalaronne a été découpé en quatre grands secteurs, définis selon deux variables principales : la pente et la puissance spécifique. Les analyses liées au transport solide (granulométrie, débit de mise en mouvement, débit solides théoriques) ont été calées sur ces secteurs. En fonction de ces deux critères les limites varient mais à la marge. Globalement, quatre grands secteurs sont mis en valeur :

- Secteur 1 : de T1 à T6/T8 : pentes faibles (~0.1%) et puissance spécifique inférieure à 10 W/m<sup>2</sup>. La rivière est peu dynamique d'un point de vue morpho-sédimentaire
- Secteur 2 : de T6/T8 à T10/T11 : pentes plus fortes (entre ~0.2 et 0.3 %). La puissance spécifique devient là aussi plus importante sans toutefois permettre une forte activité morphodynamique.
- Secteur 3 : de T10/T11 à T19 : secteur où la rivière est la plus dynamique. Les pentes y sont plus élevées (entre ~0.3 et 0.5 %) et la puissance spécifique avoisine le 35 W/m<sup>2</sup>, seuil théorique des ajustements morpho-dynamiques.
- Secteur 4 de T19 à T23 : la pente diminue avec l'approche de la confluence avec la Saône (de ~0.2 à 0.05 %), la rivière perd donc de l'énergie. La puissance spécifique reste cependant assez élevée bien que moins importante que sur le secteur amont.

Le diagnostic réalisé dans l'étude de 2005 a donné lieu à un inventaire des problématiques hydromorphologiques et à un plan de gestion qui visait à les résoudre. Ce document a pris la forme d'une synthèse (Rapport de phase 3) accompagnée de fiches-action. Certaines des mesures de gestion ont été réalisées dans le cadre du Contrat de Rivière, parfois avec quelques adaptations par rapport aux propositions initiales.

Avant de dresser un bilan des dynamiques hydro-sédimentaires sur le bassin versant de la Chalaronne et de la Calone, la première partie du présent rapport vise à dresser une évaluation de ces actions.

## 2. BILAN ET EVALUATION DES ACTIONS DE GESTION MENEES AU TITRE DE L'HYDROMORPHOLOGIE

### 2.1. Localisation, type d'action et démarche d'évaluation

La présente analyse porte sur 14 actions inscrites sur le volet B (cf. Figure 4) visant la restauration de la qualité physique et écologique des cours d'eau. Ces actions sont localisées et listées sur les figures ci-après (cf. Figure 4 & Figure 5). Globalement, les objectifs de ces actions peuvent être regroupés en trois grands types :

- Diversification des écoulements et des habitats aquatiques (6 actions),
- Restauration de la continuité écologique (5 actions),
- Consolidation et/ou renaturation de berge (3 actions).

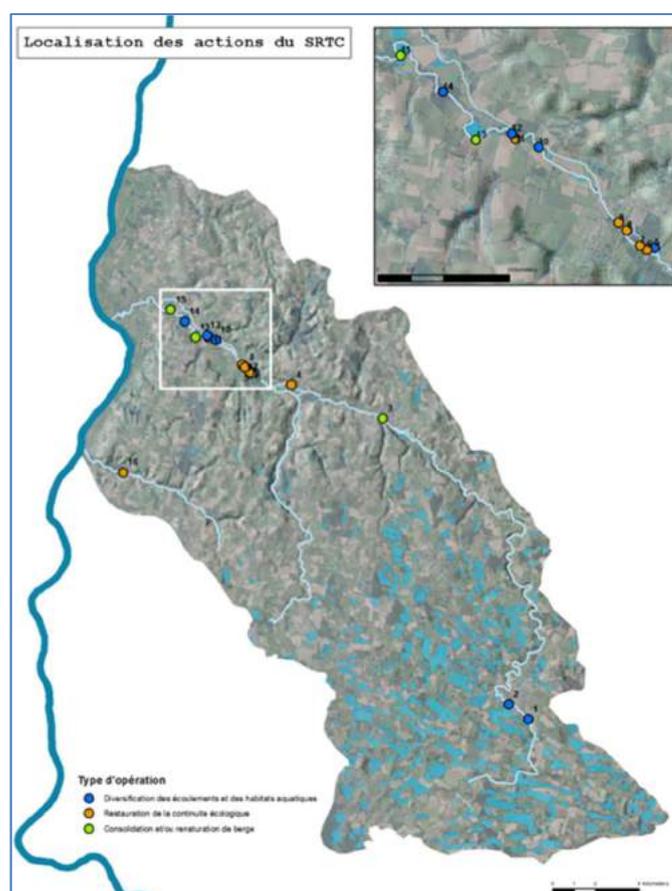
Figure 4

Numéro du site	Nom du site	Commune	Nature de l'action
1	Les Oures	Villard-les-Dombes	Diversification des écoulements et des habitats aquatiques
2	Stade de foot	Villard-les-Dombes	Diversification des écoulements et des habitats aquatiques
3	Berge ex-site Solvay	Châtillon-sur-Chalaronne	Consolidation et/ou renaturation de berge
4	Vieille Chalaronne	Dompierre-sur-Chalaronne	Restauration de la continuité écologique
5	Les Ilons	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Diversification des écoulements et des habitats aquatiques
6	Zone humide - Bras mort	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Restauration de la continuité écologique
7, 8, 9	Zone humide - seuils	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Restauration de la continuité écologique
10	Les Tourterelles	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Diversification des écoulements et des habitats aquatiques
11	Barrage de Tallard	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Restauration de la continuité écologique

12	Aval barrage de Tallard	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Diversification des écoulements et des habitats aquatiques
13	Etang Charles Bailly	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Consolidation et/ou renaturation de berge
14	La Bourassière	Saint-Didier-sur-Chalaronne	Diversification des écoulements et des habitats aquatiques
15	Etang de Vanans	Saint-Didier-sur-Chalaronne	Consolidation et/ou renaturation de berge
16	Moulin Crozet	Montceaux	Restauration de la continuité écologique

Tableaux des actions et de leurs objectifs

Figure 5



Carte de localisation des actions

Beaucoup de sites n'ont pas fait l'objet d'états initiaux ou après travaux et, pour aucun d'entre eux, un protocole de suivi avec définition d'indicateurs n'avait été défini. Nous avons donc basé notre évaluation sur une analyse, diachronique de l'état des milieux quand les données existaient, ou synchronique avec une situation de référence non aménagée. De plus, tous les sites ont fait l'objet d'au moins une inspection, parfois deux, visant à qualifier l'efficacité des actions à dire d'expert. Ces résultats nous permettent de juger les aménagements selon quatre critères :

- **leur efficacité (E)**: est-ce que les effets attendus sont bien présents? L'action est jugée efficace si les effets attendus ont été atteints : par exemple l'arrêt de l'érosion pour une protection de berge.
- **de leur durabilité (D)** : est ce que les effets s'inscrivent dans le temps long et vont-ils se poursuivre à l'avenir? Cette durabilité est jugée aussi en fonction de l'état actuel et futur potentiel des aménagements (et de leur niveau et/ou besoin d'entretien). Enfin, la durabilité est analysé également au regard des dynamiques hydro-sédimentaires potentielles : une restauration de formes alluviales sur un tronçon où le cours d'eau n'est pas capable s'ajuster est considérée comme durable.
- **de leur impact (I)** (en terme d'extension spatiale) : les effets sont-ils locaux ou globaux?
- **de leur coût (C)** : Quels ont été les coûts financer des opérations? Ils sont appréciées de manière relative par rapport aux coût totaux des actions à évaluer.

L'évaluation de ces différents critères se base les repères d'appréciation synthétiser dans la tableaux suivant (cf. Figure 6) :

Figure 6

Note	0	1	2	3	4	5
<b>Efficacité</b>	Anti-productive	Nulle à faible	Modéré	Moyenne	Bonne	Très Bonne
<b>Durabilité</b>	Nulle, les effets ont déjà disparus	Court terme (<2 ans); Remise en cause par l'état de l'aménagement	Court à moyen terme (< 5 ans); Peut être remise en cause par l'évolution de l'état des aménagements	Moyen terme (> 5 ans; < 15 ans); Nécessité d'entretien	Long terme (> 15 ans)	Sans limite sans remise en cause de l'aménagement (>30 ans)
<b>Impact</b>	Micro-habitat	Local, segment (<250 m linéaire)	Local, segment + amont/aval immédiat	Tronçons (<2,5 km)	Plusieurs tronçons	Ensemble BV (y compris zone hors linéaire)
<b>Coûts</b>	0, gratuite	+/- 10 000 €	+/- 25 000 €	+/- 50 000 €	+/- 100 000 €	+/- 150 000 €

*Tableaux des critères de notation pour l'évaluation des actions du Contrat de Rivière*

Le tableau ci-après (cf. Figure 7) présente les mesures qui ont été réalisées afin de juger les actions du contrat de rivière.

**Figure 7**

Numéro du site	Nom du site	Mesures réalisées
1	Les Oures	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
2	Stade de foot	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
3	Berge ex-site Solvay	visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
4	Vieille Chalaronne	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
5	Les Ilons	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
6	Zone humide - Bras mort	Topographie et profil d'épaisseur sédimentaire + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
7, 8, 9	Zone humide - seuils	Visite de terrain et diagnostic à dire d'expert + mesure des faciès lenticulaires induits par les seuils + analyse diachronique du profil en long
10	Les Tourterelles	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
11	Barrage de Tallard	Topographie (profil en travers), analyse qualitative du remplissage, analyse diachronique du profil en long + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
12	Aval barrage de Tallard	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
13	Etang Charles Bailly	Visite de terrain et diagnostic à dire d'expert + analyse du colmatage superficiel
14	La Bourassière	Cartographie des faciès sur tronçons aménagés et station de référence + visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
15	Etang de Vanans	Visite de terrain et diagnostic à dire d'expert
16	Moulin Crozet	Visite de terrain et diagnostic à dire d'expert + profil d'épaisseur dans le bief

*Tableaux de mesures réalisées pour juger de l'efficacité des actions du contrat de rivière*

Les résultats de ces mesures sont présentés sous forme de fiches synthétiques par action est présentée ci-après dans le § 2.2. Une analyse plus détaillée de chacun de ces actions est présentée en Annexe 1.

## 2.2. Bilan des aménagements et travaux par action

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#1 Chalaronne/ Les Oures	46,65	Villard-les-Dombes	Septembre 2012

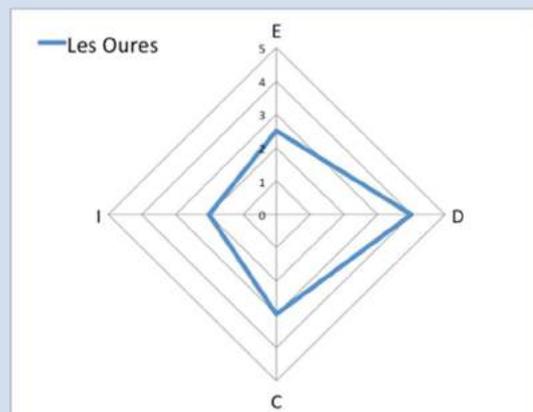
**Types d'aménagement :** une vingtaine de petits aménagements (banquettes en remblais x3 ; épi déflecteur en enrochement x1 ; épis déflecteurs en bois x6 ; embâcles contrôlés x1 ; abris à poissons x5 ; pas japonais en enrochement x1 ; blocs de pierres disséminés) sur un linéaire de 230 m



**Objectifs :** Diversification des écoulements et augmentation de la capacité auto-épuration du cours d'eau

**Etat actuel :** Bon sauf pour les banquettes végétalisées présentent des traces érosions (20 à 50 cm)

Efficacité :	Durabilité :	Impact :	Coût :
Moyenne	Long terme	Localisé	106 000 € **



**Commentaire :** La mise en place de blocs disséminés et d'embâcles contrôlés permet d'assurer une certaine diversification des habitats pour les peuplements piscicoles. En revanche les ouvrages n'ont pas permis de diversifier les écoulements. La station aménagée ne présente qu'un faciès de chenal lentique tout comme la station de référence située directement à l'amont (E2,5/5). Ces résultats s'expliquent par les dynamiques d'ajustement de la rivière en raison de la pente quasi nulle sur ce secteur. Ces faibles capacités d'ajustement rendent, en revanche, les gains acquis durables (D3,5/5) d'autant plus que les ouvrages présentent peu de traces d'altération. L'impact de l'aménagement se restreint au linéaire aménagé (I2/5). Un IAM sera réalisé par la fédération de pêche de l'Ain à l'été 2016. Le même protocole avait été réalisé avant travaux. Il sera donc possible de faire une évaluation plus complète de cette action.

Le site a été visité le 18/05/16 à un débit de 0,278 m<sup>3</sup>/s. Aucune inspection estivale n'a ici été réalisée afin d'évaluer la situation en période d'étiage. Les épis déflecteurs jouent alors probablement leur rôle de resserrement du chenal en eau.

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#2 Chalaronne/ Stade de foot	45,75	Villard-les-Dombes	Septembre 2012

**Types d'aménagement :** Sur 190 mètres de linéaire, retalutage des berges en pente douce sur la partie amont du site, construction de banquettes sur les deux rives pour resserrer les écoulements et créer un tracé sinueux. Un petit seuil rustique a également été installé.

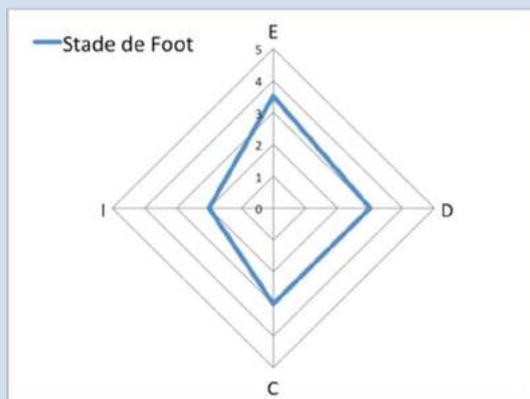


Photo avant travaux (gauche) et quatre ans après travaux (droite)

**Objectifs :** Diversification des écoulements et maintien d'une lame d'eau suffisante à l'étiage

**Etat actuel :** les travaux réalisés présentent une altération sensible. Le géotextile qui maintenait la structure des banquettes a été arraché et les matériaux constituant les remblais sont progressivement en train de s'éroder. Ce phénomène concerne surtout les banquettes de la rive gauche. Les banquettes en rive droite ont mieux résistées, malgré une érosion latérale, et sont peu à peu colonisées par la végétation. Le développement de la végétation permettra de réduire l'érosion.

Efficacité :	Durabilité :	Impact :	Coût :
Bonne	Long terme	Localisé	106 000 € **



**Commentaire :**

Malgré une altération avancée des banquettes, elles permettent encore de resserrer les écoulements suivant une trajectoire légèrement sinueuse. Ce resserrement génère une légère diversité des écoulements en créant notamment des faciès lotiques inexistant sur la station de référence. L'efficacité de l'aménagement est donc jugée comme bonne (E 3,5/5). Les altérations constatées peuvent remettre légèrement en cause la durabilité de l'aménagement assurée par ailleurs par la faiblesse des dynamiques hydro-sédimentaires (D3/5). Enfin l'impact est limité au linéaire aménagé (I2/5).

Un IAM sera réalisé par la fédération de pêche de l'Ain à l'été 2016. Le même protocole avait été réalisé avant travaux. Il sera donc possible de faire une évaluation plus complète de cette action.

Le site a été visité le 18/05/16 à un débit de 0,278 m<sup>3</sup>/s. Aucune inspection estivale n'a ici été réalisée afin d'évaluer la situation en période d'étiage. Les épis déflecteurs jouent alors probablement leur rôle de resserrement du chenal en eau.

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#3 Chalaronne/ Ex site Solvay	19	Châtillon-sur- Chalaronne	Juin 2013

**Types d'aménagement :** Arasement du mur de soutènement et pose d'une nouvelle canalisation. Retalutage de la berge et aménagements de risbermes.



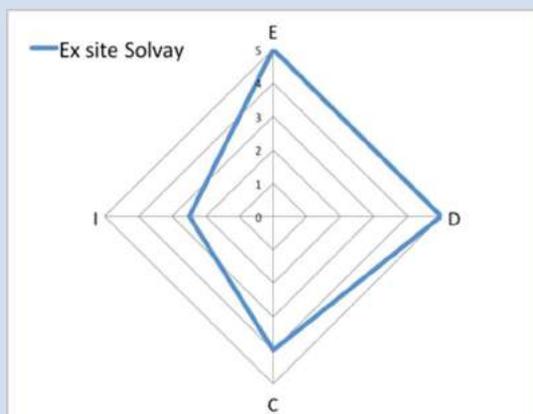
Photo avant travaux (gauche) et quatre ans après travaux (droite)

**Objectifs :** Consolidation et renaturation de la berge

**Etat actuel :** Bon état, aucune altération constatée

Efficacité :	Durabilité :	Impact :	Coût :
Très bonne	Long terme	Localisé + proche aval	172 000 €

Commentaire :



*L'objectif de renaturation de la berge est atteint comme en témoigne les photos avant et après travaux. Aucune trace d'érosion n'a été constatée. Par ailleurs, l'élargissement de la largeur à plein bord permet un meilleur étalement des eaux en crue (E.5/5). La durabilité de l'aménagement est aussi jugée comme très bonne (D5/5). Enfin l'impact est localisé au linéaire traité augmenté du risque d'inondation en partie limité sur le linéaire aval (zone urbaine) (I2,5/5).*

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#4 Chalaronne/ Vieille Chalaronne	Entre les pK 12.75 et 14.66	Dompierre-sur- Chalaronne	Juin 2011

Types d'aménagement : Création d'échancrures sur 10 des 18 petits seuils piscicoles créé en 2000

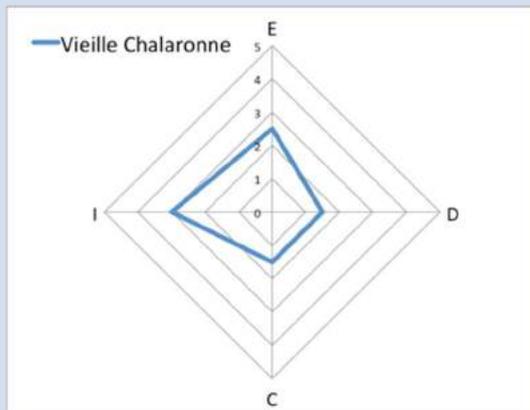


Objectifs : Restauration la libre circulation piscicole et sédimentaire, notamment vis-à-vis des sédiments fins. Réduction de l'homogénéisation des faciès d'écoulement

Etat actuel : Bon état

<u>Efficacité</u> :	<u>Durabilité</u> :	<u>Impact</u> :	<u>Coût</u> :
Moyenne	Court/Moyen terme	Localisé + proche amont et aval	18 900 €

Commentaire :



La création des échancrures a permis de réduire en partie le colmatage par les sédiments fins. En effet, les épaisseurs de sédiments fins de 2 à 4 cm sur la moitié amont de la vieille Chalaronne. En revanche, aucune évolution n'a été constatée sur la partie aval. Par ailleurs, la comparaison de la diversité des faciès d'écoulement ne montre aucune évolution positive due aux aménagements. (E<sub>2,5/5</sub>). L'absence de diversification des écoulements est probablement due à un défaut d'entretien qui réduit la durabilité. Cette dernière est donc jugée comme médiocre car sans un entretien régulier, les échancrures ont tendance à être obstruées par des branchages (constat dressé sur 6 des 10 seuils). (D<sub>1,5/5</sub>). Enfin, sans le défaut d'entretien, l'impact de cette mesure s'étend, sur les aspects biologiques, aux milieux connexes amont et aval (I<sub>3/5</sub>)

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#5 Chalaronne/Les Îlons	Entre les Pk 11.30 et 11.45	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Eté 2014

Types d'aménagement : 10 épis en génie végétal implantés en quinconce



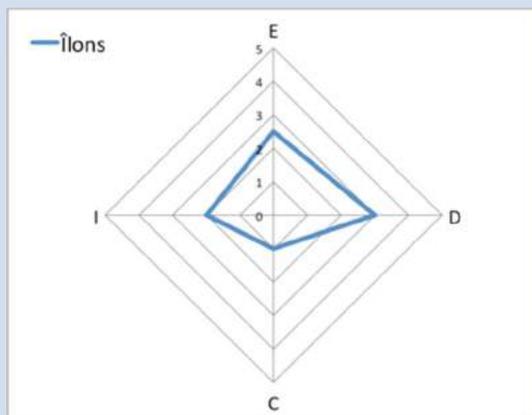
Objectifs : Diversification des écoulements et maintien d'une lame d'eau suffisante à l'étiage.

Etat actuel : Bon état global, deux épis présentent des traces d'altération

<u>Efficacité</u> :	<u>Durabilité</u> :	<u>Impact</u> :	<u>Coût</u> :
Moyenne	Moyen / Long terme	Localisé	7 400 €

Commentaire :

Les épis ont été inspectés à deux périodes différentes (le 16/03/16 et le 23/08/16). Globalement, une légère diversification des écoulements a été constatée, avec une apparition de faciès lotique supplémentaire. Le resserrement du chenal en période d'étiage n'est que partiellement assuré en raison de la longueur non suffisante des épis. En revanche, un début de sédimentation entre les épis de même rive est parfois constaté. Cette dernière présente souvent une granulométrie plus fine que celle présente dans l'axe du chenal d'écoulement (E2,5/5). La durabilité des effets est jugée à long terme car le secteur est dynamique et que les évolutions semblent pouvoir se poursuivre. Mais cette durabilité est également conditionnée par l'altération des ouvrages qui peut également évoluer (D3/5). Enfin l'impact de cet aménagement est localisé au linéaire traité (I2/5).



Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#6 Chalaronne/Ancien bras mort	11.25	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	2013

**Types d'aménagement :** Reconnexion aval par suppression d'un busage. Entretien de la végétation



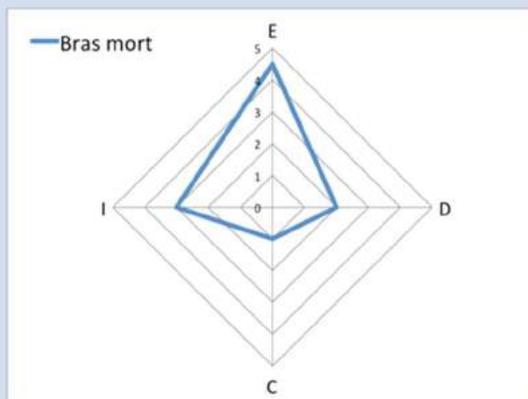
Photographie avant (vue vers le chenal) et après travaux (mai 2016, vue vers l'amont)

**Objectifs :** Restauration de la continuité écologique et maintien de la biodiversité

**Etat actuel :** Sans objet

<u>Efficacité :</u>	<u>Durabilité :</u>	<u>Impact :</u>	<u>Coût :</u>
Bonne	Moyen terme	Localisé	7 400 €

Commentaire :



Le retraitement de la buse a permis une reconnexion du bras mort qui n'est, en revanche, effective que pour des débits dans la Chalaronne avoisinant les 1,3 m<sup>3</sup>/s. La reconnexion uniquement aval induit une sédimentation par décantation sans que des décapages en crue soient possibles. L'absence de profil avec un point de calage défini ou de plan de travaux, ne nous permet de mesurer un taux de sédimentation. Ainsi l'efficacité de l'action est jugée bonne, voire très bonne (E<sub>4,5/5</sub>) mais la durabilité moyenne (D<sub>3/5</sub>). Enfin l'impact reste localisé au linéaire proche de cette annexe fluviale (I<sub>2/5</sub>).

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#7,8,9 Chalaronne/Seuil de la zone humide	11.25	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Été 2014

Types d'aménagement : Echantures sur 3 seuils en enrochement

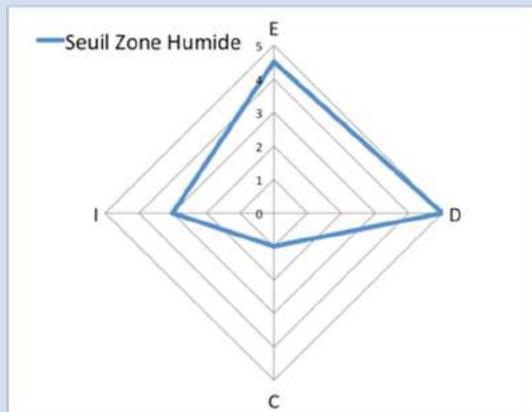


Objectifs : Restauration de la continuité écologique et sédimentaire

Etat actuel : Bon état

<u>Efficacité</u> :	<u>Durabilité</u> :	<u>Impact</u> :	<u>Coût</u> :
Bonne	Long terme	Localisé + proche amont et aval	7 400 €

Commentaire :



Les échantures réalisées ont réduits de manière significative la hauteur de chute, augmentant ainsi la franchissabilité piscicole. D'un point de vue morphologique, ces seuils ne constituaient probablement pas un obstacle au transit sédimentaire. Cependant, ces échantures facilitent le passage des sédiments aux regards des évolutions du profil en long. L'efficacité de l'action est donc bonne (E<sub>4,5/5</sub>) et la durabilité très bonne dans la mesure où les échantures ne risquent pas d'être obstruées (D<sub>5/5</sub>) Enfin l'extension de l'impact de l'action concerne, pour ce qui est des aspects biologiques, les tronçons proches amont et aval (I<sub>3/5</sub>).

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#10 Chalaronne/ Les Touterelles	8.5	Saint-Etienne-sur- Chalaronne	Été 2014

Types d'aménagement : 10 épis en génie végétal implantés en quinconce sur environ 500 m linéaire



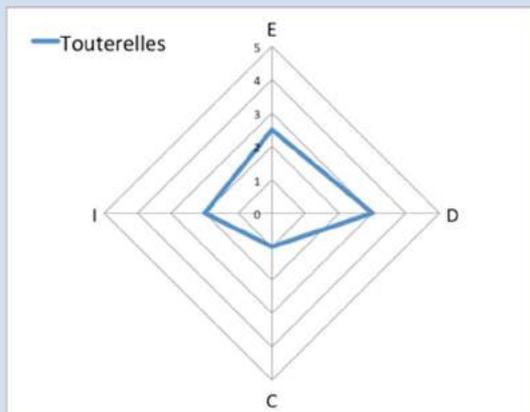
Objectifs : Diversification des écoulements et maintien d'une lame d'eau suffisante à l'étiage.

Etat actuel : Bon état global, deux épis présentent des traces d'altération et 1 est en mauvais état

<u>Efficacité :</u>	<u>Durabilité :</u>	<u>Impact :</u>	<u>Coût :</u>
Moyenne	Moyen / Long terme	Localisé	7 400 €

Commentaire :

Les épis ont été inspectés à deux périodes différentes (le 16/03/16 et le 23/08/16). Globalement, une légère diversification des écoulements a été constatée, avec une apparition de faciès lotiques supplémentaires. Le resserrement du chenal en période d'étiage n'est que partiellement assuré en raison de la longueur non suffisante des épis. De plus, il est possible de noter que ce site est idéalement localisé car dans la zone d'influence du barrage de Tallard. En revanche, un début de sédimentation entre les épis de même rive est parfois constaté. Cette dernière présente souvent une granulométrie plus fine que celle présente dans l'axe du chenal d'écoulement (E2,5/5). La durabilité des effets est jugée à long terme car le secteur est dynamique et que les évolutions semblent pouvoir se poursuivre. Mais cette durabilité est également conditionnée par l'altération des ouvrages qui peut également évoluer (D3/5). Enfin l'impact de cet aménagement est localisé au linéaire traité (I2/5).



Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#11 Chalaronne/Tallard	8.04	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Eté / Automne 2012

**Types d'aménagement :** Aménagement de la berge en rive droite et automatisation du vannage

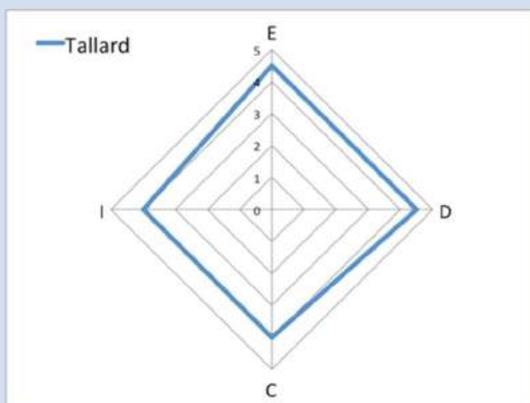


**Objectifs :** Rétablissement de la continuité sédimentaire. Amélioration de la gestion de débits dans le canal des Echudes et réduction des risques d'inondation à l'amont du barrage

**Etat actuel :** Bon état global

Efficacité :	Durabilité :	Impact :	Coût :
Bonne / très bonne	Long terme	Tronçon amont et jusqu'à la confluence	138 000 €

**Commentaire :**



L'automatisation de la vanne semble avoir été efficace par rapport aux objectifs sédimentaires (E4,5/5). En effet, le profil topographique réalisé ne montre pas de différences significatives avec les levés de 2012. Le fond de la retenue est composé de matériaux assez grossiers. De plus, des atterrissements mobiles sont présents en aval du barrage. Ces trois éléments laissent supposer que la transparence sédimentaire de l'ouvrage est effective. La durabilité de l'action est importante, seul des défauts de maintenance du système automatique pourrait venir limiter les effets de cette action dans la temps (D4,5/5). Enfin l'impact est important car il permet de restaurer le transit sédimentaire jusqu'à la confluence avec la Saône (le seuil du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne étant lui aussi transparent) (I4/5).

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#12 Chalaronne/Epis éventail	7.9	Saint-Etienne-sur-Chalaronne	Eté 2014

**Types d'aménagement :** Epi inversé en génie écologique et en forme d'éventail constitué par un assemblage de troncs

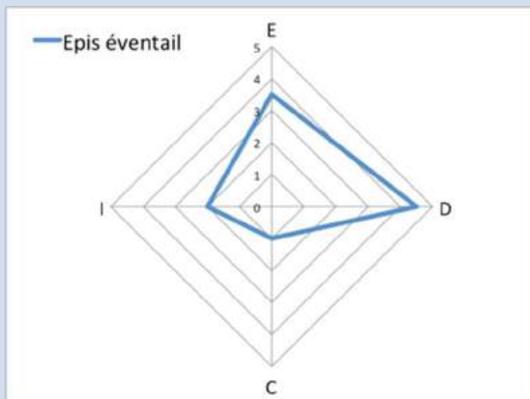


**Objectifs :** Diversification des écoulements

**Etat actuel :** Bon état global, en début de végétalisation

<u>Efficacité :</u>	<u>Durabilité :</u>	<u>Impact :</u>	<u>Coût :</u>
Très bonne	Long terme	Localisé	7 400 €

Commentaire :



La comparaison avec la station de référence montre une nette diversification des écoulements et le début d'une légère encoche d'érosion en rive opposée. L'efficacité de cet aménagement est jugée comme bonne (E<sub>3,5/5</sub>). La durabilité est également évaluée positivement car la rivière a, sur ce secteur, l'énergie disponible pour s'auto-ajuster, l'évolution morphologique peut donc se poursuivre dans les années à venir (D<sub>4/5</sub>). De plus la surface de l'épi commence à se végétaliser, l'aménagement va donc probablement se fixer à long terme. En revanche, l'impact reste localisé au linéaire aménagé (I<sub>2/5</sub>).

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#13 Chalaronne/ Etang Charles Bailly	Entre 7.2 et 7.35	Saint-Etienne-sur- Chalaronne	Eté 2014

Types d'aménagement : Epis en pieux battus et re-végétalisation de la berge

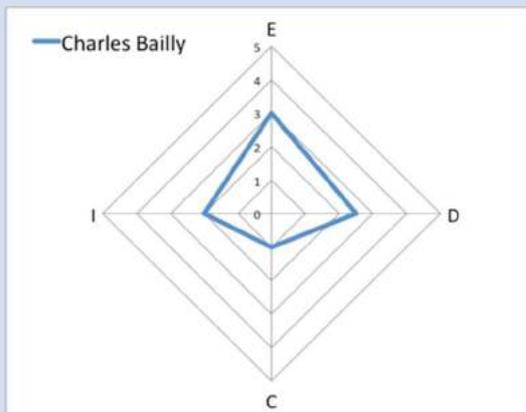


Objectifs : Protection de berge gauche et remobilisation de l'atterrissement rive droite

Etat actuel : Bon état

<u>Efficacité</u> :	<u>Durabilité</u> :	<u>Impact</u> :	<u>Coût</u> :
Moyenne à bonne	Moyen terme	Localisé	7 400 €

Commentaire :



Les épis en pieux battus ont été globalement efficaces en ce qui concerne la protection de la berge gauche, surtout sur la partie amont de l'érosion. En revanche, leur hauteur et la disparition des sédiments grossiers qui avaient été installés entre les blocs diminuent la redirection du courant en rive opposée. A l'amont de la zone, les épis, couplés à l'effet des plantations en pied de berge, ont donc stoppé l'érosion. Cette dernière reste encore active à l'aval de l'épi aval et menace encore en partie la route faisant ici office d'enjeu à protéger. En revanche, le renvoi du courant sur la rive droite n'a eu aucun effet en termes de remobilisation de l'atterrissement de convexité (E2/5). Il est difficile de juger de la durabilité de cette action car elle est très dépendante du développement des saules plantés en pied de berge (D2,5/5). L'impact est localisé au secteur aménagé (I2 /5)

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#14 Chalaronne/ La Bourassière	Entre le Pk 6.25 et 6.5	Saint-Didier-sur- Chalaronne	Été 2014

**Types d'aménagement :** 20 épis en génie végétal implantés en quinconce sur environ 500 m linéaire

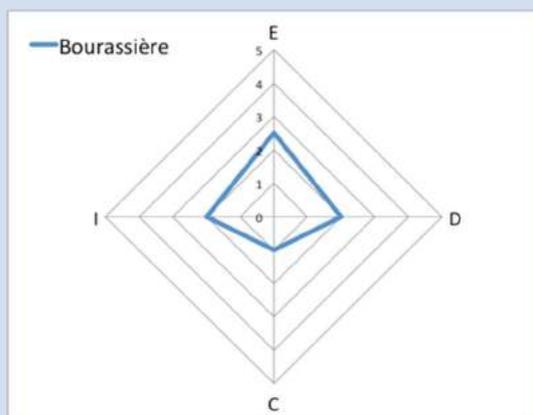


**Objectifs :** Diversification des écoulements et maintien d'une lame d'eau suffisante à l'étiage.

**Etat actuel :** Etat moyen, deux épis présentent des traces d'altération et 5 sont en mauvais état. Trois épis ont disparus.

<u>Efficacité :</u>	<u>Durabilité :</u>	<u>Impact :</u>	<u>Coût :</u>
Moyenne	Moyen terme	Localisé	7 400 €

Commentaire :



Globalement, une légère diversification des écoulements a été constatée, avec une apparition de faciès lotiques supplémentaires. Le resserrement du chenal en période d'étiage n'est que partiellement assuré en raison de la longueur non suffisante des épis. En revanche, un début de sédimentation entre les épis de même rive est parfois constaté. Cette dernière présente souvent une granulométrie plus fine que celle présente dans l'axe du chenal d'écoulement (E2,5/5). La durabilité des effets est jugée que à moyen terme car le secteur est globalement dynamique, la zone où sont implantés les épis présente une pente très faible. De plus, les potentielles évolutions morphologiques sont conditionnées par l'altération des ouvrages qui peut également évoluer (D2/5). Enfin, l'impact de cet aménagement est localisé au linéaire traité (I2/5).

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
# 15 Chalaronne/Vanans	Pk 4.5	Saint-Didier-sur-Chalaronne	Été 2014

**Types d'aménagement :** dans un premier temps, protection de berge avec des techniques mixtes (pieux + enrochement libre), puis épis en tronc et creusement d'un bras de décharge



**Objectifs :** Protection de berge

**Etat actuel :** Etat mauvais pour la 1ere protection, bon état pour les épis déflecteurs suivants et état moyen pour la bras de décharge (comblement par sédimentation grossière).

Efficacité :	Durabilité :	Impact :	Coût :
Mauvaise à moyenne	Moyen / Court terme	Localisé	56 100 €

**Commentaire :**

*L'efficacité globale de cette action est moyenne. Si la protection initiale n'a pas été assez résistante, les épis déflecteurs construits en mesure de sauvegarde semblent assez efficaces. Le bras de décharge, quant à lui, fait son office, mais connaît aussi d'importants dépôts, surtout au niveau de sa connexion avec le chenal, qui peuvent réduire son efficacité (E2/5) et la durabilité de cette mesure de sauvegarde. Si l'érosion initiale semble aujourd'hui contrôlée, la stabilité de la première protection n'est pas assurée. (D1,5/5). L'impact géographique de cette action est localisé au linéaire concerné par l'aménagement (I2/5).*

Rivière/Nom	Pk	Commune	Date de réalisation
#16 Calone/ Moulin Crozet	2.75	Montceaux	Avril 2014

Types d'aménagement : Création d'une rivière de contournement

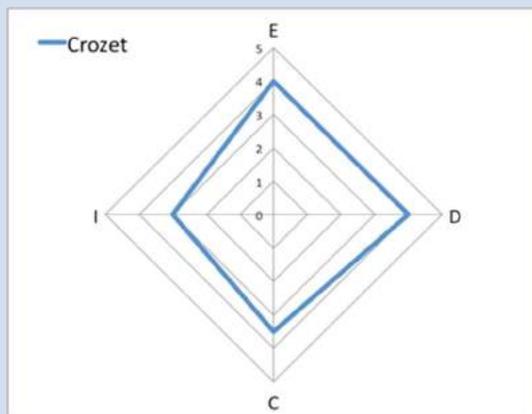


Objectifs : Restauration de la continuité écologique

Etat actuel : Bon état

<u>Efficacité</u> :	<u>Durabilité</u> :	<u>Impact</u> :	<u>Coût</u> :
Bonne	Moyen / Long terme	Localisé + tronçon amont et aval	76 400 €

Commentaire :



L'efficacité de cette action est jugée comme étant bonne dans la mesure où la fonctionnalité de cet aménagement a été vérifiée par la fédération de pêche. Des problèmes liés à la sédimentation dans le bief d'amenée ont été relevés mais rien ne prouve en l'état actuel qu'ils soient liés à la construction de la rivière de contournement (E4/5). L'aménagement et sa prise d'eau ne semblent pas être menacés dans leur fonctionnement par la sédimentation du bief, mais cette dernière reste à surveiller (D4/5). Enfin, l'impact de cette action se borne aux tronçons amont (Pk4.75) et aval (Pk2) délimités par des ouvrages non franchissables (I.3/5).

## 2.3.Synthèse de l'évaluation des actions

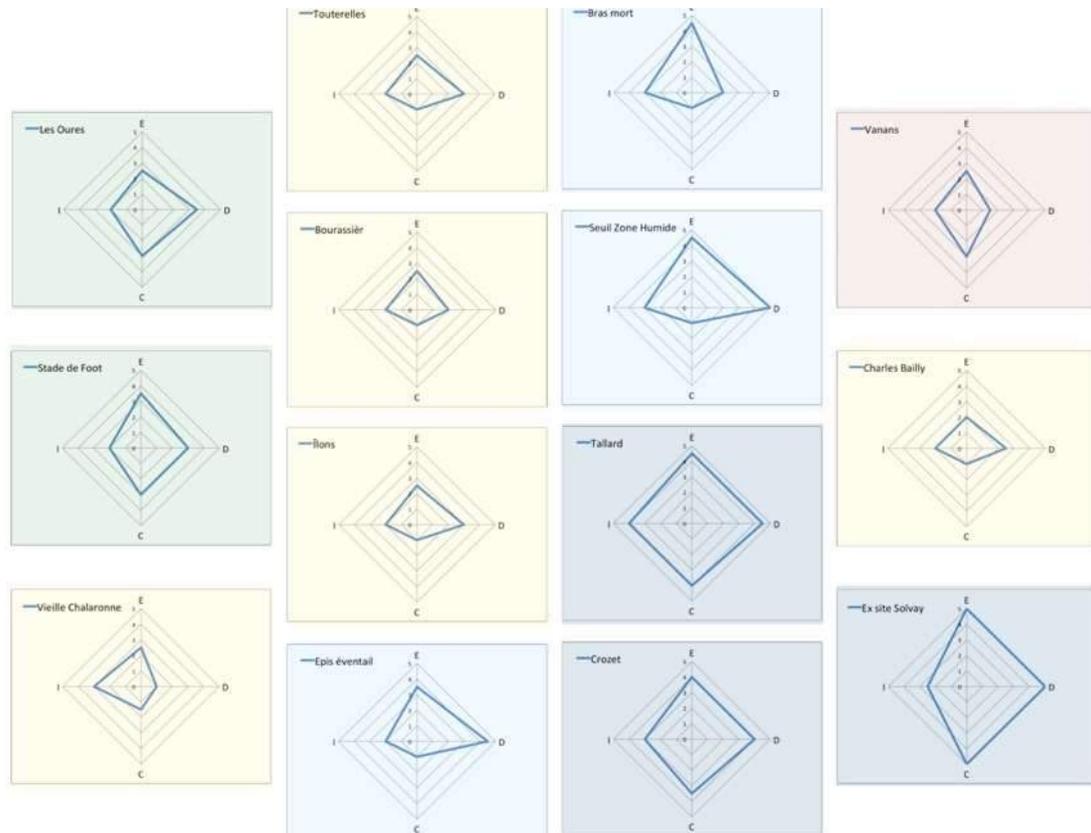
Les actions qui ont été entreprises dans le cadre du Contrat de Rivière ont eu des effets différenciés en fonction de leurs objectifs initiaux, des moyens mis en œuvre et de leur localisation (cf. Figure 8).

Tout d'abord, les actions entreprises au titre la restauration de la continuité sédimentaire semblent être les plus efficaces, notamment en raison de leur durabilité et de l'emprise de leurs impacts. Les effets de ces actions s'inscrivent dans le temps long car les modifications apportées aux aménagements en place ne sont pas remises en cause, sauf par un défaut d'entretien effectif comme dans le cas des petites échancrures de seuil sur la Vieille Chalaronne (action #4). De plus, l'emprise spatiale de ces effets est plus large que pour des opérations de protection de berge ou de diversification des écoulements. A ce titre, l'action menée sur le vannage du barrage de Tallard est significative. Cette dernière est probablement celle qui a eu le plus d'effets sur la restauration des dynamiques hydro-sédimentaires. Toutefois, notons qu'il s'agit aussi d'une des actions qui a le coût le plus élevé.

Les actions relatives aux protections de berges présentent aussi une bonne efficacité globale en termes d'atteinte des objectifs sauf pour l'action #15, de durabilité. Si elles participent plus à une réduction des dynamiques hydro-sédimentaires (limitation des dynamiques latérales), leur réalisation se justifie pleinement au regard des enjeux riverains : réfection d'une canalisation, réduction des inondations et amélioration du cadre de vie dans le cadre de l'action sur le l'ex-site Solvay (action #3), route pour l'érosion de l'étang Charles Bailly (action #13), étang pour le site de Vanans (action #15). Pour cette dernière action, notons que l'aménagement initial a été lourdement endommagé mais les mesures de sauvegarde entreprises semblent, pour le moment, être relativement efficaces. L'érosion de l'étang Charles Bailly se poursuit à l'aval et continue à menacer la route constituant l'enjeu à protéger. Ces actions présentent des coûts très variables et difficilement comparables en raison du contexte et des données d'évaluations financières disponibles (coût global pour les actions #5 à 10 et 12 à 14)

Enfin, les actions de diversification des écoulements ont un bilan plus mitigé. La raison principale semble être l'emprise des effets, toujours locale, mais aussi l'état des aménagements d'une part, qui sont présentent des traces d'altération, et au potentiel d'auto-ajustement du cours d'eau d'autre part. Ainsi, les aménagements réalisés sur l'amont du bassin versant ont peu d'effets et n'en n'auront probablement que peu dans le futur, alors que ceux localisés plus à l'aval présentent plus de potentiel. L'épi éventail, structure innovante en terme de restauration en génie végétal, se démarque dans son efficacité et sa durabilité par rapport aux épis transversaux. Ces derniers ont été quelque peu sous-dimensionnés par rapport à la largeur de la rivière n'obstruant pas assez les écoulements. En revanche, l'avantage de ces opérations réside dans leur coût relativement modeste.

Figure 8



Graphiques présentant les résultats de l'évaluation action par action. 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> colonne : actions ayant comme objectif la diversification des écoulements, 3<sup>e</sup> colonne actions dont le but est la restauration de la continuité sédimentaire et écologique, 4<sup>e</sup> colonne les actions visant à protéger des enjeux. En rouge les actions ayant le moins rapport coût/efficacité-durabilité-impact ; et en bleu clair, celles avec le meilleur. Trois intermédiaire se distinguent également : les actions aux coûts réduits mais peu efficace (jaune), les action très efficace mais onéreuses (bleu sombre) et les action moyennement efficace présentant un certain coût (verte).

### 3. ACTUALISATION DE L'ETAT HYDROMORPHOLOGIQUE DE LA CHALARONNE ET DU MOIGNANS

L'actualisation de l'état hydro-morphologique de la Chalaronne et du Moignans correspond à la phase 2 décrite dans le cahier des charges. Il s'agit de dresser un bilan de l'état hydro-morphologique sur la Chalaronne (à l'exclusion du tronçon correspondant au secteur 2 de l'étude BURGEAP 2005, entre les Pk 40 et 21, de l'aval de Villard-les-Dombes à Châtillon-sur-Chalaronne, considéré comme étant en « bon état géomorphologique ») et du Moignans.

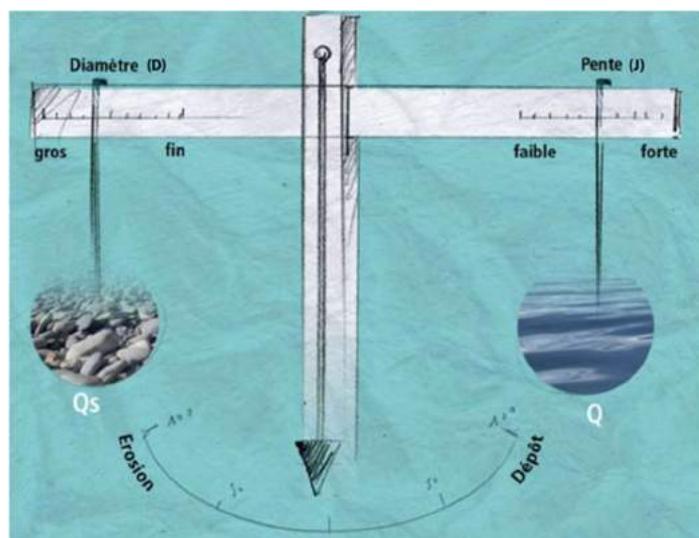
Ce bilan est réalisé selon une méthode qui consiste, dans un premier à temps, à identifier les variables de contrôle du fonctionnement hydro-sédimentaire afin de connaître le contexte géomorphologique dans lequel se joue les dynamiques du transport solide. De l'identification de ces éléments structurels, nous en déduisons des tronçons de fonctionnement théoriques, qui nous serviront de cadre interprétatif pour la seconde étape. Cette dernière vise à étudier les réponses du cours d'eau à ces éléments structurels et à analyser si elles correspondent aux fonctionnements théoriques. Enfin, nous nous intéresserons aux dynamiques morphologiques du lit. Notre approche se base sur la notion d'hydrosystème, nous considérons ces dynamiques en fonction de la dimension de leur expression : latérale, verticale, longitudinale et enfin temporelle. L'approche diachronique sera développée par une comparaison avec les données de 2005. Plutôt qu'une méthode basée sur de la modélisation, nous travaillerons donc à partir de nos données issues de notre inventaire de terrain pour, au final, déterminer des tronçons hydro-morphologiquement homogènes. C'est seulement à ce niveau de l'analyse que nous chercherons à évaluer les capacités de transport de la Chalaronne. Enfin Nous comparerons ce diagnostic du fonctionnement hydro-sédimentaire avec une analyse de la qualité des milieux.

#### 3.1. Structure hydro-morphologique : les variables de contrôle de l'hydrosystème Chalaronne

Les dynamiques hydro-sédimentaires sont, au sein d'un bassin versant de la taille de celui de la Chalaronne, fluctuantes, d'amont en aval et mais aussi dans le temps. D'une manière théorique, ces fluctuations sont expliquées par la variation des débits liquides et solides, eux-mêmes conditionnés par la pente du lit et les matériaux disponibles. Ces éléments sont souvent présentés sous la forme schématique de la balance de Lane (cf. Figure 9), qui explique comment ces variables produisent alternativement des dynamiques

de dépôts et d'érosion, définissant globalement le style fluvial d'un cours d'eau et des dynamiques hydro-sédimentaires.

Figure 9



La balance de Lane (source : *Eléments d'hydromorphologie fluvial*, JR. MALAVOI et JP BRAVARD, ONEMA)

Certains paramètres influencent de manière contextuelle et globale l'équilibre ou de déséquilibre de la balance de Lane. Il s'agit de structures inhérentes au bassin versant. Ces dernières sont des éléments qui peuvent varier dans le temps et l'espace mais à des échelles temporelles dépassant le temps de la gestion et de l'action humaine. Elles sont alors considérées comme des invariants et composent donc un contexte déterminant des dynamiques hydro-sédimentaires. Leur prise en compte est essentielle pour comprendre l'évolution de la Charente dans son bassin versant et définir une gestion durable. La géologie, le relief (ou orographie), le climat et l'hydrologie, la végétation font partie de ces structures, aussi nommées « variables de contrôle ».

#### Eléments de méthode :

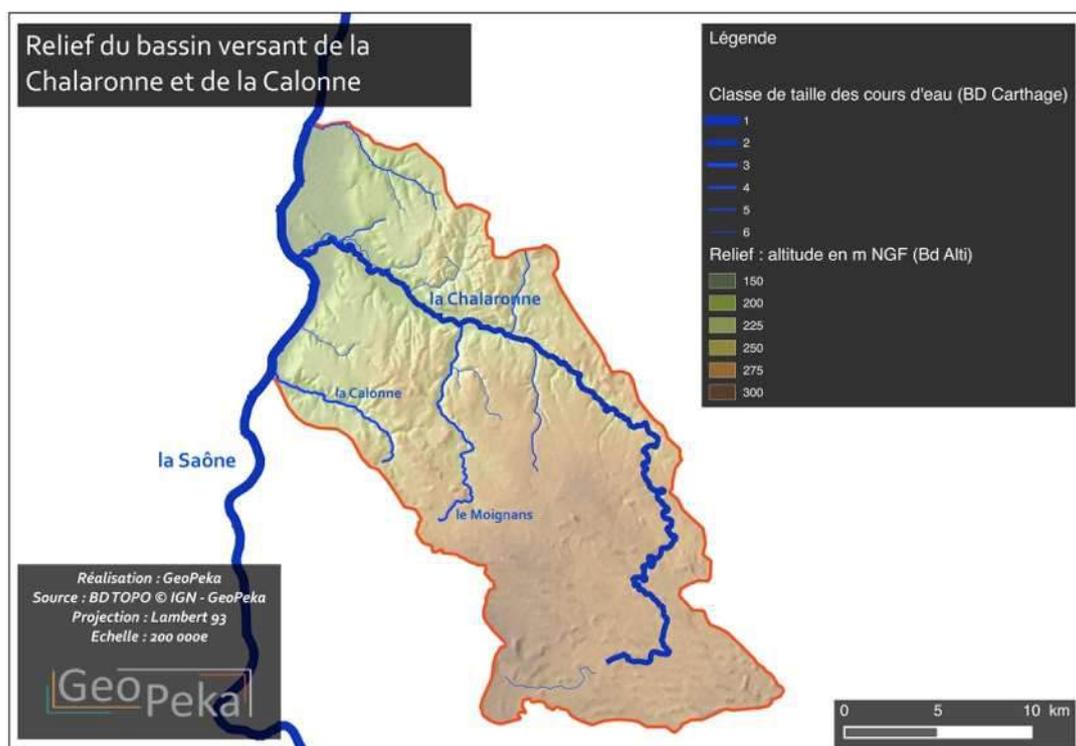
Les principales variables de contrôle sont étudiées, dans un premier temps une à une. Cette analyse se base sur des jeux de données dont la résolution spatiale est bonne à l'échelle du bassin versant (~ entre 1/100 000 et le 1/50 000). Ces jeux de données sont :

- pour la pente du fond de vallée : profil en long établi sur un linéaire de référence et la BD ALTI © IGN (MNT, résolution 50m). Le linéaire de référence utilisé correspond à l'axe médian du chenal digitalisé manuellement sur les ortho-photographies les plus récentes à disposition (2013).
- pour les largeurs du fond de vallée : l'utilisation des données BURGEAP cartographiant l'espace maximal (fond alluvial quaternaire, zone Fz des cartes géologiques).
- pour la géologie : les cartes géologiques imprimées du BRGM et la notice de la carte de Belleville.
- pour les apports hydriques : les données issues de l'étude hydraulique menée par BURGEAP en 2006.

### 3.1.1. Orographie : pente et forme du fond de vallée

Le relief du bassin versant est globalement marqué par deux entités majeures : la plaine de la Saône (alt. ~170/180 m) à l'Ouest et le plateau de la Dombes (alt. ~ 280/300 m) qui couvrent la moitié méridionale du bassin versant (cf. Figure 10). La morphologie de la vallée de la Chalaronne est donc déterminée par le passage de l'une à l'autre de ces deux entités orographiques. Deux paramètres sont utilisés ici pour comprendre l'évolution de cette morphologie : la pente (à distinguer de la pente locale du lit de la rivière) et la largeur de la vallée (cf. Figure 11).

Figure 10

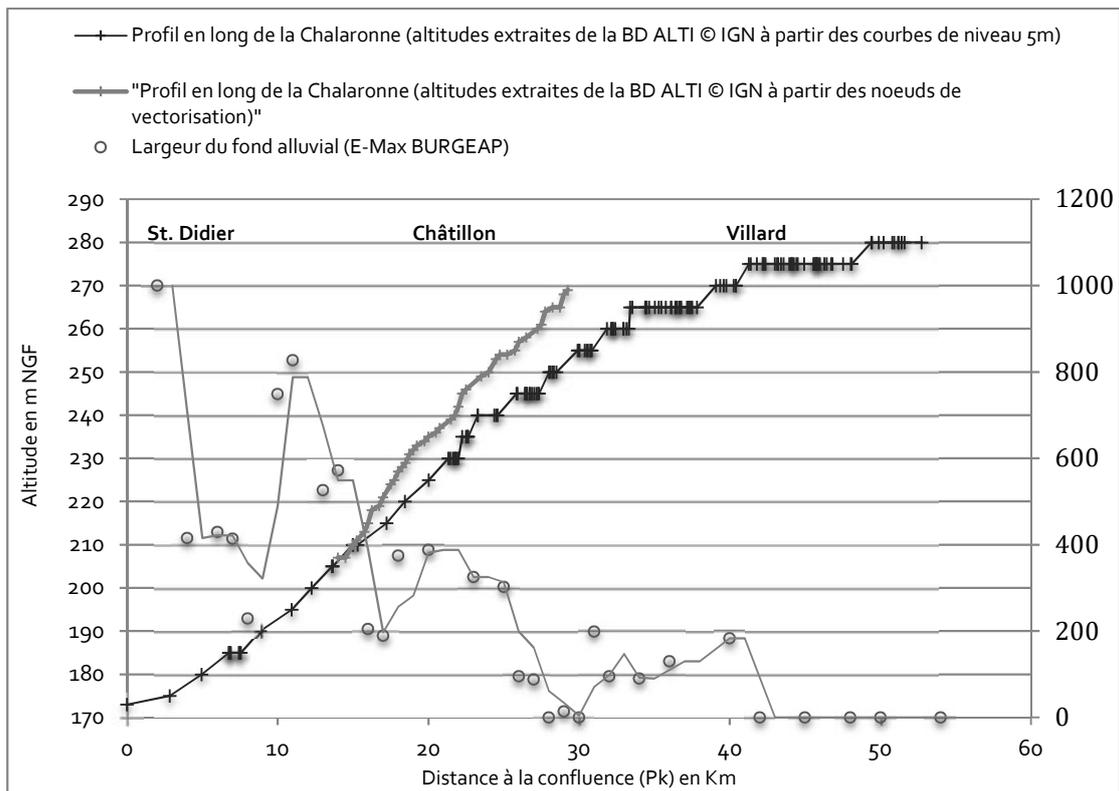


Carte du relief et du réseau hydrographique du bassin versant de la Chalaronne et de la Calonne

### 3.1.1.a. Pente du fond de vallée

Le profil de pente de la vallée de la Chalaronne est convexe, c'est à dire avec des pentes plus fortes à l'aval qu'à l'amont, ce qui diffère de la plupart des profils de pente des cours d'eau. Cette situation est liée, bien sûr, au contexte géologique exposé ci-dessus. En effet, la Chalaronne n'est pas une rivière de piedmont (au profil plutôt concave), mais une rivière qui prend sa source sur un plateau. Les pentes sont donc faibles en amont (0,12%) pour ensuite augmenter progressivement, jusqu'à ce que la Chalaronne rejoigne le niveau altimétrique de la plaine de la Saône. Dans cette dernière section, les pentes sont légèrement moins fortes qu'à l'amont (0,25%).

Figure 11



*Evolution longitudinale de la pente de la Chalaronne et du Moignans et de la largeur du fond de vallée de la Chalaronne*

### 3.1.1.b. Largeur du fond de vallée

La largeur du fond alluvial est appréhendée par la largeur des alluvions fluviales récentes et actuelles (couche Fz de la carte géologique imprimée au 1/50 000<sup>e</sup>). Elle a été mesurée cartographiquement. Un fond alluvial, à proprement parler, apparaît à partir du Pk 40, puis l'évolution de cette variable est globalement constante avec un élargissement progressif d'amont vers l'aval. Cependant, trois zones de rétrécissement sont à noter :

- Pk 32<->27 : secteur où la Chalaronne s'encaisse dans le plateaux de la Dombes
- Pk 17<->16 : secteur correspond à un resserrement induit par des zones de colluvionnement en bordure de lit majeur
- Pk 10<-> 3 : secteur correspond à un resserrement induit par les terrasses fluviales anciennes

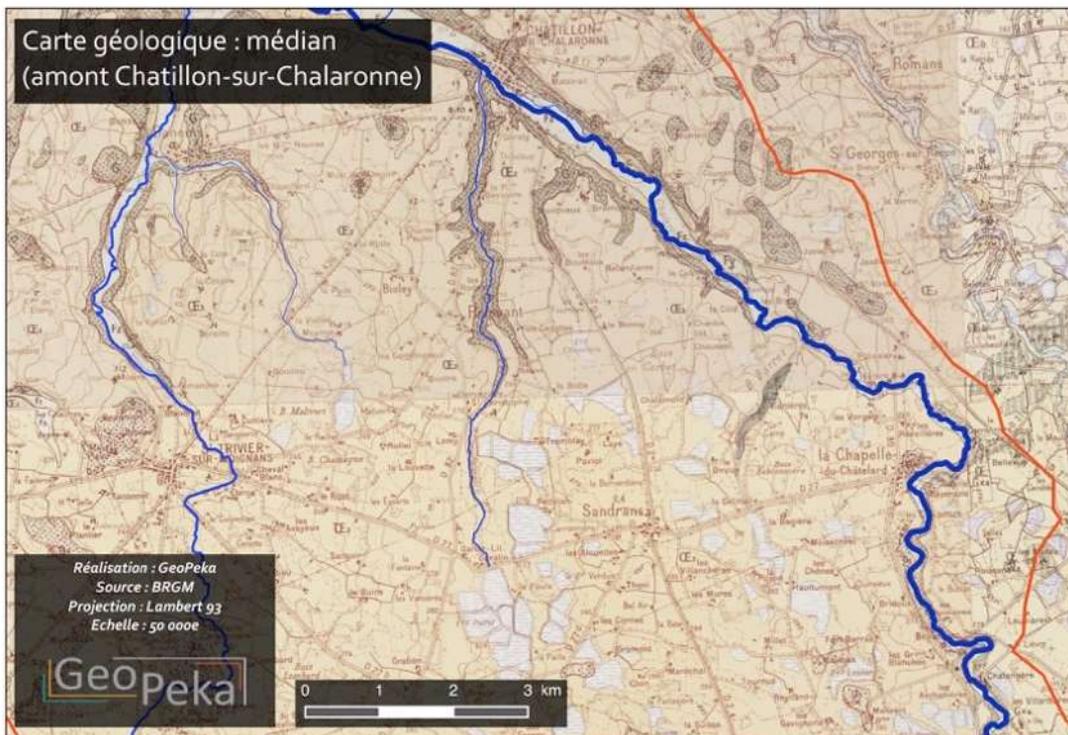
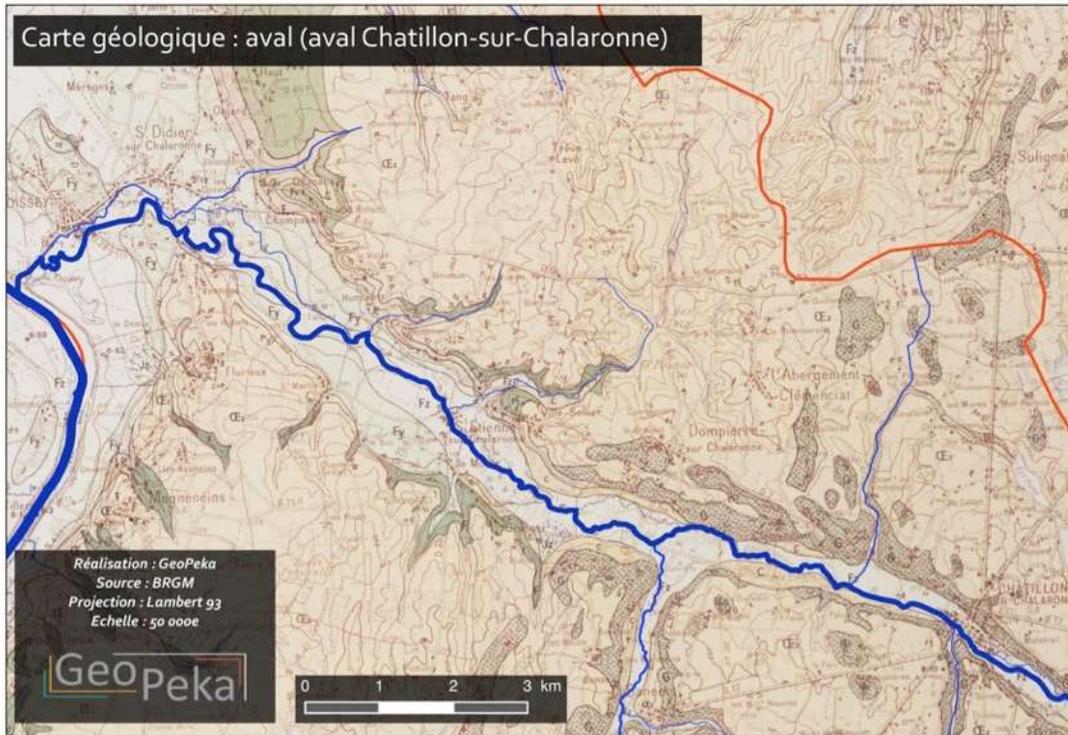
### **Ce qu'il faut retenir : Pente et largeur du fond alluvial**

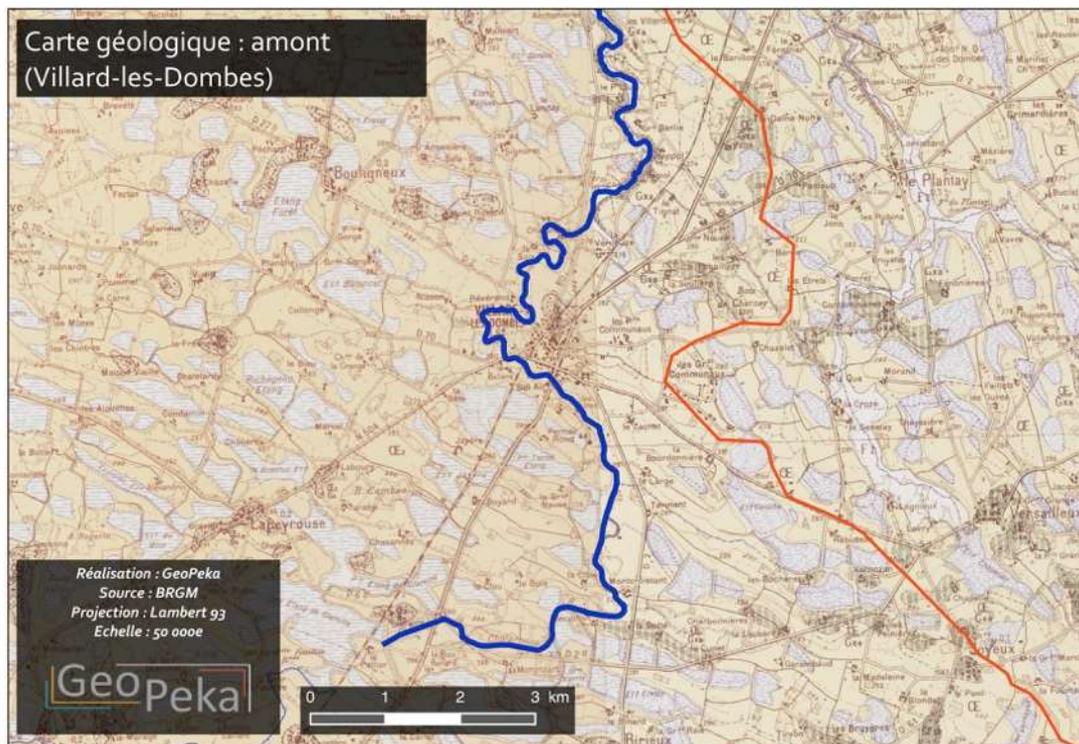
- **La pente du fond de vallée est un paramètre fondamental** par rapport au morpho-dynamisme d'un cours d'eau. Elle détermine la puissance globale du cours d'eau. Plus elle est importante, plus le cours d'eau aura de la puissance pour modifier son lit, ses berges et transporter ses alluvions. **Les pentes de la vallée de la Chalaronne sont globalement identiques sur l'ensemble de son linéaire, hormis à l'amont où elles sont plus faibles (0,12%).** Elles sont de l'ordre de 0,3 % et correspondent à la pente nécessaire pour rejoindre la vallée de la Saône à partir du plateau de la Dombes. **Ces valeurs ne sont pas très importantes dans l'absolu mais potentiellement suffisante pour générer des dynamiques hydro-sédimentaires.**
- La largeur du fond alluvial joue un rôle car elle détermine l'espace disponible pour que le cours d'eau puisse s'exprimer latéralement (et donc détermine en partie le style fluvial). La Chalaronne est partiellement contrainte entre Châtillon-sur-Chalaronne et Saint-Etienne-sur-Chalaronne.

### 3.1.2. Structure géologique

Le bassin versant de la Chalaronne appartient au domaine de la Dombes, vaste plateau qui s'inscrit dans le fossé bressan, comblé à l'époque Miocène par des sables et des marnes, eux-mêmes recouverts par des dépôts limoneux plus récents, quaternaires, probablement d'origine éolienne. Sur le bassin versant de la Chalaronne (zone CE2 sur la carte géologique imprimée 1/50 000<sup>e</sup>, cf. Figure 12), ils constituent un plateau dans lequel s'inscrit le réseau hydrographique de la rivière et de ses affluents (Moignans et Calonne). En s'encaissant, les rivières mettent à jour des dépôts morainiques (dépôts transportés par les glaciers) figurés en violet sur les cartes (zone G sur la carte géologique imprimée 1/50 000<sup>e</sup>). Ces derniers sont composés de blocs et de galets anguleux, eux-mêmes pris dans une matrice sableuse ou graveleuse. Les cours d'eau s'enfoncent dans ces moraines qui constituent alors l'encaissant des vallées, dès le Pk 40/41 pour la Chalaronne, 7/8 pour le Moignans et la Calonne. Plus à l'aval, le bas de l'encaissant est aussi composé de colluvions (présents dès l'amont de Châtillon jusqu'à St Etienne-sur-Chalaronne, zone C sur la carte géologique imprimée 1/50 000<sup>e</sup>). Ils cèdent la place, en tant qu'encaissant, à des terrasses fluviales au faciès plus ou moins grossiers (zone Fy sur la carte géologique imprimée 1/50 000<sup>e</sup>). Le fond alluvial (zone Fz sur la carte géologique imprimée 1/50 000<sup>e</sup>) est composé d'alluvion récente, mélange de petits galets et d'un cailloutis assez fin, déposé par des dynamiques fluviales au cours du quaternaire. Le lit majeur est composé de limon de débordement. Cette stratification verticale est souvent mise à nu par les érosions de berges (cf. Figure 13).

Figure 12





*Cartes géologiques imprimées de la Chalaronne aval, médiane et amont.*

**Figure 13**



*Photographie d'une érosion présentant une coupe stratigraphique classique du fond alluvial de la Chalaronne : alluvion de débordement en position sommitale reposant sur une nappe de cailloutis plus anciens.*

### **Ce qu'il faut retenir : Géologie du bassin versant**

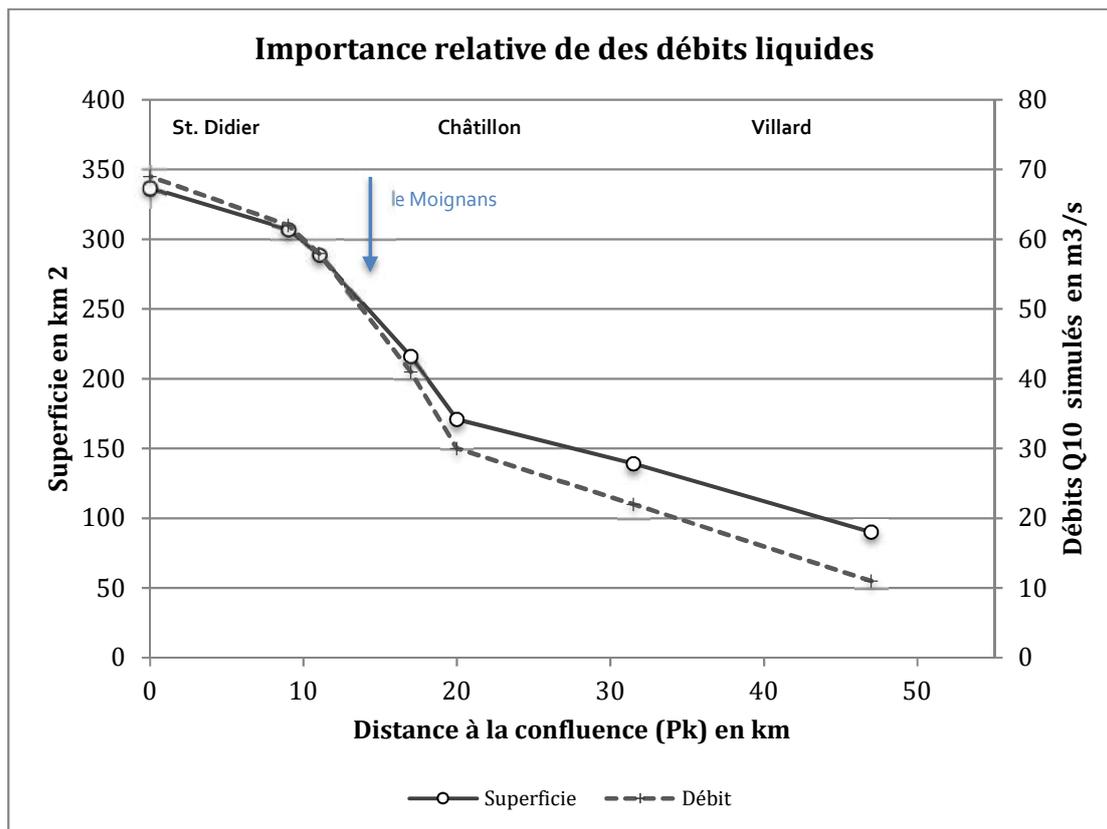
- Ces éléments permettent de comprendre l'origine des différentes fractions granulométriques composant les apports solides des rivières. **Les têtes de bassin sont pourvoyeuses de sédiments fins (apports primaires)**, complètement dépourvus de **charge grossière**. Cette dernière **apparaît** seulement **quand les cours d'eau commencent à s'encaisser dans le plateau de la Dombes**. Elle **est injectée soit directement** dans le système fluvial (**apports primaires**) grâce à la succession moraine, colluvion, terrasses fluviales, **soit par des apports secondaires** (stocks alluviaux en place).
- La nature lithologique a également une incidence sur la **cohésivité de berge, facteur important de contrôle de la dynamique fluviale**. Ainsi, **les limons des têtes de bassin** présenteront une **résistivité aux forces hydrauliques** supérieure que les formations alluviales récentes.
- La structure géologique est déterminée, en partie, par les variables liées à la forme du fond de vallée (pente et largeur du fond alluvial, cf. § 3.1.1). Par exemple, la présence de terrasses (comme c'est le cas entre l'aval de Saint Etienne-sur-Chalaronne et Thoissey) contraint plus ou moins latéralement le cours d'eau. Ainsi la géologie peut avoir également une incidence sur le style fluvial.

### 3.1.3. Débits liquides

L'importance relative des débits liquides en différents points du réseau hydrographique peut être résumée par la superficie cumulée du bassin versant. En effet, c'est une variable importante pour le calcul des débits simulés. Nous reprenons les données produites par l'étude hydraulique de BURGEAP en 2006 (cf. Figure 14) afin de comprendre la répartition d'amont en aval de ces débits liquides.

La courbe des superficies cumulées ou des débits de  $Q_{10}$  montre une nette évolution aux alentours du Pk 20. Cette dernière s'explique par l'arrivée de plusieurs affluents en rive droite et en rive gauche. D'abord le Vernisson, ou bief du Vernisson, qui rejoint la rivière à l'aval de Châtillon-sur-Chalaronne, au Pk 17.5. Ensuite, le Moignans (affluent rive gauche), qui draine près de 61 km<sup>2</sup> et se jette dans la Chalaronne au Pk 14.25. Enfin, dans la traversée urbaine de Saint Etienne-sur Chalaronne, à l'aval du Pk 10, le Glenne, ou bief du Glenne, draine 18 km<sup>2</sup> de la rive droite.

Figure 14



Graphique de l'évolution longitudinale de la superficie de bassin versant drainé (Km<sup>2</sup>) et du débit simulé d'une crue décennale (Source : BD SYRAH et BURGEAP 2006)

#### Ce qu'il faut retenir : Apports hydriques

- Les débits liquides sont, avec la pente, les contrôles premiers de la puissance d'un cours d'eau. Sur la Chalaronne, ils évoluent logiquement progressivement d'amont en aval avec une nette rupture au niveau du Moignans, principal affluent.

### 3.1.4. Synthèse des principales variables de contrôle et sectorisation

A partir des éléments descriptifs présentés ci-dessous, une sectorisation du fonctionnement théorique de la Chalaronne (cf. Figure 15) peut être établie. Cette sectorisation est basée sur un découpage longitudinal du linéaire de la Chalaronne pour chacune des variables de contrôle étudiées. La fixation des limites est appréciée qualitativement et de manière relative (c'est à dire par rapport à ce qu'il peut être observé au niveau du bassin versant et non pas régionalement ou nationalement).

Dans notre analyse précédente des variables de contrôle, le Moignans n'a pas été traité de manière spécifique, or il présente des caractéristiques qui diffèrent en partie de celles de la Chalaronne. Si d'une manière générale il présente des caractéristiques identiques d'un point de vue de la géologie que la Chalaronne (son bassin-versant amont s'inscrit dans le

plateau limoneux de la Dombes tandis que sa partie aval est encaissée dans ce plateau pour former une vallée plus large dont le fond est constitué d'alluvions fluviales récentes), ces débits sont plus faibles. Sa pente moyenne est plus importante (0,4%) ce qui lui confère une énergie potentielle importante.

Le croisement des découpages de chacune des variables permet de définir des six tronçons distincts sur la Chalaronne et deux sur le Moignans :

#### CHALARONNE

- Plateau de la Dombes : de la source de la Chalaronne jusqu'au pont de la D80, hameau de Chavanne (Pk 40.5).
- Haute Vallée : du pont de la D80 au moulin des Champs (Pk 24.5)
- Vallée médiane : du moulin des Champs à la confluence du Moignans (Pk 14.25)
- Basse vallée amont : de la confluence du Moignans au barrage de Tallard (prise d'eau du canal des Echudes ; Pk 8)
- Basse vallée aval : du barrage de Tallard au seuil de Saint Didier-sur-Chalaronne (Pk 2.75)
- Plaine de Saône : du seuil de Saint Didier-sur-Chalaronne à la confluence avec la Saône

#### MOIGNANS

- Plateau de la Dombes : de la source du Moignans jusqu'au pont de la D27 à Saint Triviers-sur-Moignans (Pk 8.75).
- Vallée du Moignans : du pont de la D27 à Saint Triviers-sur-Moignans (Pk 8.75) à la confluence avec la Chalaronne

Figure 15

Pk	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
0		---	+++	+++	S1	Plaine de Saône	
2							
4							
6		++	+	++	S2	Basse vallée aval	
8							
10							
12		++	++	++	S2	Basse vallée amont	
14							
16							
18			+/-		S3	Vallée médiane	
20							
22							
24			+		S5	Haute vallée	
26							
28							
30			-		S5	Haute vallée	
32							
34							
36			+/-		S5	Haute vallée	
38							
40							
42		+/-		--	S6	Plateau de la Dombes	
44							
46							
48			---		S6	Plateau de la Dombes	
50							
52							
54					S6	Plateau de la Dombes	
56							

Synthèse des sectorisations des variables de contrôle de la Chalaronne

- (1) : structure géologique ; (2) : pente du fond de vallée ; (3) largeur du fond alluvial ; (4) : débit liquide ;  
 (5) : synthèse, sectorisation « variables de contrôle » ; (6) nom des secteurs « de contrôle ».

PK	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	■	■	■	+++	■ S1	Vallée du Moignans
1						
2						
3						
4		+++	+++	++		
5						
6						
7						
8	■	■	■	++	■ S2	Plateau de la Dombes
9						
10						
11						
12	-	---	+			
13						
14						
15						
16						

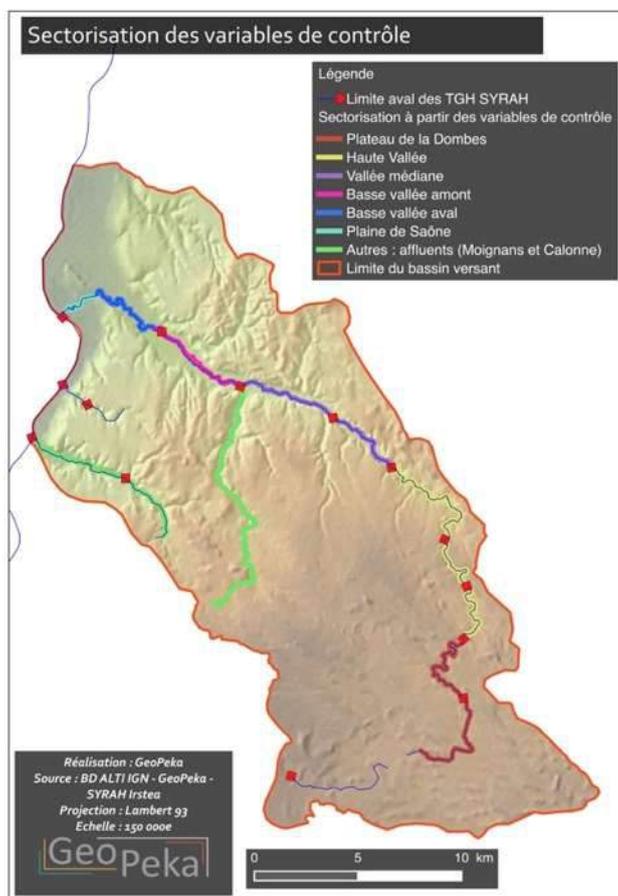
Synthèse des sectorisations des variables de contrôle du Moignans

### 3.1.4.a. Comparaison de la sectorisation « variables de contrôle » avec les TGH SYRAH

Pour évaluer la pertinence de cette sectorisation, elle a été comparée avec celle établit dans la base de donnée SYRAH. Cette base de donnée définit des tronçons hydromorphologiquement homogènes (TGH) à partir d’analyses géomatiques large échelle (cf. Figure 16).

Sur le linéaire de la Chalaronne, 9 TGH SYRAH sont définis, contre 6 pour notre classification. Notre approche sursegmente le TGH SYRAH le plus aval, en faisant une distinction entre le linéaire à l’aval (Plaine de Saône) et à l’amont (Basse vallée aval) du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne. En revanche, dans l’ensemble notre sectorisation regroupe des TGH SYRAH (2 TGH pour Vallée médiane et Plateau de la Dombes et 3 TGH pour Haute Vallée). Aucun TGH n’a été défini sur le Moignans. Cette sous-segmentation est due à une précision plus importante des critères de discrimination de la classification SYRAH car les limites de secteurs correspondent bien entre elles.

Figure 16



Synthèse des sectorisations des variables de contrôle

#### 3.1.4.b. Fonctionnement géomorphologique théorique des tronçons « variables de contrôle »

##### Plateau de la Dombes :

En tête de bassin versant, la Chalaronne s'écoule sur le plateau de la Dombes. Les apports hydriques ( $Q_2^1 = 6 \text{ m}^3/\text{s}$  à Villard les Dombes) sont peu importants. Globalement, la pente du lit est elle aussi faible (<0,09%). L'énergie disponible globale est donc faible. Les apports grossiers sont eux aussi limités en raison de la nature géologique du substrat qui correspond à des limons lœssiques. Le transport solide est globalement limité à des éléments fins et les dynamiques hydromorphologiques se traduisent latéralement. La puissance du cours d'eau s'exprime alors essentiellement au travers d'un méandrage peu actif, où les rives concaves sont soumises à l'érosion.

---

<sup>1</sup> Les valeurs de données de débit indiqués dans ce § 3.1.4.b sont extraits de l'étude hydrologique réalisée par BURGEAP en 2006

### Haute Vallée :

Ce secteur correspond à une partie du linéaire où la Chalaronne commence à s'encaisser dans le plateau de la Dombes. Entre cette partie et celle plus à l'amont, aucun affluent important ne vient alimenter la Chalaronne, mais les apports hydriques diffus viennent doubler les débits au niveau de la Chapelle-du-Chatelard ( $Q_2 = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ ). L'encaissement du cours d'eau est progressif et a trois conséquences : l'augmentation de la pente (0,32 %) et donc de l'énergie au cours d'eau, la mise en contact de dépôts participant aux apports grossiers primaires et secondaire, le développement de contraintes latérales au niveau de la vallée. Dans ces conditions (énergie augmentée en raison des débits et surtout de la pente, apparition de sources sédimentaires grossières), un transport solide de petits éléments grossiers doit apparaître, essentiellement alimenté par des érosions de berges. Le tracé en plan du cours d'eau est sinueux mais stable (méandres contraints).

### Vallée médiane :

Entre l'amont de Châtillon-sur-Chalaronne (Moulin des Champs) et la confluence avec le Moignans, la pente du lit continue à augmenter légèrement (~0,37 %). De plus, plusieurs affluents (Relevant en rive gauche et Vernisson en rive droite) participent à l'augmentation sensible des débits liquides (22  $\text{m}^3/\text{s}$  à l'aval de la confluence du Vernisson). L'énergie globale est donc plus importante et comme les débits solides restent a priori présents, essentiellement fournis par des apports secondaires, les dynamiques du transport solide d'éléments grossiers doivent être actives (érosion, dépôt, transport). Le fond de vallée s'élargit aussi nettement permettant l'expression des dynamiques latérales : le tracé en plan est sinueux, méandrique.

### Basse vallée amont et aval :

Les caractéristiques de ces deux tronçons sont identiques aux précédents : la pente est relativement identique (~ 0,28 % pour la basse vallée amont et ~0,31 % pour la basse vallée aval). Les éléments les différenciant sont l'augmentation progressive de la largeur du fond de vallée et des débits liquides. Les dynamiques hydro-sédimentaires résultantes sont donc a priori similaires, à savoir, un méandrage actif, avec des érosions (en concavité) et des dépôts (plutôt en convexité).

### Plaine de Saône :

L'arrivée de la Chalaronne dans l'unité morphologique de la plaine de la Saône induit des changements dont le principal est la faible pente du lit sur cette section. Sur les trois kilomètres les plus aval, cette dernière est d'~0,13 %. Les apports hydriques sont identiques aux tronçons amont mais les débits solides sont probablement bien moins importants. La rupture de pente induit une perte de capacité du cours d'eau qui se débarrasse probablement de sa charge solide à la limite amont de cette partie du linéaire. Cette rupture de charge est accentuée largement par une cassure de la pente de ligne d'eau, qui est calée sur le niveau de débit de la Saône. Le style théorique est un fort méandrage en raison des débits liquides importants et la nature des berges plus limoneuses (limon de crue de la Saône).

Cette typologie délimitant des tronçons de fonctionnement homogène théorique est relative à la Chalaronne elle-même. En effet, les descriptions de chacun des tronçons sont relatives au bassin versant lui-même et à son contexte géographique et géologique. Par exemple, la mention d'apports grossiers importants est à relativiser par rapport aux stocks disponibles sur le bassin versant, qui reste assez peu importants par rapport à d'autres types de cours d'eau, comme des rivières de piedmonts.

#### Plateau de la Dombes

Le Moignans s'inscrit dans le plateau limoneux de la Dombes sur un linéaire de 7 kilomètres (soit près de la moitié du linéaire total). La pente du fond de vallée est faible (0,28% contre 0,4 % pour la pente globale du Moignans) et ce tronçon draine 56 % de la superficie totale du bassin versant sans toutefois recevoir d'affluents significatifs. Les apports hydriques sont donc relativement faibles. Dans ces conditions, le style fluvial peut être sinueux mais la mobilité latérale du cours d'eau est très limitée par la cohésivité élevée des berges limoneuses. La présence d'une charge de fond grossière n'est pas exclue si l'encassement du cours d'eau dans les loess atteint les dépôts morainiques sous-jacents. Le Moignans traverse un affleurement de ces dépôts au niveau de Montagneux.

#### Vallée du Moignans

Ce secteur correspond à l'enfoncement du cours d'eau dans le plateau et à l'apparition d'un large fond de vallée (180 m en moyenne) constitué d'alluvions grossières (sables, graviers, galets). La pente du fond de vallée est assez forte (0,49 %) et les apports hydriques deviennent relativement importants et notamment sur la partie aval du Moignans avec l'arrivée d'un affluent en rive droite (le Mazanan). Dans ces conditions le cours d'eau dispose potentiellement d'une énergie assez forte lui permettant une certaine mobilité latérale. Un style fluvial sinueux correspondrait à ces variables de contrôles.

## 3.2. Réponses hydromorphologiques actuelles de la Chalaronne et du Moignans

Les variables de réponse sont des paramètres pouvant faire l'objet d'ajustement sur une courte durée ou sur un espace restreint. Elles sont le signe, la manifestation, des dynamiques morphologiques. Leur étude et leur description spatiale permettent de dresser, à un instant donné, un état du cours d'eau.

L'analyse des réponses hydromorphologique n'a pas été menée sur le linéaire où l'actualisation de l'étude BURGEAP 2005 était demandée, à savoir :

- sur la Chalaronne amont entre « source » (Pk 53) et le Pk 41 (aval du lieu dit « Basse Chavanne » à l'aval de Villards-les-Dombes)
- sur la Chalaronne entre les Pk 21 (amont de Châtillon-sur-Chalaronne) et la confluence avec la Saône
- sur le Moignans, du Pk 9.75 (pont de la D27b) à la Chalaronne

### 3.2.1. Géométrie et formes du lit

La géométrie du lit est l'une des principales variables de réponse des cours d'eau. En effet, la morphologie du lit est une conséquence directe des rapports entre débits liquides et solides.

D'une part, la rivière s'adapte et s'auto-ajuste au fil des années vers une géométrie dite « plein-bord » qui correspond, en théorie, à une section permettant le passage d'une crue comprise entre la crue bi-annuelle et biennale. Cette géométrie d'un cours d'eau s'approche au travers des notions de largeur de plein bord et de hauteur de plein bord. La largeur et la hauteur de plein bord du lit d'une rivière croît naturellement d'amont en aval avec l'augmentation des apports hydriques. Mais au-delà des débits liquides, la quantité de sédiments charriés peut également avoir une influence sur la géométrie. Ainsi, par exemple, un brusque apport de sédiments, dépassant la compétence des écoulements peut induire un élargissement et, a contrario, une réduction ou une interruption du débit solide, un approfondissement du lit (réduction de la largeur et augmentation de la hauteur).

D'autre part, le lit s'adapte aussi aux débits liquides et solides dans sa dimension longitudinale. Les faciès d'écoulement (alternance de radiers, de mouilles et de plats) sont le résultat de ces ajustements d'amont en aval. Une alternance régulière des faciès d'écoulement témoigne souvent d'un transport actif. De plus, la combinaison de certains faciès est aussi un indicateur du style fluvial, donc d'un certain type de fonctionnement hydro-sédimentaire. A contrario, la dominance répétitive de certains faciès indique des perturbations dans la mécanique du transport solide.

### Eléments de méthode :

Les largeurs et hauteurs plein bord ont été évaluées sur le terrain par un opérateur équipé d'un télémètre laser.

Les faciès d'écoulement ont été déterminés selon la clef de détermination définie par JR. MALAVOI et Y. SOUCHON (*Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques*», 2002, JR. MALAVOI et Y. SOUCHON, Bull. Fr. Pêche Piscic. 365/366 : 357-372.). Pour chaque segment de 250 m, l'opérateur de terrain détermine le faciès le plus souvent rencontré (faciès dominant) et le second faciès le plus fréquent (faciès secondaire). Il faut garder à l'esprit que cette classification est dépendante des débits d'observation dans le sens où la classification repose sur des critères de hauteur d'eau et de vitesses d'écoulement.

#### 3.2.1.a. Géométrie du lit

La largeur et la hauteur moyenne de plein bord de la Chalaronne augmentent classiquement de l'amont vers l'aval (cf. Figure 17). Cette augmentation, pour la largeur, est moins forte sur les tronçons les plus aval, avec même une stagnation au niveau de la basse vallée (entre la confluence avec le Moignans et Saint-Didier-sur-Chalaronne). Les hauteurs de plein bord sont, quant à elles, similaires sur les trois tronçons amont et sur les deux tronçons aval, avec une rupture au niveau du barrage de Tallard (Pk 8). Sur le Moignans, La géométrie du lit sur les deux grands secteurs ne présente pas une variation significative. On note toutefois une largeur logiquement plus importante sur le secteur de la vallée et un enfoncement du cours d'eau moins important. Ce dernier aspect traduit probablement l'érosion plus facile des berges et donc à l'apports de matériaux dans le lit. Les hauteurs plein bord sont plus importante à l'amont qu'à l'aval. Ce résultat est du au fait que seul deux mesures de géométrie ont été réalisé sur le secteur amont et qu'elles concernent un zone où le lit est très fortement encaissé.

Figure 17

Rivière		Largeur plein bord moyenne	Hauteur plein bord moyenne
Chalaronne	Plateau de la Dombes	11,6	1,9
Chalaronne	Vallée Médiane	15,9	1,8
Chalaronne	Basse Vallée amont	20,8	1,9
Chalaronne	Basse Vallée aval	20,3	2,6
Chalaronne	Plaine de la Saône	23,2	2,6
Moignans	Plateau de la Dombes	9,9	3
Moignans	Vallée du Moignans	11,8	1,8

Largeur moyenne par tronçon de fonctionnement théorique

Les valeurs de la géométrie du lit mesurées sont cohérentes avec celles utilisées dans l'étude BURGEAP 2005. L'évolution globale, d'amont en aval, sont identiques. Cependant, les valeurs de 2005 sont un peu plus faibles (cf. Figure 18). Ces différences sont

probablement à imputer aux méthodes de mesures : nos mesures ont été réalisées sur le terrain à l'aide d'un télémètre alors que celle de l'étude de 2005 se basent sur l'analyse de profil en travers. DE plus, aucune donnée concernant le Moignans figure dans le rapport BURGEAP. Pour cette raison, aucune analyse diachronique fine n'a été établie pour analyser les variations de la géométrie en travers.

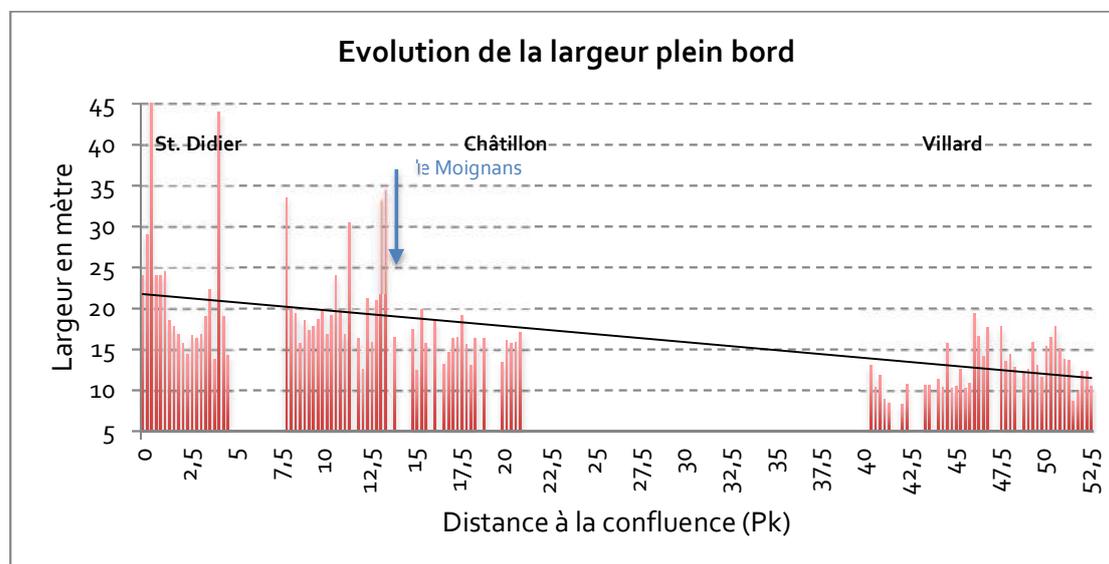
Figure 18

	Ouverture en gueule (m)	Largeur de fond (m)	Hauteur de berge (m)
Villars les Dombes	10	6	1
La Chapelle du Châtelard	11	6	1,2
Châtillon sur Chalaronne	13	7	2
Saint Etienne sur Chalaronne	18	10	1,7
Saint Didier sur Chalaronne	16	10	2

Largeurs moyennes par secteur selon l'étude BURGEAP 2005

Concernant les largeurs, ces valeurs moyennes par tronçon peuvent masquer des différences intra-tronçon : c'est le cas pour le secteur du plateau de la Dombes où la largeur diminue fortement à l'entrée de Villard-les-Dombes et jusqu'à la fin de ce tronçon. Plus à l'aval, les largeurs augmentent à l'aval de la confluence du Moignans (Pk 14), donnant localement des sur-largeurs comme sur les segments des Pk 13.25 et 13.5. Plus ponctuellement, les PK 11, Pk 8 et 4.25 sont aussi marqués par des élargissements. En revanche, entre les Pk 3 et 1.25, une réduction nette de la largeur est à noter.

Figure 19

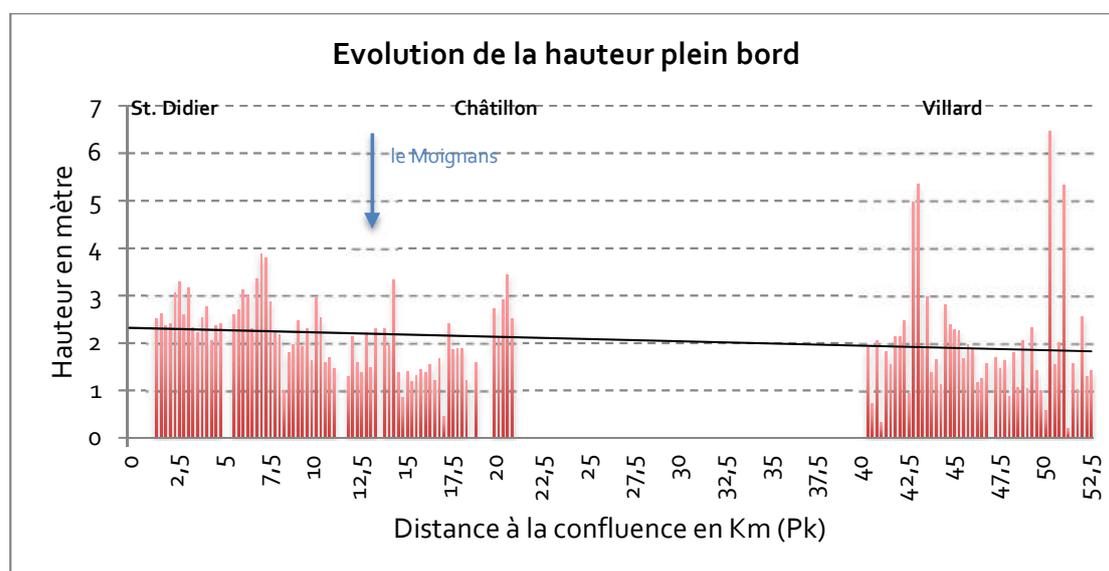


Evolution longitudinale des largeurs plein bord. Le trait noir est une courbe de tendance basée sur une régression linéaire.

Pour ce qui est des hauteurs de plein bord (cf. Figure 20), le secteur entre les Pk 15 et 17.25 se démarque par de faibles valeurs par rapport à la moyenne théorique. A contrario, les segments localisés entre les Pk 43 et 43.25 (aval de Villard-les-Dombes), les Pk 20 et 20.75

(amont de Châtillon-sur-Chalaronne) ainsi que les Pk 7 et 7.5 (étang Charles Bailly) présentent des hauteurs plus importantes que la moyenne théorique.

Figure 20



Evolution longitudinale des hauteurs plein bord. Le trait noir est une courbe de tendance basée sur une régression linéaire.

### 3.2.1.b. Faciès d'écoulement

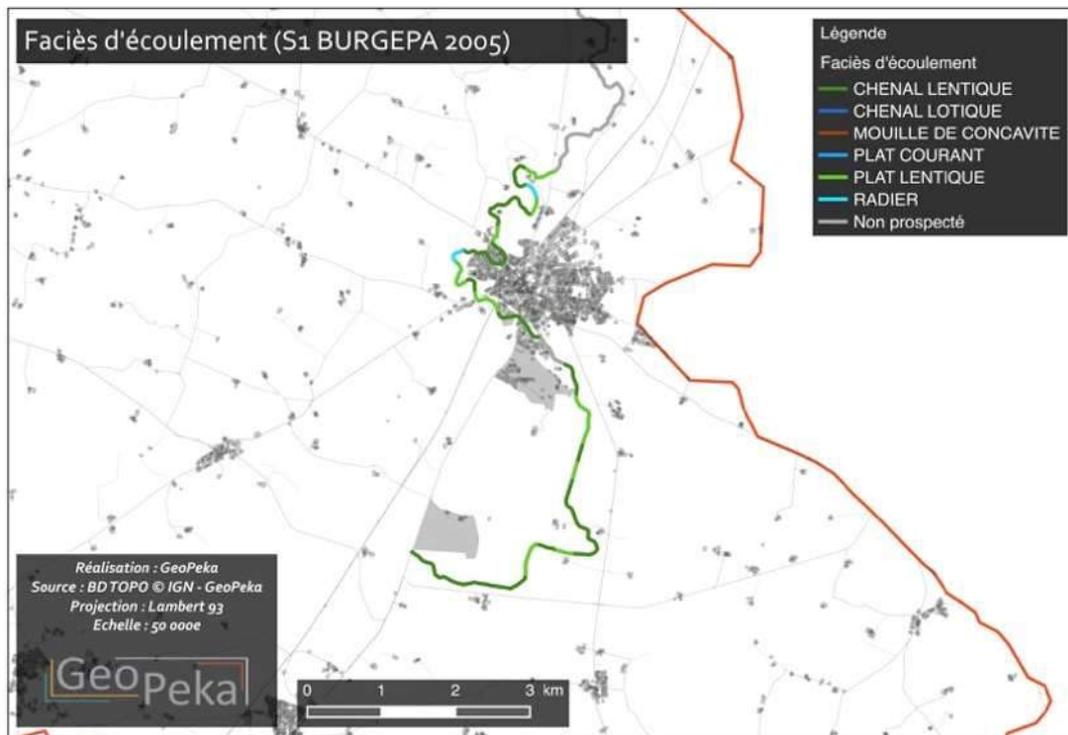
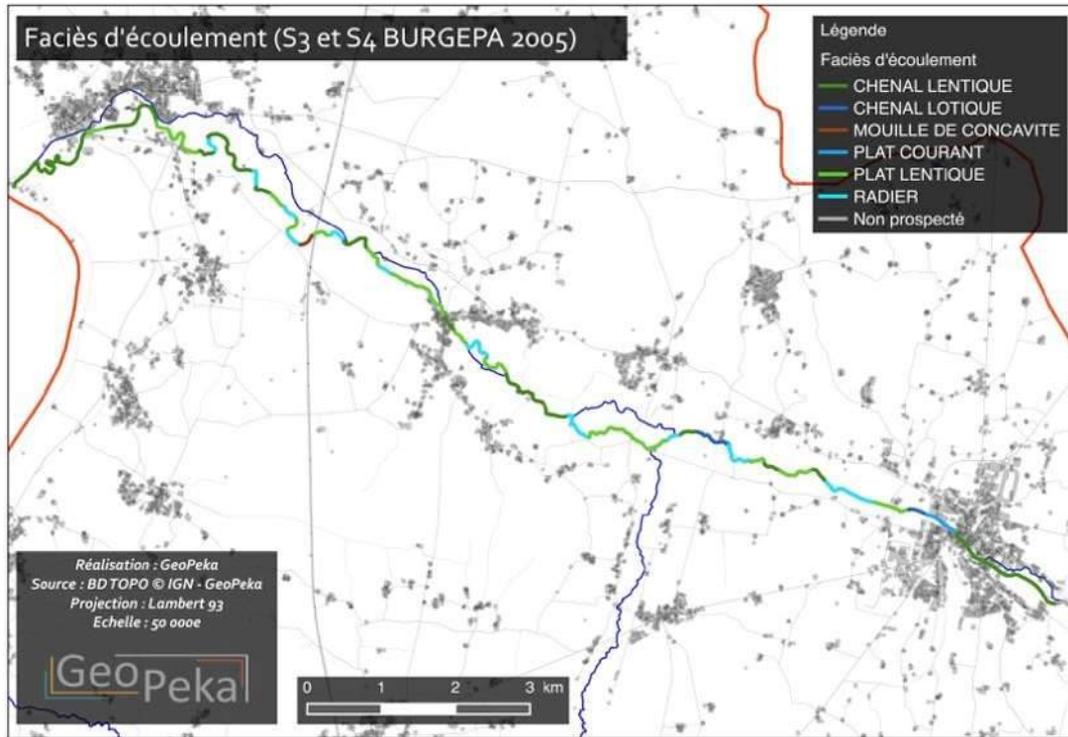
La cartographie des faciès permet de constater une large prédominance des faciès de type lentique (chenal ou plat) qui concernent 80 % des segments prospectés (cf. Figure 21). Les secteurs amont (Plateau de la Dombes) et aval (Plaine de Saône) sont les tronçons les plus marqués par cette prédominance, respectivement 92 et 100 %. Après les faciès lenticques, le faciès le plus représenté est les radiers. Ces trois faciès (chenal et plat lenticques + radier) représentent la quasi totalité des faciès recensés, seul le secteur Vallée médiane se démarque : qui présente la plus grosse proportion de faciès lotiques (radier et chenal lotiques) (cf. Figure 22).

Figure 21

	% de faciès lentique
Plateau de la Dombes	92
Vallée Médiane	59,2
Basse Vallée amont	80
Basse Vallée aval	71
Plaine de la Saône	100

% des faciès de type lentique par tronçon de fonctionnement théorique

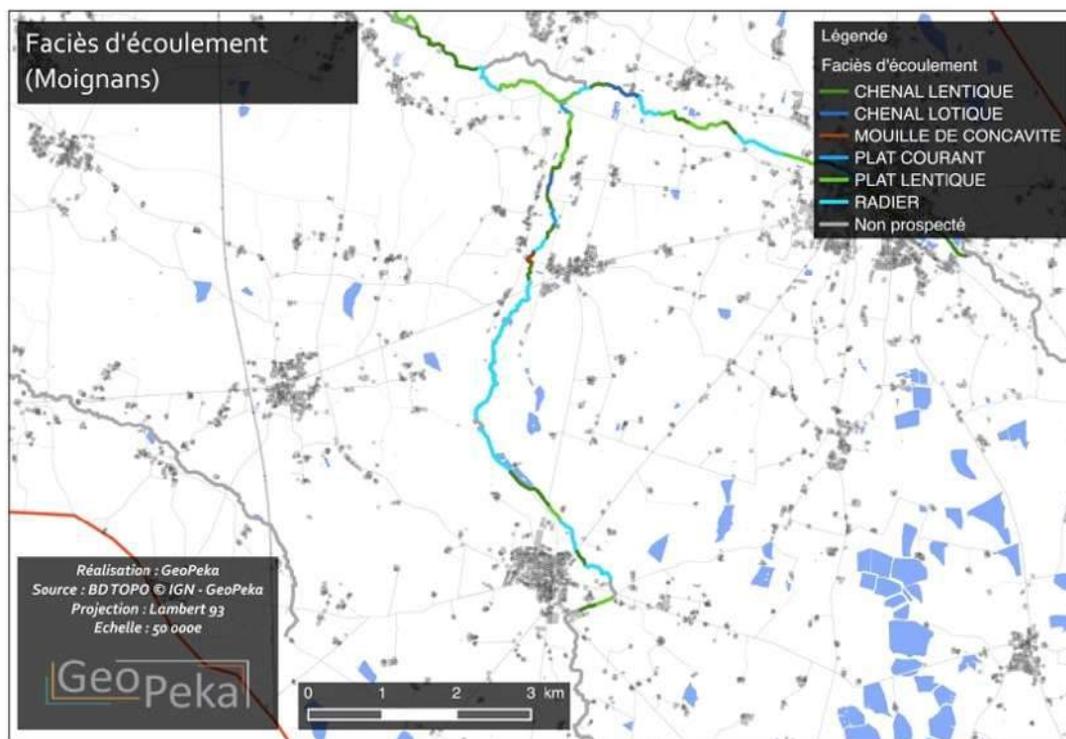
Figure 22



Carte des faciès d'écoulement sur la Chalaronne à l'aval de Châtillon-su-Chalaronne et au niveau de Villard-les-Dombes

Pour ce qui est du Moignans (cf. Figure 23), les faciès sont dominés par les radiers (52%) puis par les chenaux et plats lenticulaires (37%) qui se localisent en partie sur l'amont (secteur de Saint-Trivier-sur-Moignans) et sur l'aval (à proximité de la confluence avec la Chalaronne). L'alternance des faciès est faible voir nulle surtout sur la partie médiane (entre le Pk 3 et 6.25), sauf sur l'aval qui concentre les formes les plus diverses.

Figure 23



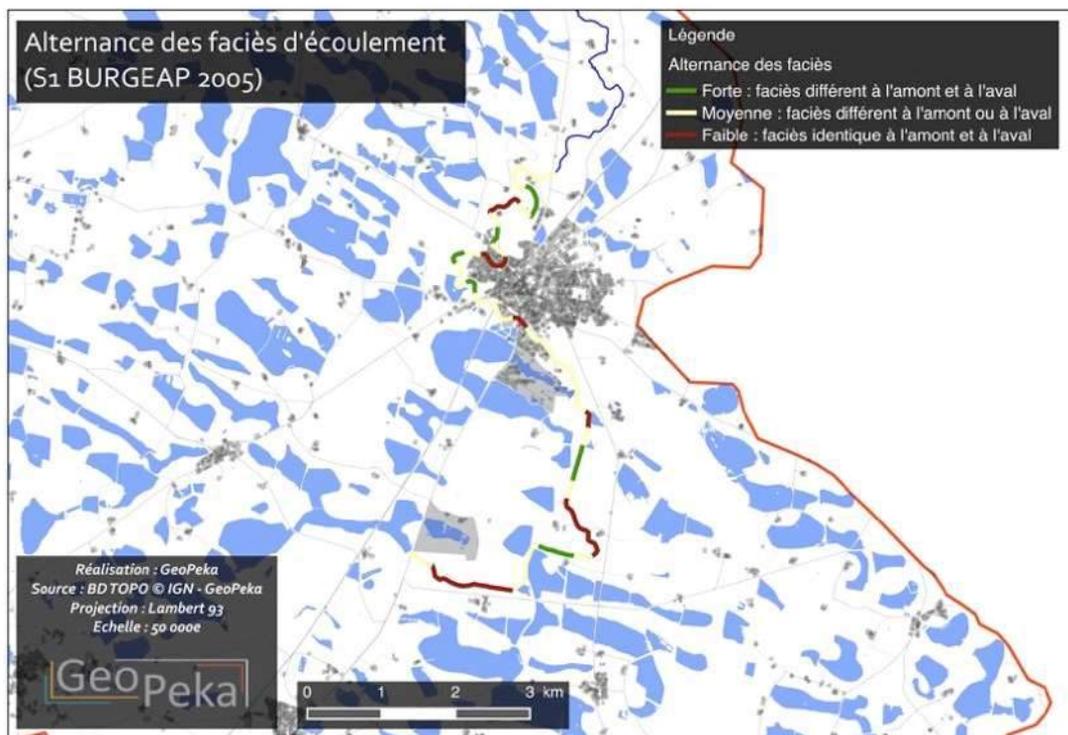
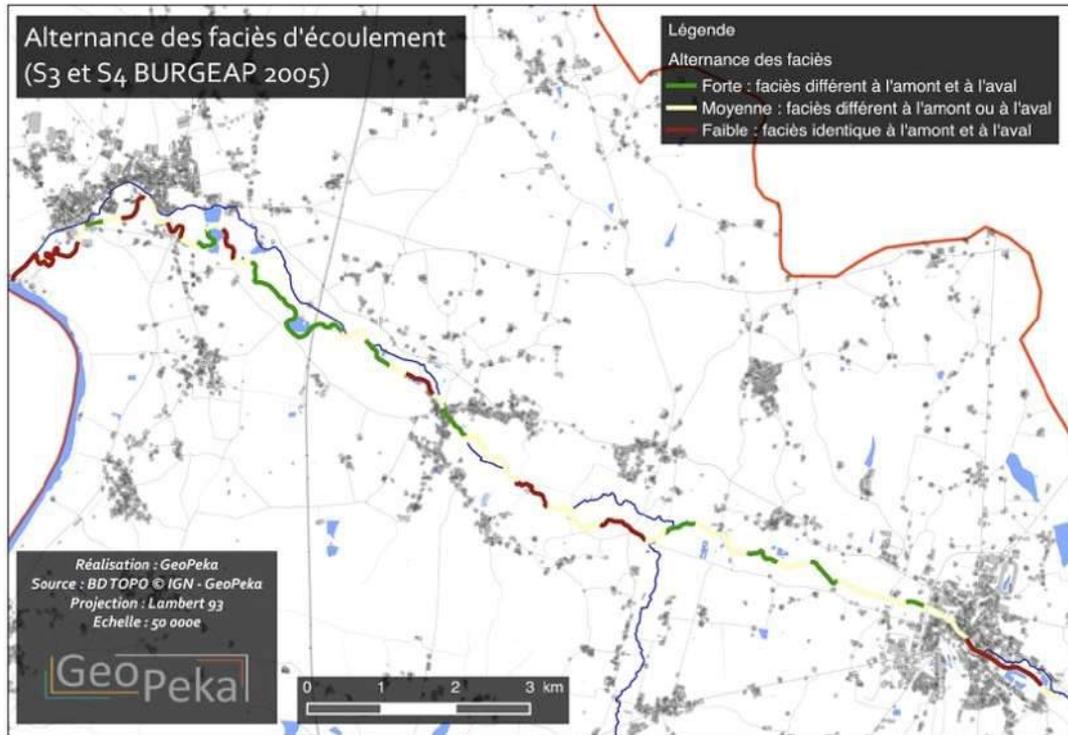
Carte des faciès d'écoulement sur le Moignans

La diversité intra-segment (différence entre le faciès dominant et secondaire) est bonne sur l'ensemble du linéaire : il y a donc peu de segments mono-type sauf sur l'extrême amont (amont de Villard-les-Dombes), à l'extrême aval (à l'aval du Pk 1.5) et à l'amont de la dérivation de la Vieille Chalaronne.

La diversité inter-segment (cf. Figure 24) peut être qualifiée dans l'ensemble de moyenne. Seul le secteur localisé entre les Pk 5.75 et 9 présente une bonne alternance des faciès sur un nombre important de segments.

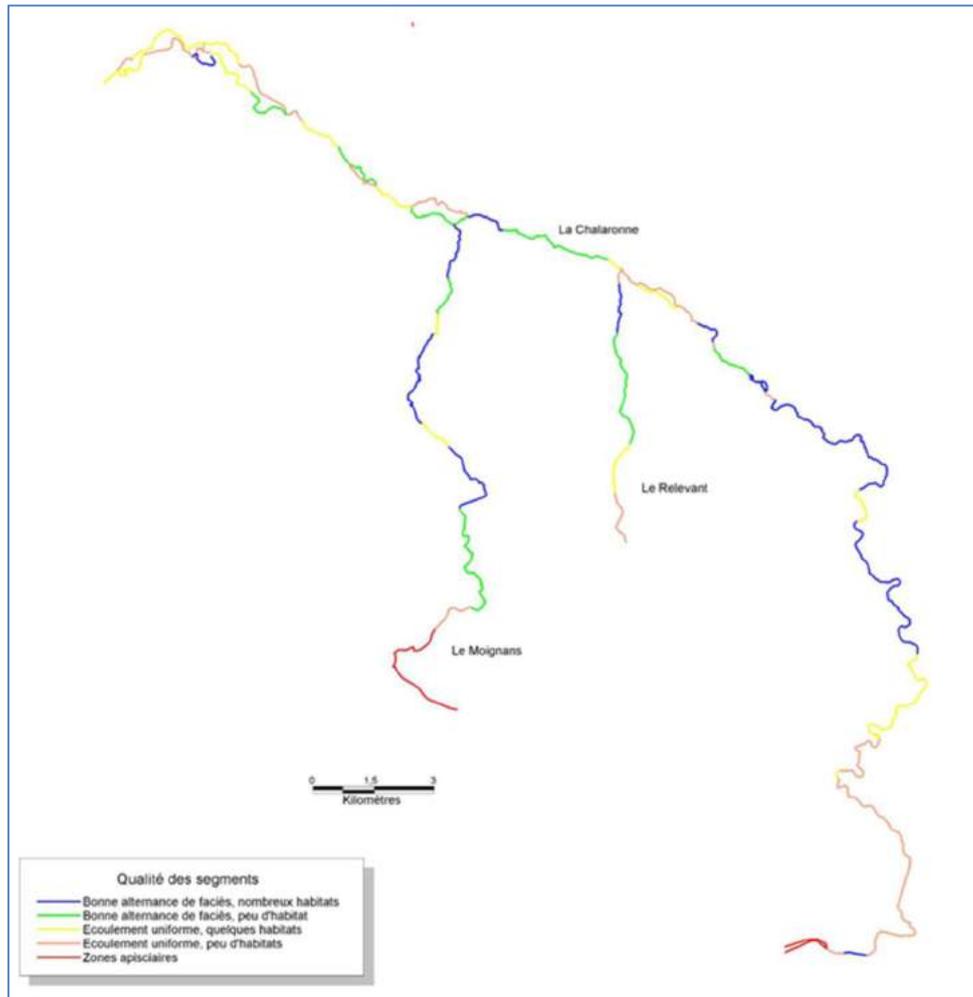
Nos résultats semblent correspondre avec les données de BURGEAP. En effet, aucune différence significative n'est notée, globalement les zones jugées les plus favorables (Basse Vallée aval) ou les plus dégradées (extrême aval et amont du linéaire, l'amont de Châtillon-sur-Chalaronne) correspondent d'une cartographie à l'autre (cf. Figure 25). Les différences se localisent à l'aval de Villard-les-Dombes où notre cartographie présente une diversité plus intéressante et au contraire à l'aval de la confluence avec le Moignans où l'étude de BURGEAP estimait une meilleure l'alternance des faciès.

Figure 24



Carte de l'alternance des faciès d'écoulement sur la Chalaronne à l'aval de Châtillon-su-Chalaronne et au niveau de Villard-les-Dombes

Figure 25



Carte de l'alternance des faciès d'écoulement dressé par BURGEAP en 2005

**Ce qu'il faut retenir : Géométrie du lit et faciès d'écoulement**

- A une échelle globale, l'évolution des largeurs et des hauteurs de plein bord, qui augmentent progressivement d'amont en aval, sont conformes aux contrôles structuraux de la morphologie de la Chalaronne : l'augmentation de largeur et de la hauteur est liée à l'augmentation des débits, avec une rupture assez nette à la confluence avec le Moignans. Localement, des rétrécissements ou des élargissements sont présents. Ils peuvent être induits par des ajustements locaux (zone de dépôts, incision par érosion régressive) ou à des aménagements. Ainsi, par exemple, des endiguements amènent à des rétrécissements et des sur-hauteurs alors que des ouvrages transversaux peuvent induire des élargissements locaux.
- D'une manière générale, les faciès d'écoulement sont relativement peu diversifiés avec une nette prédominance des faciès lentiques. Le Moignans présente une morphologie du lit en terme faciès très différente, où les faciès de type radier dominant. Les tronçons Vallée médiane et Basse Vallée aval et l'aval du Moignans sont ceux qui présentent le plus d'intérêt. Peu de différences sont à noter par rapport à 2005 avec une possible amélioration de la situation à l'aval de Villard-les-Dombes et une dégradation à l'aval de la confluence avec le Moignans.



### 3.2.2. Granulométrie du lit et de la charge en transit

#### Eléments de méthode :

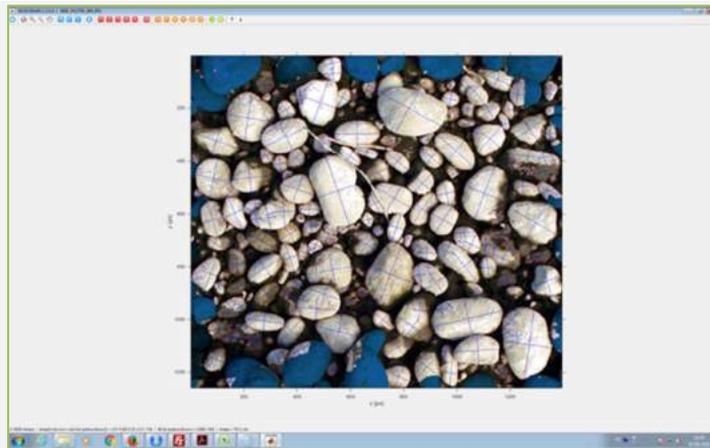
La granulométrie du lit a été estimée de manière qualitative à l'aide du protocole EVHA. La taille des particules (axe B) est appréciée visuellement selon les classes de tailles de la typologie de Wentworth modifiées (utilisées dans le protocole CARHYCE, présentées dans le tableau ci-dessous. Les observations ont été systématiquement faites sur des radiers afin de pouvoir établir une comparaisons longitudinale des mesures. 179 mesures granulométriques ont été ainsi réalisées.

Nom de la Classe granulométrique	Classe de taille (diamètre en mm)	Code utilisé
Dalles (dont dalles d'argile)	>1024	D
Rochers	>1024	R
Blocs	256 - 1024	B
Pierres Grossières	128 - 256	PG
Pierres Fines	64 - 128	PF
Cailloux Grossiers	32 - 64	CG
Cailloux Fins	16 - 32	CF
Graviers Grossiers	8 - 16	GG
Gravier fins	2 - 8	GF
Sables	0,625 - 2	S
Limons	0,0039 - 0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A

La granulométrie de charge en transit a été mesurée par imagerie. Au cours de nos prospections de terrain, des photographies des sédiments composant les bancs mobiles ont été réalisées avec un repère servant d'échelle. Les images ont été traitées à l'aide du logiciel libre BASEGRAIN qui permet d'extraire automatiquement les dimensions des axes B des particules. Cette méthode correspond à une granulométrie de type nombre par aire. Ce logiciel offre, au cours du traitement, une phase de correction manuelle de la segmentation automatique, ce qui permet d'obtenir de meilleurs résultats



Exemple de photographies de patches de sédiments apparemment mobiles prises sur le terrain



Exemple de segmentation d'image obtenue à l'aide de BASEGRAIN

### 3.2.2.a. Granulométrie du fond du lit

Sur les 134 segments parcourus, 94 mesures ont été réalisées, principalement sur les radiers. Le tronçon le plus aval, Plaine de la Saône, n'a pas fait l'objet de mesures granulométriques (le fond n'étant pas visible). Majoritairement (62%) le lit du cours d'eau est composé de la classe « cailloux » qui correspond à des éléments compris entre 16 et 64 mm. Il s'agit essentiellement de « cailloux grossiers » (32-64 mm), parfois de cailloux fins (16-32 mm) ou de pierres fines (64-128 mm). Cette fraction dominante est souvent associée à une fraction secondaire qui correspond aux mêmes classes de taille (cf. Figure 26).

Figure 26

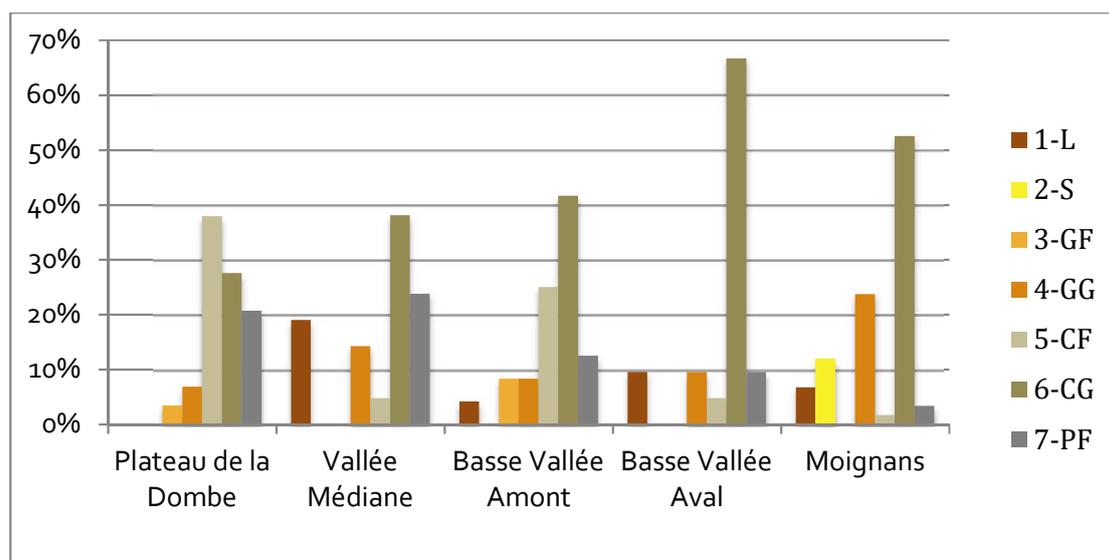
Granulométrie dominante	Granulométrie secondaire								Total
	1-L	2-S	3-GF	4-GG	5-CF	6-CG	7-PF	8-PG	
1-L	6					1			7
3-GF				2	1				3
4-GG	1		2	2	2	2			9
5-CF		1	1	5	1	11			19
6-CG	3	1		3	11	14	8		40
7-PF						11	2	2	15
8-PG							1		1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>39</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>94</b>

Nombre de couple des granulométries dominantes et secondaires du chenal

Si globalement aucune évolution longitudinale nette de la granulométrie n'est constatée (cf. Figure 27), les éléments composant le fond du linéaire localisé sur le plateau de la Dombes est composé plutôt de cailloux fins, contrairement aux tronçons aval où dominent les cailloux grossiers. Sur ce secteur, il est étonnant que les composantes limoneuses ne

ressortent pas plus dans les résultats. L'explication de ce phénomène s'explique par le fait que les granulométries ont été réalisées uniquement sur les radier. Les secteurs Vallée Médiane et Basse Vallée aval sont marqués par une faible proportion des cailloux fins (cf. Figure 28), compensée à l'amont par des pierres fines. Le tronçon intermédiaire possède en revanche une granulométrie plus fine, probablement en raison des apports du Moignans. Cet affluent présente la plus grosse proportion de charge grossière fine (36 % d'éléments < cailloux fins), mais reste marqué par des cailloux grossier dans sa partie médiane où des faciès de type radier dominant.

Figure 27

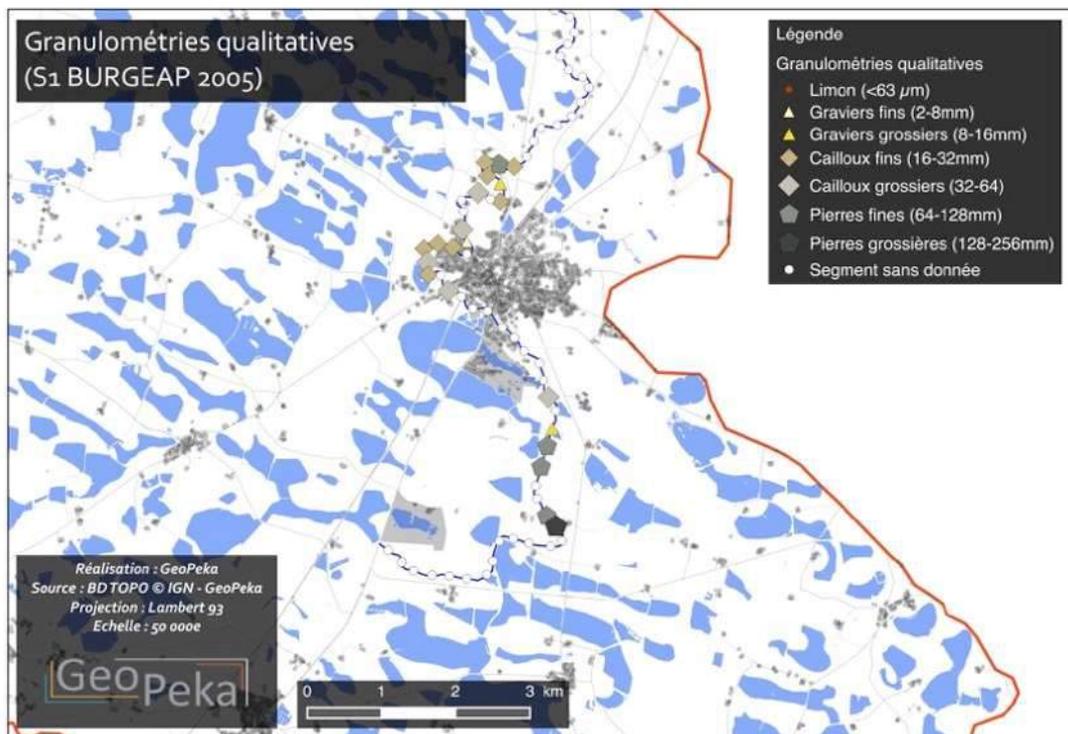
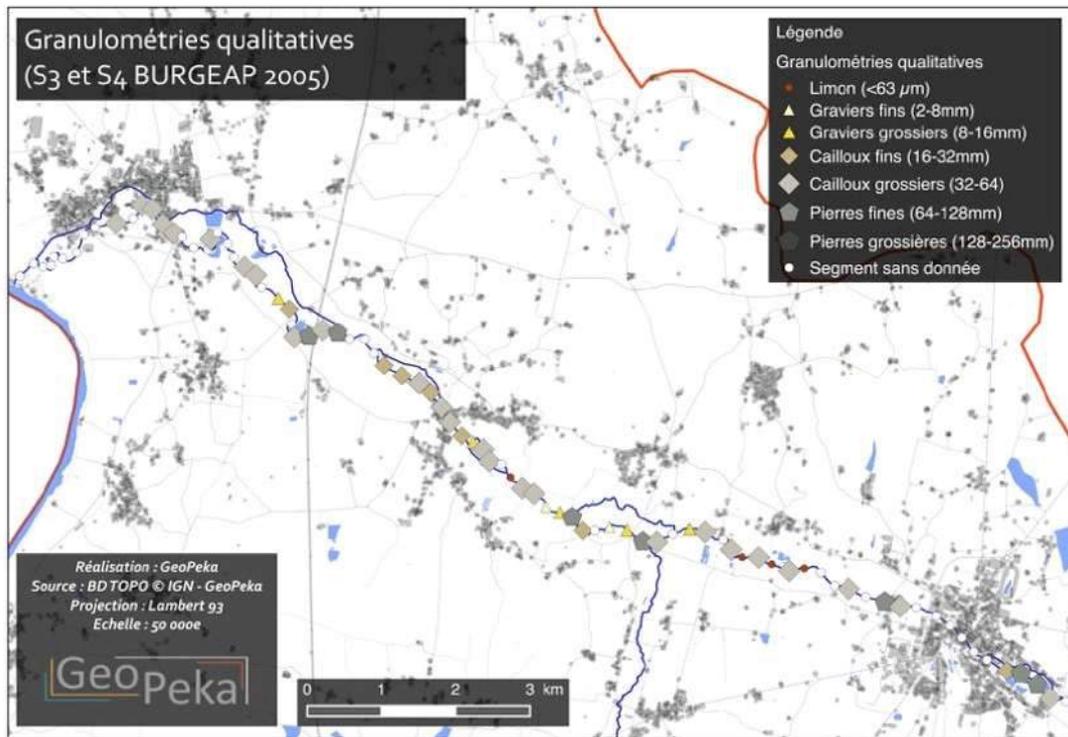


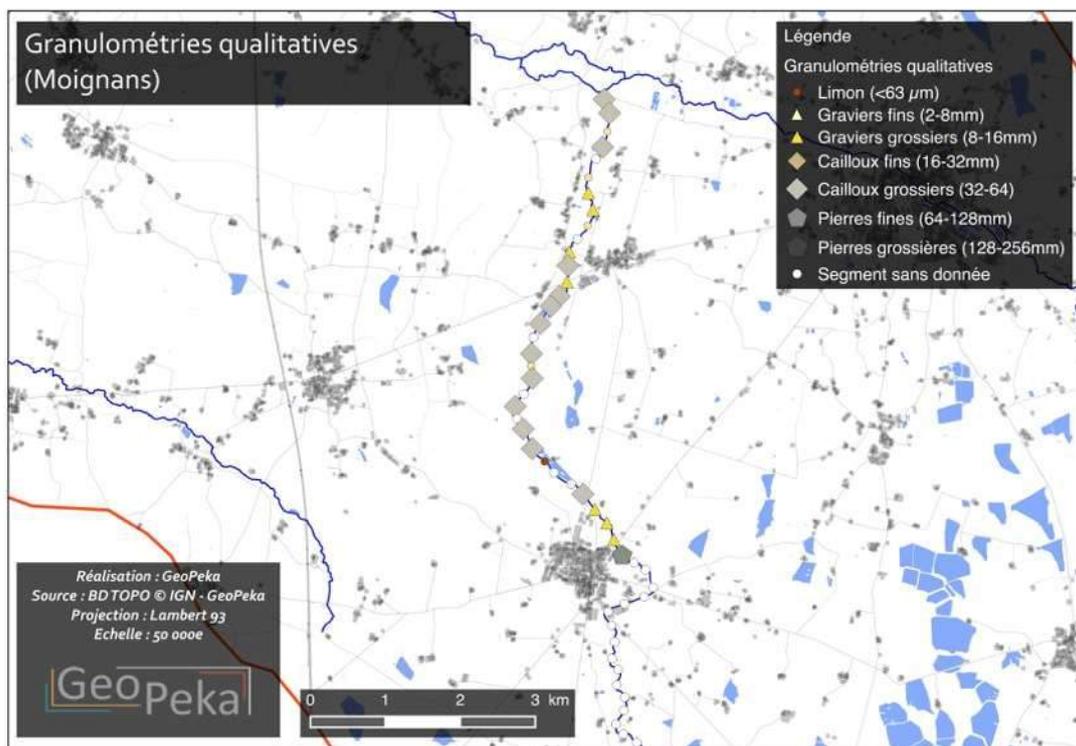
Nombre de couple des granulométries dominantes et secondaires du chenal

Ces résultats semblent cohérents avec les mesures réalisées par BURGEAP en 2005 (cf. Figure 29). Quatre analyses de type nombre par grille (méthode WOLMAN<sup>2</sup>) avait été réalisées sur l'ensemble du bassin versant. En revanche, il n'est pas précisé dans l'étude BURGEAP si les sédiments échantillonnés sont ceux du lit ou de bancs. Les résultats de cette étude présentent une très forte homogénéité longitudinale et le D<sub>50</sub> correspond à des cailloux grossiers. Ces valeurs sont donc concordantes avec nos mesures réalisées dans le chenal en eau.

<sup>2</sup> WOLMAN « A method of sampling coarse river bed material » WOLMAN M.G, 1954, Transaction American Geophysical Union, 35 (6), p. 951-956

Figure 28





Cartes des granulométries dominantes du chenal par segment (Chalaronne à l'aval de Châtillon et dans le secteur de Villard-les-Dombes, Moignans)

Figure 29

	dm (cm)	D30 (cm)	D50 (cm)	D90 (cm)
Captage de la Chapelle du Châtelard	4,1	3,1	4,0	7,2
Châtillon sur Chalaronne	4,1	3,1	4,0	7,2
Saint Etienne sur Châlaronne (Amont Glenne)	4,2	3,0	4,2	9,5
Saint Didier sur Châlaronne / Thoisyey	4,0	3,2	4,0	6,0

Résultats des granulométries réalisées dans le cadre de l'étude BURGEAP 2005

### 3.2.2.b. Granulométrie de la charge en transit

Le D50 moyen des 10 mesures réalisées est de 17 mm, ce qui correspond à la limite entre les classes qualitatives graviers grossiers et cailloux fins. La moyenne du D90 pour l'ensemble des échantillons est de 32 mm, soit la limite entre les classes cailloux fins et cailloux grossiers. Ces données nous indiquent que la taille des sédiments en transit est plus fine que ceux composant le fond du chenal. Les deux méthodes de détermination de la granulométrie ne sont pas strictement comparables en raison des protocoles différents (grille par comptage dans un cas et surface par comptage de l'autre). Aussi, un facteur de conversion a été appliqué, basé sur le modèle du cube sans vide. La moyenne du D50 converti est de 27 mm, ce qui nous permet de confirmer l'hypothèse d'une granulométrie plus fine pour les sédiments en transit (cf. Figure 30). Par ailleurs, comme pour la granulométrie du chenal, aucun tri granulométrique amont /aval n'est constaté.

Figure 30

Commune	Cours d'eau	Pk	Segment	Image	D10	D50	D90	D50 converti
St.Didier	C	1885	1750	458	10,8	16,6	40,4	32,9
St.Didier	C	2895	2750	490	11,2	23,4	47,8	40,7
St.Didier	C	3400	3250	505	10,5	14,6	28,9	23,41
St.Didier	C	4005	4000	535	11,0	16,3	29,0	23,41
St.Etienne	C	6630	6500	152	12,0	20,2	40,3	32,23
St.Etienne	C	6930	6750	158	10,4	13,5	21,7	16,05
St.Etienne	C	10780	10750	2315	11,0	16,3	27,7	22,7
Dompierre	C	12805	12750	2332	10,4	13,1	19,4	15,2
L'Abergement-Clémenciat	C	17045	17000	1847	11,9	21,8	51,8	43,8
Villard	C	44100	44000	2234	10,7	13,8	21,4	17,8
Baneins	M	1690	1500	1642	10,6	13,8	22,6	18,5
Baneins	M	1850	1750	1654	10,9	16,1	35,7	32,4
Baneins	M	4455	4250	1930	10,8	16,8	32,9	27,6
Baneins	M	4545	4500	1940	11,1	15,4	29,5	26,5
St. Triviers	M	6645	6500	2049	10,4	15,6	37,1	33,6
St. Triviers	M	6855	6750	2057	11,2	19,2	45,9	57,5

Résultats des granulométries des bancs de la Chalaronne (C) et du Moignans (M). L'alternance des couleurs des cases correspond aux tronçons de fonctionnement théorique

Les granulométries réalisées à partir des images prises sur les atterrissements du Moignans présentent les mêmes caractéristiques que celles de la Chalaronne : elles sont plus fines que les mesures exécutées de manière qualitative sur le fond du chenal. Le D50 moyen correspond à la limite entre les graviers grossiers et les cailloux fins (16 mm), le D50 converti quant à lui équivaut à la limite de la classe supérieure (32,6 mm soit entre cailloux fins et cailloux grossiers).

**Ce qu'il faut retenir : Granulométrie du lit et de la charge en transit**

- La granulométrie du lit ne connaît pas d'affinement amont/aval net comme c'est classiquement le cas sur beaucoup de cours d'eau. La granulométrie moyenne correspond à des sédiments dont la taille est comprise entre 32 et 64 mm. La granulométrie du lit du Moignans est plus fine que celle de la Chalaronne.
- La granulométrie de la charge en transit est plus fine que celle du fond du chenal.

### 3.2.3. Atterrissements

Les atterrissements sont des accumulations de sédiments dans la bande active de la rivière, qui ont été transportés et déposés par cette dernière et déposés. Ils se distinguent des sédiments constituant le lit même du cours d'eau par leurs formes qui attestent un déplacement (langue de progradation) et/ou un dépôt (banc de convexité ou dépôt à l'aval d'une situation d'abri). Ces atterrissements sont plus ou moins mobiles, notamment, en fonction de leur degré de végétalisation. Il existe un effet seuil à partir duquel une fixation par une végétation arbustive et arborée limite la remobilisation des sédiments, crée un ralentissement des flux d'eau de crue favorisant alors le dépôt de sédiments fins à la surface. Eux-mêmes induisent à leur tour le développement de la végétation. L'atterrissement s'exhausse progressivement et devient petit à petit une banquette végétalisée, incluse dans le lit mineur mais hors de la bande active. Ainsi, les atterrissements mobiles ou en voie de fixation sont le signe d'un transport actif et/ou d'une zone de dépôt préférentiel. Les atterrissements fixes, s'ils ne sont pas couplés à des érosions, sont le signe de dépôts préférentiels et d'une fermeture de la bande active, peuvent traduire une réduction des apports solides.

#### 3.2.3.a. Atterrissements mobiles et en voie de fixation

Les atterrissements (liés au transport de sédiments) devraient être essentiellement présents sur les secteurs ayant les plus fortes pentes et les plus forts débits. Dans le cas de la Chalaronne, leur nombre devrait alors croître d'amont en aval. A l'extrême aval (secteur Plaine de Saône), la réduction de la pente est compensée par des débits plus puissants. De plus dans cette zone, des atterrissements (en tant que forme de dépôts) devraient apparaître si la compétence du cours d'eau est réduite. Ce schéma n'est apparemment que partiellement effectif. Si une croissance du taux d'atterrissement est constatable sur les secteurs intermédiaires, le secteur le plus à l'amont présente des taux d'atterrissement relativement important (ou par effet de négatif, c'est le secteur de la Vallée médiane qui enregistre que très peu de bancs). Enfin, très peu de bancs ont été recensés sur le secteur le plus aval de la Plaine de Saône.

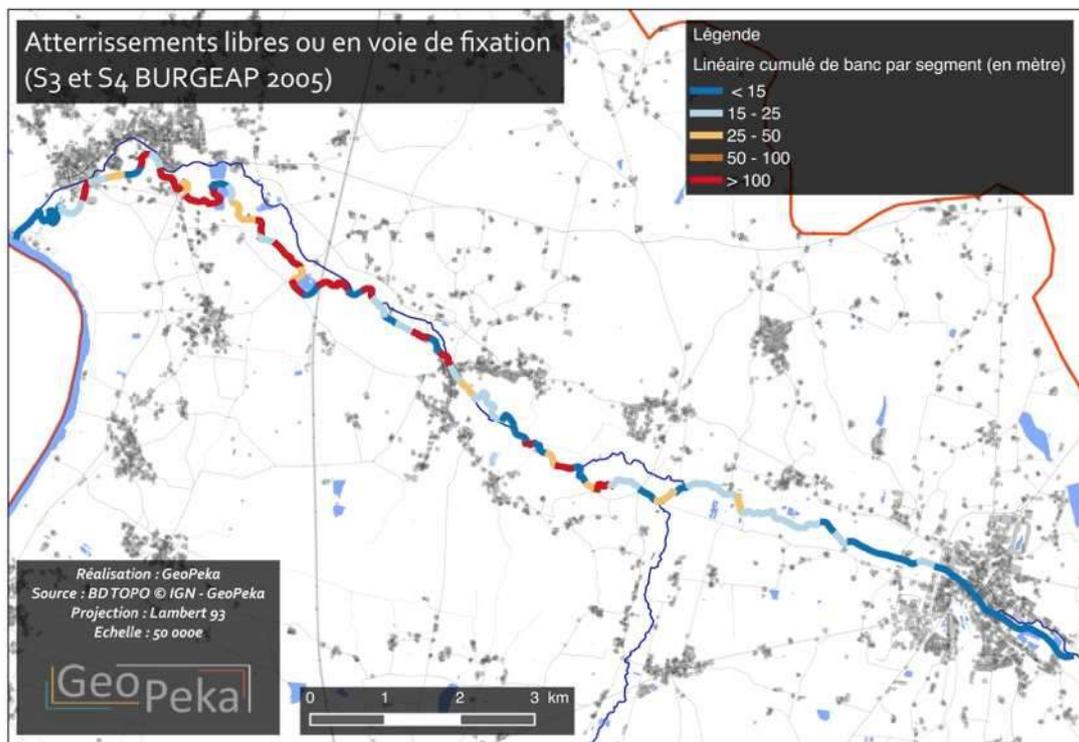
Le secteur avec le plus d'atterrissement est celui de la Basse Vallée aval (cf. Figure 31 & Figure 32). Cependant ces derniers sont constitués essentiellement de forme en voie de fixation (10,1 % des bancs sur ce secteur). Le tronçon localisé à l'amont présente en revanche une longueur de banc mobile plus importante. Le Moignans, quant à lui, présente une quantité très importante de bancs qui sont essentiellement mobiles. Ces derniers se concentrent essentiellement sur le secteur Vallée du Moignans (hormis à l'aval du pont des Souches, Pk 1.5).

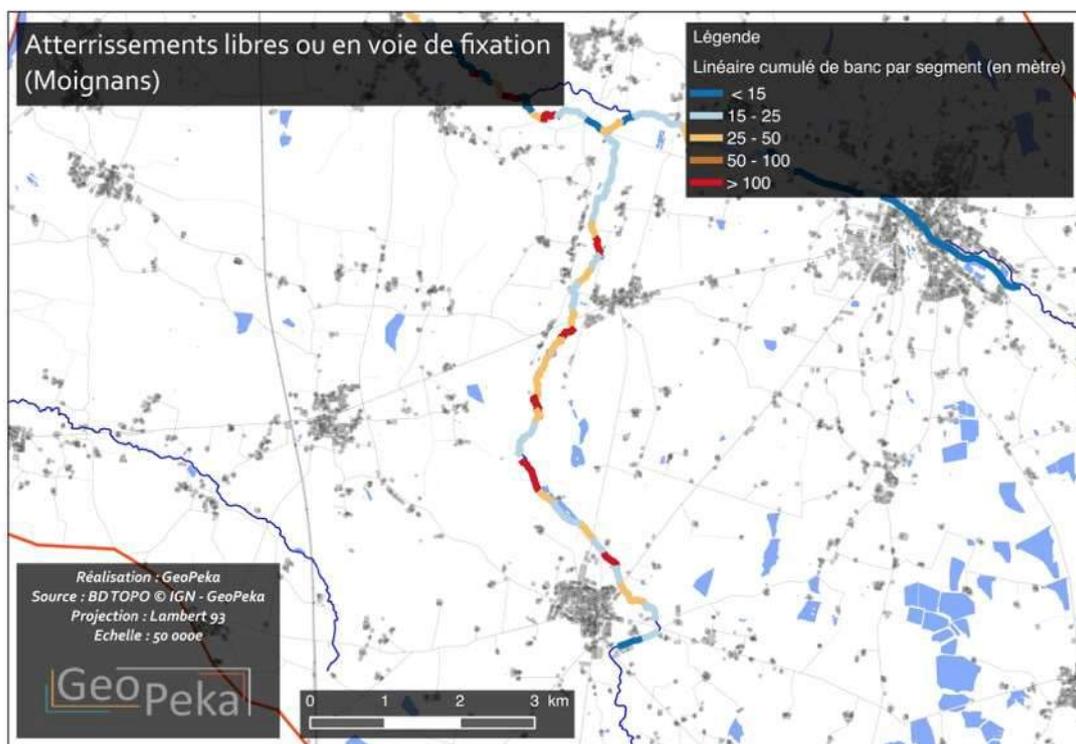
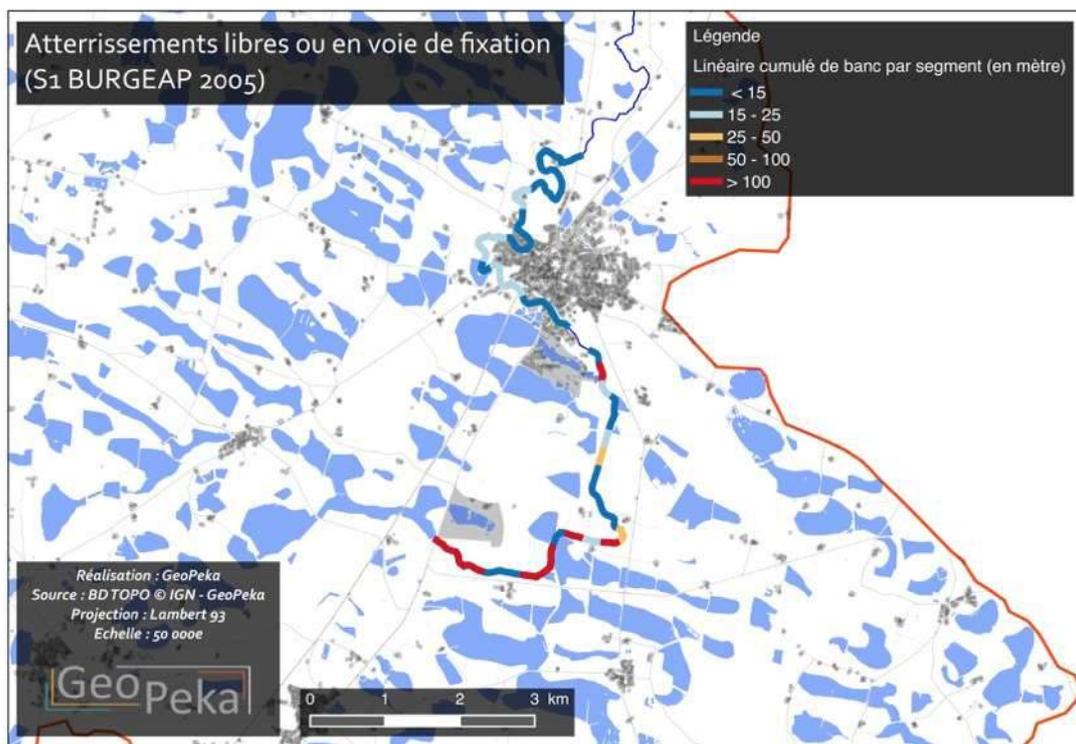
Figure 31

Rivière	Tronçon de fonctionnement théorique	Longueur (en m)			%	
		totale de linéaire de cours d'eau	de bancs mobiles (en m)	de banc en voie de fixation	de bancs mobiles et en voie de fixation	de banc mobile
C	Plateau de la Dombes	25000	1250	130	5,5%	5,0%
C	Vallée Médiane	13500	65	45	0,8%	0,5%
C	Basse Vallée Amont	12500	305	397	5,6%	2,4%
C	Basse Vallée Aval	10500	130	1060	11,3%	1,2%
C	Plaine de Saône	5500	80	55	2,5%	1,5%
M	Plateau de la Dombes	2000	105	70	8,7%	5,2%
M	Vallée du Moignans	70000	820	150	13,9%	11,7%

Longueur d'atterrissement libres ou en voie de fixation et % de leur présence (par rapport au linéaire de cours d'eau) par tronçon de fonctionnement théorique

Figure 32





Cartes des longueurs cumulées des bancs libres ou en voie de fixation par segment de la Chalaronne (aval de Châtillon-sur-Chalaronne et secteur de Villars-les-Dombes) et du Moignans

### 3.2.3.b. Atterrissements fixes

La répartition des atterrissements fixes par de la végétation suit globalement la même logique spatiale que celle des atterrissements mobiles et en voie de fixation (cf. Figure 33). Là où sont présents des bancs mobiles, sont également présents des bancs fixes, ces derniers correspondant à une forme d'évolution des premiers. Leurs longueurs absolues sont cependant moins importantes.

Figure 33

Rivière	Tronçon de fonctionnement théorique	Longueur total de linéaire en m	Longueur de bancs fixes	%
C	Plateau de la Dombes	25000	700	2,8%
C	Vallée Médiane	13500	115	1,7%
C	Basse Vallée Amont	12500	290	4,6%
C	Basse Vallée Aval	10500	335	6,4%
C	Plaine de Saône	5500	0	0%
M	Plateau de la Dombes	2000	40	2%
M	Vallée du Moignans	7000	90	1,3%

Longueur d'atterrissements fixes et % de leur présence (par rapport au linéaire de cours d'eau) par tronçon de fonctionnement théorique

Une analyse du rapport entre les taux d'atterrissements fixes par rapport à celui des atterrissements plus mobiles (libres + EVF) montre que le second est plus important que le premier. Cet écart est encore plus important sur le linéaire du Moignans, attestant d'un important processus de transport sédimentaire. Un secteur déroge à ce constat : entre Châtillon-sur-Chalaronne et la confluence avec le Moignans. Ce résultat traduit un faible transport sédimentaire. A l'aval de cette même confluence, la proportion des bancs nus est la plus importante, puis fait place plus à l'aval à l'augmentation de la part des bancs en voie de fixation.

Les atterrissements en tant que tels n'avaient pas été relevés dans l'étude de 2005, il est donc difficile, sur ce point, d'analyser si les dynamiques de transport/dépôt ont évolué depuis.

### 3.2.4. Erosions des berges

L'érosion de berge est un témoin de l'activité morphodynamique d'un cours d'eau. Le moteur de l'activité érosive est le couplage pente/débit. Quant à elles, les érosions sont le moteur des dynamiques latérales qui permettent un approvisionnement du cours d'eau en matériel sédimentaire et un rajeunissement des milieux alluviaux. Elles sont un processus naturel, qui s'exerce surtout, dans le cas des cours d'eau méandrique telle que la Chalaronne, dans les concavités de méandres. Elles peuvent également résulter

d'aménagement du cours d'eau, elles apparaissent souvent à l'aval de zone ayant fait l'objet de protection de berges.

Sur la Chalaronne, les taux d'érosion par tronçons sont conformes au fonctionnement théorique attendu. La partie amont n'enregistre que quelques érosions, ponctuelles, alors que les secteurs médians et aval, qui présentent une énergie plus importante, ont un taux d'érosion compris entre 6,8 % et 8,5 %. Il est possible de noter également la très forte activité érosive du Moignans. Sur ce cours d'eau la partie amont présente un fort taux d'érosion qui ne concorde pas avec l'analyse de son fonctionnement théorique. Ce résultat peu s'expliquer par le fait que les mesures ne concernent que les 2 derniers kilomètre du tronçon de fonctionnement théorique, zone où le Moignans s'est déjà encaissé dans le plateau de la Dombes et possèdent probablement une pente forte. L'aval est le tronçon qui présente le plus fort taux d'érosion, qui s'explique essentiellement par les pentes importantes de cette partie de linéaire. (cf. Figure 34).

Figure 34

Rivière	Tronçon de fonctionnement théorique	Longueur cumulée d'érosion (m)	Longueur totale de berge (m)	Taux d'érosion
C	Plateau de la Dombes	90	25000	0,36%
C	Vallée Médiane	920	13500	6,81%
C	Basse Vallée Amont	1065	12500	8,52%
C	Basse Vallée Aval	790	10500	7,52%
C	Plaine de Saône	375	5500	6,82%
M	Plateau de la Dombes	310	4000	7,8%
M	Vallée du Moignans	1905	14000	14%

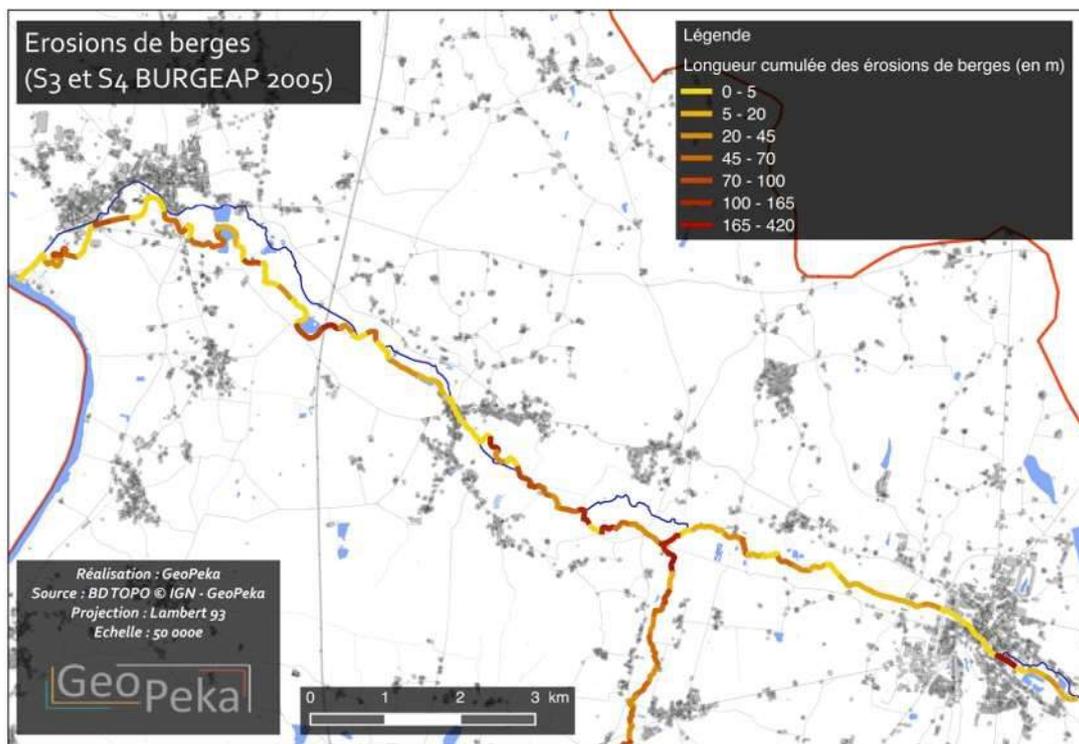
Longueur des érosions de berge et % de leur présence (par rapport au linéaire de berge) par tronçon de fonctionnement théorique

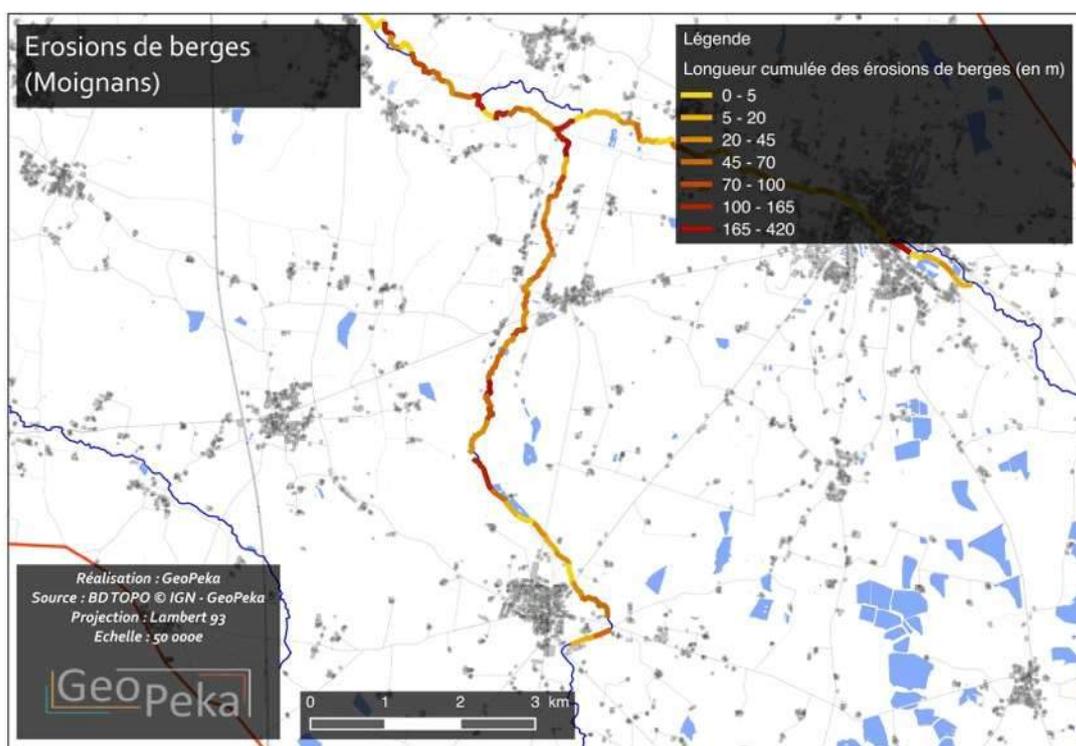
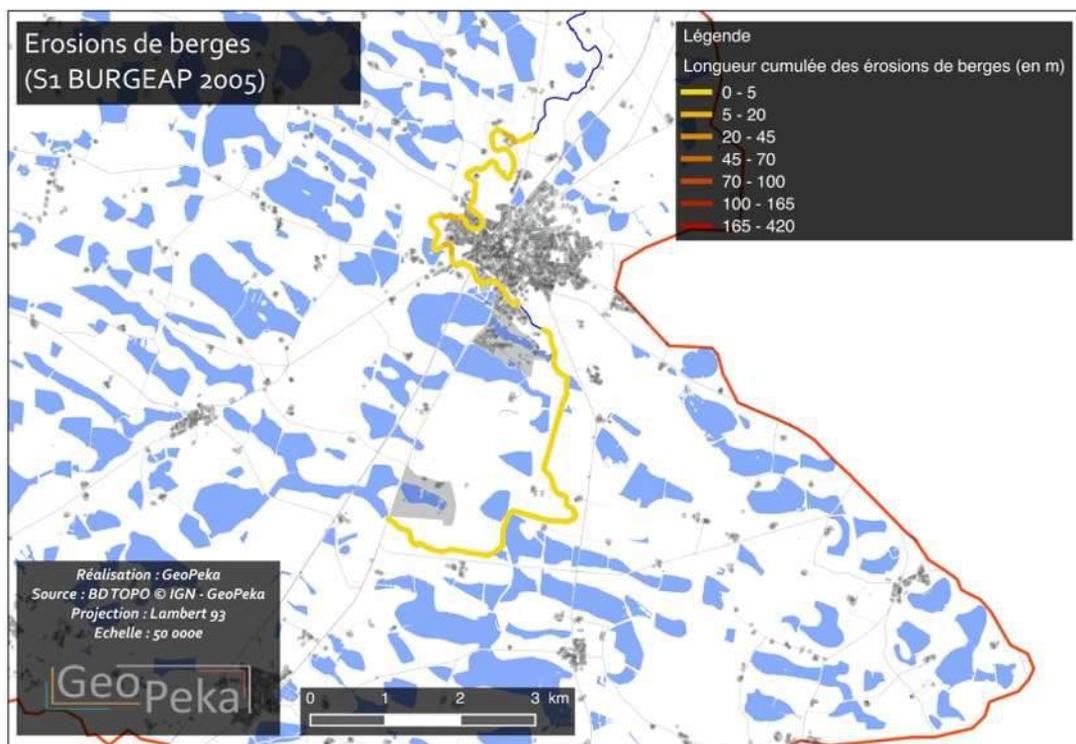
Une analyse géographiquement plus fine (cf. Figure 35) montre que les secteurs les plus soumis à l'érosion des berges sont :

- à l'aval de l'étang de Vanans jusqu'à l'entrée de Saint-Didier-sur-Chalaronne (entre les Pk 3,25 et 4,75) : ce secteur avait déjà été repéré en 2005 (T19). Une de ces érosions est très problématique (cf. érosion de l'étang de Vanans, Fiche #15 Phase 1, p. 24). A l'aval, les érosions sont localisées en rive droite (berges opposées au centre équestre).
- à partir de l'étang Charles Bailly (Pk 7) jusqu'au Pk 8,5 : ce secteur avait également été repéré au cours de l'étude de 2005, avec notamment la grande érosion en rive droite de l'étang Charles Bailly, aménagé par le syndicat (cf. érosion de l'étang Charles Bailly, Fiche #13 Phase 1, p. 22). Des érosions sont présentes également en amont du pont de la LGV.

- à l'amont de Saint-Etienne-sur-Chalaronne entre les Pk 10,75 et 13 : cette zone correspond à l'ensemble de T15 et à l'amont de T16, qui n'avait pas été identifiés en 2005 pour leurs érosions. Certains segments présentent des taux d'érosion compris entre 25 et 30 %, comme c'est le cas dans le bois des Îlons et des Douvres à l'amont, à l'aval du lieu dit « Le Moulin » et sur le linéaire principal au niveau de la Vieille Chalaronne.

Figure 35





Cartes des longueurs cumulées des érosions de berges par segments de la Chalaronne (aval de Châtillon-sur-Chalaronne et secteur de Villars-les-Dombes) et du Moignans

### **Ce qu'il faut retenir : Erosions de berge**

- **Les taux d'érosion sont homogènes sur l'ensemble du bassin versant**, quel que soit les tronçons de fonctionnement théorique, **sauf sur l'amont du bassin versant, où ils sont beaucoup plus faibles**. Les secteurs où l'activité érosive est la plus intense se localisent sur le Moignans et à l'aval de sa confluence sur la Chalaronne.

## 3.3. Analyse des dynamiques de l'hydrosystème Chalaronne/Moignans

### 3.3.1. Puissance spécifique et activité géodynamique potentielle

Afin d'évaluer l'activité géodynamique de la Chalaronne, notre analyse se base sur l'étude de la puissance spécifique, métrique adimensionnelle (dont l'unité est  $W/m^2$ , noté  $\omega$ ) traduisant la compétence d'un cours d'eau et sa capacité d'ajustement. Cette première étape nous permettra de distinguer les sections où les moteurs des dynamiques sédimentaires sont capables de produire des modifications morphologiques. Dans un second temps, nous nous intéressons aux formes et aux évolutions du tracé en plan (dynamiques latérales), du profil en long (dynamiques latérale). et, via une étude de l'effet des ouvrages transversaux aux dynamiques longitudinales. afin d'identifier si ces modifications morphologiques sont effectives. Enfin nous déterminerons les capacités de charriages potentielles afin d'affiner notre compréhension des dynamiques hydro-sédimentaires.

#### 3.3.1.a. Puissance spécifique par section

Rappelons, dans un premier temps, qu'il est généralement admis qu'en deçà d'un seuil oscillant entre 25 et 35  $W/m^2$ , un cours d'eau ne possède pas la capacité à s'auto-ajuster d'un point de vue morphologique.

Les valeurs obtenues par tronçons de fonctionnement théorique montrent que l'ensemble du linéaire de la Chalaronne présente des valeurs supérieures au seuil d'auto-ajustement, excepté pour le tronçon amont Plateau de la Dombes (cf. Figure 36). Les valeurs calculées pour  $\omega$  indiquent que pour l'ensemble des tronçons à l'aval de la Haute Vallée, une activité géodynamique n'est pas anormale, au contraire, l'énergie de la rivière permet naturellement des dynamiques hydro-morphologiques (érosions, transports, dépôts). En revanche, à l'amont du bassin versant, dans le secteur de Villard-les-Dombes, cette énergie semble insuffisante. Notons cependant que cette incapacité d'auto-ajustement n'est pas le signe d'un dysfonctionnement car il s'agit d'un processus naturel induit par le manque naturel d'énergie du cours d'eau, lui même induit par une pente trop faible.

Concernant le Moignans, le tronçon amont se trouve être dans la même situation que la Chalaronne dans le secteur de Villard-les-Dombes, avec cependant des valeurs un peu plus

élevées (la pente moyenne est aussi plus importante). Ce tronçon est à la limite des capacités d'auto-ajustement (d'autant plus que les débits pris en compte sont ici très probablement surévalués, ceux utilisés sont les mêmes que le secteur aval). En revanche, l'activité érosive importante amène à relativiser ce manque de dynamique potentiel. Sur le tronçon Vallée du Moignans, la puissance spécifique est assez forte pour induire des modifications morphologiques (>35).

Figure 36

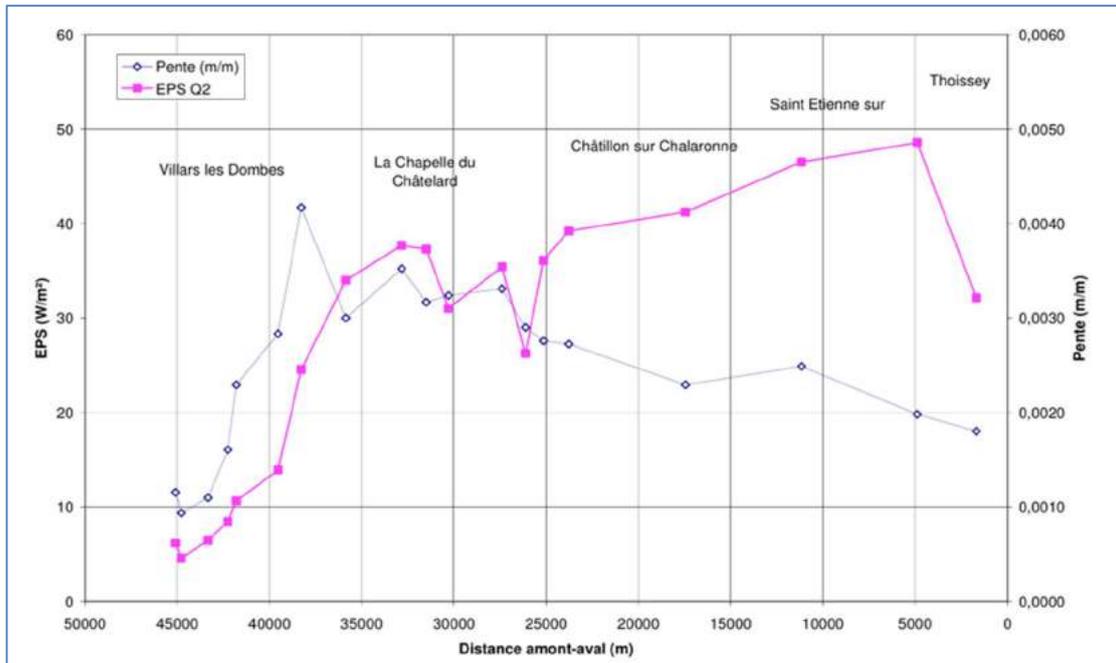
Rivière	Tronçon de fonctionnement théorique	$\omega$
C	Plateau de la Dombes	11,9
C	Vallée Médiane	49
C	Basse Vallée amont	51,2
C	Basse Vallée aval	66,4
C	Plaine de la Saône	45,9
M	Plateau de la Dombes	26,2
M	Vallée du Moignans	40,1

Valeur de puissance spécifique (en W/m<sup>2</sup>) par tronçon de fonctionnement théorique

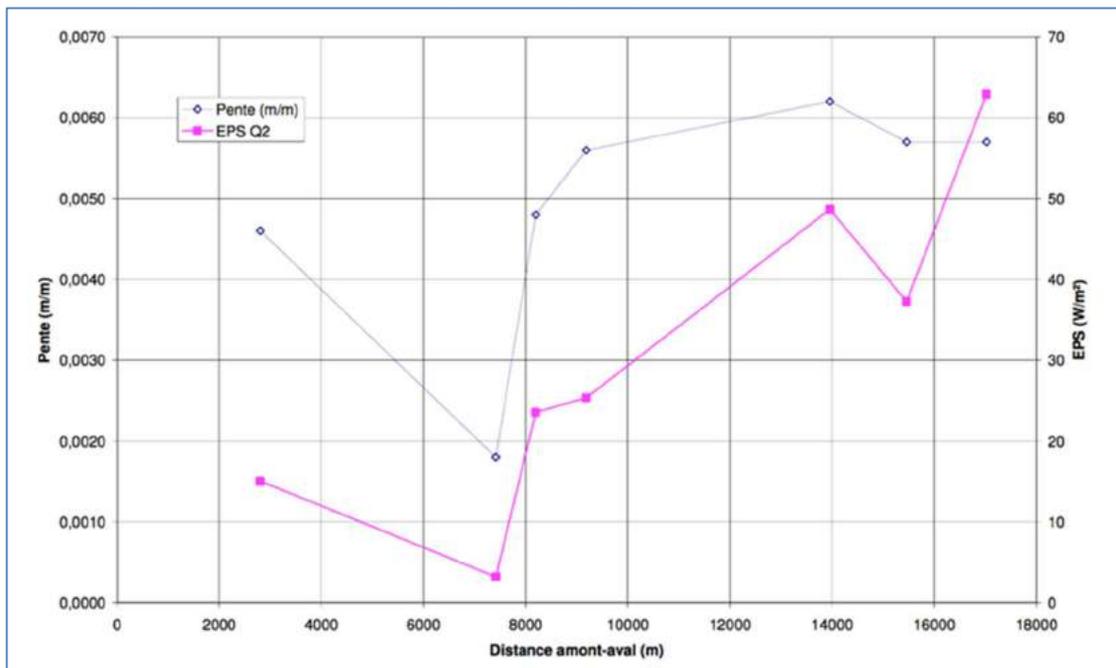
Ces résultats ne sont pas concordants, en terme de valeur, avec l'étude de 2005 qui présentait des valeurs pour  $\omega$  ne dépassant pas les 45 W/m<sup>2</sup> (cf. Fig. Figure 37). En effet, en 2005, la  $\omega$  maximal était de 50 W/m<sup>2</sup>. Ces différences de résultat s'expliquent essentiellement par la différence des mesures de largeur. En effet, la pente ne semble pas entrer en ligne de compte car la comparaison diachronique des profils ne présente pas de différence significative à l'échelle des tronçons aval (l'absence de profil en long sur le secteur Plateau de la Dombes nous interdit toute analyse de la pente locale). Cependant, il est possible de noter que l'évolution globale de la puissance spécifique est identique, avec une croissance d'amont en aval et une diminution relative de cette valeur dans le secteur de la plaine de la Saône.

Ces valeurs de puissance spécifique indiquent que les traces d'activités observées (érosion, forme de dépôts indiquant un transit des particules sédimentaires) ne sont pas des héritages. La Chalaronne à partir de Châtillon-sur-Chalaronne, mais surtout à l'aval du Moignans, a une énergie suffisante pour évoluer, changer progressivement son tracé par érosion et transporter des sédiments. Ces potentielles dynamiques sont un atout pour un cours d'eau avec un bon niveau de qualité écologique dont un des moteurs est le renouvellement des formes des milieux physiques. Cependant, nous devons relativiser ce propos au regard de différents éléments relatifs aux contrôles des dynamiques latérales. D'une part, la Chalaronne est un cours d'eau assez fortement anthropisé avec de nombreuses protection de berges, même si ce facteur n'est pas le plus limitant quant à la mobilité latérale (cf. § 3.3.1.b). D'autre part, la végétation rivulaire, sous forme de cordon en berge, couplée à une cohésivité de berge assez importante limite le potentiel d'évolution latérale de la Chalaronne.

Figure 37



Evolution longitudinale (d'amont en aval) des puissances spécifiques de la Chalaronne, extrait de BURGEAP 2005



Evolution longitudinale (d'amont en aval) des puissances spécifiques du Moignans, extrait de BURGEAP 2005

### Ce qu'il faut retenir : Puissances spécifiques

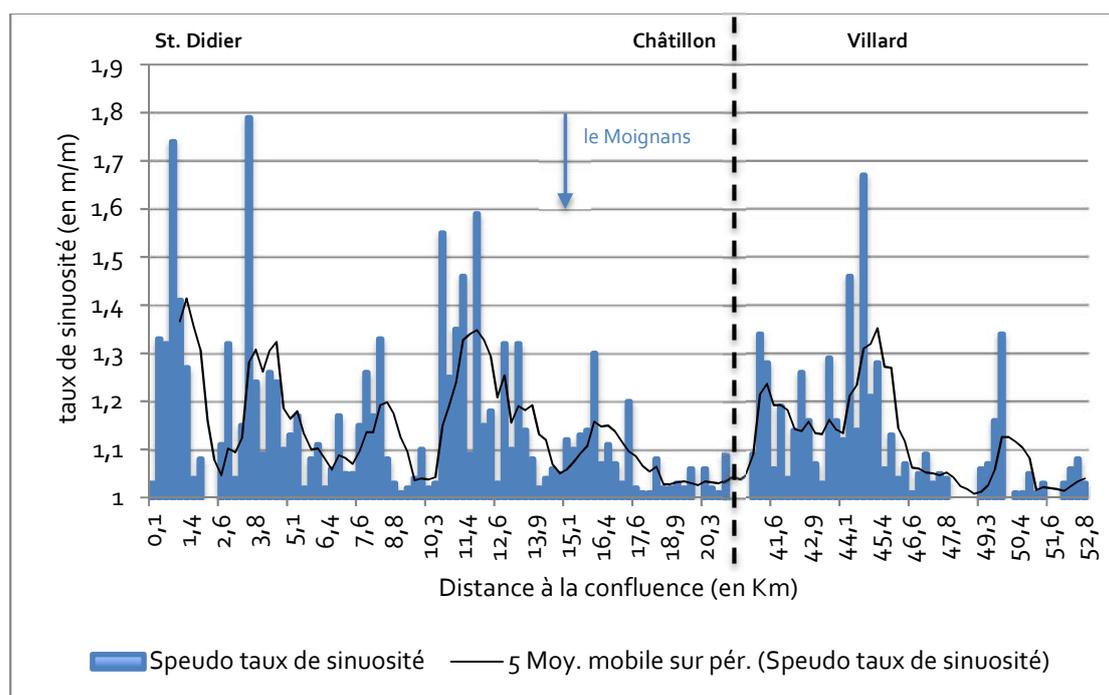
- Les puissances spécifiques calculées indiquent que la Chalaronne est capable, sur la majeure partie de son tracé, d'auto-ajustements morphologiques. Cela signifie que **les dynamiques du cours d'eau sont en théorie suffisantes pour que ce dernier change de forme naturellement, évolue et présente un bon niveau de qualité écologique**. Seule la partie amont (secteur de Villard-les-Dombes) ne présente pas une puissance spécifique relatant de dynamiques suffisantes pour produire des changements de formes.

### 3.3.2. Formes du tracé en plan et dynamiques latérales

En raison de sa pente et de la quantité relative de ses apports solides, la Chalaronne est un cours d'eau dont le style fluvial est le méandrage. Les rivières méandriformes ont pour caractéristique, en l'absence d'importants aménagements, d'avoir une importante activité en termes de dynamique latérale. Aussi, nous nous intéressons ici aux formes de son tracé en plan.

Nous avons calculé un taux de sinuosité<sup>3</sup> pour chacun des segments (cf. Figure 38). La Chalaronne présente un caractère méandriforme très peu marqué à l'amont de Villard-les-Dombes. A l'aval de cette agglomération, la sinuosité augmente avec un taux moyen de 1,2. Plus à l'aval encore, la sinuosité augmente avec la confluence du Moignans : entre les Pk 13,5 et 10,5, le taux moyen avoisine les 1,27, pour diminuer fortement au niveau de la traversé de Saint-Etienne-sur-Chalaronne. Entre les PK 6 et 2,5, il retrouve des valeurs relativement importantes avant de s'effondrer au niveau de la commune de Thoissey. A l'aval de cette dernière, il retrouve des valeurs très importantes sauf sur les deux derniers segments.

Figure 38



Evolution longitudinale du taux de sinuosité du tracé en plan de la Chalaronne. Le trait noir pointillé indique une discontinuité dans la valeur des Pk.

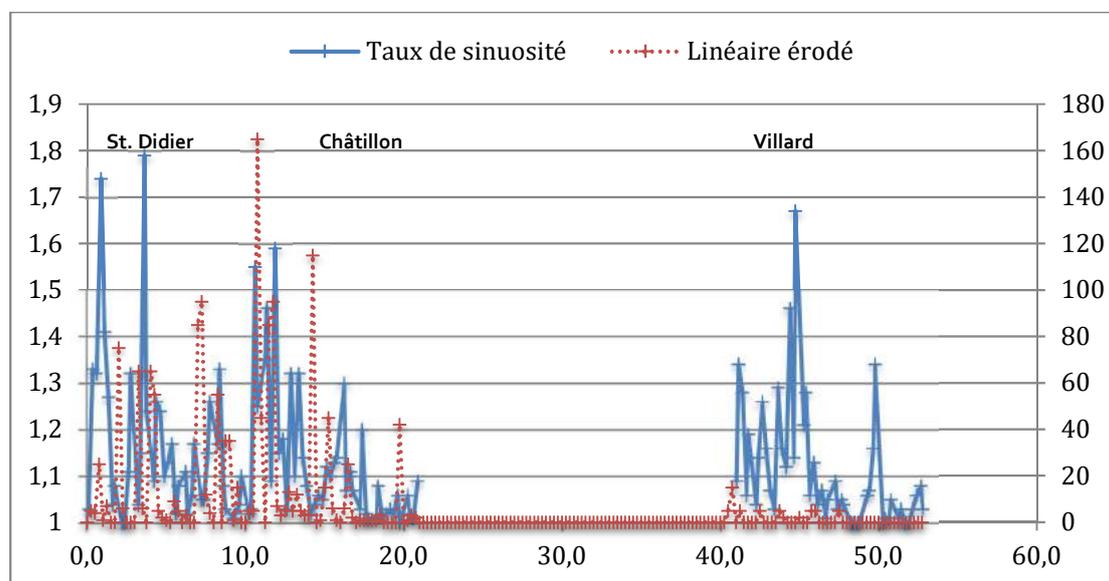
Dans la logique d'un fonctionnement sans pression d'une rivière méandriforme, le taux de sinuosité est corrélé aux linéaires de berges érodées. En effet, la migration latérale ou

<sup>3</sup> Le taux de sinuosité se calcule avec un rapport entre la longueur du linéaire du chenal en eau et la de longueur entre l'axe médian du fond de vallée. Ici la méthode appliquée est différente : nous nous sommes basés sur nos unités géographiques de base, des segments de 250 m. Le taux calculé est le rapport de la longueur du linéaire du chenal en eau et la distance rectilinéaire entre le point amont et aval de chaque segment de 250 m.

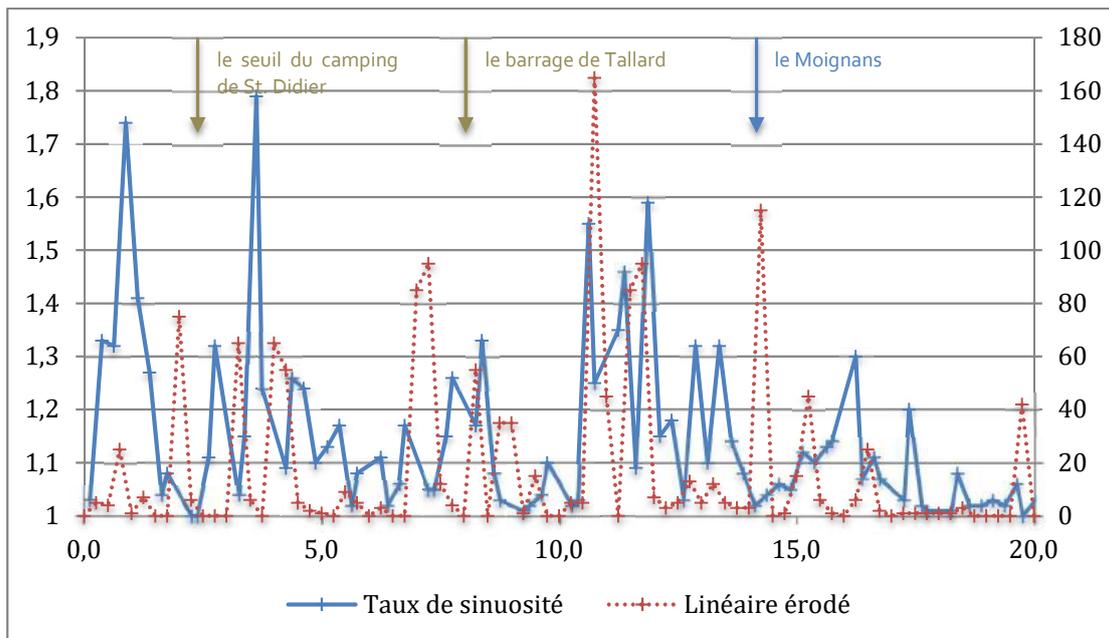
longitudinale des méandres se produit par érosion de la berge concave. Il est possible de constater un hiatus dans l'évolution des valeurs de ces deux variables. Dans un premier temps, à l'amont du Pk 40, la sinuosité constatée à l'aval de Villard-les-Dombes ne correspond pas à des zones fortement érodées (cf. Figure 39). Une analyse plus détaillée des secteurs aval montre que la correspondance entre les valeurs d'érosion et de sinuosité est effective sur le secteur localisé entre la confluence du Moignans et l'amont de Saint-Etienne-sur-Chalaronne et aux alentours des Pk 3.5 et 4.5 (la correspondance est moins nette en raison de très forte amplitude du taux de sinuosité). En revanche, un écart net se produit au niveau du Pk 7/7.25 (étang Charles Bailly) et du Pk 2,75 (alentours du seuil de Saint-Didier-sur-Chalaronne).

Les écarts entre ces deux valeurs traduisent des dysfonctionnements potentiels. En effet, un faible taux de sinuosité peut cacher des pressions du type chenalisation/rectification et des endiguements. Une comparaison du taux de sinuosité avec le linéaire de berges protégées confirme cette hypothèse (cf. Figure 40). Une première comparaison du linéaire de berges érodées et protégées montre que les secondes sont 3,6 fois plus nombreuses que les premières (2,3 km de berges érodées pour 8,3 km de berges protégées). Par ailleurs, il est intéressant de voir la relative similitude de l'évolution longitudinale des valeurs de linéaire érodés et protégés. Les segments les plus érodés sont aussi les plus protégés. Ce résultat s'explique par le fait que, dans un secteur dynamique, une protection de berge a un effet très local et un contre effet plus à l'aval : l'énergie non dispersée sur la rugosité d'une berge naturelle ou érodée se déploie sur les berges localisées à l'aval immédiat des protections. C'est le cas par exemple de linéaire amont des deux étangs (Charles Bailly et Vanans).

Figure 39

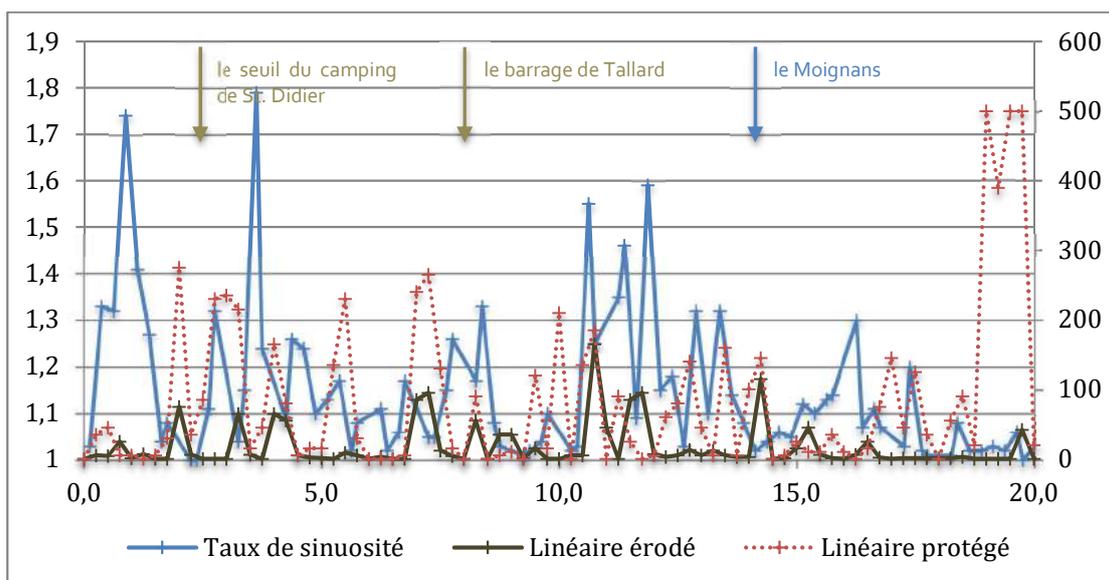


Evolution longitudinale du taux de sinuosité du tracé en plan et des longueurs de berges érodées de la Chalaronne entre la confluence avec la Saône (Pk 0) sa « source ». Pour rappel, les valeurs à 0 entre le Pk 20 et 40 sont liées à une au fait que ces secteurs n'ont pas été prospectés.



Evolution longitudinale du taux de sinuosité du tracé en plan et des longueurs de berges érodées de la Chalaronne entre la confluence avec la Saône (Pk 0) et l'entrée amont dans Châtillon-sur-Chalaronne (Pk 20)

Figure 40



Comparaison de l'évolution longitudinale du taux de sinuosité du tracé en plan, des longueurs de berges érodées et protégées de la Chalaronne.

### Ce qu'il faut retenir : Dynamiques latérales

- La comparaison des sinuosité de la Chalaronne avec la localisation des érosions indiquent que le cours d'eau les érosions constatées ne sont pas la conséquence qu'une intense activité latérale du cours d'eau. **Latéralement la Chalaronne est globalement peu active**, hormis certains secteurs comme l'aval de la confluence avec le Moignans.
- L'étude de la sinuosité révèle **plusieurs secteurs ayant fait l'objet de rectification**, parfois importante (secteur de Villard-les-Dombes, aval Châtillon, ...)
- **Sur plusieurs secteurs, la cause des érosions sont les solutions qui ont été proposées pour les réduire, à savoir des protections de berges.**

### 3.3.3. Evolution du profil en long et dynamiques verticales

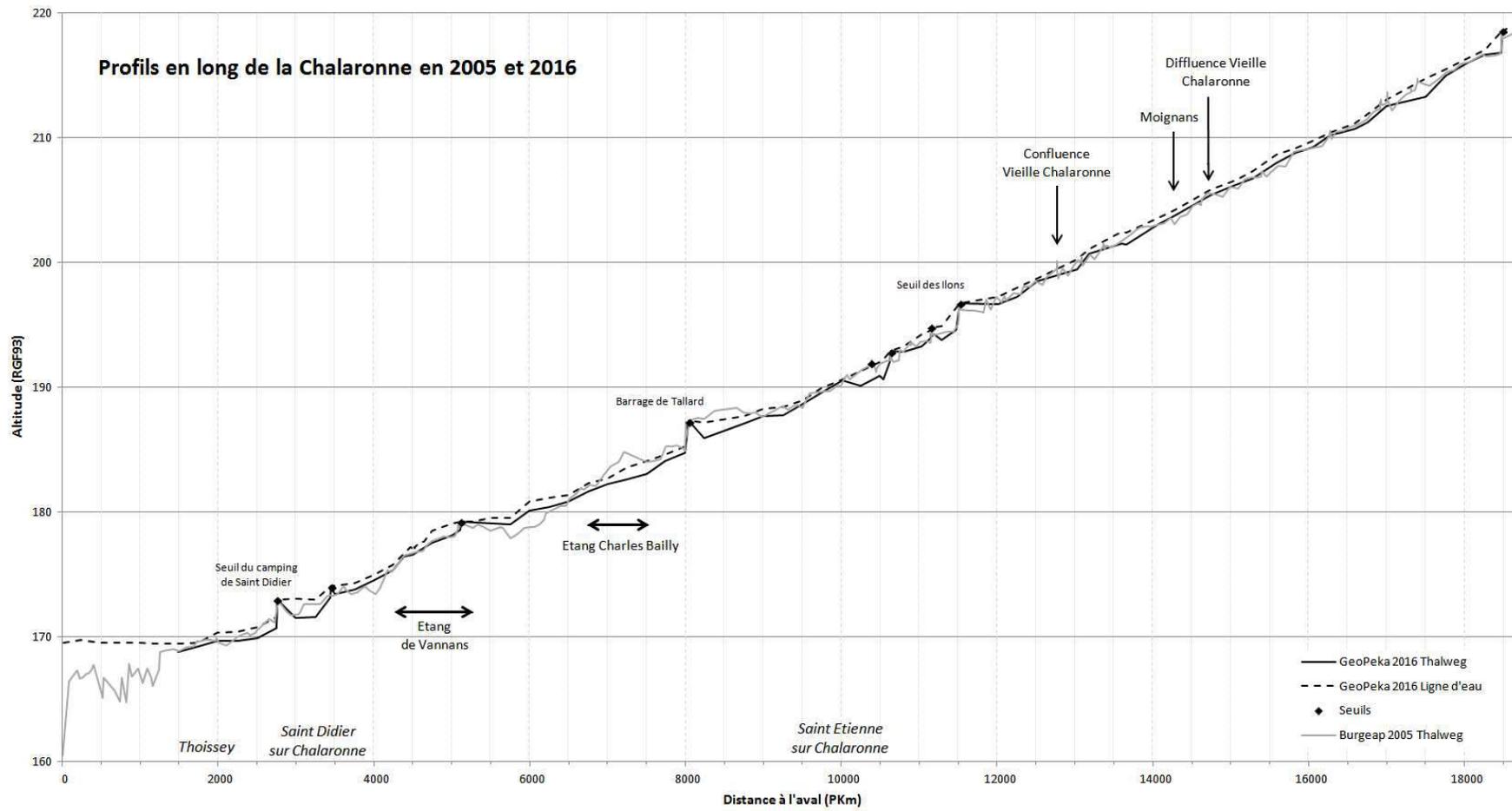
#### Eléments de méthode :

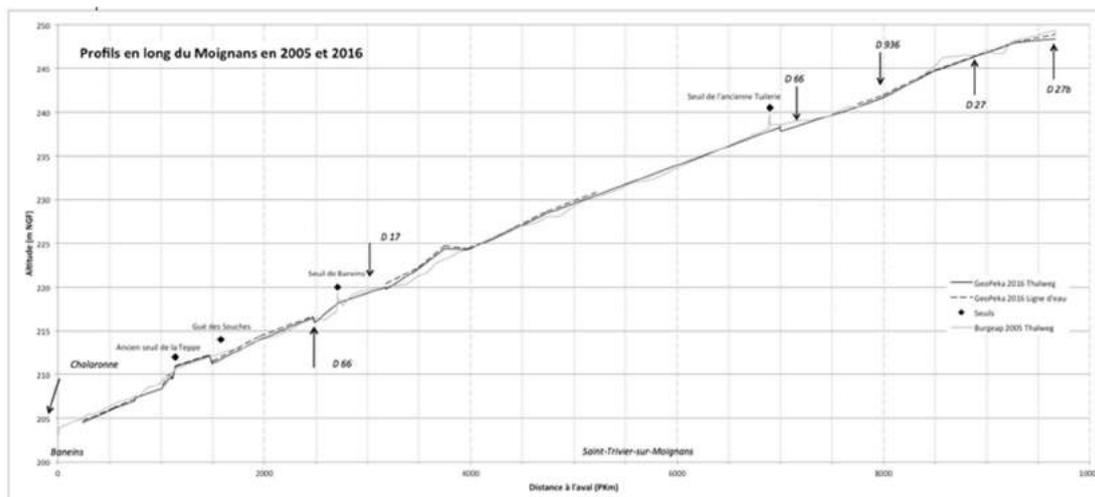
L'analyse diachronique du profil en long porte uniquement sur la Chalaronne à l'aval de Châtillon-sur-Chalaronne dans la mesure où seule cette partie du linéaire a été levée en 2005. La bonne qualité des données du levé topographique réalisé en 2005 a été mise en doute dans plusieurs études, y compris celle de BURGEAP. Le positionnement des points pris n'est pas connu avec précision, nous ne savons donc pas si les mesures d'altitude correspondent à celles du fond du chenal (talweg) ou de l'axe médian. Notre interprétation a été menée comme s'il s'agissait d'un profil en long du talweg. Nous attirons l'attention sur le fait que certaines incisions ainsi constatées ne sont peut être pas réelles ou d'une ampleur plus faible. De plus, il faut aussi prendre en compte que la résolution spatiale (inter-distance entre chaque point) des deux levés est différente, celui de 2005 étant plus dense que celui de 2016. Cette différence est à prendre en compte dans certaines évolutions constatables sur les graphiques.

Une première analyse rapide du profil actuel montre que la partie amont (à l'amont du Pk 12) est globalement stable sur la période étudiée (cf. Figure 41). En revanche, entre le seuil des Îlons et le barrage de Tallard, la tendance est à l'incision. A l'aval du barrage de Tallard et à l'amont du seuil de l'étang de Vanans, la dynamique verticale est complexe avec une incision sur la première partie et des exhaussements sur la seconde. Puis, le profil semble redevenir stable avec deux zones d'incision localisée : à l'aval de l'étang de Vanans et au niveau à l'amont du remous du seuil du camping de Saint-Didier-sur-Chalaronne. Sur ce profil, trois points dur sont repérables : Le seuil à l'amont de l'étang de Vanans, le seuil #2 du secteur des Îlons (à l'aval du seuil des Îlons) et le seuil des Îlons lui même.

L'analyse diachronique du profil en long du Moignans est globalement stable à l'exception de trois tronçons. Le premier montre une tendance à l'incision comprise entre 50 et 90cm depuis l'ancien seuil de Teppe jusqu'à la confluence avec la Chalaronne. Un second présentant une nette tendance à l'exhaussement entre les PK 3.2 et 3.9. L'élévation du thalweg est comprise entre 50 et 75 cm. Le dernier montre une tendance à l'incision d'environ 50 cm en amont du seuil de l'ancienne tuilerie. Ce phénomène est très probablement lié au fait que lors de campagne de terrain en 2016, les vannes du seuil étaient ouvertes. Les sédiments stockés dans la retenue ont été évacués.

Figure 41





Profils en long de 2005 (BURGEAP) et 2016 (GeoPeKa) de la Chalaronne et du Moignans

### Ce qu'il faut retenir : *Dynamiques verticales*

- La comparaison est difficile à interpréter en raison de la qualité douteuse des données de 2005. Cela est particulièrement vrai pour les secteurs qui semblent être en incision depuis les 10 dernières années.
- **Le profil est stable à l'aval de Châtillon-sur-Chalaronne au seuil des îlons.** Ensuite il connaît des évolutions où s'alternent incision et exhaussement. **Les modifications verticales du lit les plus importantes se localisent entre l'amont du barrage de Tallard et le seuil de l'étang de Vanans.** A l'aval de ce dernier, les différences altimétriques du lit sont moins importantes voire inexistantes sur l'extrême aval du cours de la Chalaronne (à l'aval du seuil de camping de Saint Didier-sur-Chalaronne)

## 3.3.4. Transit de la charge et dynamiques longitudinales

### 3.3.4.a. *Modélisation du transport solide*

L'étude de 2005 concluait à un très faible transport solide sur la Chalaronne, nulle sur la partie amont du bassin versant et très faible sur les zones aval. Le déplacement de particules est effectif à partir de Saint Etienne-sur-Chalaronne pour une crue décennale et à partir de Châtillon-sur-Chalaronne pour une crue centennale (cf. Figure 42). La principale raison de ce constat se base sur les débits nécessaires pour assurer la mise en mouvement des particules ne sont que rarement atteints par rapport à la capacité du lit (sa géométrie plein bord qui ne permet d'atteindre le débit critique de début d'entraînement). Ces valeurs de capacité de transport ont été à partir de deux équations, celle de Meyer-Peter et celle Sogreah-Lefort. Il n'est pas précisé laquelle de ces deux formules a été finalement retenue ou si les valeurs indiquées sont un résultat moyen. Dans le cas de Meyer-Peter, le coefficient de rugosité est nécessaire, mais sa valeur n'est pas mentionnée dans le rapport de 2005

Figure 42

	Q10 (m3/s)	Q100 (m3/s)	Qcapable (m3/s)	Q0 (m3/s)
Captage de la Chapelle du Châtelard	26	50	10	43
Châtillon sur Chalaronne	30	61	36	30
Saint Etienne sur Châlaronne (Amont Glenne)	58	112	41	39
Saint Didier sur Châlaronne / Thoissey	69	132	56	51

	Q10 solide (m3/s)	Q100 solide (m3/s)	V10 solide (m3)	V100 solide (m3)
Captage de la Chapelle du Châtelard	0,0000	0,0000	0	0
Châtillon sur Chalaronne	0,0000	0,0032	0	70
Saint Etienne sur Châlaronne (Amont Glenne)	0,0009	0,0029	10	60
Saint Didier sur Châlaronne / Thoissey	0,0430	0,0492	670	1300

Résultats des calculs de capacité de charriage de l'étude BURGEAP 2005

Nous avons utilisé l'équation de Recking (cf. détail en annexe) pour le calcul des capacités de transport. Les données utilisées en entrée sont le débit, la largeur, la pente, la granulométrie (cf. Figure 43). La détermination de la capacité du lit mineur (il est considéré que les débits débordants ne sont plus efficace pour le transport solide) ont été calculé à partir des données de géométrie et d'un coefficient de rugosité de 27 pour les secteurs « Villard » et « Aval Vernisson » et de 25 pour les autres. Nous rappelons que ce coefficient (très difficile à bien évaluer) n'est pas un paramètre utilisé dans l'équation de Recking que nous avons utilisé (contrairement à l'équation de Meyer-Peter), il intervient que dans la détermination du débit efficace maximal.

Les résultats de nos calculs indiquent un fonctionnement qui correspond globalement aux résultats de 2005 (cf. Figure 44). Ils confirment que sur la partie amont (secteur de Villard) la rivière peut difficilement assurer le transport des sédiments présents dans son chenal. Le transport solide devient effectif à partir de Châtillon, où reste limité, en raison d'une géométrie du lit mineur qui ne permet pas l'évacuation d'une crue quinquennale sans débordement. Les apports hydriques du Moignans change la situation de manière conséquente : à l'aval de cette dernière, la Chalaronne présente des capacités de transport maximales en raison de sa pente. A l'aval de Saint Etienne-sur-Chalaronne, la compétence du cours d'eau diminue en raison de la pente, elle aussi moins importante. Le transport est possible jusqu'au seuil du camping de Saint Didier-sur-Chalaronne, à l'aval duquel la pente trop faible ne permet plus le déplacement des particules (tronçon « Confluence Saône »).

Figure 43

	m3/s				m	m/m	mm
	Q2	Q5	Q10	Q100	Lpb	Pente	D50
<b>Villard-les-Dombes</b>	6	9	11	22	12,8	0,00121	17,8
<b>Aval Vernisson</b>	22	34	41	81	16,1	0,00292	18,7
<b>Aval Moignans</b>	33	48	58	112	21,6	0,00319	18,7
<b>Aval St Etienne</b>	36	52	62	121	21,2	0,00256	23,8
<b>Confluence Saône1</b>	40	57	69	131	21,6	0,00297	32
<b>Confluence Saône2</b>	40	57	69	131	21,6	0,00109	32

Données utilisée en entrée de l'équation de Recking. Q2/Q5/Q10/Q100 = débits de crue modélisés par BUGEAP (étude hydraulide de 2006) ; Lpb = largeur plein bord moyenne mesurée sur le terrain ; Pente = pente moyenne du fond ; D50 : diamètre médian de l'axe B des particules

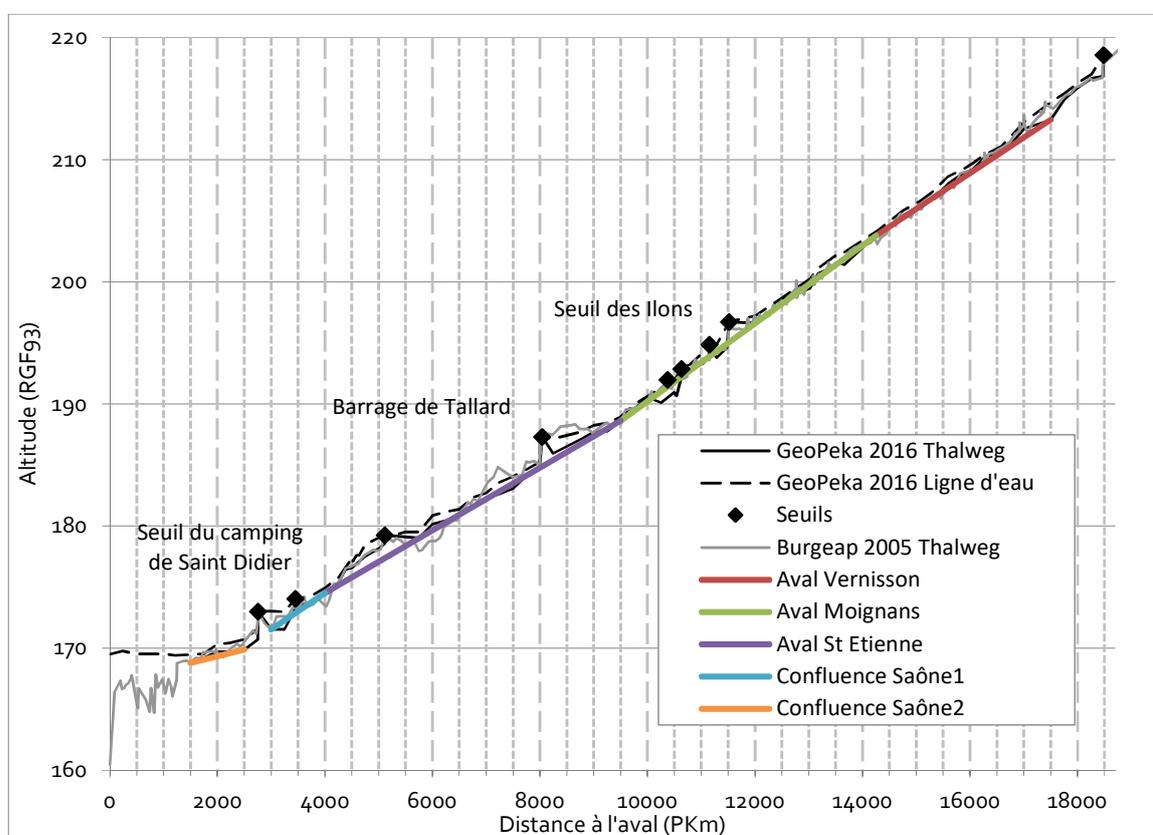
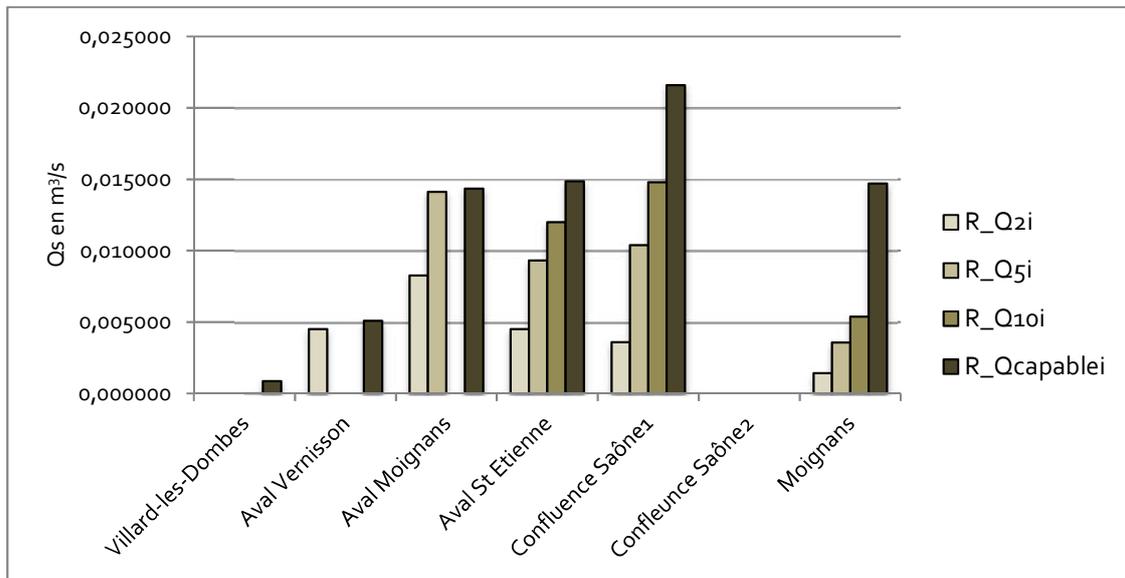


Illustration des pentes moyennes utilisées pour les calculs de capacité de transport

Les valeurs obtenues par nos soins sont sensiblement différentes de celles de 2005. Par exemple pour une crue décennale, nous estimons sur le tronçon de calcul « aval Moignans » (correspondant au tronçon « St. Etienne de l'étude BRUGEAP ») un transport instantané 5 fois plus important. En revanche sur le tronçon « Confluence Saône1 » (correspondant au tronçon « Saint Didier de l'étude BURGEAP »), le transport estimé est 2 fois moins important. Ces écarts peuvent sembler très importants mais il faut garder à l'esprit qu'il est admis que ce type d'équation donne des résultats pouvant varier dans un rapport de 10.

Figure 44



Débits solides instantanés (en m³/s)

Nos résultats montrent également que la mise en mouvement des particules semble plus fréquente. Les crues de type biennales (crue biennale sur 24 heures) mobilisent des sédiments mais en faibles quantités : ~300 m³ pour les secteurs « aval Vernisson », « aval St. Etienne » et Confluence Saône1, 700 m³ pour le secteur « aval Moignans ». Les événements hydrologiques les plus importants vont permettre de transporter entre 1500 et 1800 m³ de sédiment (cf. Figure 45). Il est donc possible de conclure à un transport solide de faible ampleur mais existant, pour du matériel dont le D50 n'est pas > 50 mm. A l'amont, pour des crues biennales, les faibles pentes permettent à peine la mise en mouvement du gravier, l'essentiel du transport solide est donc composé de sable et de limon.

Figure 45

Volume en m³ transporté sur une journée (24h) de débit de crue							
	Villard-les-Dombes	Aval Vernisson	Aval Moignans	Aval St Etienne	Confluence Saône1	Confluence Saône2	Moignans
<b>R_Q2j</b>	0	388	713	389	286	0	122
<b>R_Q5j</b>	---	---	1220	805	845	---	308
<b>R_Q10j</b>	2	---	---	1037	1227	---	466
<b>R_Q100j</b>	---	---	---	---	---	---	---
<b>R_Qcapablej</b>	74	440	1239	1284	1866	0	1270

Débits solides journaliers pour différents types de crue (en m³/s). QCapable = Qpb = débit plein bord

Nos résultats ne remettent pas en cause ceux de l'étude BURGEAP mais les mettent à jour. En effet, l'équation utilisée par nos soins a été mise au point par Recking en 2006, améliorée en 2010. Cette équation est jugée plus performante car elle permet de prendre en compte les phases (phase 1 et 2 sur la figure ci-dessous, (cf. Figure 46) de transport avant une mise en mouvement de l'ensemble du lit du cours d'eau. En effet, avant la déstructuration de la

couche d'armure, il existe un transport solide qui moins bien pris en compte dans les équations classiquement utilisées.

Figure 46

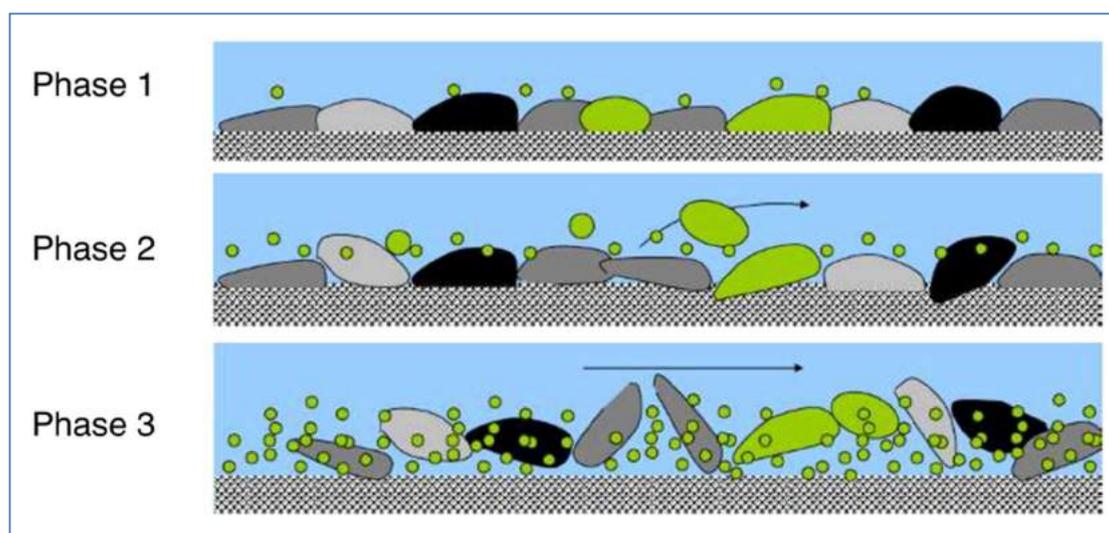


Illustration des différentes phases de mise en place du charriage

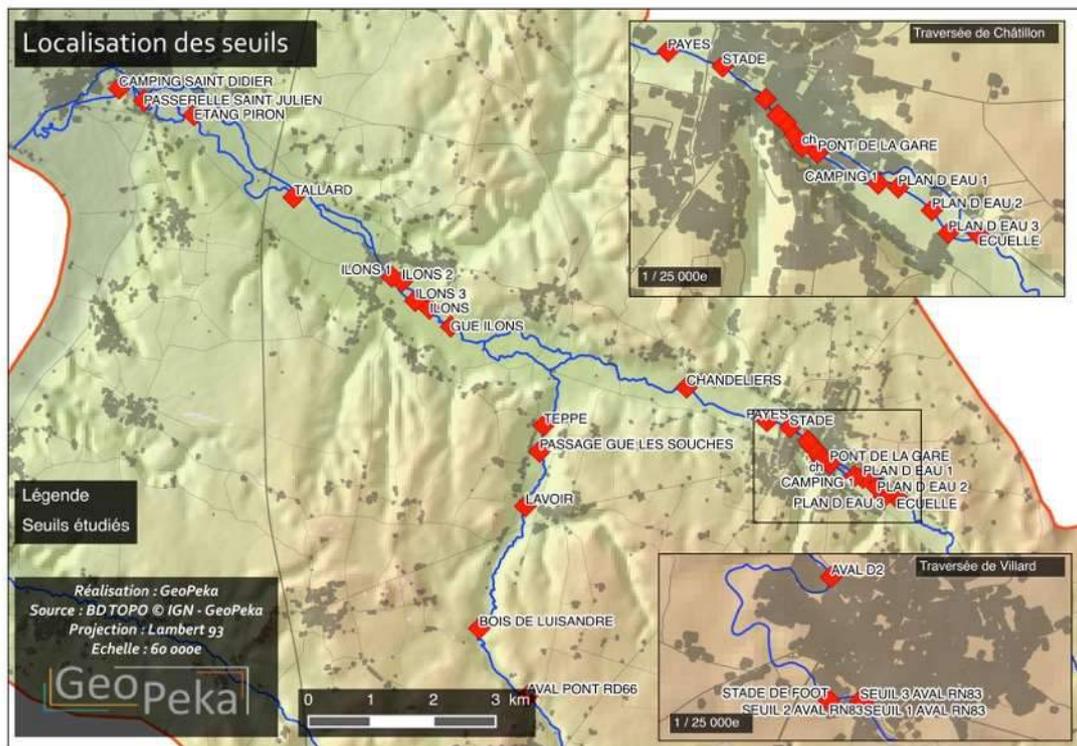
De plus, nous avons intégré à nos calculs les valeurs de la granulométrie de banc libre et non celle du fond du lit. Dans le cas de la Chalaronne, notre hypothèse est que les particules des bancs libres présents dans le lit composent une charge qui transite sur un lit composé d'un matériel plus grossier et donc plus fixe, voir immobile. BURGEAP a, à l'époque, construit leur calcul en utilisant des valeurs granulométriques qui correspondent aux particules du fond du lit.

### 3.3.4.b. *Discontinuités sédimentaires*

Au delà des capacité de charriages naturelles, les ouvrages transversaux (pont, gué, seuils, canalisation, ...) sont les principaux éléments qui jouent un rôle sur l'évolution sur les dynamiques sédimentaires longitudinales. Leurs effets locaux sur les capacité de charriages sont importants, car ces aménagements réduisent la pente du fond du lit et limitent l'énergie du cours d'eau qui perd alors la compétence nécessaire au déplacement des particules, générant ainsi soit un ralentissement du transfert amont/aval de la charge, soit une interruption dans la continuité sédimentaire.

La Chalaronne et le Moignans comptent 33 ouvrages transversaux (nous nous sommes concentrés uniquement sur les seuils et les gués) dont 5 sur le Moignans (cf. Figure 47). Six d'entre eux constituent un enjeu important au titre de la continuité sédimentaire. Ces ouvrages sont partiellement transparents et ralentissent significativement le transport de la charge de fond. Ce phénomène se traduit par un déséquilibre du profil en long entraînant des exhaussements et des incisions. Le linéaire cumulé de ces effets est d'environ 6,8 km et il se concentre sur la Chalaronne aval (aval confluence Moignans) et le Moignans.

Figure 47



Localisation des seuils étudiés

Les 27 autres ouvrages transversaux ont un impact modéré à faible et ne représentent pas d'enjeu majeur vis-à-vis de la continuité sédimentaire. Le diagnostic de ces ouvrages est présenté en détail en Annexe 2. Concernant la Chalaronne et le Moignans, les principaux ouvrages générant des discontinuités fortes à modérés sont les suivants (les ouvrages à faible impact sont présentés en Annexe 3).

- **Le seuil des Ilons** : L'ouvrage crée une rupture de pente importante du profil en long sur 500 m se traduisant par un envasement de la retenue et un remous solide constitué de bancs de sédiments grossiers. Compte tenu de son comblement important, le seuil est partiellement transparent en crue. Néanmoins il ralentit significativement un transport sédimentaire très dynamique depuis la confluence du Moignans. Ce seuil constitue donc un enjeu important car il représente un point de blocage de la continuité sédimentaire à l'échelle de la Chalaronne aval.
- **Barrage de Tallard** : L'ouvrage, encore utilisé pour l'alimentation du canal des Echudes, génère une rupture de pente de la ligne d'eau amont sur une distance de 750 m. L'analyse diachronique des profils montre trois phénomènes : une forte incision dans la retenue du seuil (de 1 à 2 m) ; une incision généralisée en aval sur un linéaire de 1 500 m (de 50 cm à 1.5 m) suivi d'un exhaussement d'environ 1 m sur 750 m. La qualité des données topographique de 2005 nous permettent de relativiser l'importance des incisions constatées, qui sont probablement réelle mais moins

intenses. A l'amont un curage a eu lieu après la campagne topographique de 2005, mais il n'explique pas à lui seul les différences constatées sur le profil. Ces dernières ont pour origines probables l'effet des crues de 2008 et 2009 (constat de Dynamiques Hydro) et le changement de gestion du vannage (automatisation en 2004). L'ouvrage est aujourd'hui transparent grâce à la vanne guillotine, qui permet le passage de sédiment dont les plus grossier se dépose immédiatement à l'aval. La vanne clapet permet des déversées plus fréquentes qui ont eu probablement un effet incisif sur le profil à l'aval, d'autant plus qu'une partie de la charge est tout de même bloqué dans la retenue (l'ouvrage est transparent mais ralentit aussi le transfert de la charge). Enfin des dépôts constaté à l'aval peuvent s'expliquer au regard de trois phénomènes : un déstockage dû à l'incision à l'aval du barrage, des apports massifs induit par l'érosion de l'étang Charles Bailly. Ces deux processus répondant à un basculement du profil lié à l'amélioration du transit.

- **Le seuil de l'étang de Vanans** : Historiquement ce seuil permettait d'alimenter le bief de dérivation du moulin de Saint-Julien (centre équestre actuel). Après le creusement de l'Etang, il a servi au remplissage de ce dernier mais n'est plus utilisé actuellement. L'exhaussement du profil en amont du seuil montre que l'ouvrage constitue un point de ralentissement du transport solide sans toutefois entrainer de déficit notable en aval car le profil y est stable. Cet ouvrage ne pose donc pas de gros problème vis-à-vis de la continuité sédimentaire. Néanmoins il semble provoquer une anomalie du profil en long en limitant les capacités de la Chalaronne à ajuster son profil.
- **Le seuil du camping du Saint-Didier-sur-Chalaronne** : Cet ouvrage, dont l'usage est obsolète, constitue un point de blocage du transit sédimentaire comme en témoigne les importants dépôts dans la convexité du méandre au droit du camping et l'incision du lit en aval du seuil sur une distance de 500 m. L'enjeu continuité sédimentaire est moins important que le seuil des ilons car les capacités de transport de la charge de fond sont très faibles jusqu'à la Saône. Les enjeux de cet ouvrage sont plus liés aux risques hydrauliques et aux pratiques de pêche au droit du camping.

Outres ces ouvrages, d'autres ouvrages ont un impact modérés sur les dynamiques longitudinales, parmi eux :

- **Seuil de la gare** : Cet ouvrage est le premier d'une série de six dans la traversée de Châtillon. Sa hauteur de chute (env. 1 m) constitue très probablement un obstacle au transit de la charge de fond. Toutefois, les apports solides étant limités par les faibles capacités de charriage sur les tronçons amont (Burgeap. 2005), ce seuil ne présente pas un enjeu important pour la continuité sédimentaire.
- **Gué des ilons**. Cet ouvrage de franchissement doté de buses trop étroites constitue un point de ralentissement du transport solide. Son démantèlement pour en faire un pont est prévu. Ces travaux permettront de favoriser le transport solide dans un secteur où il est dynamique.

Concernant le Moignans, deux ouvrages sont recensés comme ayant un impact, fort pour le premier et modéré pour le second.

- **Seuil de Baneins et le Gué des Souches** : Ces deux ouvrages sont considérés selon une logique d'impact cumulé sur la continuité sédimentaire. Le seuil de Baneins est sans doute celui qui perturbe le plus significativement le transit de la charge de fond. La forte et longue rupture de pente qu'il crée à l'amont est probablement à l'origine d'une accumulation de matériaux provenant de l'amont et générant un exhaussement significatif sur un linéaire de 700 m au droit du lieu-dit « les Bois » sur la commune de Baneins. A l'aval du seuil, le transport de la charge résiduelle (et nouvellement injectée par érosion latérale) est une nouvelle fois ralenti par le gué des Souches. L'effet cumulé des deux ouvrages pourrait être à l'origine de l'incision du Moignans aval (entre le seuil de la Teppe et la Chalaronne).
- **Ancien seuil de la Teppe** : Cet ouvrage ne constitue plus un obstacle au transit de la charge de fond car les vannes ont été enlevées en 1985. Néanmoins, la configuration du site (le seuil est placé dans un coude à 90°) contribue probablement à réduire le transport en crue en raison des pertes de compétence hydraulique. Cet ouvrage joue donc un rôle, mais moins important, dans l'impact cumulé des deux autres ouvrages situés à l'amont.

#### **Ce qu'il faut retenir : Dynamiques longitudinales**

- La Chalaronne est réellement capable de déplacer de manière efficace sa charge grossière à partir de la confluence avec le Moignans. A l'aval du seuil du camping de Saint Didier-sur-Chalaronne les pentes sont trop faibles pour permettre un déplacement la charge grossière, déplacée plus en amont. Le Moignans est lui aussi capable de charrier des sédiments grossiers surtout sur la partie aval de son linéaire.
- Les seuils posant les plus problématiques sont donc ceux localisés sur les secteurs où la compétence du cours d'eau est suffisante pour un transport efficace. **Aucun ouvrage n'est un obstacle absolu mais celui le seuil des Îlons, le barrage de Tallard, les seuils de Vanans et du camping de Saint Didier-sur-Chalaronne sur la Chalaronne et le seuil de Baneins sur le Moignans ralentissent de manière importante le transfert aval la charge grossière**

### 3.3.5. Synthèse du fonctionnement hydro-sédimentaire et tronçons hydro-morphologiquement homogène

#### 3.3.6. Sectorisation des dynamiques hydro-sédimentaires sur la Chalaronne (2005)

L'étude GeoPlus 1996 identifie globalement trois grands secteurs sur la Chalaronne (AVAL : Saône -> Châtillon-sur-Chalaronne ; MOYEN : Châtillon-sur-Chalaronne -> lieu dit de « Beaumont » ; AMONT : lieu dit de « Beaumont » -> Amont Villard-les-Dombes, l'étude BURGEAP 2005 présente une sectorisation détaillée, basée sur un parcours exhaustif du cours d'eau, résumée dans des fiches tronçons et synthétisée dans le tableaux figurant en Annexe 4. Cette sectorisation fine est riche d'enseignement sur l'état du cours d'eau en 2005. Elle servira de base pour la comparaison des dynamiques de l'époque à celles en cours aujourd'hui et nous permettra ainsi de juger de l'évolution des processus hydro-sédimentaires régissant l'hydrosystème de la Chalaronne.

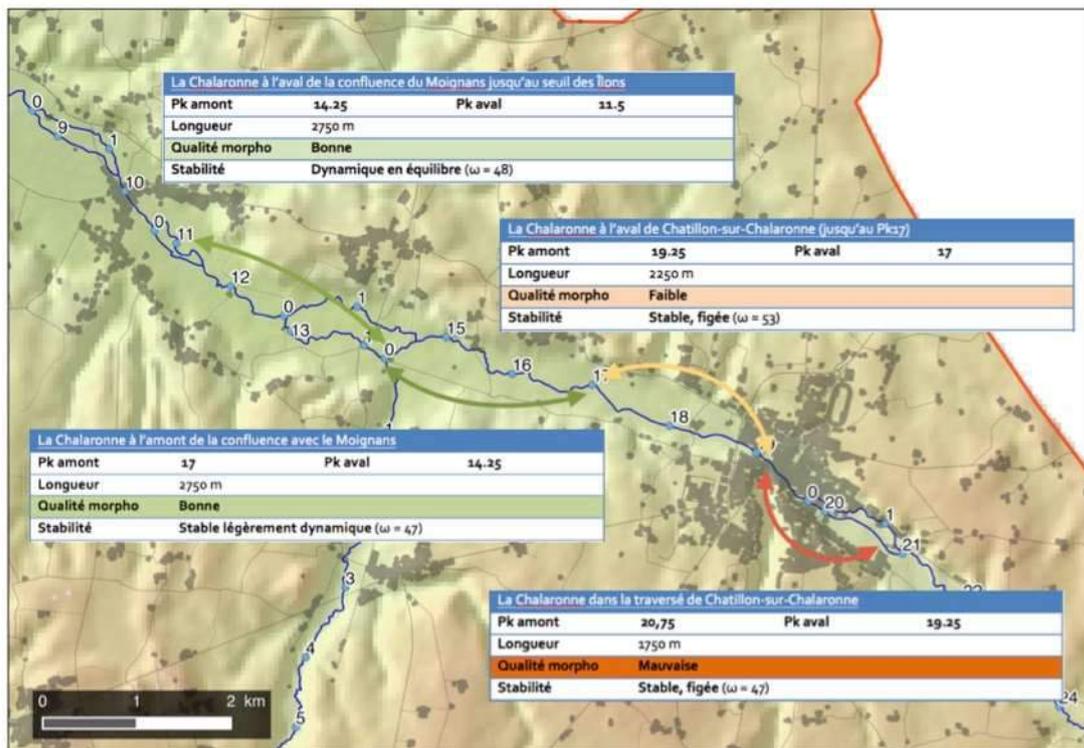
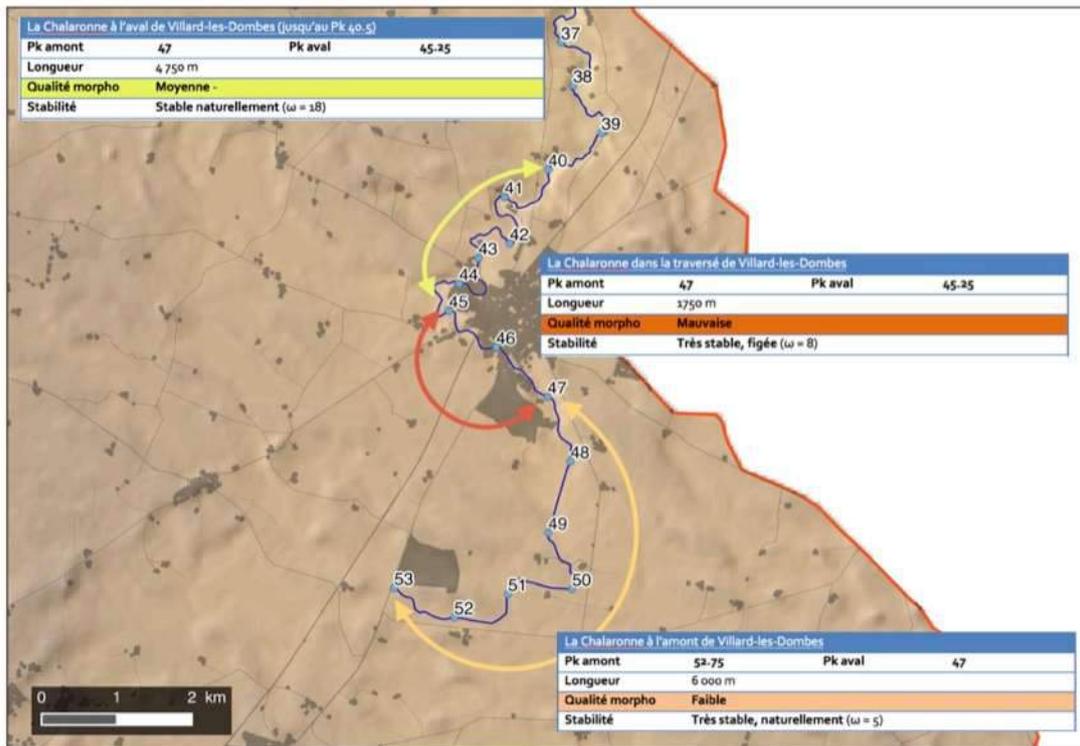
#### 3.3.7. Fonctionnement actuel des dynamiques et tronçons géomorphologiquement homogènes

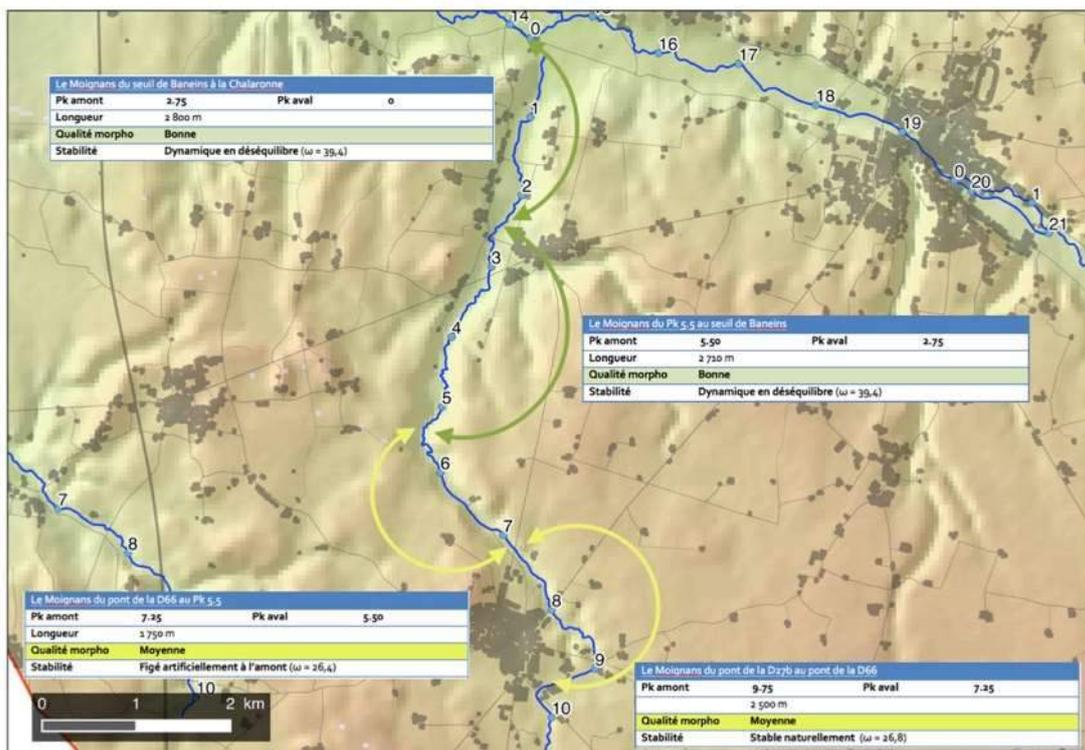
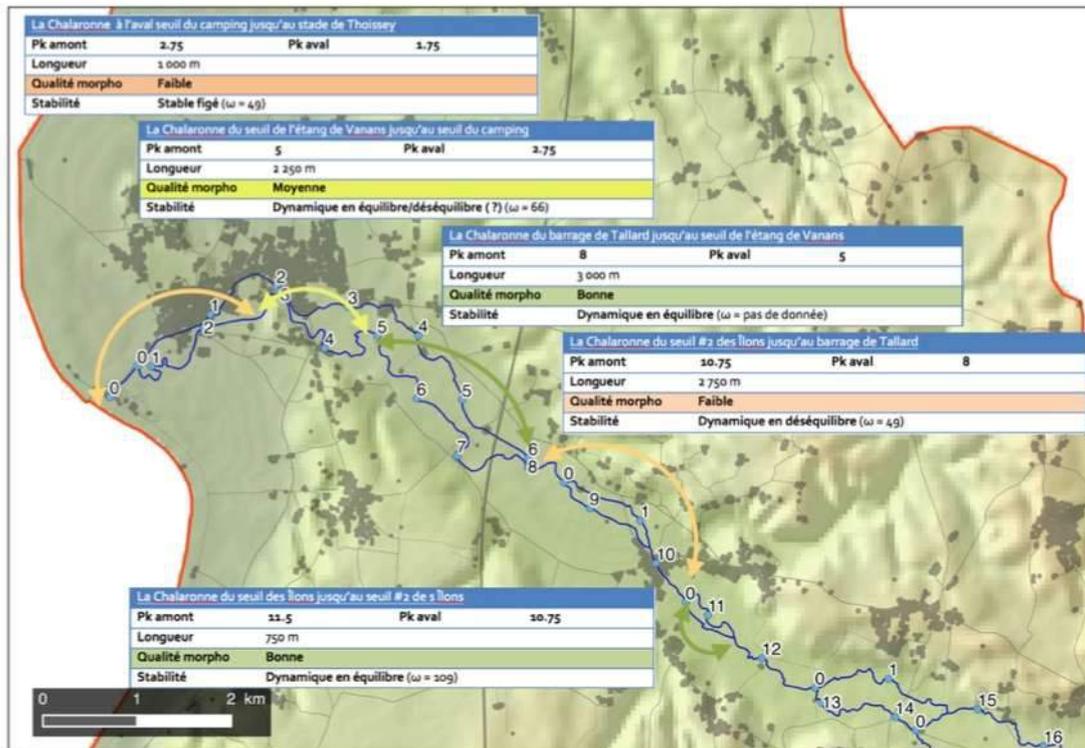
Le croisement des différents éléments de résultats tirés de notre inventaire de terrain et de nos analyses va nous permettre de déterminer des tronçons de fonctionnement hydromorphologique homogène (THH).

Pour chaque THH nous avons cherché à évaluer la qualité morphologique des tronçons. Cette qualité est une évaluation du niveau d'altération des formes (note de qualité morphologique : mauvaise/faible/moyenne/bonne/très bonne) et des processus générateurs de ces formes (« dynamiques » vs « stables », avec une précision si la stabilité est liée à des aménagements inhibant ces processus, elle sera alors qualifié de stable « figée »).

Sur la Chalaronne, nous avons identifié 12 THH et 4 sur le Moignans (cf. Figure 48).

Figure 48





Localisation et délimitation des THH sur la Chalaronne et le Moignans.

## CHALARONNE

### La Chalaronne à l'amont de Villard-les-Dombes

Pk amont	52.75	Pk aval	47
			
	<i>Pk 50</i>	<i>Pk 48.5</i>	
<b>Longueur</b>	6 000 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Faible</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Très stable, naturellement (<math>\omega = 5</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Nulle		
	Erosion :	5 m      0,1%	Protection :    50 m    0,8%
<b>Dynamique verticale</b>	Non analysée		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Faible		
	Banc libre	1285 m    21,4%	Banc fixe      485 m    8,1%

Ce tronçon présente globalement des dynamiques faibles, limitées au transit d'une charge sédimentaire composée de matière en suspension et d'éléments fins. Ce matériel provient à la fois d'apports primaires mais également des vidanges d'étang et de l'érosion des sols agricoles. Les pentes faibles induisent des faciès très peu diversifiés et exclusivement lenticulaires, avec une faible diversité d'habitats benthiques. Les puissances spécifiques sont ici trop faibles pour permettre à la rivière de s'ajuster, d'ailleurs les protections de berges sont également anecdotiques. Son tracé est parfois très rectiligne (Pk 51.5->52 ; Pk 48->49, traces probables d'anciennes rectifications. Le linéaire dans son ensemble a été curé (1974). Aucun seuil n'est présent. Aucune évolution notable de ce tronçon n'est notée par rapport au diagnostic de 2005.

## La Chalaronne dans la traversé de Villard-les-Dombes

Pk amont	47	Pk aval	45.25
			
	<i>Pk 46.75</i>		<i>Pk 45.75</i>
Longueur	1750 m		
Qualité morpho	<b>Mauvaise</b>		
Stabilité	<b>Très stable, figée (<math>\omega = 8</math>)</b>		
Dynamiques latérales	Nulle		
	Erosion :	5 m      0,3%	Protection :    380 m    21,7%
Dynamique verticale	Non analysée		
Dynamique longitudinale	Faible		
	Banc libre	10 m      0,6%	Banc fixe      0 m      0%

La qualité morphologique de ce tronçon est globalement assez mauvaise. Il présente les mêmes caractéristiques que le tronçon précédent, mais avec un taux de protection de berge (21,7%) beaucoup plus important. L'énergie non dissipée sur la rugosité des berges naturelles induit donc un meilleur transport et de plus faibles dépôts. Six seuils sont recensés (certains sont anciens et datent des années 1960, d'autres ont été réalisés dans les années 2000), tous avec des hauteurs de chute inférieures à 50 cm. La qualité des milieux riverains et benthiques est très médiocre en raison du contexte urbain de ce tronçon. Aucune évolution notable de ce tronçon n'est notée par rapport au diagnostic de 2005.

La Chalaronne à l'aval de Villard-les-Dombes (jusqu'au Pk 40.5)

Pk amont	45.25	Pk aval	41.5
			
	<i>Pk 43.5</i>	<i>Pk 41.75</i>	
<b>Longueur</b>	4 750 m		
<b>Qualité morpho</b>	Moyenne -		
<b>Stabilité</b>	Stable naturellement ( $\omega = 18$ )		
<b>Dynamiques latérales</b>	Nulle		
	Erosion :	75 m 1,6%	Protection : 360 m 20,6%
<b>Dynamique verticale</b>	Non analysée		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Faible		
	Banc libre	55 m 1,2%	Banc fixe 0 m 0%

Ce tronçon présente une dynamique légèrement plus importante que le précédent en raison essentiellement de l'évolution à la hausse de la puissance spécifique du cours d'eau. On note l'apparition de quelques érosions et le transport doit y être plus actif. Les faciès d'écoulement se diversifient à la marge, avec une meilleure alternance et l'apparition de radiers, la qualité des habitats benthiques s'améliore donc. Les milieux riverains restent, quant à eux, assez pauvres. Le taux de protection de berges reste important en raison du contexte urbain et péri-urbain du secteur, en revanche aucun obstacle transversal n'est à noter. Ces éléments sont concordant avec le diagnostic de 2005.

## La Chalaronne dans la traversée de Châtillon-sur-Chalaronne

Pk amont	20,75	Pk aval	19.25
			
	<i>Pk 20.75</i>	<i>Pk 19.25</i>	
<b>Longueur</b>	1750 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Mauvaise</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Stable, figée (<math>\omega = 47</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Ponctuelle		
	Erosion :	480 m    27,4%	Protection :    1185 m    67,7%
<b>Dynamique verticale</b>	Non analysée		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Faible		
	Banc libre	0 m    0%	Banc fixe    0 m    0%

Ce linéaire correspond à l'amont de Châtillon-sur-Chalaronne et à sa traversée urbaine. S'il est impossible de juger des dynamiques verticales (absence de données topographiques diachroniques), les dynamiques latérales semblent actives. Cependant, le linéaire érodé se concentre que sur un unique segment (qui correspond en réalité à une zone de sous-cavement) et le taux de protection de berges est extrêmement important. La qualité des milieux est très faible, tant d'un point de vue rivulaire que benthique. Les faciès d'écoulement sont exclusivement lenticques en raison du nombre très important de seuils (hauteur de chute cumulé = 4,4m). Les dynamiques verticales sont donc probablement très faibles ou elles tendent vers un exhaussement du profil. En effet, le nombre de curages recensés peut être un indice d'un transport sédimentaire, certes faible, mais actif, tout comme d'ailleurs le fait qu'aucun atterrissement ne soit n'est présent. Les faibles rugosités induites par les protections de berges expliquent probablement l'absence de bancs (cette analyse ne tient pas non plus compte de phénomène possible de rétention de la charge à l'amont). Notre analyse correspond à celle menée en 2005, bien que la diversité des faciès soit jugée moins positivement à l'heure actuelle.

La qualité morphologique est moins mauvaise (faible) à l'amont du seuil de la gare (Pk 19.75) à son amont (entrée de la traversée urbaine).

La Chalaronne à l'aval de Châtillon-sur-Chalaronne (jusqu'au Pk17)

Pk amont	19.25	Pk aval	17
			
	Pk 19	Pk 17.75	
<b>Longueur</b>	2250 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Faible</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Stable, figée (<math>\omega = 53</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Faible		
	Erosion :	80 m 3,6%	Protection : 1260 m 56%
<b>Dynamique verticale</b>	Stable, légère incision ponctuelle		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Faible		
	Banc libre	15 m 0,7%	Banc fixe 115 m 5,1%

Cette zone correspond à la sortie de l'agglomération de Châtillon-sur-Chalaronne jusqu'à l'aval de la confluence du Vernisson. Ce linéaire est caractérisé, comme à l'amont, par une dynamique assez faible en raison des aménagements. Sur ce tronçon, c'est essentiellement les dynamiques latérales qui ont été contrôlées par l'homme (deux seuils sont présents). Le cours d'eau à la sortie de Châtillon a été d'abord rectifié puis régulièrement curé (le dernier curage date de 2005). Depuis cette date, le profil en long est stable (des traces d'incision historiques sont visibles au niveau du pont du moulin des Payes), sauf à l'aval (Pk 17.25 < 17.5). Cette dynamique est liée probablement au couplage de plusieurs éléments : la confluence avec le Vernisson (apport hydrique supplémentaire), au développement d'un atterrissement en cours de végétalisation et aux protections de berges présentes localement au droit la STEP de Châtillon-sur-Chalaronne). Il est possible de constater une incision (qui correspondrait à un curage ?) en amont du seuil présent au Pk17, qui aurait vocation de servir de piège à gravier. La pente induite par les rectifications (en amont de la confluence avec le Vernisson) produit ici des faciès majoritairement lotiques sans pour autant offrir des habitats benthiques de qualité. Les habitats rivulaires sont, quant à eux, de qualité médiocre, surtout à l'amont, à la sortie de l'agglomération de Châtillon-sur-Chalaronne. Aucune évolution notable de ce tronçon n'est notée par rapport au diagnostic de 2005. La qualité morphologique s'améliore (moyenne) à l'aval de la confluence avec le Vernisson.

La Chalaronne à l'amont de la confluence avec le Moignans

Pk amont	17	Pk aval	14.25
			
	<i>Pk 15.5</i>	<i>Pk 15.25</i>	
<b>Longueur</b>	2750 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Bonne</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Stable légèrement dynamique (<math>\omega = 47</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Moyenne		
	Erosion :	2360 m 13,1%	Protection : 330 m 12%
<b>Dynamique verticale</b>	Stable, léger exhaussement		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Moyenne : transit		
	Banc libre	140 m 5,1%	Banc fixe 35 m 1,3%

Ce tronçon semble globalement plus actif que ceux localisés plus à l'amont notamment au niveau de la dynamique latérale ; les érosions sont plus nombreuses. La raison de cette évolution n'est pas liée à la puissance spécifique, qui est équivalente, mais au taux de protections de berge, qui est quatre fois moins important. D'autre part, les dynamiques de transit en relais s'accroissent légèrement (augmentation du linéaire de bancs libres ou en voie de fixation) malgré des capacités de charriage faibles. Ces deux éléments se traduisent par un léger exhaussement du profil en long. Le vieillissement des formes de dépôts peut donner naissance à des milieux annexes intéressants (entre le Pk16.75 et 17 par exemple). L'incision à l'aval de cette section, remarquée en 2005, ne semble pas s'être poursuivie. Cette morphologie plus active se traduit par des faciès plus diversifiés (alternance lotique/lentique). Cette augmentation des dynamiques va de paire avec une diminution des aménagements : absence d'ouvrage transversaux et du linéaire de berges protégées (les 12% sont en réalité de nombreuses petites protections ponctuelles). Les berges sont occupées par des boisements présentant un intérêt écologique (surtout à l'amont du Pk 15).

La Chalaronne à l'aval de la confluence du Moignans jusqu'au seuil des Îlons

Pk amont	14.25	Pk aval	11.5
			
	Pk 12.75	Pk 11.75	
<b>Longueur</b>	2750 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Bonne</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Dynamique en équilibre (<math>\omega = 48</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Importante		
	Erosion :	695 m 25,3%	Protection : 745 m 27,1%
<b>Dynamique verticale</b>	Stable, exhaussement sur les derniers 500 m (retenue du seuil)		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Faible à moyenne : transit/dépôt		
	Banc libre	345 m 12,5 %	Banc fixe 300 m 10,9%

La confluence avec le Moignans induit, sur ce tronçon, des changements significatifs quant aux dynamiques hydromorphologiques. En apparence, la puissance spécifique reste la même que plus à l'amont (en raison de la localisation des points de mesure du débit et de l'interpolation linéaire des débits) mais le lit de la Chalaronne s'élargit nettement (passage de 16 à 22 m) sans que la hauteur n'augmente dans les mêmes proportions. Cela traduit une augmentation de l'activité morpho-dynamique. Ces changements de dynamique se traduisent par une augmentation nette du taux d'érosion (25%). Il est possible de noter que comme pour le tronçon précédent, le nombre d'érosion plus important est associé à une augmentation du linéaire protégé (cause ou conséquence ou les deux?). La quantité de sédiments en transit dans le chenal s'accroît également, probablement en lien avec les apports sédimentaires du Moignans et l'augmentation des capacités de transport, elle même liées à une nette augmentation de la pente (de 0,25 % à 0,31%). Les sédiments en cours de stockage sont donc, eux aussi, présents de manière plus conséquente. Ils sont localement les héritages d'une dynamique latérale plus importante. A l'aval de la confluence, sur les 500/750 m à l'amont de la confluence avec la Vieille Chalaronne présente une bonne qualité écologique globale grâce à une végétation riveraine diversifiée. Le profil en long est globalement stable. Il est possible de noter une légère incision sur le segment 13750 et surtout un remplissage de la retenue du seuil des Îlons depuis 2005. Ce dernier ne bloque pas la charge sédimentaire mais il joue probablement encore un rôle important dans le ralentissement des transferts. Le remous solide de la retenue du seuil induit une zone fortement dynamique latéralement, aux alentours du Pk12).

La Chalaronne du seuil des Îlons jusqu'au seuil #2 de s Îlons

Pk amont	11.5	Pk aval	10.75
			
	<i>Pk 11</i>		<i>Pk 10.75</i>
<b>Longueur</b>	750 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Bonne</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Dynamique en équilibre (<math>\omega = 109</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Importante		
	Erosion :	210 m 28%	Protection : 115 m 15,3%
<b>Dynamique verticale</b>	Stable, légère incision		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Moyenne : transit		
	Banc libre	42m 5,6 %	Banc fixe 120 m 16%

L'aval du seuil des Îlons est un secteur particulier où commence une zone humide fluviale, dans laquelle se dessine d'anciens bras de la Chalaronne. Sur cette partie et à son aval, trois seuils (ceux des actions # 7, 8 et 9) sont présents. Ces seuils ont fait l'objet d'opérations de restauration (échancrures) mais le 2<sup>e</sup> (Pk 10.6) tient encore le profil en long. C'est la limite aval de ce tronçon, qui se caractérise par une forte dynamique latérale et une stabilité relative du profil en long, lui même calé sur les seuils faisant office de limites amont et aval. Toutefois, une légère incision, consécutive aux échancrures réalisées est visible à l'analyse comparative des données topographiques. La puissance spécifique sur ce secteur est importante ce qui implique un transport actif, sans processus de dépôt-relais (les capacités de transport sont aussi importante qu'à l'amont du seuil qui bloque la charge la plus grossière). L'importance des bancs végétalisés est, entre autres, la conséquence de l'intensité des processus latéraux historiques. La qualité écologique globale est bonne, avec des faciès diversifiés (présence de radiers à l'aval et des faciès plus lenticulaires à l'amont, induits par les seuils qui ont une influence sur la ligne d'eau). La végétation riveraine présente moins d'intérêt (peupleraies récemment replantées).

## La Chalaronne du seuil #2 des Îlons jusqu'au barrage de Tallard

Pk amont	10.75	Pk aval	8
			
	Pk 10.75	Pk 10	
<b>Longueur</b>	2 750 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Faible</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Dynamique en déséquilibre (<math>\omega = 49</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Faible à nulle		
	Erosion :	160 m 5,8%	Protection : 770 m 28%
<b>Dynamique verticale</b>	Importante : en incision. Légère sur la partie intermédiaire, importante à l'aval du seuil #2 et dans la retenue du barrage de Tallard.		
<b>Dynamique longitudinale</b>	Moyenne : transit/dépôt		
	Banc libre	300m 10,9 %	Banc fixe 50 m 1,8%

Ce tronçon présente une qualité morphologique faible, pourtant il présente un potentiel de dynamiques (puissance spécifique = 49) mais presque un tiers de son linéaire de berge est protégé. La traversée de Saint-Etienne-sur-Chalaronne joue beaucoup dans cette faible qualité morphologique. Les dynamiques latérales sont donc largement contraintes et la compétence de la rivière est plus mobilisée aux transports de sédiment (10,9% du linéaire occupés par des bancs libres) que par des processus érosifs. Ce secteur a été curé à plusieurs reprises (traversée de Saint-Etienne-sur-Chalaronne, retenue du barrage de Tallard et probablement rectifié entre les Pk 8.75 et 10.5 (taux de sinuosité moyen sur 7 segments = 1,03). Ces pressions se ressentent sur la diversité des faciès (surtout lenticques) et la qualité des habitats benthiques. La végétation riveraine, limitée sur une grande partie du linéaire à un cordon de ripisylve, présente peu d'intérêt. Enfin les dynamiques verticales semblent relativement stables (légère incision) sur une grande partie intermédiaire du linéaire. Cette apparente stabilité est à relativiser. En effet, la retenue du barrage de Tallard présente depuis 2005 une nette incision (effet de l'automatisation de la vanne ? qualité des données de 2005 ?) et il est de même à l'aval du seuil faisant office de limite amont (effet de l'échancrure réalisé sur le seuil #3 des Îlons ?). Le linéaire compris entre ces deux zones pourrait connaître, par érosion régressive venant de l'aval et progressive issus de l'amont, une incision. Cette dernière permettrait au profil de trouver un équilibre entre les deux points durs que sont le seuil de l'étang de Vanans et le seuil des Îlons.

La Chalaronne du barrage de Tallard jusqu'au seuil de l'étang de Vanans

Pk amont	8	Pk aval	5
			
	Pk 6.75	Pk 5.75	
Longueur	3 000 m		
Qualité morpho	Bonne		
Stabilité	Dynamique en équilibre ( $\omega$ = pas de donnée)		
Dynamiques latérales	Faible à moyenne		
	Erosion :	475 m 15,8%	Protection : 1 050 m 28,5%
Dynamique verticale	Importante (stabilisé à l'heure actuelle): basculement du profil en long		
Dynamique longitudinale	Importante : transit/dépôt		
	Banc libre	855m 28,5 %	Banc fixe 265 m 8,8%

Ce tronçon, malgré son niveau d'anthropisation élevé (partie amont), présente une bonne qualité morphologique. Le creusement des étangs (Charles Bailly et Vanans) a été réalisé pour fournir les matériaux nécessaires à la construction de la LGV qui franchit la Chalaronne au niveau du Pk 7.5. Ces deux pièces d'eau sont protégées de la mobilité latérale par des enrochements responsables du fort taux de protection (28,5%). Sur ces trois kilomètres, nous ne disposons pas de données nécessaires pour calculer la puissance spécifique, mais il est très fortement probable que la Chalaronne soit capable d'ajustements morphologiques. Le taux d'érosion n'est en fait pas très élevé car il tient compte des effets des aménagements visant à limiter la large érosion de l'étang Charles. En revanche, de nombreux bancs libres sont présents, témoignant d'un transport en relais actif (avec une dynamique de dépôt associée puisque la part des bancs en voie de végétalisation est plus importante que les bancs nus). Le capacité de charriage sur ce tronçon viennent confirmer ces transferts de la charge de fond. De plus, l'évolution du profil en long est ici, depuis 2005, très significative du potentiel dynamique du cours d'eau sur ce secteur. Entre le seuil de l'étang de Vanans et le barrage de Tallard, le profil en long a opéré un basculement, avec une incision importante au niveau de l'étang Charles Bailly et un exhaussement sur la partie aval. La raison de ce basculement peut être l'effet de l'automatisation de la vanne du barrage de Tallard, rendant ainsi transparent l'ouvrage. Le profil a donc retrouvé une nouvelle pente d'équilibre, évacuant les dépôts à l'aval à l'aide des déversées plus régulières. De plus, les aménagements de protection de berge réalisés sur l'érosion de l'étang Charles Bailly ont probablement accentué ce processus (le chenal s'incisant entre les épis en rive gauche et l'atterrissement végétalisé et fixé en rive droite). Les dépôts érodés ont été évacués vers l'aval et retenus sur le point dur constitué par le seuil de l'étang de

Vanans. Il est fort probablement que cette dynamique soit aujourd'hui réduite, le système ayant atteint l'équilibre recherché. Ces processus morphologiques et le transport de sédiments donnent au cours d'eau des caractéristiques écologiques intéressantes. La diversité des faciès est bonne et la qualité des habitats benthiques plutôt satisfaisante. Le secteur de la Bourrassière et le linéaire à l'amont du franchissement de la LGV présentent également des habitats rivulaires intéressants avec une ripisylve bien développée. En revanche la qualité des milieux est nettement moins intéressante au niveau du contournement de l'étang Charles Bailly et l'approche du seuil de l'étang de Vanans.

La Chalaronne du seuil de l'étang de Vanans jusqu'au seuil du camping					
Pk amont	5			Pk aval	2.75
					
	Pk 4.75			Pk 3.25	
Longueur	2 250 m				
Qualité morpho	Moyenne				
Stabilité	Dynamique en équilibre/déséquilibre (?) ( $\omega = 66$ )				
Dynamiques latérales	Moyenne				
	Erosion :	315 m	14%	Protection :	790 m 35,1%
Dynamique verticale	Stable avec un léger exhaussement				
Dynamique longitudinale	Importante : transit/dépôt surtout à l'aval				
	Banc libre	445m	31,6 %	Banc fixe	70 m 3,1%

Ce tronçon présente une qualité morphologique qualifiée de bonne en raison des dynamiques latérales et longitudinales en cours sur ce linéaire. Le taux de protection est important (plus d'un tiers des berges), mais comme la puissance spécifique offre la possibilité à la rivière de s'auto-ajuster, l'énergie du cours se disperse là où les berges ne sont pas protégées, comme c'est le cas dans le secteur de l'étang de Vanans (à l'aval de la zone d'enrochement en rive gauche, puis en rive droite (cf. érosion traité dans le cadre du Contrat de Rivière – action #15) au droit de l'étang et au niveau de terrain du centre équestre). Ce secteur (Pk 4->4.75) est assez actif avec une rupture de pente nette augmentant localement les puissances spécifiques ( $\omega = 87$ ). Le profil en long semble aujourd'hui à l'équilibre entre le seuil de la passerelle de Saint Julien, avec, depuis 2005, le comblement d'un point bas situé aux alentours du Pk 4 (centre équestre). A l'aval du seuil de la passerelle et du seuil du camping, le profil semble s'être incisé (la question de la localisation précises de mesure topographique, entre talweg et axe médian, se pose ici encore). Si le talweg, localisé en concavité du méandre décrit par la Chalaronne au niveau

du camping, est altitudinalement bas, le lit du cours d'eau est, en revanche, situé plus haut en raison d'un vaste atterrissement de convexité comblant la retenue. L'importance relative des atterrissements libres est le signe de dynamiques de transport/dépôt actives. Les pentes restent ici importantes (surtout si l'on considère le linéaire compris entre le seuil de Vanans et celui de Saint Didier-sur-Chalaronne) et la compétence des écoulements permet un charriage des sédiments. Le seuil du camping semble transparent à l'analyse du profil en long mais il ralentit considérablement le transit de la charge (cet effet n'est pas visible sur le profil). D'un point de vue écologique, seul le secteur compris entre les Pk 4 et 4.75 présente à la fois un intérêt au niveau benthique et rivulaire. Plus à l'aval, les faciès lenticques dominent.

La Chalaronne à l'aval seuil du camping jusqu'au stade de Thoissey						
Pk amont	2.75	Pk aval	1.75			
						
	<i>Pk 2.75</i>	<i>Pk 2.25</i>				
<b>Longueur</b>	1 000 m					
<b>Qualité morpho</b>	<b>Faible</b>					
<b>Stabilité</b>	<b>Stable figé (<math>\omega = 49</math>)</b>					
<b>Dynamiques latérales</b>	Faible à moyenne					
	Erosion :	315 m	13,5%	Protection :	625 m	62,5%
<b>Dynamique verticale</b>	Incision					
<b>Dynamique longitudinale</b>	Moyenne : transit					
	Banc libre	110 m	11 %	Banc fixe	0 m	0%

Ce secteur est un tronçon relativement figé dont les berges sont très aménagées. Une digue court en rive droite du seuil du camping jusqu'au premier lotissement de Thoissey. Les berges sont fixées par des protections (62,5%), les érosions sont essentiellement des désordres ponctuels. Le profil en long est globalement plutôt en légère incision, sauf à l'aval du seuil où elle est plus importante, effet probable du blocage d'une partie de la charge. Compte tenu des pentes et des capacités de charriage associées ce processus d'incision ne semble pas pouvoir évoluer de manière très importante dans l'avenir. Ce tronçon devrait faire l'objet d'importants dépôts y compris en cours de végétalisation. Or seuls quelques bancs nus sont présents, témoignant d'un export rapide des sédiments les plus petits (graviers) vers l'aval ne laissant que les plus grossières (phénomène de pavage). Les milieux riverains forestiers ou les milieux benthiques sont assez pauvres.

La Chalaronne du stade de Thoissey à confluence avec la Saône

Pk amont	1.75	Pk aval	0
			
	<i>Pk 1.25</i>		<i>Pk 0</i>
<b>Longueur</b>	1 750 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Moyenne</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Dynamique puis stable figé ( 0&lt;-&gt;500) (<math>\omega</math> = pas de donnée)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Moyenne à importante		
	Erosion :	240 m    13,7%	Protection :    125 m    7,1%
<b>Dynamiques verticales</b>	Non analysées		
<b>Dynamiques longitudinales</b>	Nulle (transit et dépôt des sédiments fin)		
	Banc libre	25 m    1,4 %	Banc fixe    0 m    0%

Ce tronçon est présente du secteur distinct : l'amont où la Chalaronne méandre librement dans la vallée de la Saône et les 500 derniers mètres, rectifiés, entre la D7 et le camping de Thoissey. Sur ce segment les dynamiques sédimentaires sont déterminées par la rupture de pente de la ligne d'eau induite par le niveau de la Saône. Le transport sédimentaire grossier très fortement réduit sur le tronçon amont est ici probablement complètement stoppé et ne se limite plus qu'aux particules les plus fines (limons, sables et graviers fins). Les dynamiques sont surtout latérales quand elles peuvent s'exprimer. Le méandrage est actif (recoupement de méandre en cours sur les segments 1000 et 1250), induisant un taux d'érosion de l'ordre de 14%. La qualité des milieux rivulaires est assez faible (cordon de ripisylve, champs de maïs), et les habitats aquatiques sont typiques de ceux des cours d'eau de plaine, essentiellement lenticues.

## MOIGNANS

Le Moignans du pont de la D27b au pont de la D66

Pk amont	9.75	Pk aval	7.25
			
<i>Pk 9.25</i>		<i>Pk 7.5</i>	
2 500 m			
<b>Qualité morpho</b>	<b>Moyenne</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Stable naturellement</b> ( $\omega = 26,8$ )		
<b>Dynamiques latérales</b>	Moyenne		
	Erosion :	310 m    7,8 %	Protection :    85 m    2,1%
<b>Dynamiques verticales</b>	Stable		
<b>Dynamiques longitudinales</b>	Faible		
	Banc libre	105 m    5,3 %	Banc fixe    40 m    2%

Ce tronçon correspond au plateau de la Dombes. La pente globale du lit de ce tronçon est assez forte (0,4 %) mais dans le détail, deux sous-tronçons peuvent être distingués de part et d'autre du Pk 8.57. En amont la pente est de 0,3 % alors qu'elle est de 0,6% en aval. Ce décrochage marque le début de l'encaissement du Moignans dans le plateau de la Dombes avec l'apparition d'un remplissage alluvial à partir du Pk 7.25 (pont de la D66). La partie amont se caractérise par un fort encaissement du lit mineur, des écoulements majoritairement lenticques et des habitats aquatiques peu diversifiés. Les dynamiques latérales et longitudinales sont faibles (taux d'érosion et proportion de bancs libres + en voie de fixation respectivement de 7,5 % et 1 %). L'évolution verticale de ce sous-tronçon semble stable sauf au niveau du pont de RD27b concerné par une incision importante). Le tracé rectiligne de ce sous-tronçon indique probablement une rectification qui renforce une activité morphologique naturellement peu dynamique. Le fond du lit est composé de galets très colmatés. Le sous tronçon aval présente une pente beaucoup plus forte (0,6%) qui n'induit pourtant pas une activité érosive significative (la puissance spécifique est à peine plus importante). En revanche les atterrissements y sont beaucoup plus nombreux (11% de bancs mobiles et en voie de fixation). Les écoulements et les habitats y sont globalement plus diversifiés, à l'exception de deux secteurs aux écoulements homogènes et lenticques (aval du pont de la RD 936. où un remblai sauvage fige le tracé du cours d'eau sur 330 m ; le second se situe à l'amont du pont de la D 66, où le radier du pont crée une rupture de pente).

Le Moignans du pont de la D66 au Pk 5.5

Pk amont	7.25	Pk aval	5.50
			
	Pk 6.5	Pk 5.75	
Longueur	1 750 m		
Qualité morpho	Moyenne		
Stabilité	Figé artificiellement à l'amont ( $\omega = 26,4$ )		
Dynamiques latérales	Faibles puis fortes sur la partie aval		
	Erosion :	340 m 11,3%	Protection : 210 m 7%
Dynamiques verticales	Stable		
Dynamiques longitudinales	Faibles puis fortes sur la partie aval		
	Banc libre	235 m 15,7%	Banc fixe 45 m 3%

Ce tronçon correspond au début de la vallée du Moignans avec l'apparition d'un fond alluvial d'une largeur moyenne de 125 m. Ce tronçon traverse une zone boisée mais son fonctionnement est assez impacté entre le Pk 7.25 et 6.25 par la présence d'un seuil (barrage de l'ancienne Tuilerie au Pk 6.9) et d'aménagements anciens (décalage du tracé initial, rectification, endiguement) en rive droite au droit des étangs. Le seuil à vannes mobiles sert au remplissage des étangs. Il constitue un point de rupture de la pente du lit qui tend néanmoins à s'effacer partiellement lors de l'ouverture des pelles (cas de figure rencontré lors de la prospection de terrain). Les aménagements connexes aux étangs induisent un confinement du cours d'eau entre une digue et un talus morainique en rive gauche. Les dynamiques latérales et longitudinales y sont très faibles (taux d'érosion 3% et proportion de bancs mobiles et en voie de fixation 9%) et sont cantonnées à quelques érosions du talus morainique apportant des sédiments très grossiers qui tapissent le fond du lit sous la forme d'un pavage. La mobilité des sédiments est très faible, les écoulements uniformes et les habitats très peu diversifiés. A l'aval de l'endiguement, le tracé reprend une allure plus naturelle se traduisant par des dynamiques latérales et longitudinales importantes (taux d'érosion de 19,5 %, et 27 % de bancs mobiles et envoie de fixation). Les écoulements sont plus courants et la qualité des habitats est également meilleure.

Le Moignans du Pk 5.5 au seuil de Baneins

Pk amont	5.50	Pk aval	2.75
			
	<i>Pk 4.5</i>	<i>Pk 3.25</i>	
<b>Longueur</b>	2 710 m		
<b>Qualité morpho</b>	<b>Bonne</b>		
<b>Stabilité</b>	<b>Dynamique en déséquilibre (<math>\omega = 39,4</math>)</b>		
<b>Dynamiques latérales</b>	Fortes sur la partie amont		
	Erosion :	745 m    13,7%	Protection :    120 m    2,2%
<b>Dynamiques verticales</b>	Stable au global et exhaussement sur un linéaire de 700 m		
<b>Dynamiques longitudinales</b>	Fortes		
	Banc libre	360 m    13,3%	Banc fixe    0 m    0%

Ce tronçon s'écoule dans un fond de vallée nettement plus large qu'à l'amont (210 mètres en moyenne) et majoritairement occupé par des cultures et des prairies. Dans ce contexte moins confiné qu'à l'amont, la forte pente du lit se traduit par des dynamiques longitudinales et érosives importantes sur les berges non boisées (taux d'érosion de 15% entre les Pk 5.25 et 3.75). En conséquence, la charge grossière injectée dans le lit, puis sa migration vers l'aval, pourrait être l'origine d'exhaussement du lit (de 50 à 75 cm) constaté entre les Pk 3.9 et 3.2. En 2005 ce tronçon était qualifié de stable et il n'était pas fait mention d'érosions de berges. Ce secteur semble donc connaître une évolution notable. La limite aval du tronçon correspond à l'arrivée du Mazanan et au barrage de Baneins. Cet ouvrage génère une rupture de pente significative (elle passe de 0,5 % à 0,2 % sur une distance de 670 m) et ralentit sensiblement le transit de la charge de fond comme en témoigne le taux important de bancs mobiles dans le remous solide (26 %). La retenue du seuil, comblée de fines, génère des écoulements lenticulaires et une uniformisation des habitats aquatiques sur environ 250 m. Les ruines d'un seuil (Pk 5.3) génèrent aussi une légère dégradation de la qualité des habitats aquatiques. L'impact de ces ouvrages reste relativement faible et ne décline pas le tronçon au niveau de sa qualité morphologique, car d'autres zones, a contrario, présente un bon niveau de qualité l'image du linéaire très sinueux compris entre PK 4.25 et 4.75.

Le Moignans du seuil de Baneins à la Chalaronne

Pk amont	2.75	Pk aval	0
 <p style="text-align: center;">Pk 2.25</p>			
Longueur	2 800 m		
Qualité morpho	Bonne		
Stabilité	Dynamique en déséquilibre ( $\omega = 39,4$ )		
Dynamiques latérales	Fortes		
	Erosion :	840 m    15,6%	Protection :    125 m    2,2%
Dynamiques verticales	Stable sur l'amont. Incision à l'aval du seuil de la Teppe		
Dynamiques longitudinales	Modérées		
	Banc libre	245 m    8,8%	Banc fixe    45 m    1,6%

Ce tronçon correspond à la partie aval du Moignans qui s'écoule dans un large fond alluvial (230 mètres) occupé par une proportion plus importante de cultures. La pente du lit est aussi forte que sur le tronçon amont (0,5%) et les apports hydriques atteignent ici leur maximum avec l'arrivée du Mazanan. Ces conditions offrent au cours d'eau une énergie potentielle modérée (40 w/m<sup>2</sup>) mais suffisante pour générer une forte activité érosive sur les berges non boisées (phénomène déjà relevé en 2005). La section située entre l'ancien seuil de la Teppe et la confluence avec la Chalaronne présente une incision généralisée d'environ 50 cm et 90 cm ponctuellement. Déjà signalé dans l'étude de 2005, ce phénomène continue donc de s'exprimer, il était expliqué à l'époque par une érosion régressive. Une érosion progressive peut également être avancé en raison des impacts cumulés des trois ouvrages sur le transit sédimentaire (le barrage de Baneins, le gué des Souches et l'ancien seuil de la Teppe). Les deux premiers ouvrages créer des ruptures de pente induisant un net ralentissement du transit sédimentaire comme en témoigne la forte proportion de bancs libres en amont des deux ouvrages (22 % sur un linéaire amont de 500 m alors que la moyenne pour le secteur vallée du Moignans est de 11,7 %). Ailleurs la proportion de banc libre est faible en raison des capacités de charriages fortes qui induisent un export rapide du matériel sédimentaire. Les habitats aquatiques sont globalement très diversifiés grâce à une bonne alternance de faciès de type radier, mouille. On note également la présence de banquettes végétalisées partiellement remaniées lors des crues. Ces milieux forment des milieux terrestres spécifiques au sein du lit mineur.

# ANNEXES

**Annexe 1 : Fiches détaillées de l'évaluation des actions du  
contrat de rivière menées au titre de l'hydromorphologie**

## **Annexe 2 : Fiches détaillées de présentation des seuils et de leurs impacts**

## Annexe 3 : Liste des seuils ayant un impact modéré

## CHALARONNE

### Les seuils à faible impact sur la continuité sédimentaire

- **Les quatre seuils de Villars les Dombes entre le pont de RN83 et le Stade de foot.** Compte tenu de l'absence de mobilité de la charge de fond sur ce secteur, ces seuils n'ont pas d'impact sur la continuité sédimentaire car ils n'empêchent pas le transport des fines en crue.
- **Barrage de l'Ecuelle.** Pas de données topo
- **Les seuils n°1,2,3 du plan d'eau de Châtillon.** Ces trois petits ouvrages constitués avec un rondin de bois ont une très faible hauteur (de 20 à 40 cm) et ne pose donc pas de problème pour la continuité sédimentaire.
- **Le seuil n° 1 du camping de Châtillon.** Cet ouvrage est constitué d'un radier en béton formant une hauteur de chute entre 0,5 et 1 m. Il s'agit des vestiges d'un ancien seuil qui permettait de soutenir les débits dans le bief du barrage de l'Ecuelle. L'envolement très probable de l'ouvrage en crue n'altère pas sensiblement le transit de la charge de fond comme en témoigne les dépôts grossiers dans la retenue du seuil en aval (pont de la gare).
- **Les seuils dans la traversée de Châtillon.** Le transit sédimentaire grossier dans la traversée de la ville est interrompu. Ces seuils ne constituent donc pas un enjeu pour la continuité sédimentaire.
- **Le seuil des Payes.** Pas vraiment de problème car le transport solide est interrompu dans la traversée de Châtillon. La présence du seuil ne perturbe donc pas la continuité sédimentaire car la charge de fond en provenance de l'amont est très faible. Des réflexions avaient été menées pour l'araser mais comme le seuil contient une conduite d'eau usées, les coûts avaient été jugés trop importants par la collectivité.
- **Seuil des Chandeliers.** Cet ouvrage en enrochements a été construit dans les années 2000 dans l'objectif de servir de piège à gravier. Son fonctionnement et son utilité ne sont pas bien connus par le SRTC. La stabilité du profil en long à l'aval de l'ouvrage montre qu'il n'a pas un effet bloquant sur le transport de la charge de fond. L'incision visible en amont de l'ouvrage est difficilement explicable.
- **Les trois seuils de la zone humide.** Ces trois seuils ont fait l'objet d'échancrures dans leur partie centrale. Ces travaux améliorent leur transparence sédimentaire bien que leur faible hauteur de chute ne constituait pas un obstacle important à la mobilité de la charge de fond. Ces trois seuils ne constituent donc pas un enjeu important au regard de la continuité sédimentaire.

- **Le seuil de la passerelle Saint-Julien.** Il ne s'agit pas à proprement parlé d'un seuil mais d'une accumulation de blocs résultants de la destruction du pont. La très faible hauteur de chute de ce « seuil » ne constitue pas un obstacle au transit de la charge de fond comme en témoigne la présence d'un banc mobile à l'aval du seuil. Le seuil tient néanmoins le profil. Il pourrait s'agir de l'effet résiduel du blocage du transport solide lorsque le pont était encore en place.

## MOIGNANS

- **Seuil de l'ancienne tuilerie.** Compte-tenu du fonctionnement relativement figé du Moignans amont, de la faiblesse de sa charge de fond et de sa mobilité, le seuil ne constitue pas un enjeu important au titre de la continuité sédimentaire. Par ailleurs, l'ouverture épisodique des vannes mobiles (fréquence ?) permet de rétablir le transit sédimentaire par vidange naturelle de la retenue.
- **Ancien seuil de la Teppe.** Cet ouvrage en voie de dégradation avancée ne constitue plus un obstacle au transit sédimentaire mais il génère encore localement une légère dégradation de la qualité des habitats aquatiques assez diversifiés sur ce secteur.

**Annexe 4 : Synthèse des tronçons déterminés dans l'étude  
hydromorphologique BURGEAP 2005**

(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
49,25	T1	<0.08%	10	Sédiments fins	homogène lenticue	: Stable	Stable		Recalibrage	Ripisylve = Moyenne
46	T2	<0.06%	10	Sédiments fins	homogène lenticue	: Stable	Quelques érosions			Ripisylve = Moyenne
43	T3	0.1 %	10	Sédiments fins + petits graviers	homogène lenticue	: Stable	Stable		Traversée seuils	urbaine,
40,25	T4	<0.1 %	15	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance		Sinueux, large l'amont	plus qu'à		
37,5	T5	<0.9%	15	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance		Sinueux			
34	T6	<0.13	30	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance	Stable	Quelques érosions			
30,75	T7	<0.18	35	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance mais colmatage	Stable, plus qu'à l'amont	Quelques érosions			
27,25	T8	<0.22%	35	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance	Stable	Erosions, sinueux	Trace de charriage	Seuil en mauvais état	
24,75	T9	<0.21%	35	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance			Trace de charriage, quelques atterrissements	Contournement du déversoir de l'ouvrage du Moulin des Champs	
20,75	T10	<0.28%	35	Sédiments fins + petits graviers	diversifié/alter nance	Stable	Quelques érosions	Trace de charriage, quelques atterrissements	Remplissage par des sédiments fin du déversoir de l'Ecuelle	

19,5	T11	<0.49	40	Graviers		Stable	Quelques érosions	Atterrissement plus rare qu'à l'amont	Rectification
18,5	T12	<0.44 %	40	Galet + graviers + sédiments fins					Recalibrage, bétonné, traversée urbaine
16	T13	<0.38%	40	Galet + graviers + sédiments fins	diversifié/alternance				Curage en 2005, Peu d'habitat benthique
14,5	T14	<0.3%	<45	Galet + graviers + sédiments fins		Exhaussement amont / incision aval	Erosions actives		
12,5	T15	<0.29 %	<45	Galet + graviers + sédiments fins	Sutout lentique	Probable incision régressive à l'amont des pelles de l'ancienne prise d'eau de la Vieille Chalaronne	Réduction sinuosité		
10,5	T16	<0.24%	<45	Galet + graviers + sédiments fins	Sutout lentique	Exhaussement (à cause du gué)	Faiblement sinueux		Barrage de St Etienne comblé
9,75	T17	<0.35%		Galet + graviers + sédiments fins		Exhaussement (à cause des seuils en enrochements)	Stable		
8	T18	<0.17%	40		Sutout lentique (influence barrage)	Comblement du barrage de Tallard			
5,5	T19	<0.35%		Galet + graviers + sédiments fins		Incision aval barrage de Tallard, exhaussement aval	Erosion important (étang Charles Bailly)		Chenalisation, rectification

LGV et aval étang Charles Bailly									
3,75	T20	<0.28%	<45		Quelques incisions	Quelques érosions, légère divagation du tracé			
3	T21	<0.05%	<35		Surtout lentique		Atterrissements notables	Recalibrage, curage régulier	
0,5	T22	<0.16%		Sédiments fins + petits galets	Faible exhaussement : tendance à la décantation	Quelques érosions		Recalibrage, curage régulier	
0	T23	<0.18	<30	Sédiments fins (vase) + petits galets	Exhaussement par décantation de sédiments fins			Rectification	

Synthèse des tronçons de fonctionnement hydromorphologique décrits dans l'étude BRUGEAP 2005

(0) Pk de début de tronçon : distance à la confluence (1) Identifiant tronçon BURGEAP / (2) Pente / (3) Puissance spécifique / (4) Nature des berges et substrat / (5) Faciès / (6) Evolution verticale / (7) Evolution latérale / (8) Atterrissements / (9) Pressions / (10) Qualité écologiq

