

Diagnostic hydrosédimentaire du Rhône dans l'agglomération de Lyon depuis la confluence avec l'Ain jusqu'au barrage de Pierre-Bénite

Hydrosedimentary diagnosis of the Rhone in Lyon urban area from the confluence with the Ain river to the Pierre-Benite dam

Guillaume Gilles¹ ; Frédéric Laval¹ ; Camille Jouanneau¹ ; Mathieu Cassel² ; Thomas Dépret², Anne Perrissin-Fabert³

¹ Ginger BURGEAP, Agence Centre-Est (g.gilles@burgeap.fr)

² Environnement Ville Société (EVS) – Ecole Normale Supérieure (ENS) – Lyon, CNRS: UMR5600 (mathieu.cassel@ens-lyon.fr)

³ Métropole de Lyon - Direction de l'Eau (aperrissin@grandlyon.com)

RÉSUMÉ

Le Rhône, fleuve majeur qui traverse l'agglomération lyonnaise et interagit avec les usages, a été le siège de nombreux aménagements et bouleversements morphologiques par le passé qui ont encore des répercussions sur le fonctionnement et la gestion actuelle du cours d'eau. Aussi, la Métropole de Lyon, en partenariat avec EDF et l'Agence de l'Eau, porte une étude visant l'élaboration d'une stratégie de gestion sédimentaire du Rhône de la confluence avec l'Ain, jusqu'au barrage de Pierre-Bénite, en englobant la traversée de Lyon. L'étude doit aboutir à la rédaction d'un document cadre sur le transit sédimentaire du Rhône (matériaux grossiers) servant notamment de guide pour l'appréciation des incidences morphodynamiques des aménagements projetés dans le cadre du programme de restauration du Rhône de Miribel-Jonage, mais aussi pour le dimensionnement d'ouvrages spécifiques directement en lien avec la problématique sédimentaire et pour la mise en œuvre d'un plan de gestion sédimentaire à large échelle. Le diagnostic de l'étude a été établi en 2017, et les préconisations seront rendues en 2018. La présente communication porte essentiellement sur les méthodes de terrain mises en œuvre pour aboutir au diagnostic sédimentaire : prélèvement in situ pour analyses granulométriques, photographies subaquatiques, suivi de parcelles peintes et chaîne à érosion, mesures RFID par suivi de transpondeurs actifs ultra haute fréquence.

ABSTRACT

The Rhône is a major river that crosses the Lyon area and interacts with terrestrial uses. The Rhône valley has been the site of morphological changes and alterations in the past that still have repercussions on the current functioning and management of the river. Thus, the Metropolis of Lyon in partnership with EDF and the French Water Agency is conducting a study aimed at developing a sediment management strategy for the Rhône from the confluence with Ain to the Pierre-Benite dam, including the crossing of Lyon. This study should lead to the drafting of a framework document on the Rhône sedimentary transit (coarse materials), that will serve 1) as a guideline for the assessment of the morphodynamic impacts of the planned developments within the framework of the Rhône of Miribel-Jonage's restoration program and 2) for the dimensioning of specific infrastructures directly related with the sedimentary problem and for the implementation of a large-scale sedimentary management plan. The study's diagnosis was done in 2017 and the recommendations will be given in 2018. This communication focuses on the field methods used to achieve sedimentary diagnosis: in situ sampling for particle size analysis, underwater photographs, monitoring of painted plots and erosion lines, measurements by tracking ultra-high frequency RFID transponders.

MOTS CLES

Charriage, Gestion sédimentaire, Morphodynamique, Restauration, Transport solide, RFID

1 INTRODUCTION

La construction du canal de Miribel, bras principal du Rhône, suivie de la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de Cusset à la fin du 19ème siècle, a provoqué un basculement du profil en long du lit du canal de Miribel, avec enfoncement du fond de plus de 4 mètres en amont et engravement du lit en aval (point neutre se situant au pk 16,5 à Miribel). L'incision du canal s'est poursuivie durant le 20ème siècle avec les extractions de matériaux. Depuis l'arrêt des extractions en 1992, le canal de Miribel bénéficie d'un réajustement progressif du profil en long de son lit. Actuellement, la capacité de charriage décroît de l'amont vers l'aval, du fait principalement de la structure des pentes décroissantes.

La charge grossière amont provient essentiellement des apports de l'Ain. Elle est estimée actuellement à environ 40 000 m³/an (ARTELIA, 2012). Pour cette charge solide, et compte-tenu de la largeur actuelle du canal de Miribel, la pente d'équilibre serait proche de 0.6‰, valeur actuellement observée.

Au-delà du canal de Miribel, le fonctionnement du transit sédimentaire dans la traversée urbaine de Lyon jusqu'au barrage de Pierre Bénite, est insuffisamment connu à ce jour. Or, de nombreux enjeux – entretien du lit du fleuve, navigation, prévention des inondations, préservation des milieux naturels et préservation des usages de l'eau dont la production d'eau potable – dépendent de cette dynamique sédimentaire.

Notre travail consiste donc globalement, dans le prolongement des études réalisées par la Métropole de Lyon depuis 2003 sur le delta de Neyron et par le SYMALIM depuis 2012 sur le Canal de Miribel, à définir une stratégie de gestion sédimentaire à moyen et long terme sur le Rhône depuis la confluence avec l'Ain jusqu'au barrage de Pierre-Bénite (cf. Figure 1). Plus précisément, il s'agit d'élargir et d'actualiser le diagnostic du transport sédimentaire du Rhône. Compte tenu des enjeux pré-identifiés, l'accent a été mis sur le diagnostic sédimentaire concernant les sédiments grossiers.

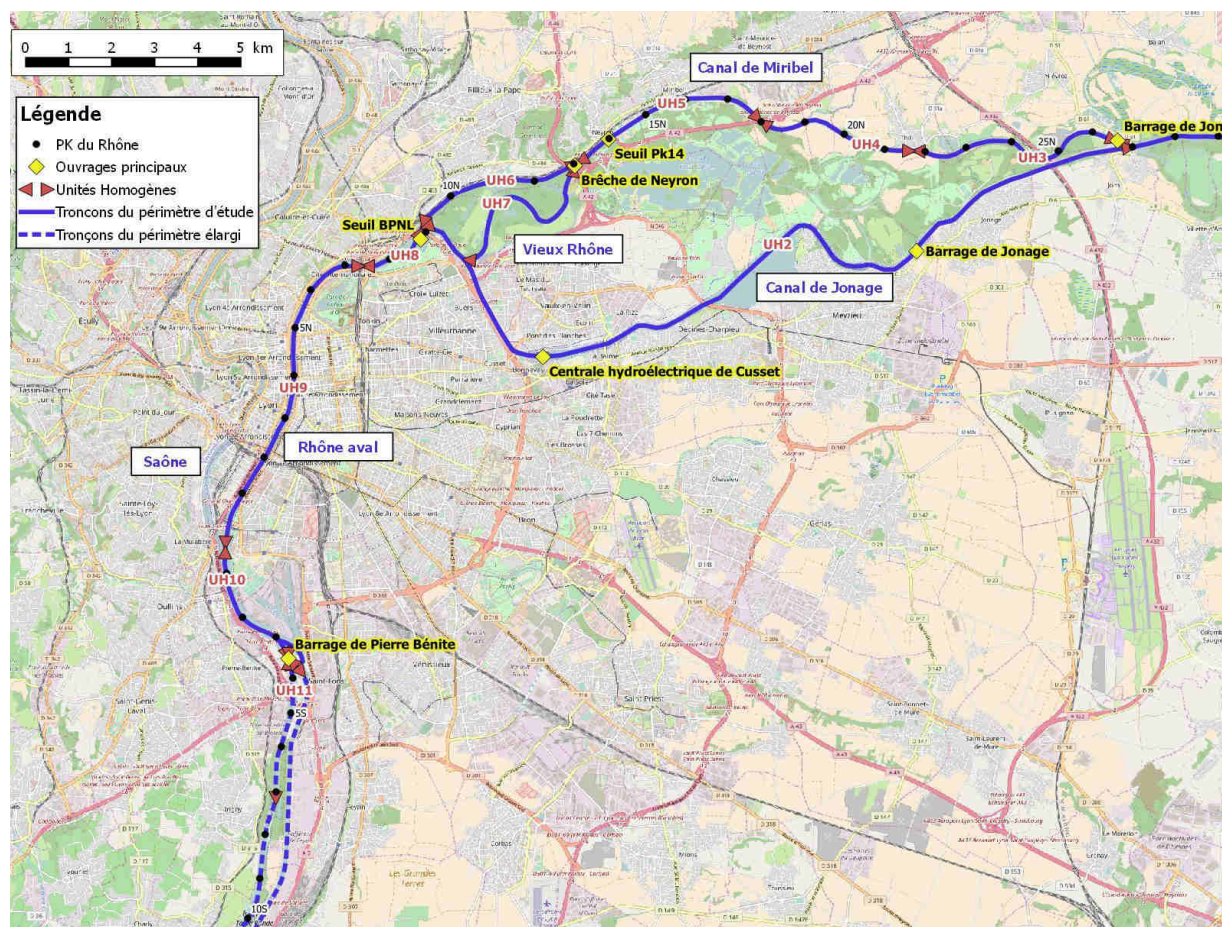


Figure 1. Localisation du périmètre d'étude et d'investigation

2 METHODES MIS EN OEUVRE

La méthodologie mis en œuvre pour caractériser l'état des lieux et le diagnostic sédimentaire du Rhône repose sur la synthèse et la collecte de nombreuses données historiques et topographiques sur le périmètre d'étude couplée à l'acquisition de données actuelles par le biais des investigations suivantes :

- Des reconnaissances préalables de terrain à pied et canoë : caractérisation du contexte hydraulique et géomorphologique général, identification des bancs à équiper ;
- Des reconnaissances aériennes par hélicoptère : prises de vue obliques du fleuve sur 36 km ;
- Des prélèvements/analyses granulométriques par diverses méthodes : granulométries superficielles (Wolman, par imagerie) granulométrie de masse sur bancs, granulométrie de masse en fond de lit, prélèvement à la drague triangulaire, photographies subaquatiques ;
- La mise en place et le suivi de parcelles peintes et de chaînes à érosion : 2 suivis ;
- La mise en place et le suivi de transpondeurs RFID actifs (tags) : 100 transpondeurs injectés sous forme de 4 transects en amont de la difffluence du Vieux Rhône à la brèche de Neyron. 2 suivis programmés dont un déjà réalisé en mars/avril 2017.

Le diagnostic sédimentaire et les nombreuses données acquises au cours de cette phase doivent par la suite permettre d'alimenter la construction d'un modèle hydrosédimentaire 2D, qui permettra de simuler des scénarii prospectifs d'évolution et de gestion sédimentaire.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Dans un premier temps, l'analyse diachronique des profils en long des fonds moyen et du talweg sur la période 2006-2011 puis 2011-2016 ainsi que l'analyse diachronique des évolutions superficielles sur les zones d'engraissement sédimentaire nous a permis de réaliser un bilan sédimentaire à l'échelle du périmètre d'étude (cf. Figure 2). Les flux solides grossiers sortant du domaine étudié pendant la période 2011-2016 peuvent être assimilés à des valeurs nulles ou négligeables que ce soit pour le Vieux Rhône, le Rhône aval ou le canal de Jonage. Le flux solide en provenance de l'Ain est quant à lui estimé à environ 155 000 m³ pour la période 2011-2016, soit 31 000 m³/an. Ces comparaisons volumétriques ont également permis de mettre en évidence 3 principaux lieux de stockage massif des sédiments en amont de Lyon : amont canal de Jonage (~10 000 m³/an), delta et Vieux Rhône de Neyron (~22 000 m³/an), Rhône en aval des seuils TEO (~10 000 m³/an).

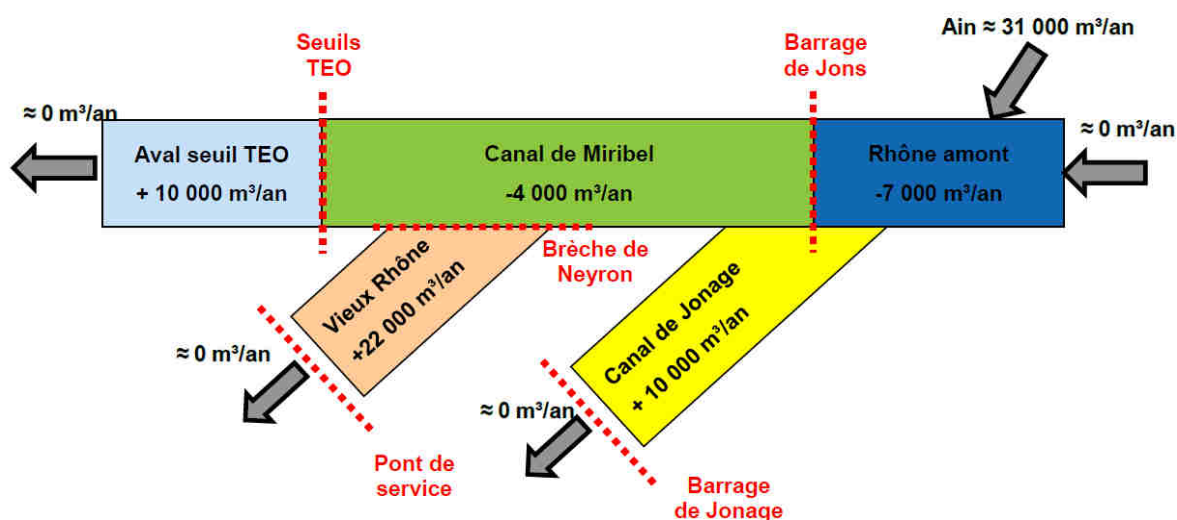


Figure 2. Schéma des flux sédimentaires annuels calculés sur la période 2011-2016

Par la suite, le suivi des parcelles peintes et des chaînes à érosion, couplé à l'analyse des profils en long bathymétriques et granulométriques (cf. Figure 3) a permis de préciser le fonctionnement hydrosédimentaire du Rhône et notamment de quantifier et spatialiser un indicateur morphodynamique primordial dans la perspective de la modélisation hydrosédimentaire : le débit de début de charriage. Ce dernier n'est en effet pas homogène sur le canal de Miribel et varie entre 350 et 500 m³/s selon plusieurs tronçons morphologiques du canal de Miribel.

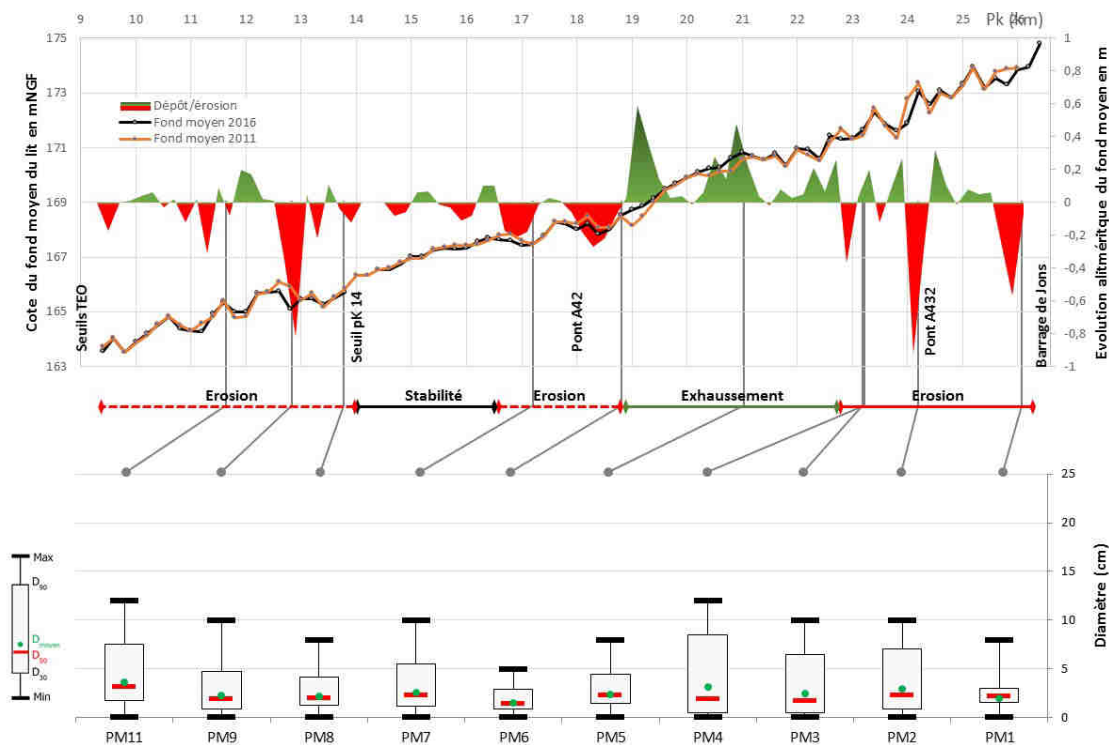


Figure 3. Comparaison entre dynamique verticale et profil en long granulométriques du canal de Miribel

Suivi Banc	ID parcelle	Mobilité*	Diamètre mobilisé**	Distance maximale mobilisée (m)	
Evenement hydrologique E1 - Crue du Rhône de 1400 m³/s - Qp(canal de Miribel) = 875 m³/s					
S1	CM - AVAL BARRAGE DE JONS (chenal)	PP1	2	CG	>25
S1	CM - AVAL BARRAGE DE JONS (banc)	PP2	3	PF	>25
S1	CM - AVAL A432 (banc central)	PP3	3	PF	14,5
S1	CM - BANC RIVE GAUCHE THIL (banc)	PP4	1	CF	3,8
S1	CM - BANC RIVE GAUCHE THIL (chenal)	PP5	3	CG	7,2
S1	CM - BANC AMONT A42	PP6	3	CG	24,7
S1	CM - BANC AVAL SEUIL PK14	PP7	3	CG	>25
S1	CM - BANC AMONT PONT SERMENAZ	PP8	3	CG	20,5
S1	VIEUX RHONE - AMONT CANAL ECRETEUR	PP9	3	CG	>25
S1	VIEUX RHONE - BANC DIFFLUENCE CANAL SUD	PP10	3	CG	>25
S1	RHONE - AVAL TEO (Amont Banc)	PP11	3	CG	14,1
S1	RHONE - AVAL TEO (Aval Banc)	PP12	2	CG	15,5
S1	RHONE - FEYSSINE	PP13	1	CG	2,8
Evenement hydrologique E2 + E3 - Hautes eaux du Rhône de 850 m³/s - Qp(canal de Miribel) = 450 m³/s					
S2	CM - AVAL BARRAGE DE JONS (chenal)	PP1	N	CF	3,7
S2	CM - AVAL BARRAGE DE JONS (banc)	PP2	1	CG	4,7
S2	CM - AVAL A432 (banc central)	PP3	3	CG	>25
S2	CM - BANC RIVE GAUCHE THIL (banc)	PP4	1	CF	8
S2	CM - BANC RIVE GAUCHE THIL (chenal)	PP5	1	CF	0,35
S2	CM - BANC AMONT A42	PP6	3	CF	16,5
S2	CM - BANC AVAL SEUIL PK14	PP7	3	CG	15,4
S2	CM - BANC AMONT PONT SERMENAZ	PP8	ND	ND	ND
S2	VIEUX RHONE - AMONT CANAL ECRETEUR	PP9	1	CF	7,8
S2	VIEUX RHONE - BANC DIFFLUENCE CANAL SUD	PP10	3	CG	7,4
S2	RHONE - AVAL TEO (Amont Banc)	PP11	1	CF	6,1
S2	RHONE - AVAL TEO (Aval Banc)	PP12	1	CG	2,5
S2	RHONE - FEYSSINE	PP13	N	GG	0,7

ND Non défini

* N ; Aucune mobilisation, 1 ; mobilité de 0 à 25% de la surface, 2 ; mobilité de 25 à 50%, 3 ; mobilité de 50 à 100%

** Le diamètre pris en compte correspond au "dominant 1" du code EVHA (le plus grossier et le plus abondant) : B ; Bloc, PG ; Pierre grossière, PF ; Pierre fine, CG ; Cailloux grossier, CF ; Cailloux fin, GG ; Gravier grossier, GF ; Gravier fin

Figure 4. Résultats du suivi de mobilité des parcelles peintes

Enfin, sur le secteur spécifique de la brèche de Neyron, le premier suivi des transpondeurs a permis d'obtenir les résultats suivants sur la base d'un taux de retour total de 64 % pour cette première campagne (cf. Figure 4). La distance médiane parcourue par les traceurs est de 114 m, la distance maximale de 266 m. Malheureusement, les traceurs n'ont pas encore franchi la brèche de Neyron et n'apporte que des résultats partiels aujourd'hui au regard des attendus de l'étude

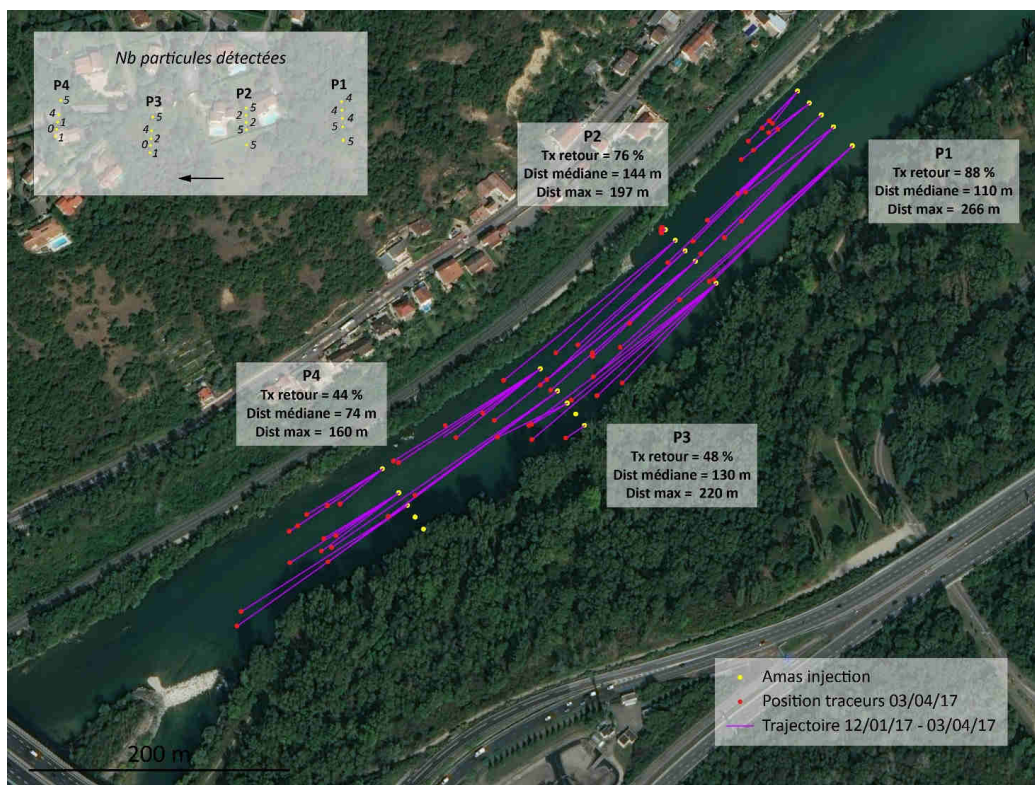


Figure 4. Distances et trajectoires parcourues par les traceurs

4 CONCLUSION

L'analyse des aménagements historiques du lit du Rhône et de son lit majeur et les évolutions géomorphologiques associées ont permis de bien cibler la problématique du transport solide par charriage sur les différents bras du Rhône entre la confluence avec l'Ain et le barrage de Pierre-Bénite.

Par la suite, le programme d'investigations bathymétriques et sédimentaires mis en place sur l'ensemble du périmètre d'étude a permis d'établir un diagnostic sédimentaire complet et partagé du fonctionnement actuel du fleuve. Ce diagnostic doit servir de base pour la construction d'un modèle hydrosédimentaire 2D, qui permettra, au travers de scénarios prospectifs, de confronter les grands enjeux du territoire à la problématique de gestion sédimentaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Gilles, G., Laval, F., Jouanneau, C. (BURGEAP, 2017). Etude de gestion sédimentaire du Rhône de la confluence avec l'Ain jusqu'au barrage de Pierre-Bénite – Rapport technique REAUCE02389-04 – Phase 1A – Etat des lieux et investigations préalables
- Cassel, M. (CNRS-UMR 5600, ENS de Lyon, 2017). Rapport de thèse - Caractérisation des particules dans les lits à galets : expérimentations, développements méthodologiques et application in situ
- Gilles, G., Laval, F (BURGEAP, 2013). Plan de gestion sédimentaire du Vieux Rhône de Neyron – Rapport REETCE00581-02 – Etude d'impact