



smeag
SYNDICAT MIXTE
D'ÉTUDES & D'AMÉNAGEMENT
DE LA GARONNE

Territoires Fluviaux Européens



**PROJET « TERRITOIRES FLUVIAUX EUROPEENS »
UNE NOUVELLE APPROCHE DU TERRITOIRE DE LA
GARONNE DEBORDANTE ENTRE TOULOUSE ET
SAINT-NICOLAS-DE-LA-GRAVE**

**ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE ET
DIAGNOSTIC TECHNIQUE**



524, chemin Las Puntos - 31450 BAZIEGE

Téléphone : 05-34-66-09-09

e-mail : lindenia@lindenia.fr

Rapport d'étude n°1201-01

Février 2013



Sommaire

INTRODUCTION	1
1. DESCRIPTION DU TERRITOIRE	3
1.1 IDENTIFICATION DE PERIMETRES.....	3
1.1.1 Première approche du périmètre.....	3
1.1.2 Deuxième approche du périmètre.....	3
1.1.3 Troisième approche du périmètre.....	3
1.1.4 Solution retenue.....	3
1.2 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU TERRITOIRE.....	5
1.2.1 Eléments climatiques.....	5
1.2.2 Eléments de géologie.....	6
1.2.3 Relief et géomorphologie du territoire.....	9
1.3 RESSOURCES EN EAU.....	12
1.3.1 Eaux souterraines.....	12
1.3.2 Eaux superficielles.....	17
1.3.3 Plans d'eau du territoire.....	26
1.3.4 Usages des ressources en eau et gestion des étiages.....	31
1.4 CONTEXTE HUMAIN.....	39
1.4.1 Utilisation des sols et développement urbain.....	39
1.4.2 Eléments du contexte social.....	40
1.4.3 Activités économiques du territoire.....	46
1.4.4 Rôle social de la Garonne et activités de loisirs.....	53
1.4.5 Voies de communication dans la vallée de Garonne.....	58
1.4.6 Accessibilité des bords de Garonne.....	60
1.4.7 Urbanisme et logement.....	63
1.5 GOUVERNANCE DU TERRITOIRE.....	68
1.5.1 Structures intercommunales.....	68
1.5.2 Autres acteurs institutionnels du territoire et cadre juridique.....	69
1.5.3 Cas du Domaine Public Fluvial (DPF).....	72
2. DYNAMIQUE DES CRUES	75
2.1 BILAN DES CONNAISSANCES ET TRAITEMENT DE DONNEES.....	75
2.1.1 Crues historiques de la Garonne.....	75

2.1.2	Hydrologie de la Garonne sur le territoire TFE	76
2.2	CONDITIONS DE PROPAGATION DES CRUES DE LA GARONNE	77
2.2.1	Volumes et durées des crues de la Garonne.....	77
2.2.2	Aménagements influençant les crues de la Garonne.....	79
2.3	ZONES INONDABLES DE LA GARONNE SUR LE TERRITOIRE TFE	80
2.3.1	Bilan des connaissances et cadre réglementaire	80
2.3.2	Apports de la Directive Européenne « Inondation ».....	84
2.3.3	Application de la Directive Inondation sur le territoire TFE.....	85
2.4	LA PREVISION DES CRUES SUR LE TERRITOIRE TFE.....	89
3.	EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE DE LA GARONNE.....	92
3.1	TRAVAUX DE PROTECTION CONTRES LES CRUES	92
3.1.1	Protection contre les inondations.....	92
3.1.2	Protection contre l'érosion des berges	95
3.1.3	Estimation des volumes d'enrochements.....	104
3.2	ANALYSE DE MOBILITE HISTORIQUE DE LA GARONNE	104
3.2.1	Mécanismes d'évolution du lit d'un grand cours d'eau.....	104
3.2.2	Evolution passée du lit de la Garonne sur le territoire TFE	106
3.3	EVOLUTION RECENTE ET TENDANCES ACTUELLES DE LA MORPHOLOGIE DE LA GARONNE	113
3.3.1	Identification des phénomènes.....	113
3.3.2	Quantification de l'enfoncement du lit de la Garonne	114
3.3.3	Conséquences de la chenalisation et de l'enfoncement du lit de la Garonne	116
3.3.4	Situation actuelle du transport solide	117
3.3.5	Caractérisation des substrats du lit de la Garonne	117
3.4	EVOLUTIONS POTENTIELLES DU LIT DE LA GARONNE SUR LE TERRITOIRE TFE	122
3.4.1	Méthode d'analyse.....	122
3.4.2	Paramètres nécessaires et interprétation hydromorphologique.....	122
3.4.3	Evolution potentielle de la Garonne sur le territoire TFE.....	131
3.4.4	Bilan : espace de mobilité de la Garonne sur le territoire TFE.....	142
3.4.5	Evolution des îlots	143
4.	ESPACES NATURELS ET BIODIVERSITE	149
4.1	PAYSAGES DU TERRITOIRE TFE	149
4.2	ESPACES NATURELS REMARQUABLES DU TERRITOIRE TFE.....	153
4.3	CARACTERISATION DES PEUPELEMENTS PISCICOLES	161
4.3.1	Cadre réglementaire	161
4.3.2	Problématiques particulières pour la faune piscicole de la Garonne	162

4.3.3	Etat des peuplements piscicoles.....	165
4.3.4	Cas particulier des poissons migrateurs.....	166
4.4	CARACTERISATION DES ESPACES NATURELS DU TERRITOIRE	170
4.4.1	Structure d'ensemble, mosaïque paysagère et continuités écologiques	170
4.4.2	Cas des peupleraies du territoire TFE	177
4.5	CARACTERISATION DES RIPISYLVES	179
4.6	ZONES HUMIDES DU TERRITOIRE TFE.....	186
4.6.1	Localisation des zones humides du territoire TFE	186
4.6.2	Niveau de connaissance des zones humides du territoire TFE.....	193
4.6.3	Hierarchisation des zones humides	193
4.6.4	Prise en compte des potentialités de mobilité du lit de Garonne	196
4.6.5	Bras morts de la Garonne.....	201
	ANNEXES DU DIAGNOSTIC TECHNIQUE.....	216
	ANNEXE 1 : TRACE DE LA FUTURE LGV PROPOSEE PAR LE COPIL LE 26 OCTOBRE 2012 (SOURCE : GPSO).....	218
	ANNEXE 2 : TRACE DE LA LIMITE DU DPF PRES DES ZONES URBAINES LE LONG DE LA GARONNE (TRACE INDICATIF, NON VALIDE ET NON OFFICIEL EN HAUTE-GARONNE).....	221
	ANNEXE 3 : TRACE HISTORIQUE DU LIT DE LA GARONNE SUR SIX SITES DU TERRITOIRE TFE (ECOLAB POUR LE PROJET SUD'EAU, 2011)	227
	ANNEXE 4 : METHODE D'ANALYSE D'EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU	235
	ANNEXE 5 : HAUTEURS DE BERGES DE LA GARONNE SUR LE TERRITOIRE TFE. 247	
	ANNEXE 6 : LOCALISATION DES MEANDRES A MOBILITE POTENTIELLE ET DES ZONES D'EROSION LATERALE AVEC RECU DE BERGE POTENTIEL.....	250
	ANNEXE 7 : ACTEURS DES PROGRAMMES CONCERTES EN FAVEUR DES POISSONS MIGRATEURS DE GARONNE.....	256
	ANNEXE 8 : CARACTERISTIQUES DE ZONES HUMIDES ELEMENTAIRES DU TERRITOIRE TFE	260

Liste des figures

Figure 1 : Périmètre du projet TFE « Garonne Débordante ».....	2
Figure 2 : Contexte géologique simplifié entre Toulouse et Agen (BRGM, 1/500 000).....	7
Figure 3 : Contexte géologique de la « Garonne Débordante » (BRGM, 1/50 000)	8
Figure 4 : Relief du bassin de la Garonne des Pyrénées à l’océan (source : NASA, 2012)	9
Figure 5 : Relief du secteur du territoire TFE (source : NASA, 2012).....	10
Figure 6 : Structure en terrasses du territoire TFE (source : Ph. Valette, thèse, 2002)	11
Figure 7 : Coupes de la vallée sur le territoire TFE (source : Ph. Valette, thèse, 2002).....	12
Figure 8 : Nappe d’accompagnement de la Garonne sur le territoire TFE	14
Figure 9 : Nappe de l’Oligocène (source : SIE Adour-Garonne)	15
Figure 10 : Nappe de l’Eocène-Paléocène (source : SIE Adour-Garonne).....	15
Figure 11 : Réseau hydrographique de la Garonne sur le territoire TFE.....	17
Figure 12 : Découpage en sous-secteurs hydrographiques du SDAGE.....	18
Figure 12 : Evolution de la température de l’eau aux stations du SIE (source : SMEAG)	24
Figure 14 : Gravières dans la plaine de Garonne sur le territoire TFE (partie Sud).....	27
Figure 15 : Gravières dans la plaine de Garonne sur le territoire TFE (partie Nord)	28
Figure 16 : Exemple de fuseau intégrant des gravières à l’arrière de protection de berge	30
Figure 17 : Réseau hydraulique lié à la retenue de Saint-Nicolas-de-la-Grave	30
Figure 18 : Retenues hydro-agricoles sur le secteur du territoire TFE.....	31
Figure 19 : Points de prélèvements et volumes autorisés (en m ³) en Tarn-et-Garonne.....	34
Figure 20 : Points de prélèvements et volumes autorisés en Haute-Garonne	35
Figure 21 : Origine des prélèvements agricoles et par le Canal en période d’été (2012)	37
Figure 22 : Bilan des consommations à l’été tous usages confondus (déclarations AEAG, en millions de m ³) (source : état des lieux du PGE, août 2012).....	38
Figure 23 : Utilisation des sols sur le territoire TFE (source : Corine Land Cover 2006)	40
Figure 24 : Evolution démographique de 1999 à 2008 le long de la Garonne.....	41
Figure 25 : Démographie communale actuelle sur le territoire TFE (recensement 2009)	42

Figure 26 : Densité démographique sur le territoire TFE (recensement 2009)	43
Figure 27 : Evolution démographique sur le territoire TFE (période 1999- 2008).....	44
Figure 28 : Evolution de l'âge moyen entre 2007 et 2040	45
Figure 29 : Catégories socioprofessionnelles sur le territoire TFE.....	46
Figure 30 : Taux de chômage sur le territoire TFE (2009)	47
Figure 31 : Répartition des établissements en activité sur le territoire TFE (2009).....	48
Figure 32 : Répartition des établissements en activité sur le territoire TFE (2009).....	49
Figure 33 : Répartition des établissements agricoles et sylvicoles sur le territoire TFE (2009)	50
Figure 34 : Age des agriculteurs sur le territoire TFE (2009).....	51
Figure 35 : Evolution du nombre d'agriculteurs sur le territoire TFE (1999-2009)	52
Figure 36 : Usages de l'eau de Garonne sur le territoire TFE en Tarn-et-Garonne.....	54
Figure 37 : Sites d'activités de loisirs et de fréquentation des bords de Garonne.....	56
Figure 38 : Densité du réseau de voies de communication sur le territoire TFE.....	58
Figure 39 : Principales infrastructures et répartition du bâti sur le territoire TFE.....	59
Figure 40 : Chemins d'accès aux bords de Garonne sur le territoire TFE (source : Lindénia) ...	60
Figure 41 : Zonage réglementaire des PPRi sur le territoire TFE en Tarn-et-Garonne.....	63
Figure 42 : Communes de Haute-Garonne couvertes par des PPRi sur le territoire TFE	64
Figure 43 : Zonage des PPRi d'Ondes et Grisolles à la limite intercommunale	65
Figure 44 : Distribution de l'occupation des sols sur le territoire TFE.....	66
Figure 45 : Taux de résidences principales sur les communes du territoire TFE.....	67
Figure 46 : Taux de logements vacants sur les communes du territoire TFE	68
Figure 47 : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale du territoire TFE	69
Figure 48 : Emprise du Domaine Public Fluvial (DPF) sur le territoire TFE	73
Figure 49 : Niveaux maximaux à Toulouse des crues historiques depuis 1875	75
Figure 50 : Cartographie informative des Zones Inondables et bâti sur le territoire TFE.....	82
Figure 51 : Position du Canal de Garonne par rapport aux zones inondables du fleuve	83
Figure 52 : TRI identifiés sur le bassin Adour-Garonne	86
Figure 53 : Projet de TRI sur le territoire « Toulouse ».....	87
Figure 54 : Projet de TRI sur le territoire « Montauban-Moissac »	87
Figure 55 : Tronçons de vigilance du bassin de la Garonne	90

Figure 56 : Dignes de Blagnac et de Fenouillet dans la plaine de la Garonne	93
Figure 57 : Vestiges de digues dans la plaine sur le secteur de Saint-Caprais.....	93
Figure 58 : Digue ancienne discontinuée à Grisolles.....	94
Figure 59 : Digue endommagée au droit de Monbéqui et Bessens	94
Figure 60 : Secteur d'encrochement de berge de Garonne sur le territoire TFE.....	99
Figure 61 : Distribution des linéaires d'encrochements sur le territoire TFE	101
Figure 62 : Evolution historique du lit de la Garonne sur le territoire TFE	107
Figure 63 : Comparaison entre deux reports de tracé historique de la Garonne.....	109
Figure 64 : Evolution historique du lit de la Garonne à l'Île Lizoun (source : ECOLAB).....	110
Figure 65 : Evolution historique du lit de la Garonne Débordante (source : ECOLAB)	112
Figure 66 : Schéma théorique d'évolution d'un chenal incisé.....	114
Figure 67 : Ecailles marneuses en fond de lit mineur de la Garonne (images Google Earth) ...	115
Figure 68 : Volumes (en Mm ³) extraits du lit de Garonne en Haute-Garonne (amont et aval de Toulouse) de 1966 à 1979.....	115
Figure 69 : Taux de substrat de graviers et galets en surface du lit de Garonne.....	118
Figure 70 : Hétérogénéité de substrat sur le secteur de Bourret	119
Figure 71 : Répartition des bancs de graviers-galets du lit de Garonne sur le territoire TFE	120
Figure 72 : Profil en long de la Garonne sur le territoire TFE	124
Figure 73 : Largeur du fond du lit mineur de la Garonne sur le territoire TFE.....	126
Figure 74 : Débit de plein bord de la Garonne sur le territoire TFE.....	127
Figure 75 : Variabilité de capacité hydraulique de la Garonne sur le territoire TFE	128
Figure 76 : Ratio largeur/profondeur de la Garonne sur le territoire TFE	130
Figure 77 : Paramètres d'analyse des méandres d'un cours d'eau.....	131
Figure 78 : Localisation des érosions latérales potentielles et des zones de mobilité potentielle de méandre.....	135
Figure 79 : Enjeux concernés par les potentialités d'érosion latérale et de mobilité de méandre	136
Figure 80 : Végétalisation d'îlots (secteur de Mas-Grenier)	143
Figure 81 : Ajustement du profil d'îlots à La Fosse et Saint-Cassian sur Bourret	144
Figure 82 : Evolution des îlots et atterrissements de Garonne sur la période 2002-2012	145
Figure 83 : Marches paysagères du territoire TFE	149

Figure 84 : Structure typique en marches paysagères sur le territoire TFE	150
Figure 85 : Coupe représentative de la vallée de Garonne sur le territoire TFE	151
Figure 86 : Ensembles paysagers en Midi-Pyrénées – Zoom sur le territoire TFE.....	152
Figure 87 : Périmètres des sites Natura 2000 du DOCOB « Garonne aval »	153
Figure 88 : Arrêtés de Protection de Biotope (en milieu terrestre) sur le territoire TFE.....	154
Figure 89 : ZNIEFF de type I et de type II sur le territoire TFE	155
Figure 90 : Sites Natura 2000 sur le territoire TFE	156
Figure 91 : Exemple de superposition de périmètres de sites remarquables.....	157
Figure 92 : Présence du silure selon les suivis de l'ONEMA (source : SMEAG)	164
Figure 93 : Evolution de l'indice IPR de 2001 à 2008 sur la Garonne (source : SMEAG).....	166
Figure 94 : Cartographie des niveaux de sensibilité des tronçons de Garonne pour les migrateurs amphihalins (source : MIGADO).....	168
Figure 95 : Fragmentation des espaces naturels sur le territoire TFE	171
Figure 96 : Interfaces entre plans d'eau, Garonne et zones humides (secteur d'Ondes).....	172
Figure 97 : Taille des parcelles agricoles entre Grenade et Verdun-sur-Garonne.....	173
Figure 98 : Corridors écologiques sur le territoire TFE	175
Figure 99 : Peupleraies de bord de Garonne sur le territoire TFE.....	177
Figure 100 : Peupleraies de bord de Garonne sur le tronçon intermédiaire	178
Figure 101 : Largeur de la ripisylve de la Garonne sur le territoire TFE.....	180
Figure 102 : Exemple de cartographie de la qualité de la ripisylve sur le territoire TFE	185
Figure 103 : Zones humides élémentaires et potentielles sur le territoire TFE.....	188
Figure 104 : Hiérarchisation des zones humides de bord de Garonne (source : SMEAG)	195
Figure 105 : Recul potentiel des berges près de zones humides de la Garonne	197
Figure 106 : Environnement actuel des bras morts de la Garonne.....	206
Figure 107 : Intégration des bras morts dans les zones remarquables (réglementaires ou porter-à-connaissance).....	213

Liste des tableaux

Tableau 1 : Géologie de la « Garonne Débordante »	7
Tableau 2 : Ages géologique de formation des terrasses de la « Garonne Débordante »	11
Tableau 3 : Qualité des eaux des nappes souterraines du territoire TFE (source : SIE)	16
Tableau 4 : Bilan annuel des volumes prélevés ou perdus depuis le Canal de Garonne (source : VNF, « étude de définition d'une stratégie d'aide à la décision pour l'optimisation de la gestion de l'eau sur le Canal de Garonne », décembre 2007)	20
Tableau 5 : Points de suivi de qualité des eaux superficielles (non exhaustif)	21
Tableau 6 : Qualité physico-chimique des eaux superficielles en 2011	22
Tableau 7 : Qualité écologique des eaux superficielles en 2011	25
Tableau 8 : Objectifs de bon état des cours d'eau du territoire TFE (source : SDAGE)	26
Tableau 9 : Prélèvements consommés par UG par l'agriculture du 1 ^{er} juin au 31 octobre (2003-2009) (source : déclarations Agence de l'Eau Adour-Garonne)	36
Tableau 10 : Prélèvements par département par l'agriculture du 1 ^{er} juin au 31 octobre (2003- 2009)	36
Tableau 11 : Evolution démographique en Midi-Pyrénées (1999-2008)	45
Tableau 12 : Catégories socioprofessionnelles en France, Midi-Pyrénées, 31 et 82 (2009)	46
Tableau 13 : Acteurs de l'eau et des milieux aquatiques sur le territoire TFE	70
Tableau 14 : Débits de crue de la Garonne (en m ³ /s) (source : Banque HYDRO)	76
Tableau 15 : Débits moyens de la Garonne (en m ³ /s) à Verdun/Garonne (source : Banque HYDRO)	76
Tableau 16 : Débits d'étiage de la Garonne (en m ³ /s) (source : Banque HYDRO)	76
Tableau 17 : Caractéristiques de crues récentes de la Garonne	77
Tableau 18 : Répartition des linéaires (en m) d'encrochements de berges de Garonne	100
Tableau 19 : Principales conséquences de la chenalisation et de l'enfoncement du lit de la Garonne	116
Tableau 20 : Débits remarquables de la Garonne à Verdun/Garonne	122
Tableau 21 : Rapport largeur/profondeur selon la nature des berges d'un cours d'eau naturel en équilibre morphodynamique	129
Tableau 22 : Secteurs d'érosion latérale potentielle sur le territoire TFE	132

Tableau 23 : Secteurs de faible ou très faible ratio rayon de courbure / largeur de plein bord	133
Tableau 24 : Secteurs d'érosion latérale probable du lit sur des secteurs non enrochés	142
Tableau 25 : Enjeux de hiérarchisation des zones humides (<i>source : SMEAG</i>)	194
Tableau 26 : Caractéristiques et principaux intérêt des bras morts de Garonne sur le territoire TFE	202

INTRODUCTION

Le SMEAG est un Syndicat mixte ouvert ayant la caractéristique d'un Établissement public territorial de bassin (EPTB). A ce titre, il est un acteur reconnu de la politique de l'eau aux côtés de l'Agence de l'eau et du Comité de bassin Adour-Garonne. L'objectif du SMEAG, avec l'appui de ses six collectivités membres¹, est de promouvoir une gestion coordonnée de la Garonne. Il intervient pour la préservation de la ressource en eau et la sauvegarde des écosystèmes du fleuve. Il a l'ambition d'assurer une qualité de vie à ceux qui vivent autour du fleuve.

En outre, le SMEAG est un acteur légitime dans le domaine des études de gestion des territoires associés au fleuve. A ce titre, le SMEAG est partenaire du projet européen Interreg TFE : « Territoires Fluviaux Européens ». ». Le territoire fluvial sélectionné sur le territoire français correspond à la « Garonne Débordante » entre Toulouse et Saint-Nicolas-de-La-Grave. La figure 1 reportée en page suivante montre le périmètre du projet correspondant au territoire appelé de la « Garonne Débordante » : en réalité, cette figure montre la superposition de plusieurs périmètres fixés par le SAGE de la Garonne, les limites communales et les zones inondables.

Le fleuve Garonne et ses espaces associés constituent des milieux naturels d'intérêt général et outre leur rôle écologique, **ces espaces remplissent de multiples fonctions et rendent de nombreux services bénéfiques à l'Homme** : champs d'expansion des crues, zones de dissipation d'énergie du fleuve, confortement naturel des berges, soutien d'étiage et réalimentation de la nappe, autoépuration, valorisation du cadre de vie, et support d'activités économiques.

La démarche « Territoires Fluviaux Européens » vise à définir un projet de développement durable du territoire de la Garonne débordante basé sur l'optimisation des « **services rendus** » par l'écosystème Garonne (**nappe, fleuve, zones humides, canal**) aux habitants du territoire.

Travailler au développement durable du fleuve **c'est aussi mettre en place une démarche concertée avec les acteurs** pour prendre en compte, valoriser et optimiser les attentes et connaissances de chacun.

Le présent document constitue le premier volet du rapport d'étude élaborée par **LINDENIA**, relatif à l'analyse de la situation actuelle et au diagnostic technique du territoire d'étude.

¹ Les Conseils Régionaux de Midi-Pyrénées et d'Aquitaine ; les Conseils Généraux de Haute-Garonne, de Tarn-et-Garonne, de Lot-et-Garonne et de Gironde.

Figure 1 : Périmètre du projet TFE « Garonne Débordante »

Périmètres d'étude pour
le pré-diagnostic TFE
de la Garonne débordante



Légende

Périmètres d'étude

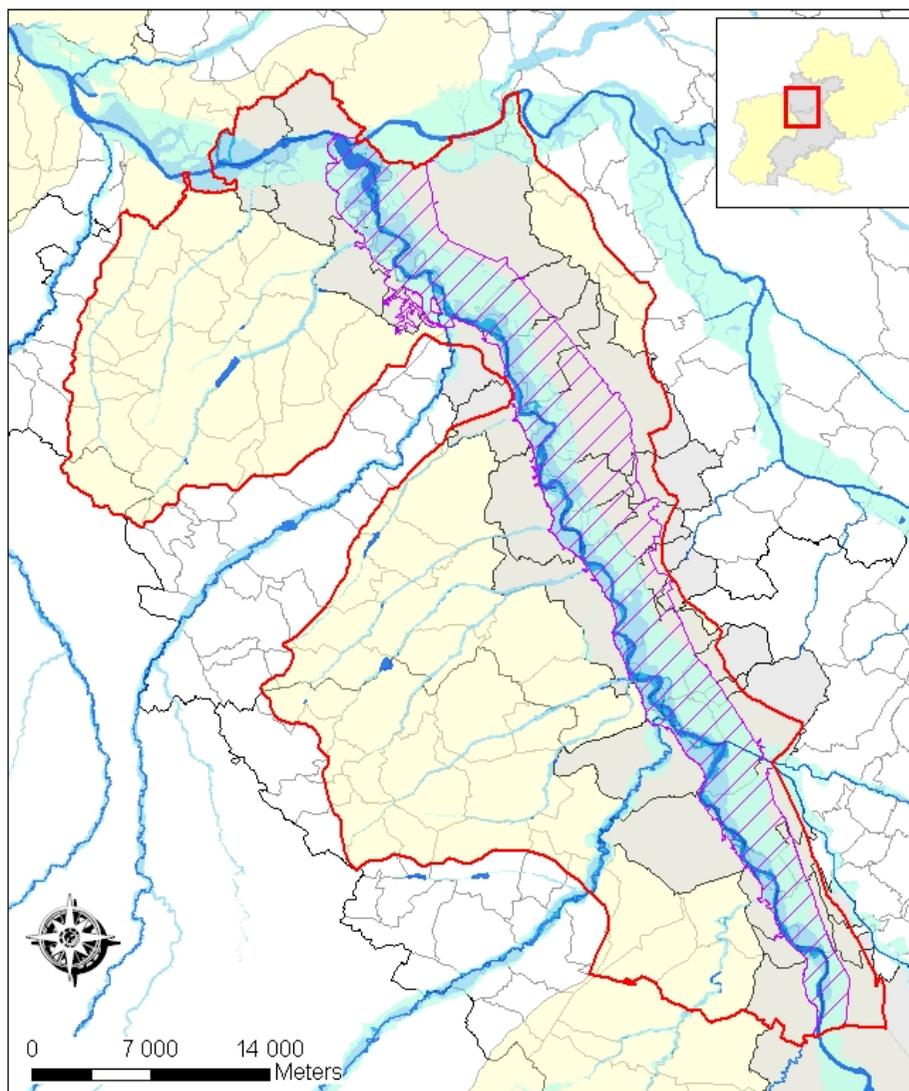
-  Limite du SAGE de la zone d'étude
-  zone de prospection
-  communes limitrophes du canal et de la Garonne

cizi

-  Crue exceptionnelle
-  Crue fréquente
-  Crue très fréquente
-  Lit ordinaire

Limites administratives

-  SAGE de la vallée de la Garonne
-  Limites départementales
-  Limites communales



1. DESCRIPTION DU TERRITOIRE

1.1 Identification de périmètres

1.1.1 Première approche du périmètre

Initialement, le territoire d'étude a été défini de la manière suivante : « *Le territoire d'étude se situe entre Toulouse et Saint-Nicolas-de-la-Grave. En rive gauche, l'ensemble de la plaine d'inondation est concernée et en rive droite, le territoire entre la Garonne et le Canal de Garonne* ».

Cependant, cette première délimitation du périmètre d'analyse pose un problème important au plan morphologique : en effet, en Haute-Garonne la limite de la zone inondable se confond avec la limite d'encaissant (sauf très localement) et pratiquement avec le canal, qui intervient alors comme obstacle infranchissable. En revanche, il existe une très forte différence entre le canal d'une part, la limite de zone inondable (qui se confond pratiquement avec l'encaissant) en Tarn-et-Garonne.

L'application de cette stricte définition du périmètre d'étude conduirait à utiliser des notions morphologiques et physiques (espaces de mobilité, zones inondables...) sur de vastes secteurs qui ne sont en fait pas du tout concernées par ces notions...

1.1.2 Deuxième approche du périmètre

Une deuxième approche consiste à limiter le périmètre d'étude au contour des zones inondables, qui intègre effectivement l'espace de mobilité et se confond presque exactement avec l'encaissant géomorphologique sur tout le linéaire étudié. Toutefois, ce périmètre exclurait de fait le secteur du canal de Garonne pratiquement sur tout le Tarn-et-Garonne.

Il faudrait alors compléter ce périmètre par un périmètre secondaire associé à une zone d'influence / d'interdépendance avec la Garonne (au plan écologique et des usages des sols, voire des territoires) sans lien avec les notions de mobilité du lit et d'inondabilité. Le canal pourrait être intégré à ce périmètre associé, mais pas seulement.

1.1.3 Troisième approche du périmètre

La troisième approche envisageable correspond à la combinaison d'une des deux premières approches et d'une logique « administrative », qui pourrait correspondre en fait à une logique de gestion cohérente des territoires en termes de cohérence et d'unité des documents (communaux) d'urbanisme.

Dans ce cas, le périmètre devrait correspondre à la l'enveloppe des limites communales de toutes les communes étant au moins partiellement intégrées dans le périmètre « physique » retenu (par la première ou la deuxième approche).

1.1.4 Solution retenue

1.1.4.1 Extension du périmètre le long de la Garonne

Sur la base de ces considérations, la proposition faite est de travailler sur plusieurs périmètres « emboîtés » définis à partir de diverses thématique, considérant que le périmètre global sera l'enveloppe de ces périmètres thématiques et tenant compte de périmètres déjà identifiés, en particulier celui du SAGE de la Garonne.

La démarche proposée est alors la suivante :

- 1) Délimitation du périmètre hydro-géomorphologique, qui englobe l'espace de mobilité et les anciens bras et chenaux, les zones inondables et se limite à l'encaissant géomorphologique. La base de délimitation de ce premier périmètre est la Cartographie Informative des Zones Inondables et les cartes (manuscrites) de l'Atlas établi par le Professeur Lambert (Le Mirail - 1989).
- 2) Extension de ce périmètres hydro-géomorphologique pour intégrer :
 - le canal de Garonne et l'espace entre le canal et le périmètre précédent
 - les zones humides liées au canal telles qu'identifiées dans l'étude récente du Canal (Setec - Asconit 2011)
 - l'entièreté des unités écologiques interceptés par les périmètres précédents (ZNIEFF, Natura 2000, trames vertes et bleues...), de manière à mettre en évidence les corridors biologiques ou les zones d'habitats à préserver
 - éventuellement, l'enveloppe des grandes unités paysagères définies dans l'étude SMEAG sur ce thème, si elles débordent des périmètres précédents.
- 3) Délimitation d'un périmètre maximal « administratif » obtenu sous forme de l'enveloppe des communes étant au moins en partie intégrées dans le périmètre associé, et extension si nécessaire pour un périmètre cohérent avec celui du SAGE de la Garonne, en cours d'élaboration.

Considérant que ces périmètres répondent à des thématiques, objectifs ou « compartiments » différents de l'analyse du territoire, ils doivent être maintenus tous les trois, l'enveloppe maximale servant à identifier le périmètre maximal d'étude mais ne devant pas être nécessairement être traité en totalité selon les thématiques analysées.

1.1.4.1.2 Limites amont et aval du périmètre d'étude

Les limites amont et aval sont aussi à préciser. La délimitation doit tenir compte à la fois de paramètres physiques et de critères administratifs et anthropiques : considérant le caractère artificiel de la Garonne dans la traversée de l'agglomération toulousaine et de la « coupure » que constitue le barrage de Golfech, les limites retenues sont les suivantes :

- ➔ Limite amont : la limite communale aval de Toulouse, à partir du pont de Blagnac
- Limite aval : le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-La-Grave est inclus dans le périmètre d'étude du fait de son influence sur le transport solide ou encore sur l'avifaune et l'écologie en général.

Le projet s'appuie donc sur des analyses croisées relatives à des paramètres adaptés en fonction de la thématique considérée et utilisant non pas un mais des périmètres d'étude. C'est l'enveloppe de ces périmètres se recoupant par secteurs qui constitue le périmètre global du projet TFE.

1.2 Caractéristiques physiques du territoire

1.2.1 Eléments climatiques

1.2.1.1 Caractéristiques générales

Le territoire de la Garonne Débordante se situe à un « carrefour » entre les influences océaniques et méditerranéennes, avec parfois une légère influence du Massif Central et de Pyrénées sur le climat, ces influences s'exprimant plus ou moins fortement selon l'année et la saison.

Les hivers sont doux et humides, entrecoupés de courtes périodes froides (37 jours de gel en moyenne par an à Montauban et seulement quatre avec une température inférieure à -5°C). Les hivers très froids sont exceptionnels en Tarn-et-Garonne (records en 1956, 1963, 1967, 1985 – avec -20°C à Montauban- et 1987). Les chutes de neige sont rares et les pluies verglaçantes quasi-inexistantes.

Les étés sont chauds et généralement secs. La température atteint ou dépasse 30°C en moyenne 23 jours par an.

La fin d'automne et surtout l'hiver et le printemps (avec une pointe en mai en moyenne) sont les saisons sur lesquelles se concentrent les principales périodes de pluie, les pluies étant généralement « portés » par les vents d'Ouest (ou Nord-Ouest en approchant de Toulouse) (sauf en été et début d'automne, avec des orages provenant de l'Espagne). Les pluies restent globalement modérées à l'échelle de l'année, avec une moyenne de 646 mm à Monbéqui (qui est le secteur le plus sec du département de Tarn-et-Garonne). Ces dernières décennies, l'année la plus sèche observée à Montauban fut 1967 avec 425 mm et la plus arrosée fut celle de 1959 avec 1005 mm.

Les vents dominants viennent d'Ouest (et Nord-Ouest vers Toulouse, appelés alors vents de Cers) mais le vent d'Autan (vent marin montant de Méditerranée) est un vent régional de sud-est chaud et sec, qui souffle parfois violemment (plus 100 km/h à six reprises vers Montauban au cours de la dernière décennie). Au cours de la tempête du 27 décembre 1999, le vent venait du nord-ouest et a atteint 112 km/h à Montauban (record de vitesse de vent) et 108 km/h à Castelsarrasin. Toutefois, les vents violents en Tarn-et-Garonne sont assez peu fréquents ; la plaine toulousaine est plus exposée au vent d'Autan. En fait, on distingue :

- Le vent d'Autan blanc, qui souffle toujours quand il fait beau et qu'un anticyclone est positionné sur le Sud de la France ou en Mer Méditerranée. Généralement pas très violent, il peut parfois s'exprimer en rafales rapides selon la position de l'anticyclone ; quand ce dernier est stable et peut mobile, le vent d'Autan blanc peut parfois souffler durant cinq jours consécutifs.
- Le vent d'Autan noir est souvent porteur de nuages. Il apparaît lorsqu'une dépression est positionnée sur le Golfe de Gascogne : d'une durée d'un à deux jours maximum, il peut alors souffler très violemment et le de souffler très violemment mais ne dure pas plus de 1 à 2 jours maximum. Ce vent n'est pas du tout apprécié des agriculteurs car il dessèche énormément la terre.

Les brouillards sont relativement fréquents dès la fin de l'automne et en hiver : ils se forment principalement dans les vallées de la Garonne et du Tarn.

En termes d'ensoleillement, on mesure un cumul de 1 900 à 2 000 heures par an en moyenne à Montauban.

1.2.1.2 Les tendances et effets d'évolution du climat

L'effet du changement climatique sur le bassin et la vallée de la Garonne est reconnu comme déjà mesurable : **le réchauffement climatique s'est brutalement accéléré au tournant des années 80, avec comme conséquence l'extension du climat méditerranéen à l'intérieur des terres, et même au-delà de Toulouse.**

Les éléments issus du projet CLIMFOUREL, menée par des chercheurs de l'INRA de Montpellier, montre l'extension du climat méditerranéen au-delà de Toulouse. En utilisant les données de 14 stations météorologiques représentatives du Grand Sud de la France, les chercheurs ont établi des courbes de température qui font état d'une augmentation constante depuis le début du siècle, et d'un réchauffement rapide depuis les années 80. Il fait presque **deux degrés de plus en moyenne qu'en 1900**, avec une augmentation d'1,5°C depuis 1980 : « *Toulouse est maintenant caractéristique du climat méditerranéen* ».

L'impact de ce réchauffement de l'air (et avec un air plus sec) est tout d'abord une augmentation de capacité d'évaporation, induisant une sécheresse plus importante.

Cette évolution déjà constatée induit des conséquences sur l'environnement, l'agriculture, l'écosystème, la production d'énergie et l'eau. Sur ce dernier point, le bassin de la Garonne offre un éclairage particulier sur le problème des ressources et de leur utilisation : le projet « **Garonne 2050** » porté par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne montre que, sur ce bassin, « *les besoins sont supérieurs aux ressources* ». **En effet, la Garonne est un fleuve de régime nival, alimenté surtout par la fonte des neiges. Or, le stock de neige est moins abondant et de moins « bonne qualité » sur les cinquante dernières années.** Avec le réchauffement des températures, la neige tend aussi à être remplacée par la pluie, beaucoup moins efficace pour reconstituer les ressources et les cours d'eau.

Les débits des cours d'eau et particulièrement de la Garonne sont dès lors particulièrement affectés par cette évolution : non seulement les étiages sont devenus plus sévères, mais les durées d'étiage s'allongent, commençant plus tôt que par le passé (souvent dès juin) pour durer jusqu'à fin octobre.

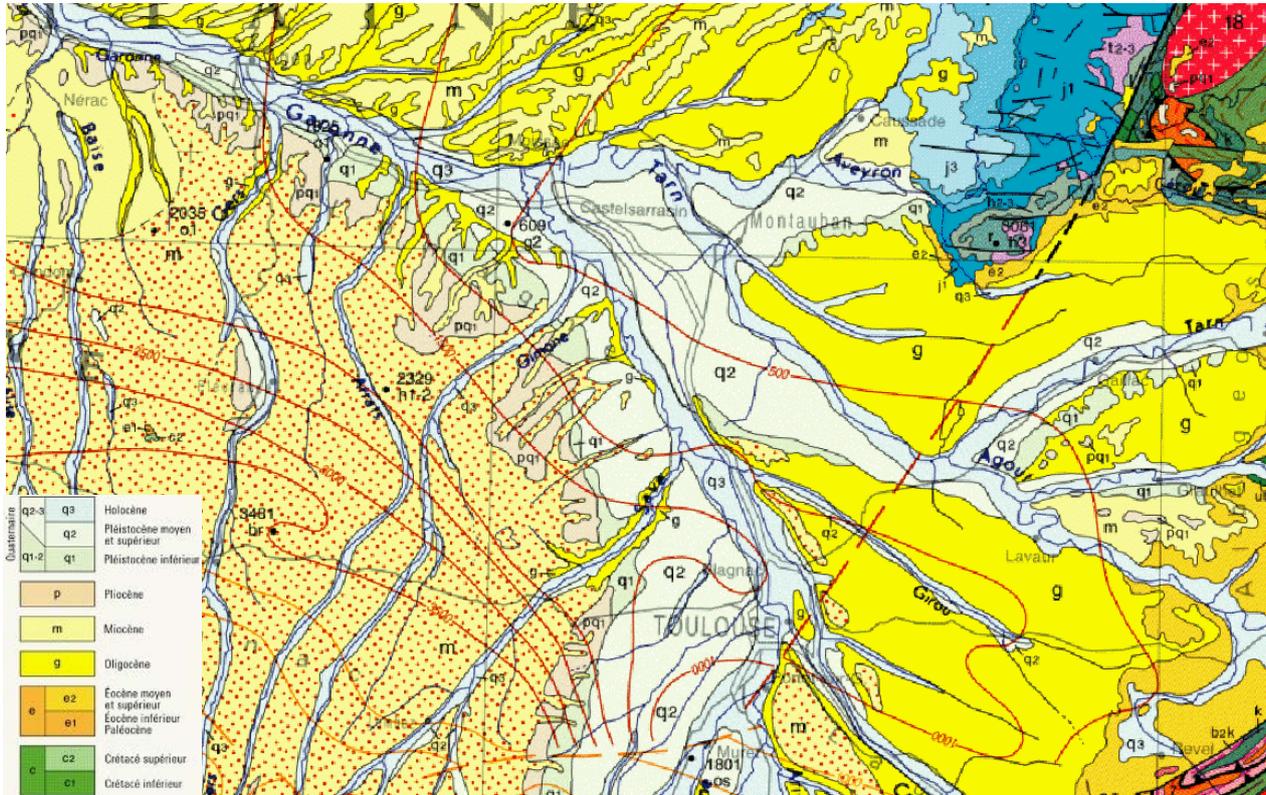
Cette raréfaction de la ressource en eau s'est accompagnée d'une augmentation de la demande en eau par la population de la vallée de la Garonne, qui ne cesse d'augmenter. Elle a aussi une influence sur la production d'hydroélectricité, les volumes turbinés ayant diminué au cours des vingt dernières années. **L'agriculture** est également confrontée au risque du manque d'eau sur le bassin de la Garonne, la majorité des terres irriguées étant dévolue à la culture du maïs qui est très demandeuse en eau. *Les surfaces irriguées dépendant de la Garonne ont diminué de 14% en 10 ans*, après une très forte augmentation entre 1980 et 2000 (avant l'apparition nette des effets du changement climatique). Enfin, il est notable que les divers **écosystèmes de la vallée de la Garonne** souffrent durement du manque de débit du fleuve : moins d'eau, cela signifie une plus grande concentration des polluants et un réchauffement de l'eau qui met en péril la faune et la flore aquatiques.

1.2.2 Eléments de géologie

La géologie de la vallée de la Garonne sur le territoire du projet apparaît particulièrement simple et homogène, directement liée à l'histoire de formation de la vallée depuis le début de l'ère Quaternaire. En effet, la quasi-totalité des formations du lit majeur, mais aussi des basses et des moyennes terrasses sont formées par des alluvions produisant des sols limoneux ou molassiques, parfois légèrement calcaires. On rencontre quelques zones d'accumulation provenant d'éboulis ou de solifluxion des formations molassiques. La carte suivante illustre

sous forme simplifiée le contexte géologique de la vallée de la Garonne et de ses principaux affluents sur le secteur d'étude.

Figure 2 : Contexte géologique simplifié entre Toulouse et Agen (BRGM, 1/500 000)



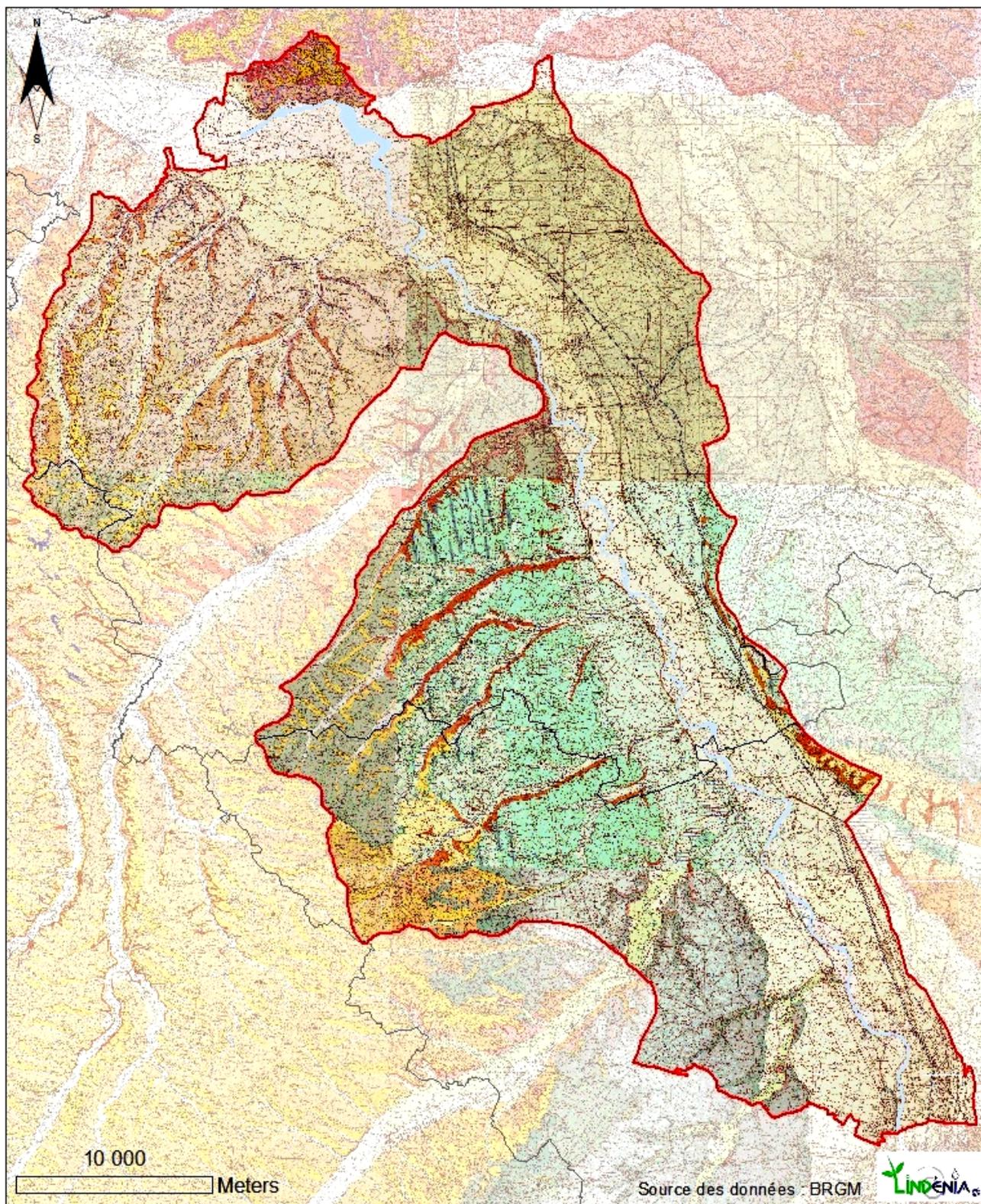
Le tableau suivant présente la stratigraphie et la nature des principaux ensembles géologiques de la vallée et des terrasses de la Garonne sur le secteur d'étude.

Tableau 1 : Géologie de la « Garonne Débordante »

Nomenclature	Ere	Epoque	Nature
q1	Quaternaire	Holocène	Fw : alluvions des hautes terrasses
q2		Pléistocène moyen et supérieur	Fy : alluvions anciennes des basses terrasses
q3		Pléistocène inférieur	Fz2/Fz3 : alluvions récentes de lit majeur et basse plaine
p	Cénozoïque	Pliocène	Fv : éboulis et solifluxion des alluvions garonnaises
m		Miocène	m1/mS : formation résiduelle des plateaux / formation de pentes issues de la molasse
g		Oligocène	g2/mg : formation résiduelle des plateaux / formation de pentes issues de la molasse et de solifluxion

L'utilisation de cartes géologiques établies à l'échelle du 1/50 000 permet de préciser les formations géologiques le long de la Garonne et sa plaine inondable.

Figure 3 : Contexte géologique de la « Garonne Débordante » (BRGM, 1/50 000)

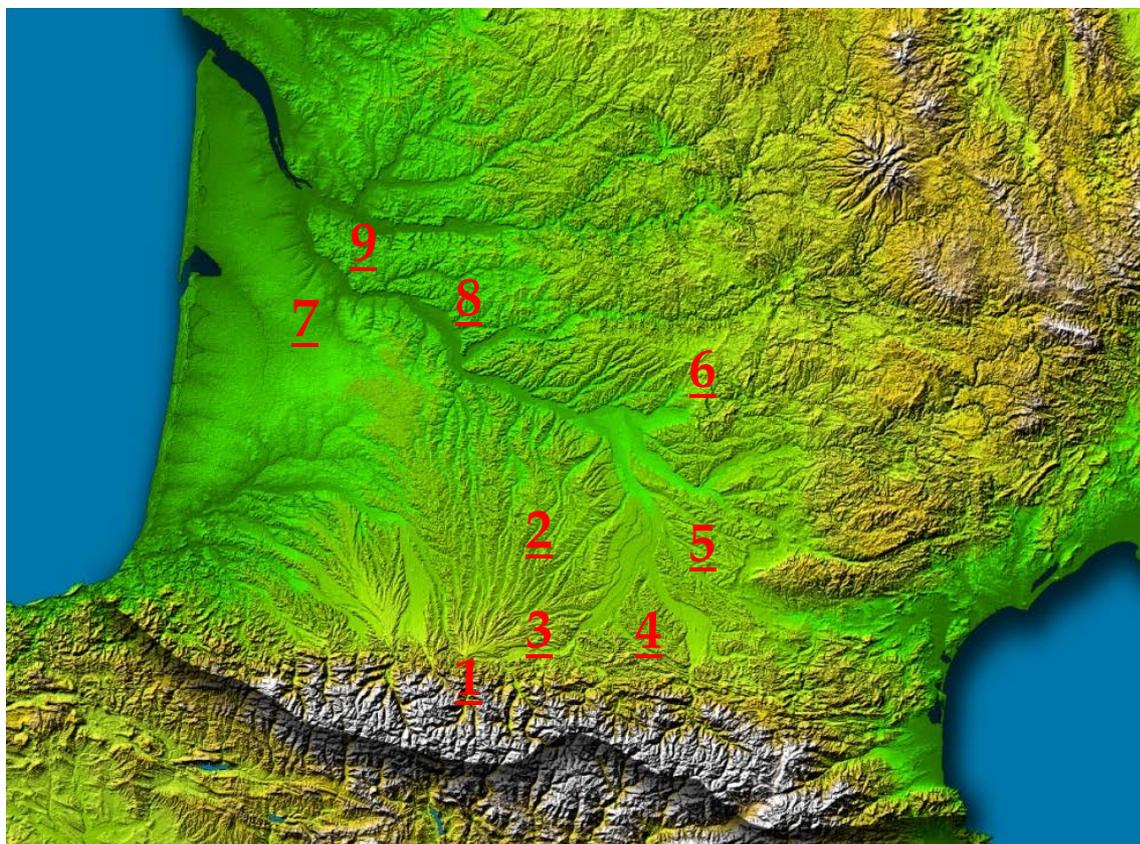


Cette nature des formations géologiques de la vallée de la Garonne est à l'origine de son relief caractéristique, y compris pour les coteaux. Elle induit aussi les principaux facteurs de la formation des aquifères : outre la nappe d'accompagnement de la Garonne, le sous-sol renferme de petits aquifères inter-molassiques, et un aquifère profond captif (à plusieurs centaines de mètres), mais on ne rencontre pas de résurgences liés à des écoulements souterrains : de tous temps, l'homme a dépendu des eaux de la Garonne pour son alimentation et ses activités.

1.2.3 Relief et géomorphologie du territoire

Le territoire TFE possède un relief peu marqué, avec des altitudes partout comprises entre 60 et 120 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il s'agit d'une plaine sédimentaire entre des coteaux au relief peu élevé, comme l'explique le contexte géologique. La figure suivante montre le relief du bassin de la Garonne et de sa vallée :

Figure 4 : Relief du bassin de la Garonne des Pyrénées à l'océan (source : NASA, 2012)

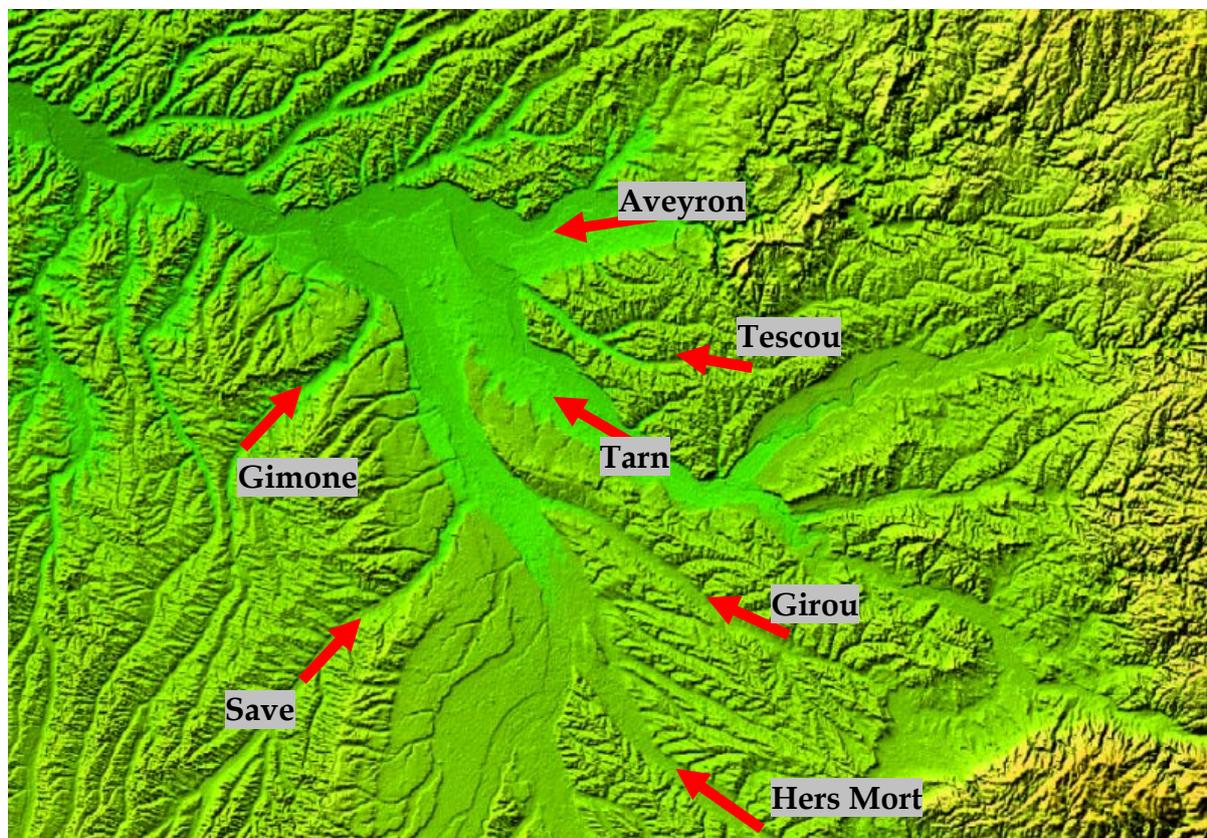


Cette carte de l'ensemble du bassin montre trois secteurs successifs en lien avec la géologie :

- La partie montagnarde, qui correspond à la haute vallée et au piémont, jusqu'au secteur de Saint-Gaudens (1). Sur cette partie, la Garonne s'apparente à un torrent dans une vallée d'origine glaciaire.
- La zone vallonnée, intégrant les coteaux gersois (2) et du Comminges (3) en rive gauche, celles du Volvestre (4) et Lauragais (5) jusqu'à Toulouse, puis celles du Quercy (6) en rive droite.
- La partie aval s'intègre dans le secteur des landes de Gascogne (7) en rive gauche, tandis que la Garonne vient s'appuyer sur les coteaux du Marmandais (8) et de l'Entre-deux-Mers (9).

Sur le territoire TFE, le relief apparaît sous forme de coteaux traversés par des vallées étroites occupées par les nombreux affluents de la Garonne. La nature molassique des coteaux favorise l'incision et la formation de vallées relativement profondes et rectilignes :

Figure 5 : Relief du secteur du territoire TFE (source : NASA, 2012)



Une particularité au plan du relief et de la morphologie est le fort élargissement de la plaine sur la zone de confluence de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron, induisant un paysage ouvert de vaste plaine et seulement légèrement vallonné.

Du point de vue géomorphologique, le territoire TFE s'inscrit dans un ensemble structuré en terrasses. Il s'agit de terrasses formées d'alluvions fluviales (majoritairement molassiques avec galets), qui constituent un système d'étages successifs. Les liaisons entre terrasses correspondent à des ruptures de pente formant des talus à pente raide, voire localement de petites falaises. En outre, ces terrasses montrent un léger pendage Sud-ouest / Nord-Est que suivent les affluents de rive gauche de la Garonne.

Cette configuration résulte d'une succession de périodes inter-glaciaires : en fin de chaque période glaciaire du Quaternaire, lors du retrait des glaciers, le lit de la Garonne s'est élargi et déplacé tout en charriant sédiments grossiers et galets et s'enfonçant dans le plateau d'alluvions argileuses. On observe que chaque plateau a eu tendance à s'incliner légèrement vers l'Est au cours de la période glaciaire suivante. Lors de l'épisode suivant de fonte des glaciers, le cours de la Garonne a creusé un nouveau lit enfoncé de quelques dizaines de mètres par rapport au plateau argileux précédent.

Ce processus s'est produit lors des périodes inter-glaciaires de Günz-Mindel, de Mindel-Riss et enfin de Riss-Würm, ce qui correspond sur le territoire TFE à trois niveaux de terrasse encadrant la vallée actuelle de la Garonne.

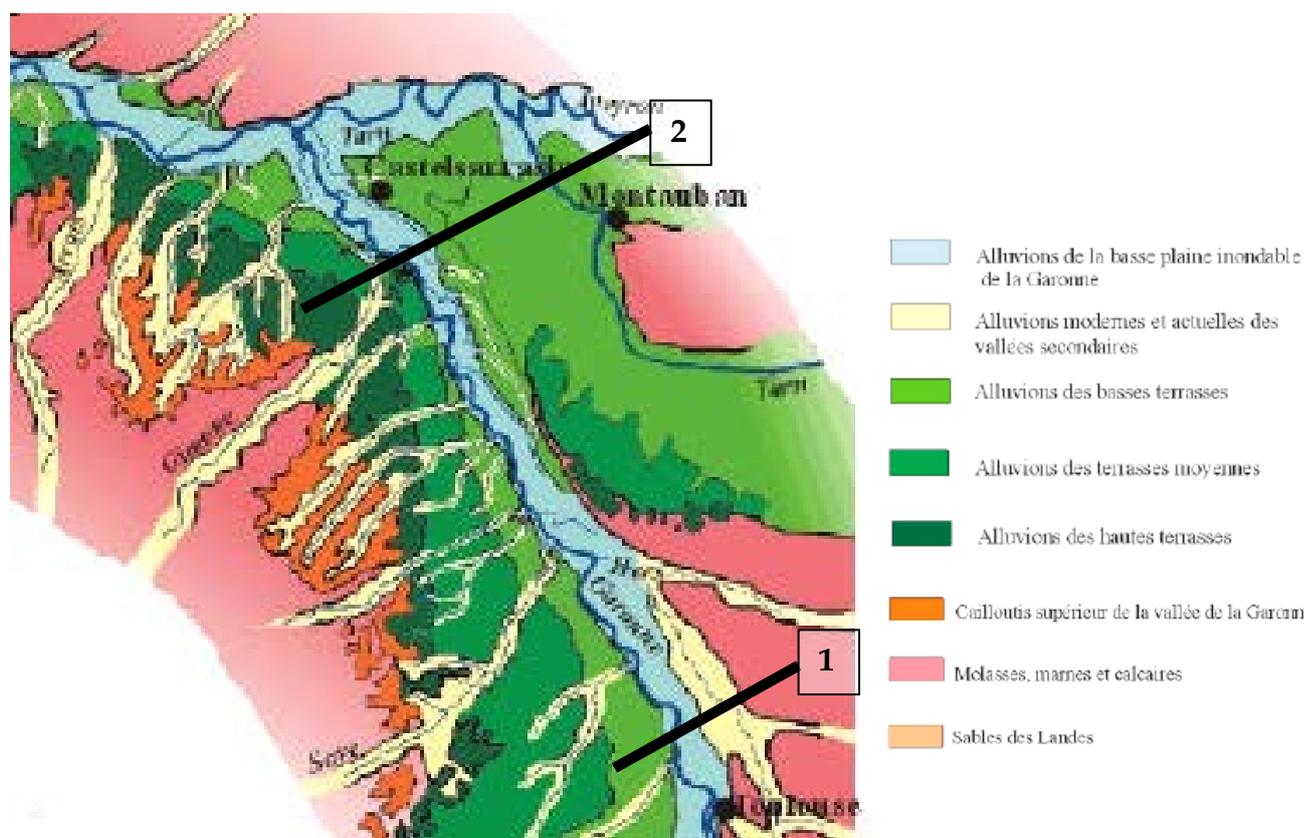
Le tableau suivant rappelle les diverses étapes de cette évolution géomorphologique du Quaternaire ayant conduit à la situation moderne :

Tableau 2 : Ages géologique de formation des terrasses de la « Garonne Débordante »

Période glaciaire	Age	Période interglaciaire
1 ^{ère} période glaciaire (Günz)	600 000	1 ^{ère} période inter-glaciaire (Günz-Mindel)
	540 000	
2 ^{ème} période glaciaire (Mindel)	480 000	2 ^{ème} période inter-glaciaire (Mindel-Riss)
	430 000	
3 ^{ème} période glaciaire (Riss)	240 000	3 ^{ème} période inter-glaciaire (Riss-Würm)
	180 000	
4 ^{ème} période glaciaire (Würm)	120 000	
	10 000	

La figure suivante illustre cette structure en terrasses sur le territoire TFE :

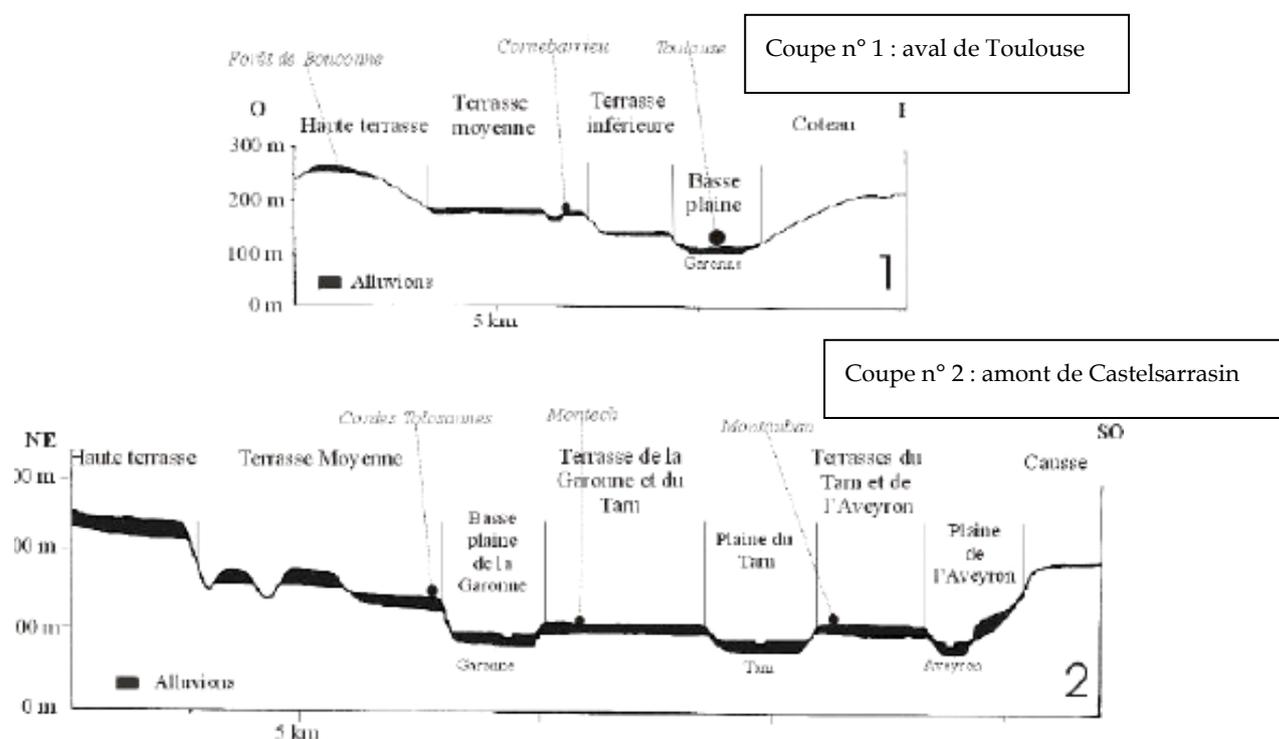
Figure 6 : Structure en terrasses du territoire TFE (source : Ph. Valette, thèse, 2002)



Cette figure montre clairement l'effet de fort élargissement de plaine (plus précisément de la basse terrasse) à la confluence des vallées de la Garonne, du Tarn et de l'Aveyron, ouvrant une perspective paysagère particulière sur la région.

Les deux coupes suivantes illustrent le relief qui résulte de cette structure en terrasses (la localisation des coupes est indiquée sur la figure ci-dessus) :

Figure 7 : Coupes de la vallée sur le territoire TFE (source : Ph. Valette, thèse, 2002)



Les deux coupes illustrent la forte différence de largeur de la basse terrasse entre les secteurs amont et aval du territoire TFE.

1.3 Ressources en eau

1.3.1 Eaux souterraines

1.3.1.1 Caractéristiques morphologiques et hydrodynamiques des aquifères

La structure en terrasses alluviales détermine la structure et le fonctionnement des aquifères de la Garonne. La nature des alluvions et leurs épaisseurs conditionnent également la forme et le fonctionnement des nappes souterraines.

On distingue ainsi :

- **L'aquifère des alluvions de la haute terrasse** : considérant que la haute terrasse n'est présente que de façon relictuelle, avec généralement une fraction argileuse plus importante que pour les autres terrasses (du fait de l'érosion de la fraction rocheuse), les nappes souterraines sont nécessairement peu développées et discontinues.
- **L'aquifère des alluvions de la moyenne terrasse** : de même, la moyenne terrasse apparaît sous forme d'une frange étroite et de lambeaux en surplomb des vallées de la Garonne et de ses affluents (surtout de rive gauche). Du fait de l'altération liée à l'érosion chimique et hydrique, l'altération y est souvent poussée, induisant une assez forte teneur en argileuse et une faible perméabilité de la couche d'alluvions, qui se limite souvent à une épaisseur de 2 à 10 m. Les nappes souterraines sont alors peu étendues et très peu productives.

- **L'aquifère des alluvions de la basse terrasse et de la basse plaine** : les alluvions de la basse terrasse et de la basse plaine de Garonne sont constituées essentiellement par des alluvions grossières (graviers et même galets) et de lentilles sableuses, avec une matrice argileuse représentant une faible fraction. Cette structure induit notamment une très forte perméabilité de toute la plaine inondable, de l'ordre de seulement 1×10^{-4} à 1×10^{-3} m/s, et une recharge importante des nappes souterraines en période de crue comme en période pluvieuse (et localement par le déversement de nappes de moyenne terrasse). Elle explique aussi le très fort rabattement de nappe (sur une grande largeur de vallée) en période de faible niveau d'eau dans la Garonne, surtout depuis l'enfoncement du lit. Les alluvions de la basse terrasse possèdent une épaisseur de 2 à 6 mètres en général, tandis que celles de la basse plaine s'observent sur 5 à 15 mètres d'épaisseur, constituant une importante réserve en eau souterraine. On note toutefois que ces alluvions grossières sont surmontées d'une couverture de 50 cm à 2 m d'épaisseur constituée de limons argileux récents déposés lors des crues. Les alluvions sablo-graveleuses de la basse terrasse et de la basse plaine de Garonne contiennent une nappe libre et pratiquement continue, en relation hydraulique directe avec le fleuve et les autres grands cours d'eau du territoire (cette continuité venant du caractère « emboîté » de la basse terrasse). Les oscillations de cette nappe, qui soutient l'étiage des cours d'eau, est particulièrement importante entre les périodes printanières fortement pluvieuses et les fins d'étés secs.

Au sein de cet aquifère de la basse terrasse et de la basse plaine, on identifie la partie en lien direct avec la Garonne, qui en constitue une nappe d'accompagnement.

1.3.1.2 Nappe d'accompagnement de la Garonne

La nappe d'accompagnement de la Garonne a fait l'objet d'études récentes menées par étapes par le BRGM (pour la Haute-Garonne et le Tarn-et-Garonne), consistant à traiter les données piézométriques existantes, à les compléter par des essais de pompage puis à élaborer un outil de modélisation (calé sur les mesures) permettant de délimiter la nappe d'accompagnement de la Garonne. Cet outil de modélisation est aussi un outil d'aide à la gestion des prélèvements dans les eaux souterraines, en permettant une estimation des volumes prélevables admissibles par secteur.

La délimitation de cette nappe d'accompagnement est importante dans le cadre de la gestion de la ressource en eau du bassin de la Garonne, considérant les faits suivants :

- En période de faible débit du fleuve, des restrictions d'usage peuvent être déclarées par les préfets en limitant ou interdisant les prélèvements dans la Garonne ET sa nappe d'accompagnement.
- La gestion quantitative de la ressource en eau nécessite de tenir compte des prélèvements dans la Garonne mais aussi sa nappe d'accompagnement, du fait d'effets cumulés sur les débits du fleuve.
- Dans le cadre d'une amélioration de la gestion de la ressource en période d'étiage, il pourrait être envisagé

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PREFET DE TARN-ET-GARONNE

Montauban, le 5 septembre 2012

Le préfet de Tarn-et-Garonne communique :

Une hydrologie déficitaire sur les petits affluents

Les cultures les plus tardives ont bénéficié des précipitations tombées sur une large partie du département le mercredi 29 août. En conséquence et afin de préserver un stock suffisant pour assurer la salubrité des cours d'eau durant les mois à venir, les lâchers d'eau depuis les différentes retenues du Tarn et de l'Aveyron ont été réduits, voire suspendus. Toutefois et après une brève amélioration, les débits des cours d'eau retrouvent des valeurs en deçà des seuils d'alerte, tendance plus particulièrement marquée sur les petits affluents de l'Aveyron, du Tarn et de la Garonne.

Afin d'assurer la salubrité des cours d'eau et la préservation des milieux aquatiques, le préfet de Tarn-et-Garonne a pris le 04 septembre 2012 un arrêté de limitation des prélèvements

Cet arrêté prendra effet le samedi 8 septembre 2012 à partir de 8h00 du matin. Il a pour objet :

l'interdiction des prélèvements d'eau de 2 jours par semaine sur les cours d'eau, y compris leurs affluents et les nappes d'accompagnement, suivants :

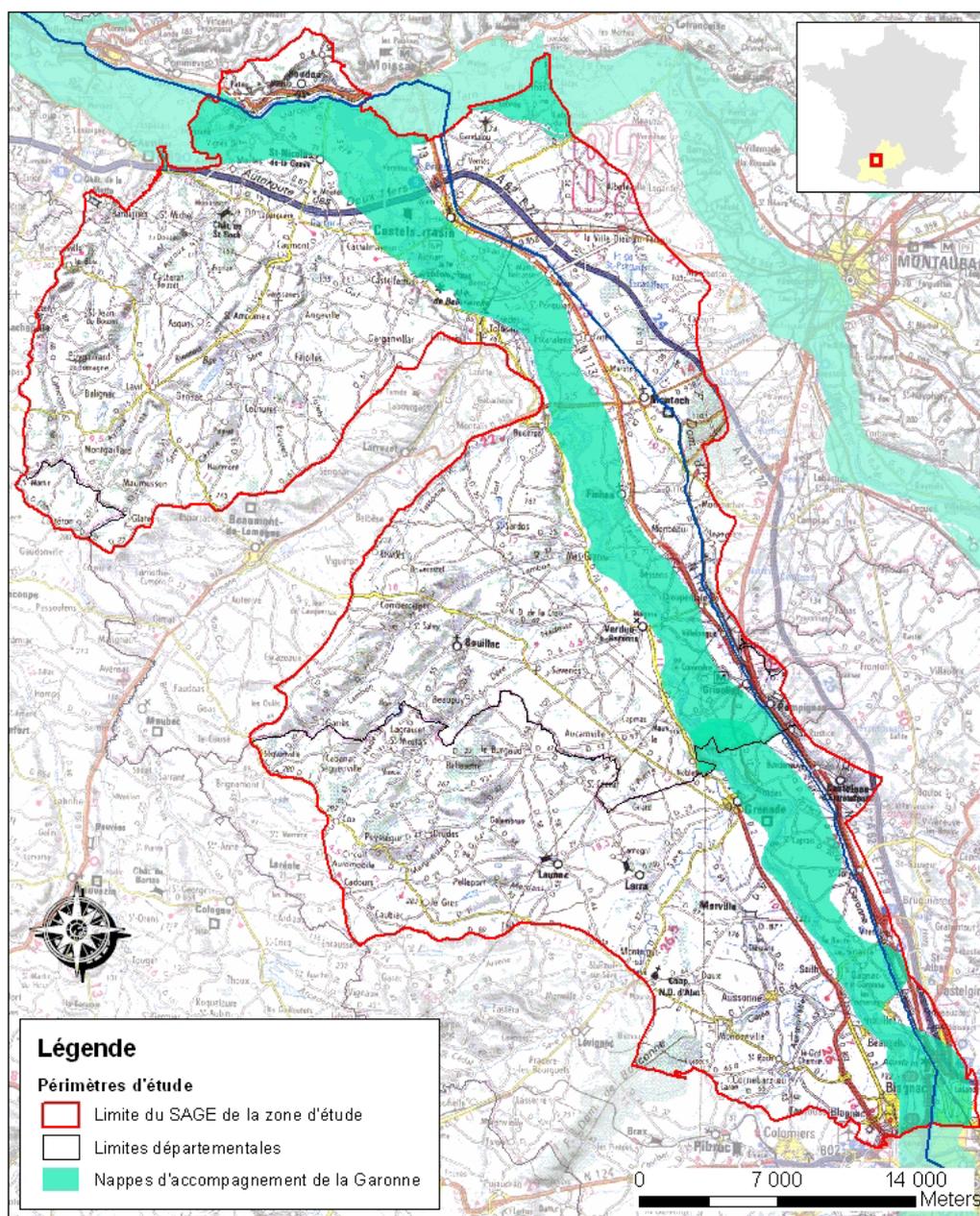
31 – Fleuve Garonne – Canal Ouest	34 – Fleuve Garonne – Canal Sud
-----------------------------------	---------------------------------

d'améliorer la recharge de la nappe d'accompagnement en période de hautes eaux pour un meilleur soutien d'étiage par vidange estivale.

Le bilan des flux permet de mettre en évidence d'une part la prédominance de l'alimentation du système par l'infiltration pluviale, d'autre part l'importance du drainage de la nappe par l'ensemble des rivières.

En pratique, la délimitation de la nappe d'accompagnement de la Garonne a été faite indépendamment en Haute-Garonne (en 2010) et Tarn-et-Garonne (2006). Cette nappe a été assimilée à l'espace entre le fleuve et la ligne « isochrone 90 jours », c'est-à-dire le périmètre dans lequel les interactions entre la nappe et la Garonne se font sentir, dans un délai maximal de 90 jours. Les résultats ont été compilés sous forme de la carte suivante :

Figure 8 : Nappe d'accompagnement de la Garonne sur le territoire TFE



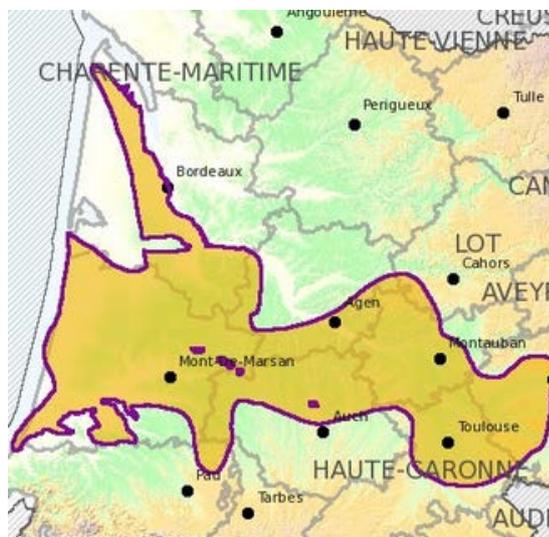
La limite de la nappe d'accompagnement de la Garonne possède globalement (y compris en amont de Toulouse) une largeur variant entre 900 mètres et 3,8 kilomètres, ce qui représente selon les secteurs entre la moitié et la totalité de la largeur de la basse plaine alluviale. On note aussi que la nappe d'accompagnement se développe presque exclusivement en rive droite de la Garonne, sauf en aval immédiat de Toulouse et au droit de Castelsarrasin, le fleuve coulant sur la frange ouest de sa basse plaine.

1.3.1.3 Autres ressources souterraines

Outre la nappe phréatique libre de la basse plaine et de la basse terrasse (qui ont quelques apports des petites nappes des moyennes et hautes terrasses), le territoire TFE est concerné par deux nappes souterraines profondes de grande étendue et constituant deux masses d'eau souterraines du bassin Adour-Garonne :

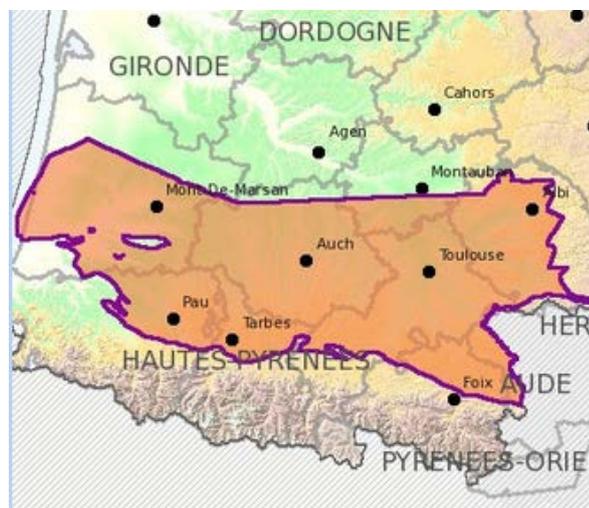
- La nappe des « Calcaires et Sables de l'Oligocène à l'Ouest de la Garonne » (FRFG083) : d'une superficie d'environ 23 500 km², cette nappe très majoritairement captive couvre un vaste territoire du Sud-ouest de la France.

Figure 9 : Nappe de l'Oligocène (source : SIE Adour-Garonne)



- La nappe des « Sables, calcaires et dolomies de l'Eocène-Paléocène captif du sud du bassin Adour-Garonne » (FRFG082), d'une superficie d'environ 25 900 km².

Figure 10 : Nappe de l'Eocène-Paléocène (source : SIE Adour-Garonne)



Le territoire TFE est intégralement concerné par la première de ces deux nappes profondes, et partiellement par la deuxième (jusqu'au niveau de Montauban).

On relève que la nappe de l'Oligocène est apparue (lors de l'état des lieux DCE de 2004) comme subissant une forte pression de prélèvement pour des usages agricoles et pour la production d'eau potable à usage domestique, essentiellement sur la région bordelaise. Le SAGE Nappes Profondes a été élaboré en Gironde (concernant quatre nappes profondes) pour mettre en place une gestion cohérente de cette ressource souterraine et la préserver.

En revanche, les prélèvements dans la nappe de l'Eocène-Paléocène du Sud du bassin Adour-Garonne sont actuellement considérés comme faibles pour les usages agricoles et industrielles, mais constituant une pression moyenne et croissante pour la production d'eau potable à usage domestique.

1.3.1.4 Qualité des eaux souterraines et objectifs

Selon le Système d'Information sur l'Eau (SIE) qui présente les objectifs et la situation actuelle (ou du moins la dernière situation connue), la qualité des eaux souterraines est qualifiée par masses d'eau du SDAGE. Les objectifs d'atteinte de bon état concernent le volet quantitatif d'une part, le volet qualitatif d'autre part ; ces objectifs ont été fixés dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

Le tableau suivant présente le bilan actuel pour les nappes souterraines concernant le territoire TFE au plan qualitatif.

Tableau 3 : Qualité des eaux des nappes souterraines du territoire TFE (source : SIE)

Masse d'eau souterraine	Objectif	Etat actuel	Commentaires
Nappe alluviale libre (dont nappe d'accompagnement)	Bon état en 2021	Mauvais	Dégradation par nitrates et pesticides
Nappe de l'Oligocène (FRFG083)	Bon état en 2015	Bon état	Faibles pressions
Nappe de l'Eocène-Paléocène (FRFG082)	Bon état en 2015	Bon état	Bon état quantitatif visé pour 2027 (déséquilibre recharge/prélèvements)

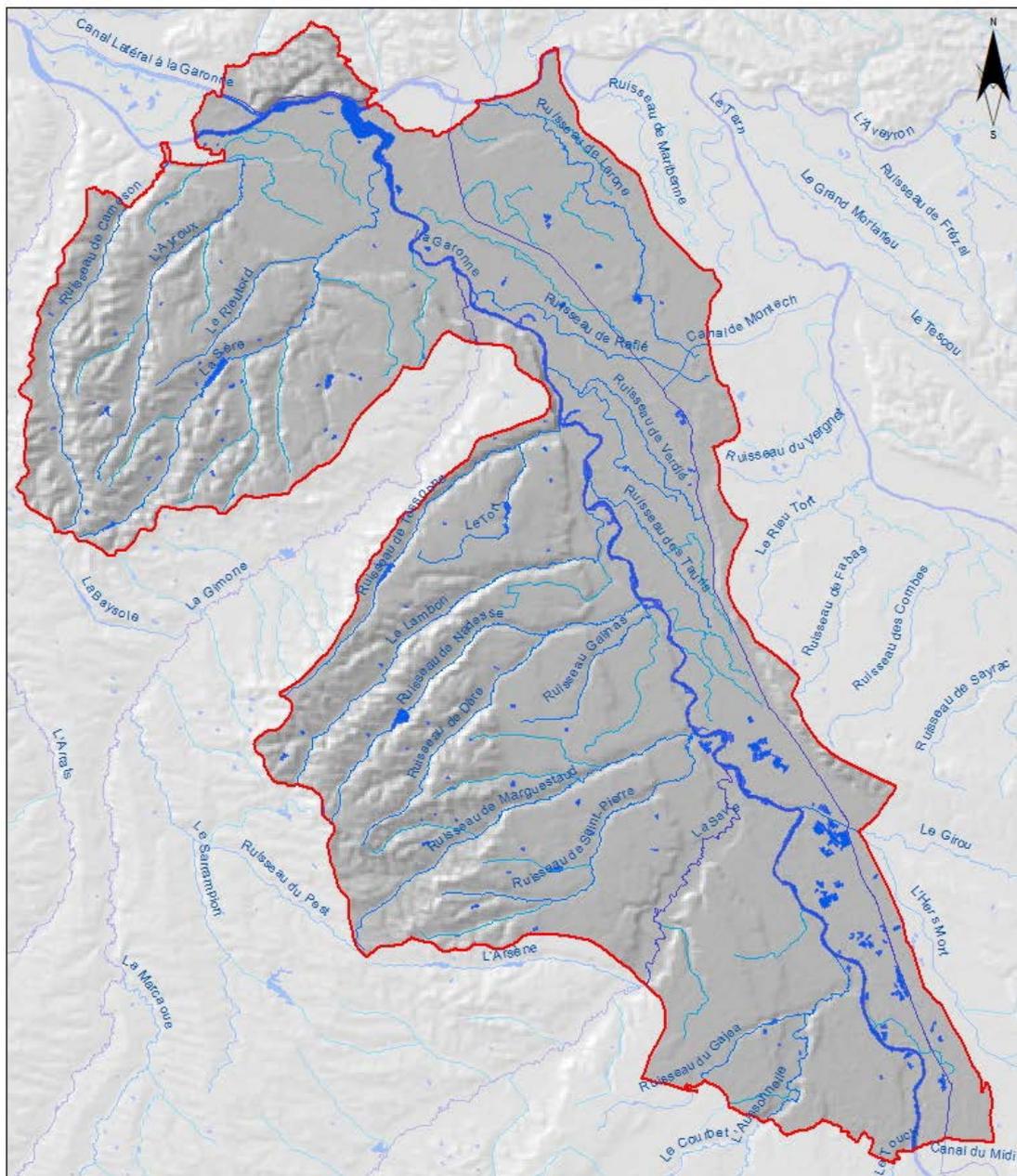
Sur le territoire TFE, et plus généralement sur la nappe alluviale de la Garonne, l'amélioration de la qualité des eaux souterraines est un objectif important. Le déclassement des eaux provient de teneurs excessives en nitrates et en pesticides, provenant des activités agricoles mais aussi de rejets domestiques pour les nitrates (assainissements autonomes insuffisamment performants).

1.3.2 Eaux superficielles

1.3.2.1 Réseau hydrographique de la Garonne

Le réseau hydrographique de la Garonne sur le territoire TFE apparaît dominé par une configuration sensiblement différente entre la rive droite et la rive gauche, en lien avec les différences de géologie et de géomorphologie de part et d'autre du fleuve. En effet on note un réseau nettement plus dense en rive gauche, avec des axes d'écoulement généralement perpendiculaire à la vallée de la Garonne, alors que les affluents de rive droite, peu nombreux, s'écoulent en suivant l'axe de cette vallée. On note surtout que le Canal de Garonne est proche de la ligne de crête entre les bassins de la Garonne et du Tarn, expliquant la faible densité de petits affluents de rive de droite.

Figure 11 : Réseau hydrographique de la Garonne sur le territoire TFE



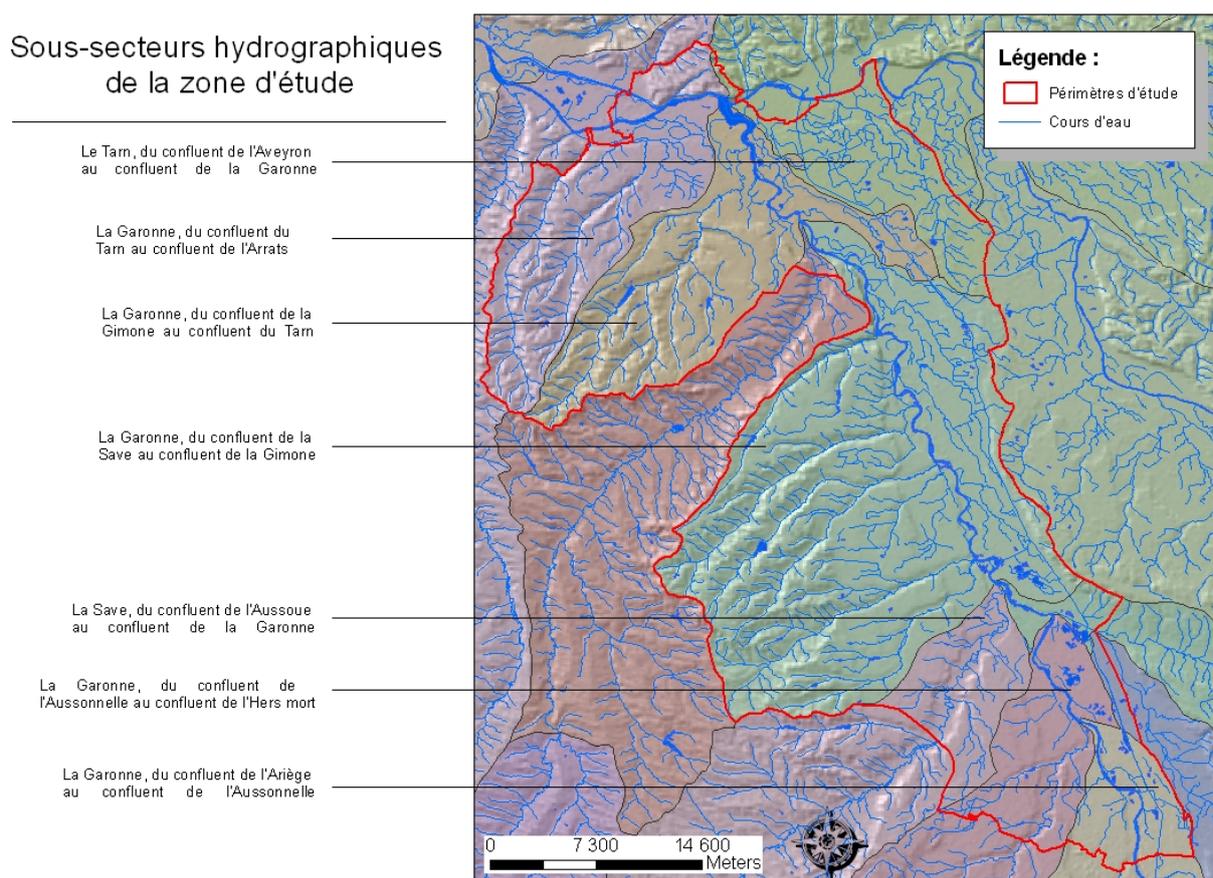
10 000
Meters



Il est à noter que ce périmètre maximal du projet TFE, calqué sur celui du SAGE de Garonne, n'intègre pas le bassin de la Gimone, principal affluent de rive gauche, ni bien sûr celui du Tarn, qui conflue avec la Garonne au niveau du plan d'eau de Malause.

La figure suivante rappelle en outre le découpage en sous-secteurs hydrographiques utilisé dans le SDAGE, en lien avec les masses d'eau superficielles :

Figure 12 : Découpage en sous-secteurs hydrographiques du SDAGE



1.3.2.2 Canal de Garonne

Le canal de Garonne, autrefois appelé « Canal latéral à la Garonne », suit le fleuve entre sa prise d'eau dans Toulouse (au niveau des Ponts Jumeaux, avec un ouvrage commun aux Canaux du Midi, de Brienne et de Garonne) et l'ouvrage de restitution à Castets-en-Dorthe, près de Langon dans le département de la Gironde. Il franchit le Tarn à Moissac et la Garonne à Agen.

Prises d'alimentation en eau du Canal de Garonne

Le Canal de Garonne suit la pente naturelle du fleuve, à l'inverse du Canal du Midi qui doit franchir un point haut constitué par le seuil de Naurouze. Le Canal de Garonne achemine de l'eau sur près de 200 km à des fins de navigation (usage principal), d'alimentation en eau potable (notamment de sécurité), d'irrigation, d'alimentation de cours d'eau, petits canaux et zones naturelles, et d'hydroélectricité, et ce sur trois territoires de PGE (Garonne-Ariège, Tarn, Neste et rivières de Gasogne).

Le Canal de Garonne possède trois points d'alimentation en eau :

- L'alimentation principale se fait à Toulouse. Une prise d'eau en amont de la chaussée du Bazacle, à l'écluse Saint-Pierre, alimente le Canal de Brienne, qui se prolonge par un bassin de décantation et alimente à son tour le Canal de Garonne au moyen d'un siphon sous le bassin de l'Embouchure, avec un débit permanent de 6 m³/s. L'autorisation de prélèvement est règlementairement de 7,4 m³/s, mais ce débit n'est pas atteint en année normale.
- La prise d'eau de Pommevic, située en aval de Moissac, apporte un débit supplémentaire de 1 m³/s. Cette prise d'eau n'est généralement utilisée qu'aux mois de juillet et août, avec un débit prélevé variant entre 600 et 900 l/s. Le débit maximal autorisé est de l'ordre de 2 m³/s.
- La dernière prise d'eau, qui est en fait une station de pompage, se situe au niveau de Brax, pour une capacité maximale de 3,1 m³/s. Cette prise d'eau n'est utilisée que rarement, en guise de secours.

Pour assurer à la fois le passage des péniches (ce qui nécessite la fermeture temporaire d'écluses) tout en maintenant un débit quasiment constant dans chacun des biefs successifs, chaque écluse intègre dans sa maçonnerie une rigole souterraine assurant la continuité du débit et évitant le débordement du bief fermé par l'écluse.

De telles rigoles sont visibles à certaines écluses sur le secteur de Toulouse.

Epanchoirs du Canal de Garonne

Un épanchoir de canal est un ouvrage latéral permettant d'évacuer l'excès de volume d'eau dans un bief de ce canal. Les épanchoirs sont généralement équipés d'un siphon ou simplement d'une vanne, avec un déversement qui se fait vers un cours d'eau nature ou éventuellement un plan d'eau.

Le Canal de Garonne possède encore trois épanchoirs en service :

- Un épanchoir vers l'Hers Mort, au niveau de la commune de Saint-Jory (31),
- Un épanchoir (dit de Laspeyres) sur la commune de Saint-Romain-le-Noble (47),
- Un épanchoir vers l'Auvignon en Lot-et-Garonne (47).

En période courante, ces épanchoirs ne déversent aucun débit, le fonctionnement devant rester par conception limité aux périodes de forts apports extérieurs (pluies ou autres).

Prélèvements d'eau dans le Canal de Garonne

Même si la fonction initiale du Canal de Garonne est la navigation fluviale (aujourd'hui surtout pour la plaisance), cet ouvrage constitue un vecteur hydraulique très sollicité par des prélèvements d'eau tout le long de son cours.

En 2007, Voies Navigables de France (VNF) a fait réaliser une étude intitulée « *Étude de définition d'une stratégie d'aide à la décision pour l'optimisation de la gestion de l'eau du Canal de Garonne* » aux nombreux prolongements, notamment la fiabilisation du réseau et l'optimisation de la gestion hydraulique. Afin de fiabiliser le réseau, d'importants investissements de renforcement de l'étanchéité ont été réalisés sur les digues, murs de quai, portes d'écluses et dérivations notamment. De nombreuses actions sont aujourd'hui identifiées afin d'optimiser la gestion hydraulique.

À la suite de l'étude sur le fonctionnement du Canal de Garonne de VNF en 2007, le SMEAG a mené en 2010 une étude financée dans le cadre d'un programme européen qui a permis d'améliorer la connaissance des usages et des liens potentiels avec les milieux naturels.

Ainsi, on sait qu'au total, 345 départs d'eau (57 % en Tarn-et-Garonne, 6 % en Haute-Garonne) sont recensés sur le Canal de Garonne. Ces départs d'eau sont associés à des ouvrages de prélèvements qui se répartissent en trois catégories :

- La dérivation permanente (à angle droit) de Montech marque le départ du Canal de Montech, en amont de la pente d'eau. Ce premier bief est contrôlé par l'écluse de Noalhac, son ouverture permettant d'alimenter le Canal de Montech. Ce dernier relie le Canal de Garonne au Tarn ; il a été créé pour permettre la navigation vers le Tarn (au niveau de Montauban), ce qui a nécessité la création d'une dizaine d'écluses (dont une double écluse).
- Des prélèvements par des busages contrôlés par vanne permettant un écoulement gravitaire, essentiellement pour des usages agricoles.
- Des pompages. On note toutefois que de nombreux pompages ne se font pas directement dans le canal, mais dans des fossés alimentés depuis le canal par des siphons. Ces pompages correspondent aussi surtout à des usages agricoles. Sur ces systèmes, les volumes perdus par infiltration sont considérés comme relativement importants et alimentent de petites zones humides le long du Canal de Garonne. Les pertes par infiltration sont de l'ordre de 1,3 m³/s dans la traversée du Tarn-et-Garonne, et de 86 l/s en Haute-Garonne.

Selon les éléments de l'état des lieux du PGE Garonne-Ariège (août 2012), le débit prélevé en période normale (c'est-à-dire hors restriction d'usages de l'eau) durant les mois d'irrigation (fin de printemps et surtout été) est de l'ordre de 4 m³/s ; sur l'ensemble de la période d'étiage (du 1^{er} juin au 31 octobre), environ 80 millions de m³ transitent par le Canal de Garonne.

On note toutefois que des prélèvements relativement importants sont effectués dans le Canal de Garonne tout au long de l'année pour l'alimentation en eau potable.

Le tableau suivant présente un bilan annuel des volumes perdus (évaporés, infiltrés...) ou prélevés dans le Canal de Garonne :

Tableau 4 : Bilan annuel des volumes prélevés ou perdus depuis le Canal de Garonne
(source : VNE, « étude de définition d'une stratégie d'aide à la décision pour l'optimisation de la gestion de l'eau sur le Canal de Garonne », décembre 2007)

Usages, pertes	Volume annuel (en millions de m ³)
Bilan hydrique (pluies / évaporation)	0,8
Navigation (restitution à la Garonne)	3,3
Prélèvement eau potable et industrie	8,2
Prélèvements agricoles et restitution au milieu	32,1
Infiltrations	47,6
Déversements aux épanchoirs	Non connu (mais faible ?)
Total	92,0

1.3.2.3 Qualité des eaux superficielles et objectifs

La bonne qualité des eaux superficielles du territoire TFE, essentiellement de la Garonne et du Canal de Garonne, est essentielle compte tenu des usages (en particulier l'alimentation en eau potable) et pour la préservation des espèces et des habitats aquatiques.

Un suivi de qualité est effectué en de nombreux points de la Garonne, du Tarn, du Canal de Garonne et de leurs principaux affluents.

On recense notamment les points de suivi sur le territoire TFE ou à proximité (sur des affluents) permettant de qualifier la situation actuelle et les tendances d'évolution en terme de qualité des eaux superficielles :

Tableau 5 : Points de suivi de qualité des eaux superficielles (non exhaustif)

Cours d'eau	Station/commune	Localisation	Période
Garonne	Blagnac	Pont RD 1	Depuis 1972
	Gagnac/Garonne	Pont RD 63	Depuis 1971
	Verdun	Pont RD 6	Depuis 1973
	Ondes	Pont RD 17	Depuis 1986
	Bourret	Pont RN 128	Depuis 1986
	St-Nicolas-de-La-Grave	Pont de Coudol (RD15)	Depuis 2007
Canal de Garonne	Lespinasse	Pont RD 63	Depuis 1971
	Bourret	Pont RD 928	Depuis 1992
Hers Mort	Saint-Sauveur	Pont RD 20	Depuis 1975
Save	Grenade	Pont RD 2	Depuis 1971
Gimone	Cordes-Tolosannes	Pont RD 14 à Lafitte	Depuis 1971
Tarn	Moissac	Pont-canal	Depuis 1971

Les données disponibles permettent de dresser un état des lieux relatif à la situation actuelle tenant compte des données récentes (jusqu'en 2011 inclus), mais aussi de présenter l'évolution de la qualité des eaux au cours de la dernière voire des deux dernières décennies, ainsi que de comparer cet état actuel aux objectifs fixés dans le SDAGE en application de la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE).

Par ailleurs, cette analyse porte sur la physico-chimie des eaux mais aussi sur la qualité hydrobiologique mesurée au moyen d'indicateurs sur l'abondance et la distribution entre espèces animales (poissons et micro-invertébrés) et végétales (micro-algues ou diatomées), l'équilibre devant se faire entre espèces (ou familles) et entre classes d'âges (pour les poissons).

Le bilan suivant peut ainsi être dressé :

Qualité physico-chimique des eaux superficielles

Le tableau suivant présente la situation en 2011 en ce qui concerne la qualité physico-chimique des eaux superficielles (source : *Système d'Information sur l'Eau*) :

Tableau 6 : Qualité physico-chimique des eaux superficielles en 2011

Cours d'eau	Station	Très bon	Bon	Moyen	Mauvais
Garonne	Blagnac	O ₂ , pH, NO ₂ , NO ₃ , DBO, COD, T°	PO ₄ , Pt, NH ₄		
	Gagnac/Garonne	O ₂ , pH, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , DBO, COD, T°	PO ₄ , Pt		
	Verdun/Garonne	O ₂ , pH, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , DBO, COD, T°	PO ₄ , Pt		
	Ondes	pH, NO ₂ , DBO, COD, T°	O ₂ , NO ₃ , NH ₄ , PO ₄ , Pt		
	Bourret	pH, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , DBO, COD, T°	O ₂ , PO ₄ , Pt		
	St-Nicolas-de-la-Grave	pH, PO ₄ , NO ₂ , NH ₄ , DBO, COD, T°	O ₂ , Pt, NO ₃		
Canal de Garonne	Lespinasse	O ₂ , pH, PO ₄ , NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , DBO, COD, T°	Pt		
	Bourret	pH, PO ₄ , NO ₂ , NO ₃ , NH ₄ , DBO, COD, T°	O ₂ , Pt		
Hers Mort	Saint-Sauveur	pH	O ₂ , NO ₃ , DBO, COD	NH ₄ , T°	PO ₄ , Pt, NO ₂
Save	Grenade	pH, DBO, COD	O ₂ , PO ₄ , Pt, NO ₂ , NO ₃ , NH ₄	T°	
Gimone	Cordes-Tolosannes	pH, NH ₄ , DBO, COD	O ₂ , PO ₄ , Pt, NO ₂ , NO ₃ , T°		
Tarn	Moissac	pH, NO ₂ , NH ₄ , DBO, COD	O ₂ , NO ₃ , PO ₄ , Pt, T°		

Ce tableau met en évidence une bonne qualité physico-chimique d'eau sur la Garonne et le Tarn (et même très bonne en ce qui concerne les concentrations en matières organiques), avec une légère dégradation d'amont en aval au niveau de l'oxygène dissous, lié à des températures et des concentrations en phosphore un peu plus forte sur la moitié aval. On note aussi la dégradation rapide de l'ammonium (NH₄) témoin de rejets industriels et urbains par autoépuration du fleuve. On relève par ailleurs de très faibles teneurs en nitrites et nitrates dans les eaux de la Garonne, des concentrations un peu plus élevés dans le Tarn.

La Save et la Gimone ont une qualité physico-chimique classique de rivière en milieu agricole et traversant de petites aires urbaines, avec des teneurs faibles mais sensibles en azote et phosphore (mais pas de matières organiques), tout en gardant un classement en eau de bonne qualité. On note par ailleurs des températures un peu excessives sur la Gimone et surtout sur la Save, du fait de leur faible débit avec un écoulement estival sur une faible hauteur d'eau.

L'Hers Mort apparaît comme le cours d'eau le plus dégradé, avec des teneurs déclassantes en nitrites, ammonium et phosphore d'origines agricole et urbaine. La température relativement élevée contribue au déclassement. Cette situation résulte des pressions sur la partie aval du bassin versant mais aussi sur les faibles débits du cours d'eau et son caractère artificiel (lit recalibré sur plus de 40 km) avec une très faible autoépuration. Ses apports restent néanmoins trop faibles pour déclasser la Garonne.

Par ailleurs, l'analyse des mesures sur les années précédente permet de mettre en évidence des tendances d'évolution, toutefois assez peu sensibles sur la dernière décennie :

- Sur la Garonne comme sur le Tarn, les travaux d'amélioration de l'assainissement sur la dernière décennie a conduit à une réduction des teneurs en matières organiques ;
- Sur la Garonne, on note aussi une réduction des concentrations en ammonium (pour la même raison d'amélioration des traitements d'eau usées) ;
- Sur la Garonne, on note une légère réduction des teneurs en nitrates, résultat probable des réductions progressives des volumes d'engrais agricoles. Des tendances comparables sont observées sur la Save et la Gimone.

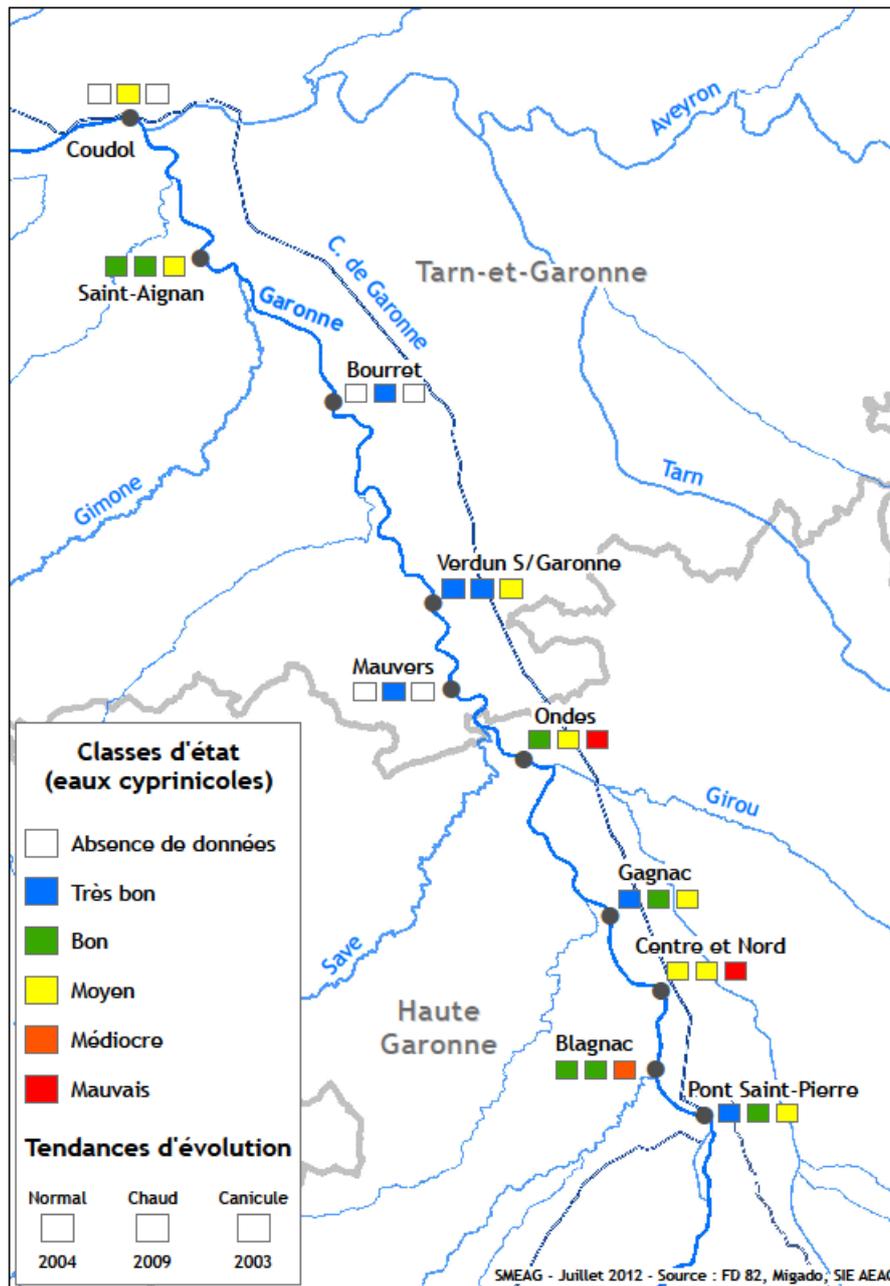
Enfin, la température est un paramètre qui ne ressort pas du suivi de qualité comme déclassant pour la Garonne et la Canal de Garonne, mais qui pose en période d'étiage des problèmes récurrents, essentiellement de trois ordres :

- Une température excessive dans la Garonne accélère le développement algal, l'eutrophisation des eaux et diminue de ce fait la teneur en oxygène, au détriment de la faune aquatique (notamment piscicole). Pour les eaux cyprinicoles, les températures estivales doivent être comprises entre 24 et 25,5 °C, et pour les eaux salmonicoles entre 20 et 21,5°C.
- Une température dépassant 25°C pour l'eau de Garonne (ou du Canal de Garonne) est parfois notée au droit de prises d'eau (essentiellement sur la région toulousaine), ce qui nécessite que l'ARS délivre une dérogation de prélèvement par rapport au cadre réglementaire pour autoriser la production d'eau potable.
- Au plan réglementaire, une température de l'eau de Garonne dépassant un seuil réglementaire (31°C) oblige à réduire la production d'électricité au niveau de la centrale de Golfech. Cependant cette mesure peut faire l'objet d'une dérogation, comme ce fut le cas en 2003.

Notons enfin que la Garonne est concernée par des pollutions particulières, qui sont souvent le résultat d'accumulations dans des sédiments de micropolluants toxiques et de métaux lourds.

Les mesures disponibles depuis 2010 (sur le Site du Système d'Information sur l'Eau SIE) révèlent notamment des teneurs excessives en perchlorate d'ammonium (pouvant provenir de rejets de l'usine HERAKLES du groupe SAFRAN (ex SNPE) à Toulouse.

Figure 13 : Evolution de la température de l'eau aux stations du SIE (source : SMEAG)



Qualité biologique des eaux superficielles

La qualité biologique (ou plutôt écologique) des eaux peut être caractérisée en combinant les résultats de mesure d'indices (sur les micro-invertébrés, les diatomées, les macrophytes et les poissons).

Le tableau suivant résume les observations concernant la situation actuelle des cours d'eau pour l'année 2011 :

Tableau 7 : Qualité écologique des eaux superficielles en 2011

Cours d'eau	Station	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Garonne	Blagnac			ID (2007), écologie		
	Gagnac/Garonne				ID (2007), écologie	IM
	Verdun/Garonne		IP	ID (2007), écologie		
	Ondes			ID (2007), écologie		
	Bourret			ID (2007), écologie		
	St-Nicolas-de-la-Grave			ID (2007), écologie		
Canal de Garonne	Lespinasse		Ecologie			
	Bourret		Ecologie			
Hers Mort	Saint-Sauveur			ID (2007), écologie		IM
Save	Grenade			ID (2007)	IP, écologie	IM
Gimone	Cordes-Tolosannes			ID (2007)	IP, écologie	IM
Tarn	Moissac		IP	ID (2007), écologie		

ID : indice diatomique IM : indice macrophytique IP : indice poissons

Il ressort de ces mesures que le Canal de Garonne est en bon état au plan écologique, en lien avec sa qualité piscicole qui a conduit à un net développement des activités halieutiques ces dernières années.

D'une manière générale, pour la Garonne, mais aussi le Tarn et même l'Hers Mort (sur sa partie aval du moins), **la qualité écologique apparaît seulement moyenne**, voire médiocre sur le secteur de Gagnac-sur-Garonne, ceci en dépit d'une eau de bonne qualité physico-chimique.

Une qualité médiocre s'observe également sur la Save et la Gimone, du fait du caractère peu biogène des eaux et des habitats aquatiques.

On note enfin que l'indice macrophytique, quand il est mesuré, est mauvais dans tous les cas, tant sur la Garonne que sur ses affluents.

Situation par rapport à la DCE et aux objectifs fixés dans le SDAGE

Les objectifs de qualité sont traduits dans le SDAGE en termes d'échéance pour l'atteinte du bon état.

Ces objectifs sont fixés par masses d'eau.

Le tableau suivant résume ces objectifs :

Tableau 8 : Objectifs de bon état des cours d'eau du territoire TFE (source : SDAGE)

Masse d'eau (tronçon de rivière)	Echéance pour le bon état chimique	Echéance pour le bon état écologique	Echéance pour le bon état global
La Garonne de l'Ariège à l'Aussonnelle	2015	2021	2021
La Garonne de l'Aussonnelle au Tarn	2015	2021	2021
Canal de Garonne	2021	2021	2021
L'Hers Mort du Marès à la Garonne	2015	2021	2021
La Save de l'Aussoué à la Garonne	2015	2021	2021
La Gimone de la Marcaoue à la Garonne	2021	2021	2021
Le Tarn du Tescou à la Garonne	2015	2021	2021

On relève une forte compatibilité entre l'objectif de bon état chimique de la Garonne et de ses affluents (sauf pour l'Hers Mort) et la situation actuelle et observée ces dernières années. On note toutefois un objectif qui paraît pessimiste pour le Canal de Garonne et la Gimone.

En ce qui concerne le bon état écologique, l'objectif est fixé à 2021 (à titre dérogatoire) pour tous les cours d'eau de ce secteur : cet objectif paraît toutefois ambitieux compte tenu des fortes modifications subies par la Garonne et plusieurs de ses affluents, ce qui a conduit à un caractère relativement peu favorable au développement écologique.

Des améliorations sensibles de cette situation doivent rester néanmoins un objectif à moyen terme.

1.3.3 Plans d'eau du territoire

1.3.3.1 Lac de gravière

Le schéma départemental des carrières de Tarn-et-Garonne présente la totalité de la plaine de la Garonne (lit majeur et basse plaine) comme un gisement de qualité pour l'extraction de sables et de graviers.

A l'état actuel, les alluvions de la plaine de Garonne constitue (avec celles des plaines de l'Aveyron et du Tarn dans une moindre mesure) les principaux gisements exploités en Tarn-et-Garonne, avec une largeur de plaine variant entre 500 mètres et 3 kilomètres.

En Tarn-et-Garonne, on compte près d'une trentaine d'exploitations dans ces vallées (« la basse plaine »), pour seulement cinq exploitations dans la basse terrasse, où le matériau est « de moins bonne qualité » (pour du tout-venant).

En Haute-Garonne, il existe cinq exploitations en activité dans la vallée de la Garonne, dont la largeur varie entre 500 mètres et 2 kilomètres (source : DREAL Midi-Pyrénées, inventaire 2011).

Les deux cartes suivantes montrent la localisation des plans d'eau de gravières en exploitation ou non sur le territoire TFE :

Figure 14 : Gravières dans la plaine de Garonne sur le territoire TFE (partie Sud)

Extraction de graviers le long de la Garonne

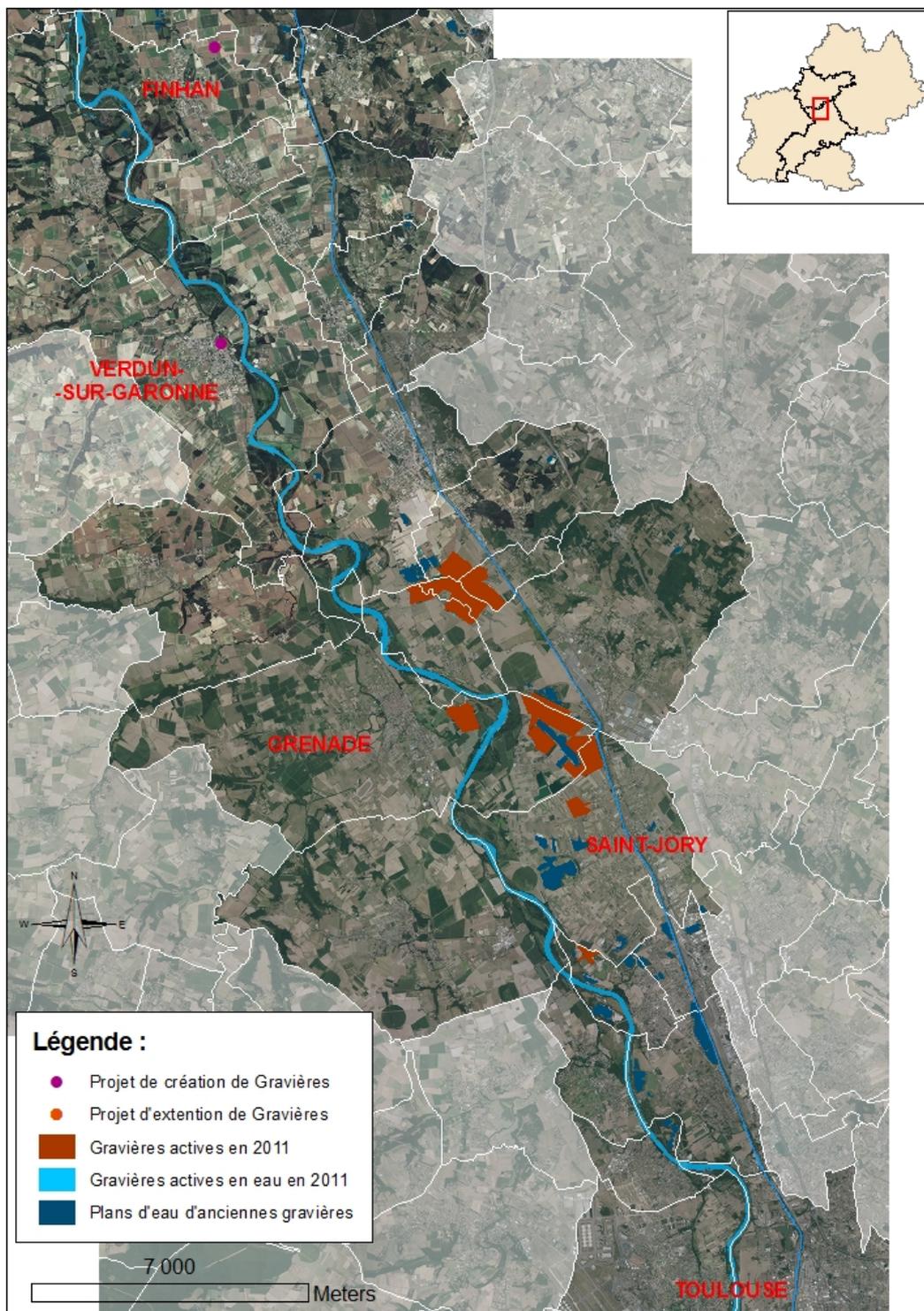
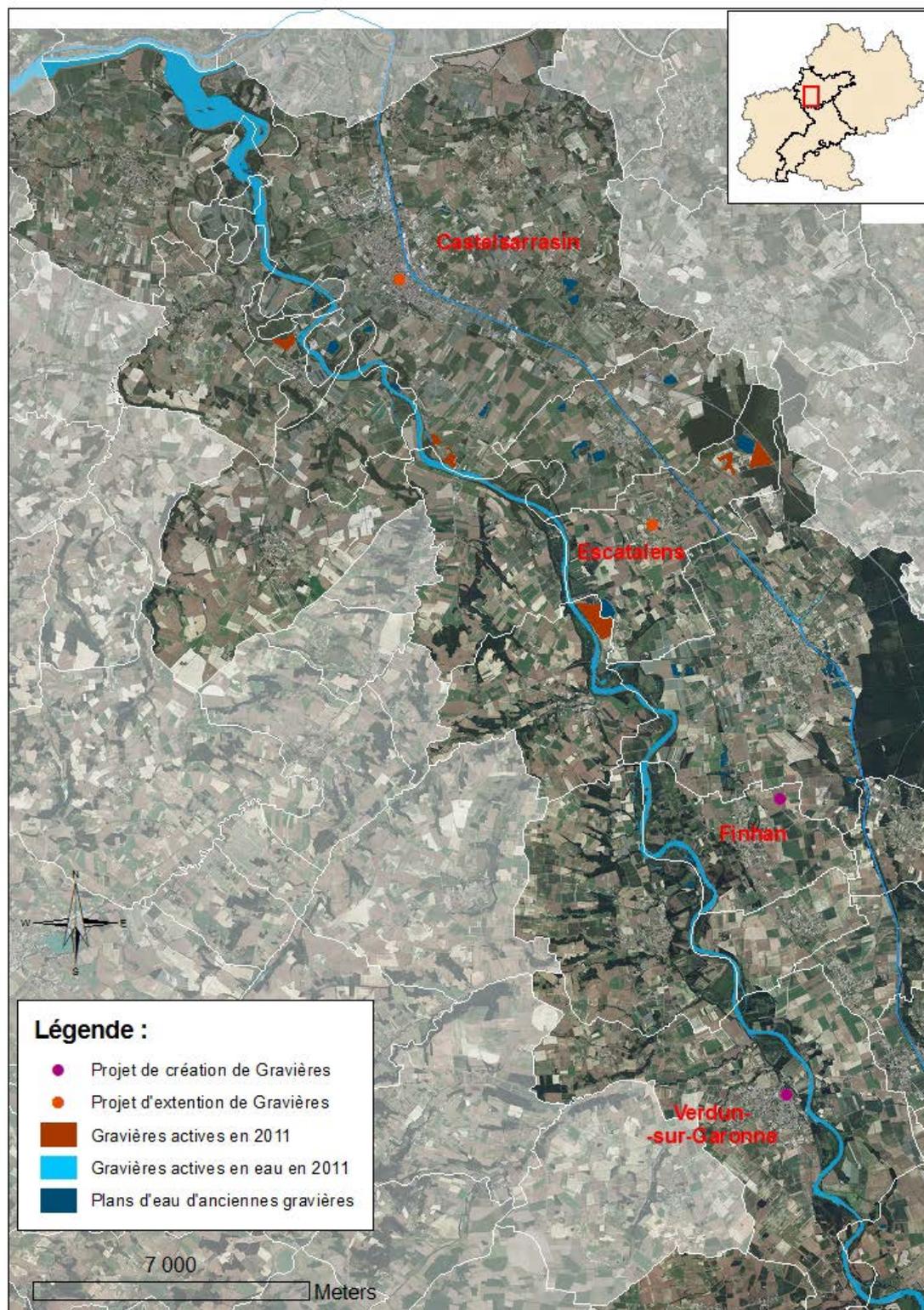


Figure 15 : Gravières dans la plaine de Garonne sur le territoire TFE (partie Nord)

Extraction de graviers le long de la Garonne



Ces cartes mettent en évidence une forte densité de gravières près de Toulouse (la proximité entre gisements et zone d'utilisation des granulats réduisant le coût de revient) avec une forte proportion de sites où l'exploitation est terminée sur la partie Sud, les gravières les plus récentes (et en exploitation) se développant en progressant vers le Nord (vers l'aval). En

Tarn-et-Garonne, les gravières apparaissent réparties tout au long de la vallée, avec certains sites très proches du lit mineur de la Garonne, par exemple à Escatalens. Plusieurs projets de nouvelles gravières touchent la vallée de Garonne comme à Finhan et Verdun-sur-Garonne.

Les gravières en exploitation comme les plans d'eau après la fin d'exploitation sont souvent positionnées sur la nappe d'accompagnement de la Garonne, induisant une évaporation accrue, éventuellement un rabattement local (la nappe ayant toutefois un faible pendage) et un risque de pollution des eaux souterraines en cas de déversement accidentel.

Une étude du BRGM de 2007 intitulée « *Evaluation de l'impact sur la ressource en eaux souterraines de l'exploitation de granulats dans le milieu alluvionnaire de la Garonne (31)* » a montré que :

- Le cumul des différents phénomènes intervenant sur la nappe a mis en évidence l'importance du déficit généré par la création de ces plans d'eau (conséquence immédiate de l'ouverture des plans d'eau) : par exemple, en 2005, le déficit a été estimé à un volume de 13 à 14 millions de m³. En année humide, ce volume de déficit représente 9 à 10 millions de m³ (pour des surfaces en eau identiques).
- Ces volumes représentent, en fonction du contexte climatique annuel (selon l'étude de 2007), entre 5 et 7% de la réserve globale des nappes alluviales de la Garonne et de l'Ariège, estimée à environ 205 millions de m³.

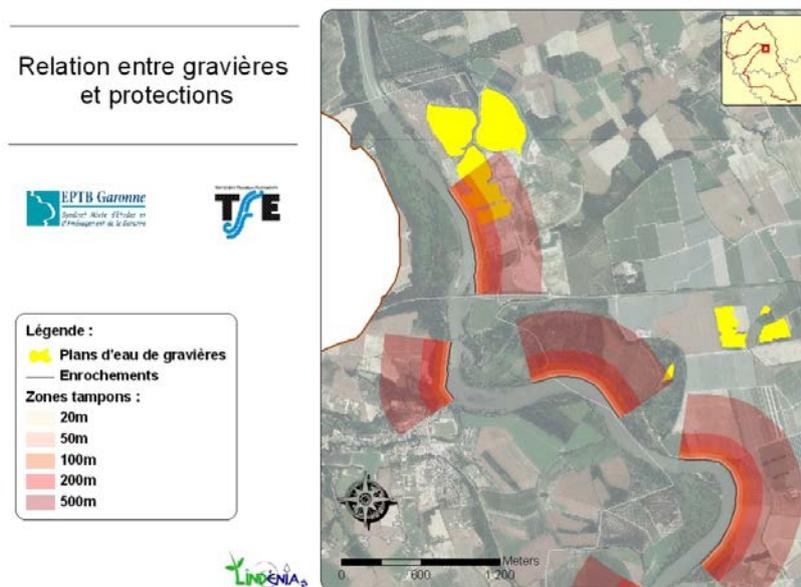
Les impacts de plans d'eau de gravière restent toutefois controversés et certainement un sujet de recherche, même si le BRGM possède déjà quelques données (dont l'étude de 2007 citée ci-dessus). En effet, certains considèrent les plans d'eau (après exploitation) comme servant de refuge pour l'avifaune, en particulier les plans d'eau profonds en hiver durant les périodes les plus froides (quand les plans d'eau peu profonds sont gelés), et étant également utilisés pour les loisirs dont la promenade et la pêche.

Par ailleurs, pour les plans d'eau localisés près du lit de la Garonne se pose la question du risque de capture en cas de forte crue induisant ou non une mobilité du lit : du fait de la différence de rugosité entre une plaine et un plan d'eau, il se produit un effet de « convergence » et d'accélération local des écoulements sur le plan d'eau pouvant générer une érosion du terrain naturel entre le fleuve et le plan d'eau pouvant conduire à la création d'un bras (ou du moins d'une chenal de crue) passant par le plan d'eau. Les mesures généralement prises pour éviter ou limiter ce risque consistent à fixer les berges de la Garonne par une carapace d'enrochements, à augmenter localement la rugosité entre fleuve et gravière par des plantations denses et parfois à endiguer le plan d'eau pour y empêcher le passage de la crue, mais générant un impact hydraulique plus ou moins sensible sur le secteur environnant (et du moins redouté par les riverains).

En cas de retrait ou de rupture de la carapace d'enrochements de la berge de Garonne générant un recul de berge de 20 à 500 mètres, il pourrait se produire un tel effet de capture de plans d'eau de gravière, ce qui conduit à s'interroger sur les secteurs où un tel recul de berge et/ou une mobilité de méandre.

La figure suivante illustre ce point.

Figure 16 : Exemple de fuseau intégrant des gravières à l'arrière de protection de berge



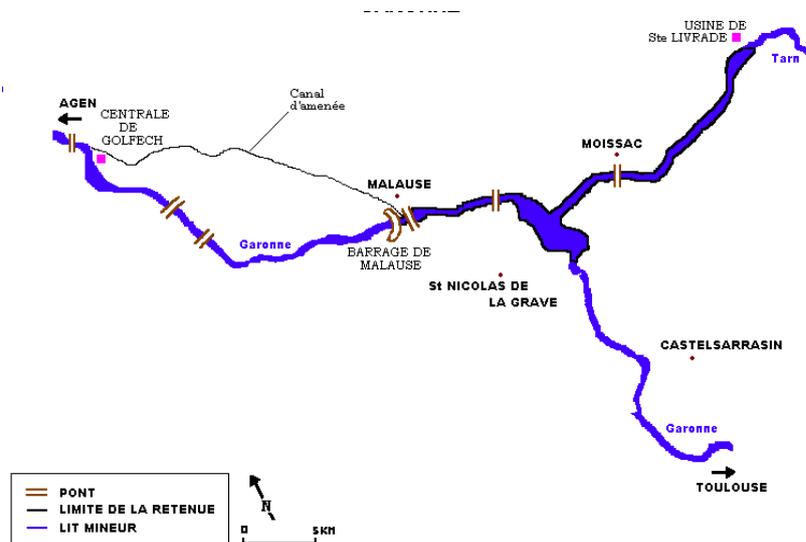
1.3.3.2 Autres plans d'eau

Le territoire TFE intègre peu de plans d'eau autres que les lacs de gravières, si ce n'est :

- **Le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-La-Grave** créé en 1973 par le barrage de Malause permettant l'alimentation en eau de la centrale électronucléaire de Golfech par un canal de 15 km de long. D'une superficie de 420 ha, ce plan d'eau se situe à la confluence de la Garonne et du Tarn.

En fonctionnement normal, la hauteur du plan d'eau est de l'ordre de 10 mètres (au niveau du barrage) : compte tenu de la faible pente de la vallée, le plan d'eau s'étire sur 6 km de long sur la Garonne et de 11 km de long sur le Tarn, pour un volume retenu d'environ 25 millions de m³. Cependant, on estime à 1/5 le volume occupé par des accumulations de sédiments (fins) produisant un envasement qui gêne notamment les activités nautiques. Le barrage est équipé de six vannes permettant le passage d'un débit maximal de 5 900 m³/s.

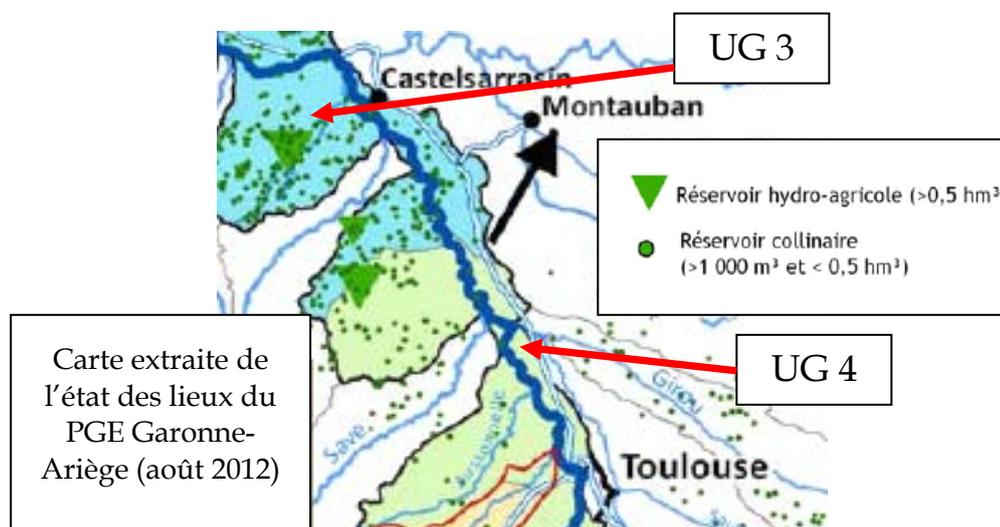
Figure 17 : Réseau hydraulique lié à la retenue de Saint-Nicolas-de-la-Grave



- **De petites retenues hydro-agricoles**, c'est-à-dire des petites retenues collinaires destinées à l'irrigation de petites surfaces agricoles sans prélèvement dans les ressources naturelles. Du fait du fort développement des réseaux de distribution d'eau agricole sur le secteur, ces retenues restent toutefois peu nombreuses sur le territoire TFE (mais concernent plutôt des affluents du Tarn comme le Tescou). De tels ouvrages posent actuellement un problème de gestion. En outre, les politiques nationales évoluent rapidement (et souvent) quand au développement de nouvelles retenues de ce type : après l'annonce d'un plan national de développement de ces ouvrages (notamment dans le Sud-Ouest), les projets de décrets destinés à favoriser leur mise en œuvre ont été abandonnés en juillet 2012...

A titre indicatif, la figure suivante extraite du document d'état des lieux du PGE Garonne-Ariège en cours de révision montre l'implantation de retenue hydro-agricoles et de réservoirs collinaires d'au moins 1 000 m³ sur le secteur du territoire TFE :

Figure 18 : Retenues hydro-agricoles sur le secteur du territoire TFE



Le SDAGE ne fixe pas d'objectif spécifique sur ces petits plans d'eau.

Le lac de Saint-Nicolas-de-la-Grave est quant à lui considéré comme intégré à une masse d'eau du fleuve Garonne.

1.3.4 Usages des ressources en eau et gestion des étiages

1.3.4.1 Point sur la gestion d'étiage de la Garonne

La gestion des étiages de la Garonne et de ses principaux affluents s'inscrit dans le cadre d'une gestion intégrée, concertée et cohérente de la ressource telle que préconisée par le SDAGE. Le territoire TFE est particulièrement concerné par le Plan de Gestion des Etiages (PGE) de la Garonne et du bassin de l'Ariège, entré en vigueur en 2004 et en cours de révision depuis 2010. Le PGE utilise un découpage de son territoire en « Unités de Gestion » (UG) pour lesquels le contrôle global s'effectue au niveau d'un point nodal du SDAGE (c'est-à-dire un point de suivi des débits de la Garonne ou de l'Ariège). Le territoire TFE correspond à une partie de l'UG 4 (« Verdun ») et à une partie de l'UG 3 (« Lamagistère »).

Ce PGE vise à concilier les usages et la préservation des milieux naturels aquatiques par la mise en œuvre d'un programme de mesures combinant notamment économies d'eau et amélioration de la gestion de la ressource naturelle, l'utilisation coordonnée de réserves existantes ou la création de nouvelles réserves. Dans le cadre du plan de gestion d'étiage, le Syndicat mixte d'études et d'aménagement de la Garonne (SMEAG) assure depuis l'année 1993, à la demande du préfet de la région Midi-Pyrénées, la responsabilité des opérations de soutien d'étiage de la Garonne entre le 1er juillet et le 31 octobre. Le dispositif mis en œuvre s'appuie principalement sur les réserves hydroélectriques d'EDF en Haute-Garonne et Ariège, mais également sur le réservoir de Montbel (via l'Hers-Vif, puis l'Ariège). L'ensemble représente un volume maximal mobilisable de 58 millions de m³.

Une question récurrente des acteurs concernés par la gestion des étiages est de savoir s'il faut adapter les usages aux ressources (avec une diminution des prélèvements) ou bien adapter les ressources (par de nouvelles retenues ou l'exploitation d'autres ressources) aux besoins des usages actuels et à venir.

En outre, l'analyse de la situation actuelle met en évidence un certain nombre de points particuliers qui illustrent la grande difficulté de gestion des étiages de la Garonne :

- La gestion est considérée (au plan réglementaire dans le SDAGE) comme équilibrée si les Débits Objectifs d'Etiage (seuils minimaux) fixés au niveau de points nodaux de la Garonne (notamment à Verdun-sur-Garonne) et de ses affluents sont respectés en moyenne 8 années sur 10. Ces valeurs de débits objectifs sont calculées par méthode statistique mais utilisant les valeurs du passé : or, les débits naturels montrent une tendance à la diminution, confirmée sur les années à venir d'après les études sur l'évolution climatique. La question se pose alors pour certains d'actions volontaires destinées à viser des débits minimaux qui ne correspondent plus à la situation actuelle et à l'évolution de l'hydrologie du bassin de la Garonne...
- Sur le territoire du projet TFE, la période durant laquelle se manifestent les plus forts déséquilibres par rapport aux débits objectifs est souvent la fin d'été et le début d'automne, c'est-à-dire après la fin des campagnes d'irrigation, indiquant que des déficits importants en débit se produisent de manière chronique mais hors période de forts prélèvements agricoles.

La révision en cours du PGE de la Garonne et du bassin de l'Ariège doit permettre de déboucher sur un nouveau programme de mesures sur la décennie à venir, la fin de la révision étant attendue en 2013. Cette révision, menée avec des représentants d'usagers préleveurs et non préleveurs, du monde associatif, de collectivités et des services de l'État, constitue notamment le cadre de discussion des questions dont il est fait état dans cette rubrique. Elle est en effet l'occasion de définir collectivement les conditions d'un rééquilibrage entre l'utilisation de la ressource en eau et les fonctions fondamentales attendues de l'écosystème aquatique.

1.3.4.2 Usages actuels des ressources en eau sur le territoire TFE

Les ressources en eau disponibles sur le territoire TFE correspondent à la Garonne d'une part, à sa nappe d'accompagnement d'autre part.

Du point de vue réglementaire toutefois, il s'agit d'une seule et même ressource, la question se posant de favoriser l'une ou l'autre de ces masses d'eau pour les usages compte tenu d'aspects pratiques (distance au fleuve par exemple), de risque de pollution, ou encore de température de l'eau : réduire les prélèvements dans la nappe d'accompagnement et

augmenter ceux dans la Garonne en été pourrait augmenter le drainage de la nappe par le fleuve, avec des apports d'eau fraîche pouvant limiter l'échauffement des eaux de la Garonne (question actuellement envisagée en tant que sujet de recherche).

En pratique, on distingue le volume autorisés, le volume d'équipement (correspondant à la capacité des pompes installées) et le volume effectivement prélevé, qui varie d'une année sur l'autre en fonction des conditions climatiques.

Les prélèvements sont effectués selon le cas (outre le prélèvement pour la centrale de Golfech) dans la Garonne, sa nappe d'accompagnement ou le Canal de Garonne :

- Par des collectivités ou des syndicats producteurs, ou encore des entreprises concessionnaires pour l'eau potable,
- Par des associations syndicales d'irrigants et, pour les plus gros prélèvements, par une société d'aménagement régional (la Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne) qui gère d'importants réseaux de distribution pour les usages agricoles,
- Par des particuliers pour des usages agricoles.
- Par des usagers industriels, dont la centrale de Golfech (principal préleveur industriel).
- Par transfert du Canal de Garonne vers le Tarn via le Canal de Montech, à hauteur de 13 millions de m³ essentiellement en période d'étiage.

Les deux figures suivantes illustrent la localisation des points de prélèvements et les volumes autorisés sur la Garonne dans les départements du Tarn-et-Garonne et de Haute-Garonne respectivement à l'intérieur du territoire TFE.

Figure 19 : Points de prélèvements et volumes autorisés (en m³) en Tarn-et-Garonne

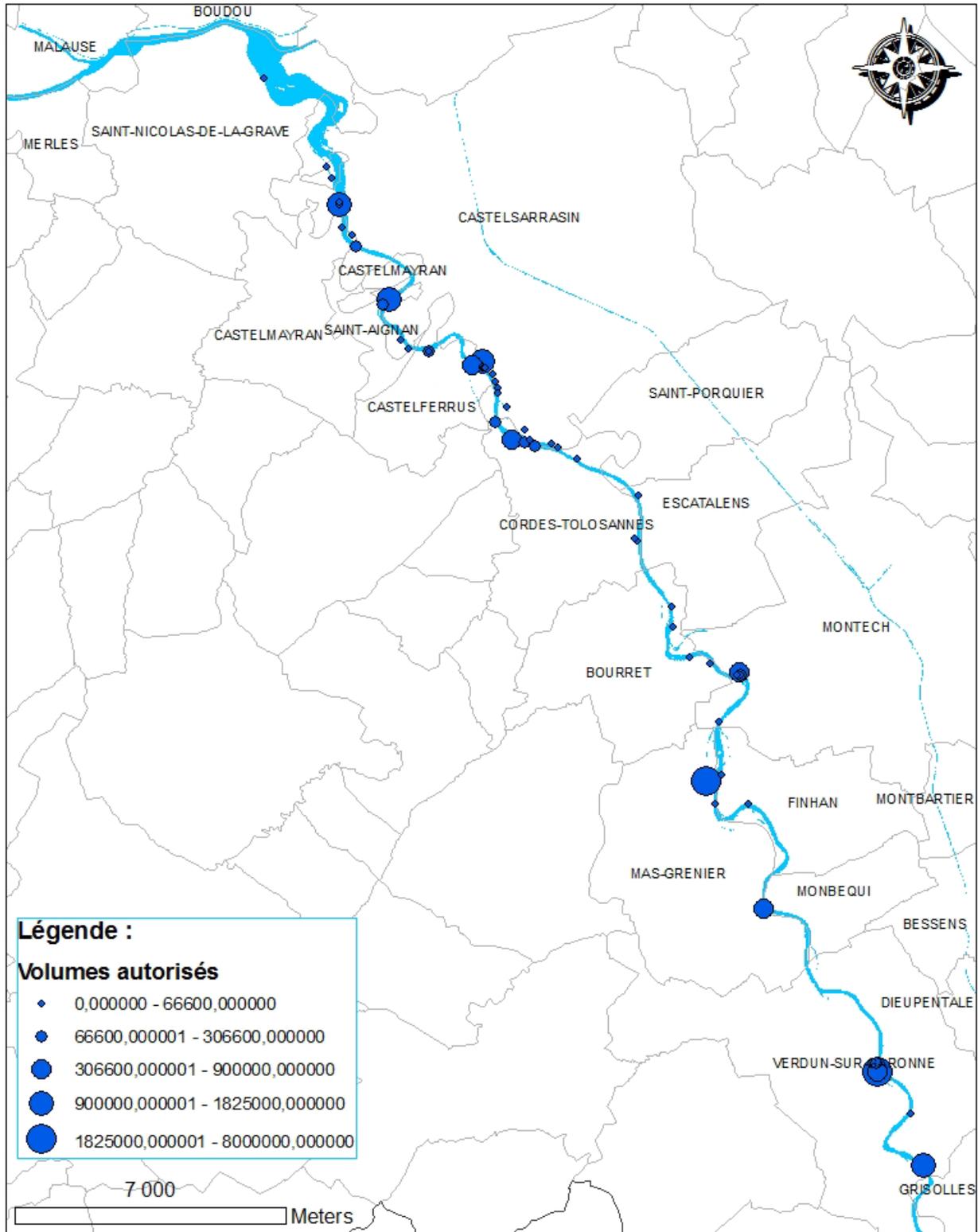
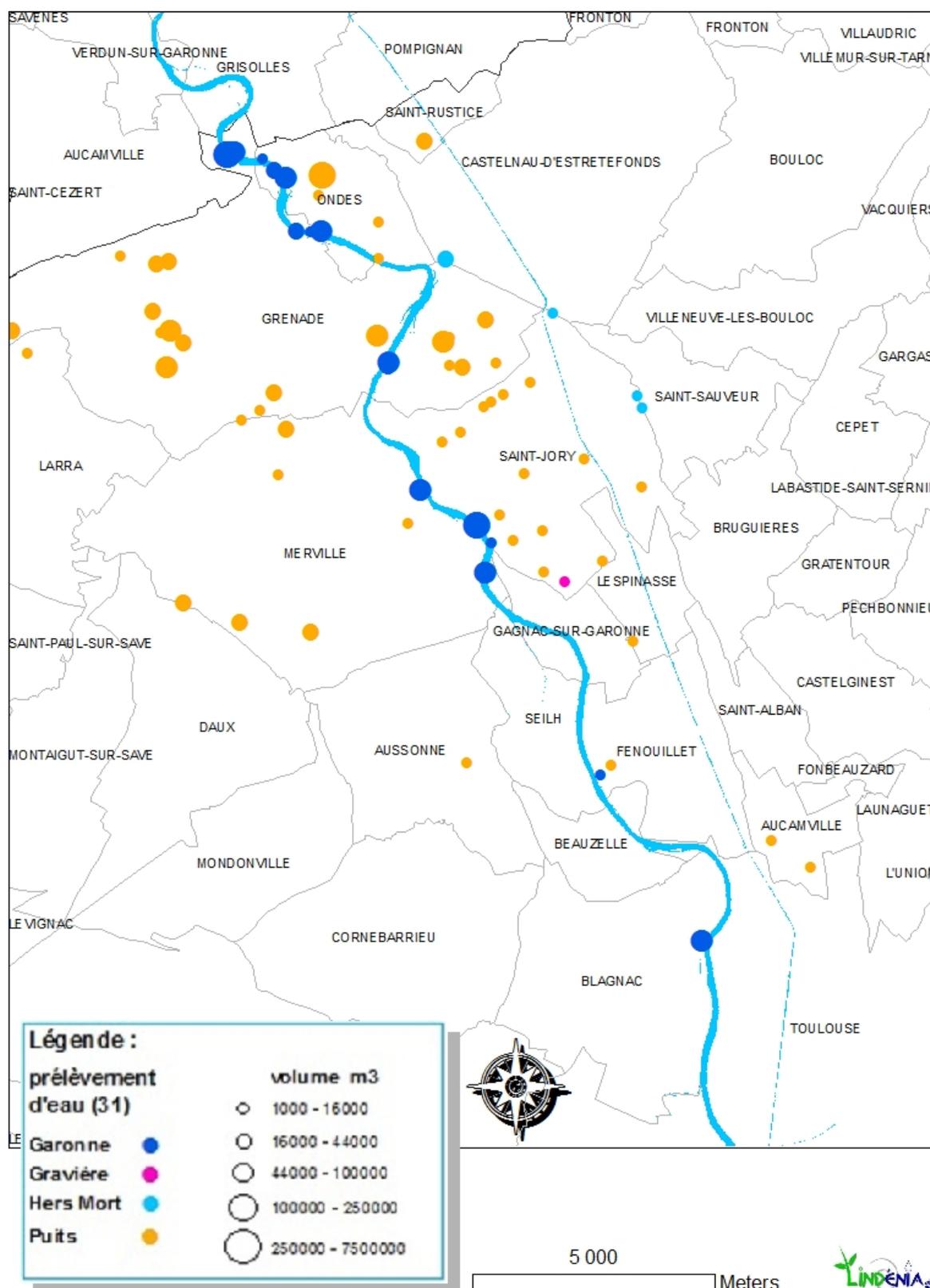


Figure 20 : Points de prélèvements et volumes autorisés en Haute-Garonne



Les **prélèvements en période d'étiage** (du 1^{er} juin au 31 octobre de chaque année) ont été pris en compte pour effectuer une analyse des usages préleveurs sur le territoire du PGE Garonne-Ariège dans le cadre des travaux de sa révision (en cours).

En première analyse, il apparaît que les volumes d'eau prélevés annuellement sur le territoire TFE (UG4 « Verdun » et une partie de l'UG3 « Lamagistère ») sont de l'ordre de 30 à 35 millions de m³ pour l'agriculture, de 6 à 7 millions de m³ pour l'eau potable (dont 4 retournent à la Garonne) et de 150 à 200 millions de m³ pour la centrale de Golfech mais dont 84 % retournent à la Garonne et dont les 14 millions de m³ évaporés durant la période d'étiage (du 1^{er} juin au 31 octobre) est compensé à hauteur de 10 millions de m³ par le volume stocké dans la retenue de Lunax. En bilan, **le volume effectivement consommé (c'est-à-dire prélevé et ne retournant pas à la Garonne ou n'étant pas compensé) sur le territoire TFE est alors de l'ordre de 35 à 40 millions de m³ en période d'étiage.**

Prélèvements d'eau pour l'usage agricole

Le tableau suivant indique les volumes consommés pour l'irrigation sur ces deux unités de gestion, en séparant les prélèvements en eaux de surface (Garonne et Canal) de ceux effectués en nappe d'accompagnement. Pour l'usage agricole le volume consommé est équivalent au volume prélevé.

Tableau 9 : Prélèvements consommés par UG par l'agriculture du 1^{er} juin au 31 octobre (2003-2009)
 (source : déclarations Agence de l'Eau Adour-Garonne)

Unité de gestion	Prélèvement en eaux superficielles	Prélèvements en nappe d'accompagnement	Prélèvement agricole total
UG3 (Verdun à Lamagistère)	17,33 millions de m ³	6,12 millions de m ³	23,45 millions de m ³
UG4 (Portet à Verdun)	13,05 millions de m ³	2,51 millions de m ³	15,57 millions de m ³

Par ailleurs, le traitement de données (essentiellement les déclarations annuelles faites auprès de l'Agence de l'Eau) par département donne les éléments suivants pour la Haute Garonne et le Tarn-et-Garonne :

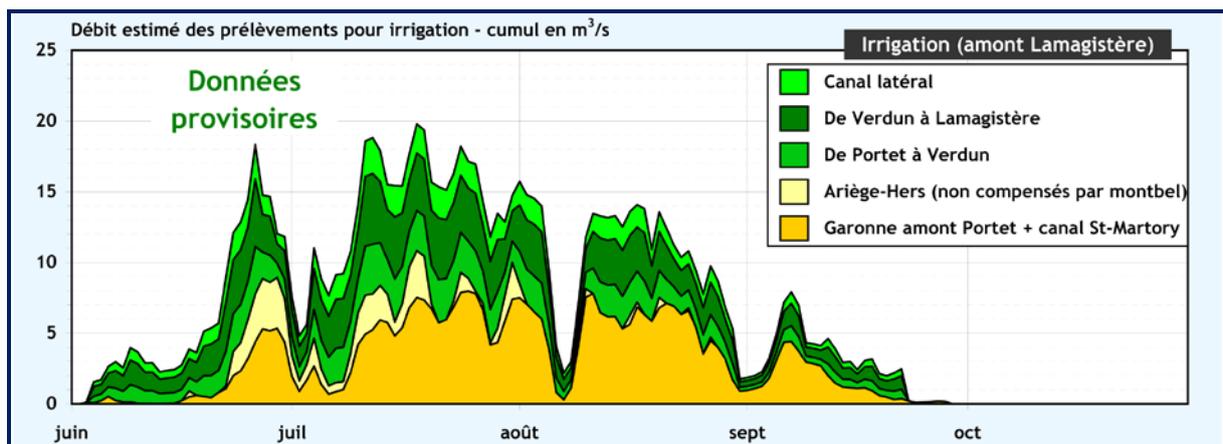
Tableau 10 : Prélèvements par département par l'agriculture du 1^{er} juin au 31 octobre (2003-2009)

Département	Prélèvement en eaux superficielles	Prélèvements en nappe d'accompagnement	Prélèvement agricole total
Tarn-et-Garonne	24,24 millions de m ³	7,78 millions de m ³	32,03 millions de m ³
Haute-Garonne	42,55 millions de m ³	9,70 millions de m ³	52,24 millions de m ³

Il ressort de cette analyse que le secteur de la Garonne Débordante, entre Toulouse et la confluence avec le Tarn, est une zone marquée par des prélèvements importants pour l'irrigation, un quart de cette eau venant de la nappe d'accompagnement et trois quarts de la Garonne et du Canal de Garonne.

Le graphique suivant illustre la dynamique des prélèvements agricoles effectués directement dans la Garonne en période d'étiage :

Figure 21 : Origine des prélèvements agricoles et par le Canal en période d'étiage (2012)



Ce graphique illustre que les prélèvements agricoles sont importants en juillet et août, mais diminuent très fortement dès le mois de septembre. Il montre aussi le poids relativement important du secteur du territoire TFE en termes de prélèvements agricoles sans compensation, ce territoire correspondant à une forte proportion de vallée entre Porte et Lamagistère en ce qui concerne les prélèvements pour l'irrigation.

En 2012, (au plus fort de la campagne d'irrigation) les prélèvements ont été concentrés sur la période allant du 20 juin à la fin juillet (maximum de 15 à 18 m³/s), pour des débits naturels moyens concomitants à Lamagistère variant de 160 à 60 m³/s. Au plus fort de l'irrigation, les lâchers d'eau de soutien d'étiage ont compensé jusqu'à 80 % du cumul des prélèvements agricoles en limitant les mesures de restriction d'usage et en permettant leur valorisation économique (source : SMEAG, rapport de bilan de la campagne 2012 du soutien d'étiage).

A titre indicatif, parmi les assolements pratiqués sur le territoire TFE, une partie seulement nécessite une irrigation en période d'étiage (source : Etat des lieux du PGE, 2012). Il s'agit essentiellement :

- Du maïs pour environ 60 %,
- De l'arboriculture pour environ 25 % (kiwis, pommiers, noisetiers...),
- De protéagineux et légumes secs pour 10 %,
- De soja, sorgho, tournesol et maraîchage pour les 5% restant.

Les autres cultures (dont le blé – à confirmer -, la vigne et le fourrage) ne nécessitent pas d'irrigation en période d'étiage de la Garonne.

Prélèvements d'eau pour l'usage industriel

C'est l'UG n°3, sur laquelle se situe l'usine de Golfech, qui concentre la majorité des prélèvements industriels du PGE (voir figure 22). Sur le territoire TFE, outre la centrale de Golfech, les prélèvements industriels sont très faibles au regard des volumes pour les autres usages, avec un retour en Garonne estimé à 92% en moyenne pour les activités industrielles sur le bassin de la Garonne.

Sur le territoire TFE, les prélèvements d'eau pour les besoins de l'industrie correspondent :

- A l'usine électronucléaire de Golfech, qui utilise l'eau prélevée pour produire de la vapeur (volume « consommé ») et pour le refroidissement des installations (avec retour en Garonne d'une eau un peu plus chaude que l'eau prélevée). Une grande partie du volume consommé durant la période d'étiage est compensée par des apports depuis le barrage de Lunax sur la Gimone, à hauteur de 10 millions de m³.

- Dans une bien moindre proportion, à des industries réparties le long de la vallée utilisant l'eau de la Garonne (et pour une faible proportion de nappe d'accompagnement) surtout pour des usages de refroidissement, voire de nettoyage, mais pas de process, et les volumes prélevés retournent presque intégralement (le cas échéant après traitement) à la Garonne.

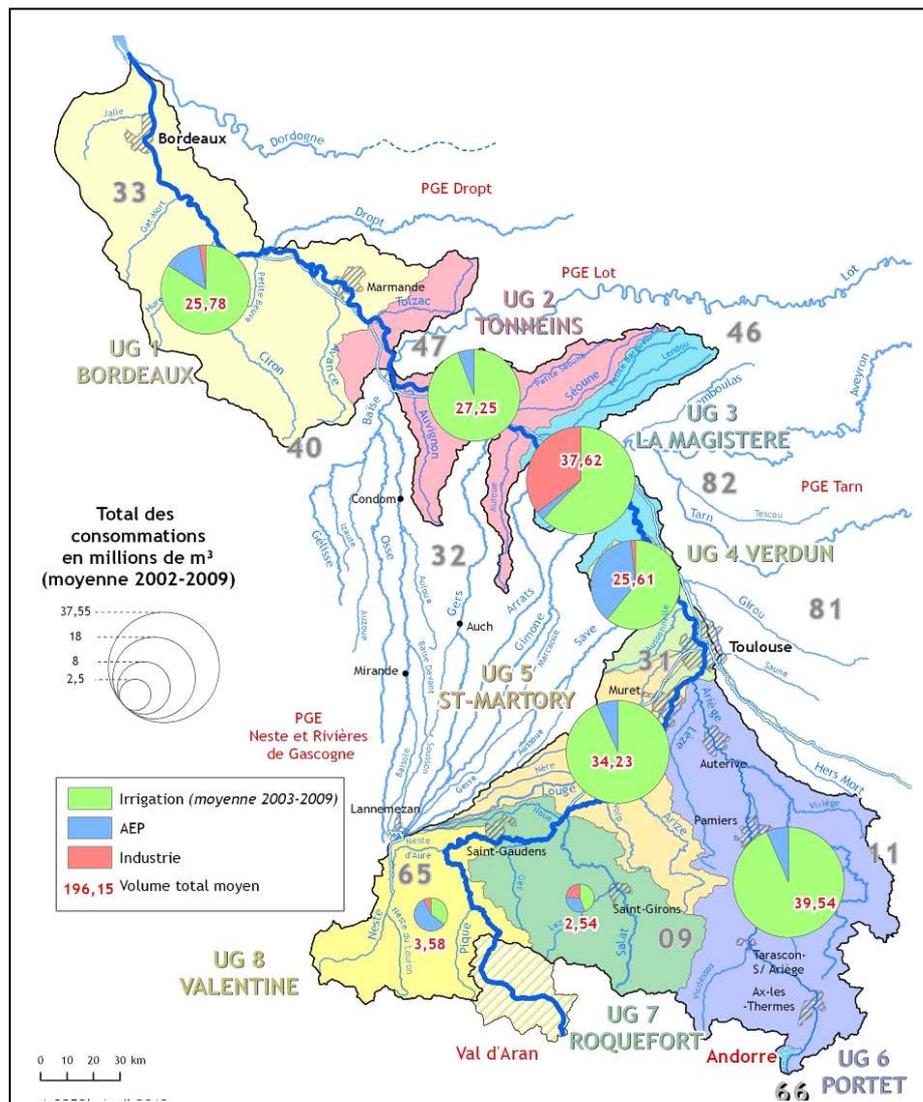
A l'échelle du périmètre du PGE Garonne-Ariège, le volume prélevé par l'industrie est de l'ordre de 112 millions de m³ durant la période d'étiage (du 1^{er} juin au 31 octobre), mais **seulement 16 % (soit 14 millions de m³ sur la période d'étiage) ne retournent pas à la Garonne, une part de ce volume étant compensé par la retenue de Lunax.**

Prélèvements d'eau pour la production d'eau potable

L'agglomération toulousaine représente un prélèvement de 26 millions de m³ sur un total de 67 millions de m³ en période d'étiage (bilan 2002-2009) (source : redevances Agence de l'Eau Adour-Garonne).

En outre, on considère que **65 % des volumes prélevés pour l'eau potable retournent à la Garonne** après avoir transité par les systèmes d'assainissement.

Figure 22 : Bilan des consommations à l'étiage tous usages confondus (déclarations AEAG, en millions de m³) (source : état des lieux du PGE, août 2012)



Sur le territoire TFE, il existe aussi d'importants prélèvements pour la production d'eau potable dans le Canal de Garonne, dans la Garonne ou sa nappe d'accompagnement, ce qui confirme la nécessité de maintenir une eau de bonne qualité dans le fleuve, mais aussi sa nappe et le canal.

Cependant, la pression exercée sur les débits de la Garonne pour la production d'eau potable reste faible, dans la mesure où les volumes prélevés à l'échelle de toute la vallée (des Pyrénées à l'océan) représentent en débit instantané moins de 2 m³/s répartis le long du fleuve, et où 65% des volumes prélevés retournent à la Garonne. **En revanche, la disponibilité de l'eau à des conditions satisfaisantes de température et de qualité physico-chimique constitue un enjeu majeur pour la vallée, particulièrement pour l'agglomération toulousaine et le territoire TFE.**

1.4 Contexte humain

1.4.1 Utilisation des sols et développement urbain

Les activités humaines façonnent les paysages et modifient fortement l'occupation des sols, que ce soit par les développements urbains ou l'exploitation agricole du territoire. La première approche du contexte humain à l'échelle du territoire TFE consiste donc à observer l'occupation et l'utilisation des sols à grande échelle.

La figure suivante présente ainsi l'utilisation actuelle des sols sur le territoire TFE.

Sur cette carte, les zones apparaissant dans la catégorie « Mines, chantiers, décharges » (en violet) sont en général des gravières.

Cette carte met en évidence le caractère essentiellement urbain de la pointe Sud du territoire TFE, qui s'inscrit dans l'agglomération toulousaine. Elle montre également que l'implantation des villages et des villes le long de la vallée de Garonne correspond clairement à la limite de la zone inondable, c'est-à-dire au niveau de la frange perchée en bordure de vallée (limite de terrasse alluviale). Les exceptions se limitent en fait à des développements relativement récents de communes périurbaines de l'agglomération toulousaine (pour de l'habitat et surtout de l'activité économique) comme par exemple Fenouillet, Lespinasse, Saint-Jory, Castelnau-d'Estrétefonds (à Saint-Caprais), ou Grisolles dans une moindre mesure. Les communes d'Ondes et de Gagnac-sur-Garonne constituent à cet égard deux exceptions : ces communes se situent entièrement en zone inondable et les implantations humaines anciennes se sont faites en tenant compte de cet aléa par une surélévation des bâtiments. Cette technique était également mise en œuvre pour les hameaux et les fermes isolées dans la plaine de Garonne.

Occupation du sol dans le périmètre du SAGE de la Garonne débordante

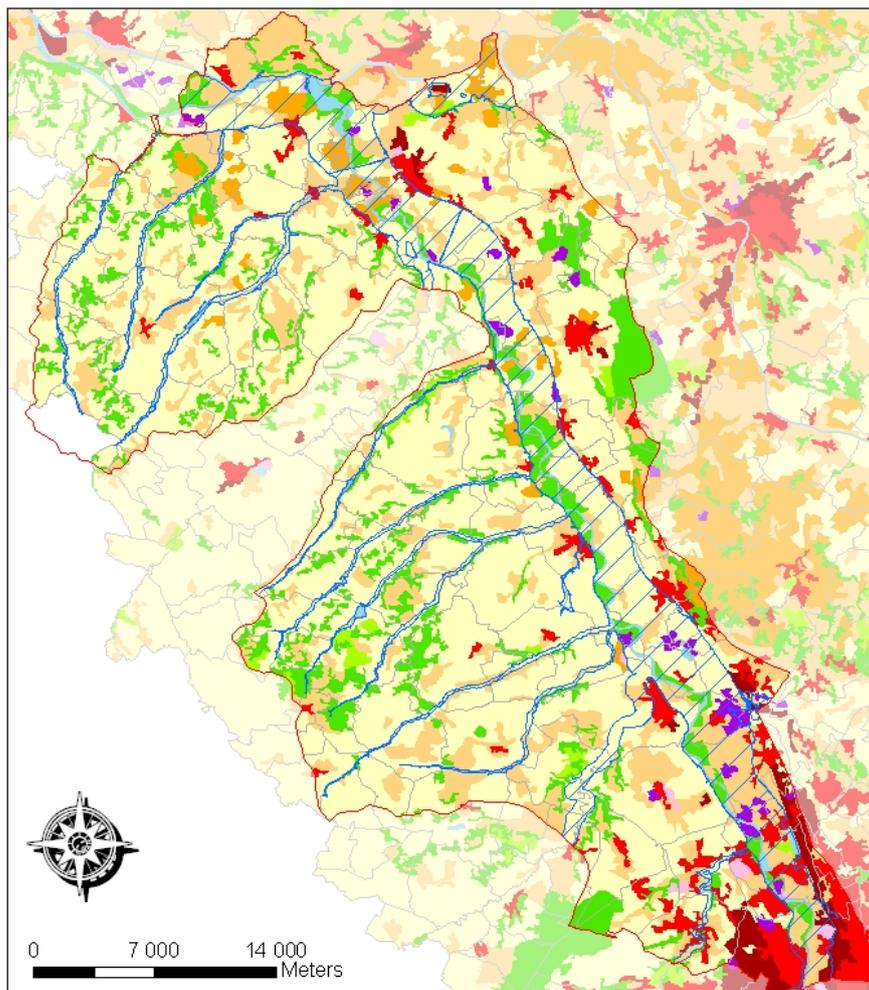


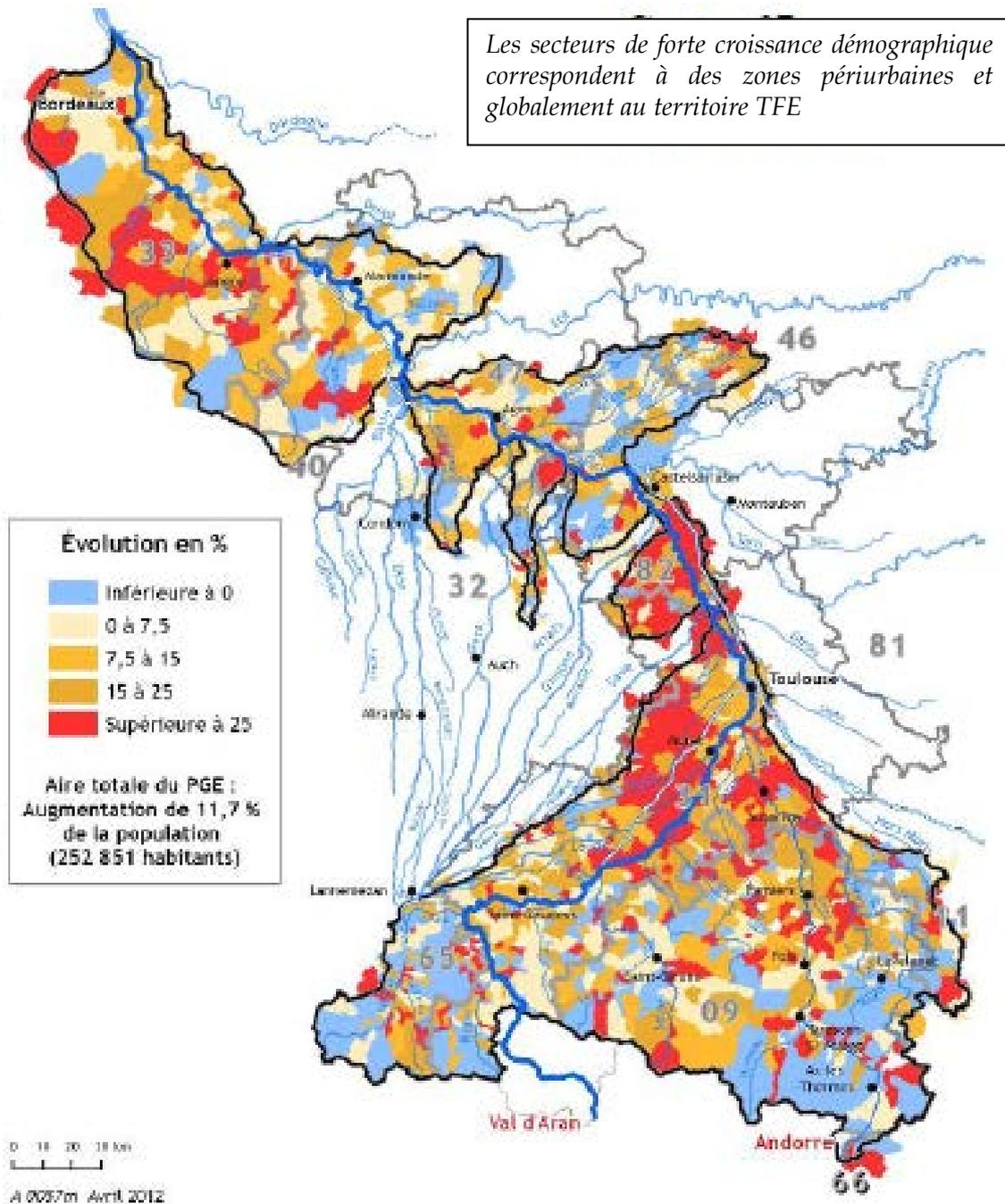
Figure 23 : Utilisation des sols sur le territoire TFE (source : Corine Land Cover 2006)

1.4.2 *Eléments du contexte social*

1.4.2.1 Démographie

Une analyse de l'évolution démographique sur l'aire du PGE Garonne-Ariège a mis en évidence une forte croissance sur le territoire TFE par rapport au reste de l'aire du PGE :

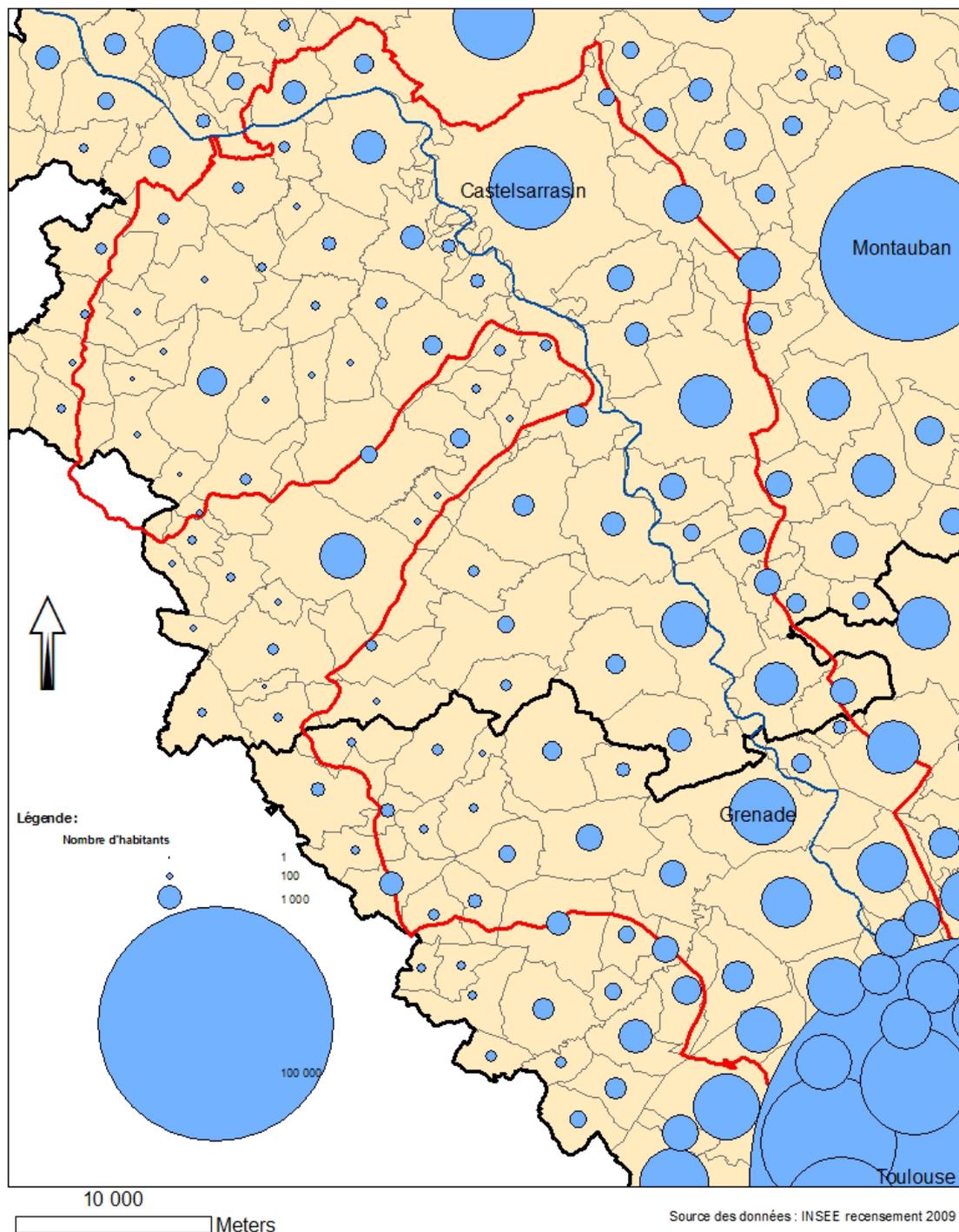
Figure 24 : Evolution démographique de 1999 à 2008 le long de la Garonne



Cette figure montre une croissance démographique (relative) globalement forte de l'agglomération toulousaine (seules les parties sur l'aire du PGE apparaissent ici) mais aussi de la vallée de la Garonne entre Toulouse, Montauban et Castelsarrasin. On note a contrario une stagnation ou une réduction de la population entre Castelsarrasin et l'Agonais.

La figure suivante présente la situation démographique sur le seul territoire TFE :

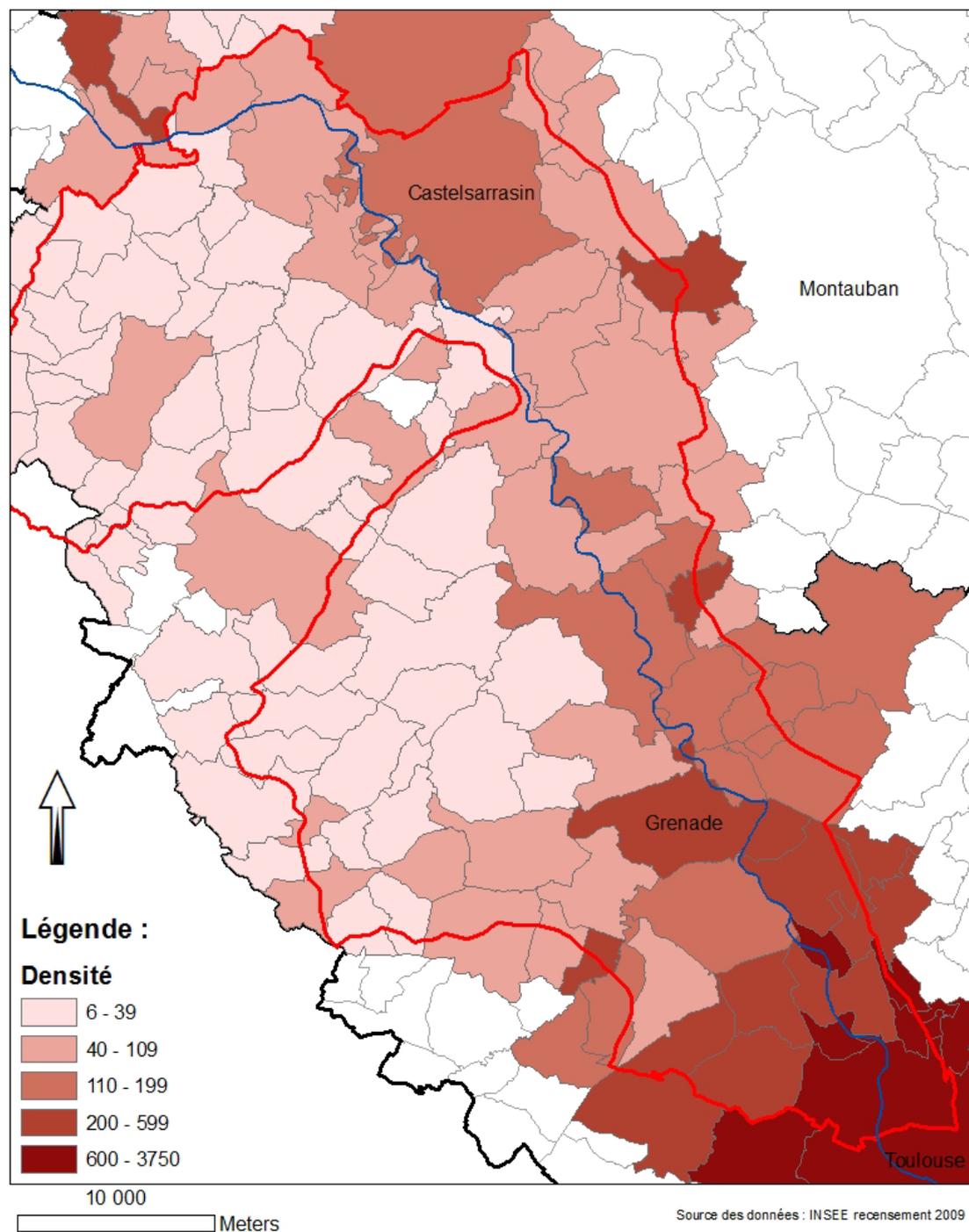
Figure 25 : Démographie communale actuelle sur le territoire TFE (recensement 2009)



Cette figure met clairement en évidence le poids régional de Toulouse, Montauban et Castelsarrasin, et montre aussi le développement de nombreuses petites villes entre ces pôles urbains, y compris le long de la Garonne, dont Grenade, Grisolles, Verdun-sur-Garonne et Montech.

A cette répartition de la population par commune correspond une distribution relativement homogène des densités démographique mettant en évidence trois secteurs :

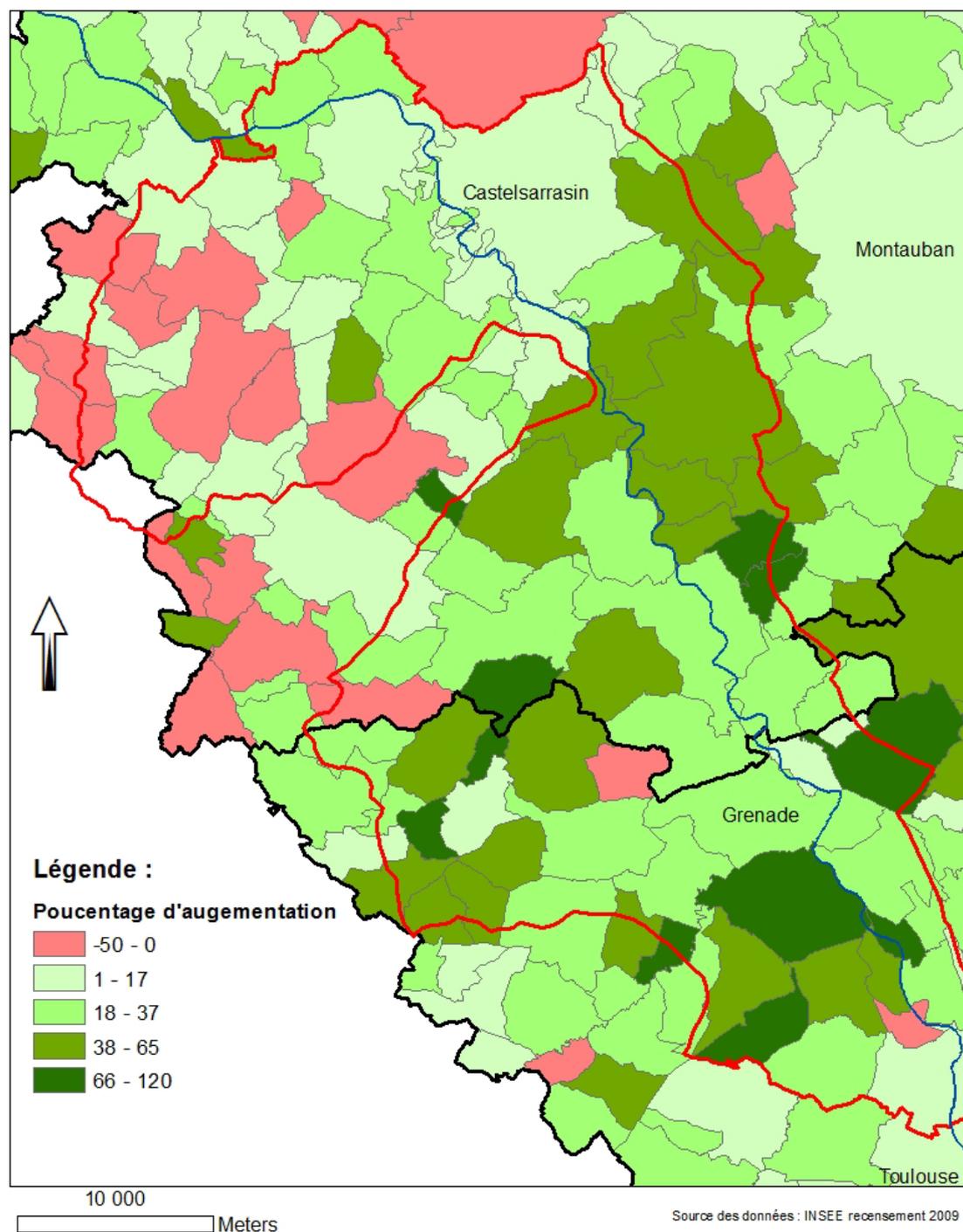
Figure 26 : Densité démographique sur le territoire TFE (recensement 2009)



L'agglomération toulousaine sur la partie amont du territoire est marquée de manière homogène par une densité élevée (avec une forte valeur à Gagnac/Garonne du fait de sa faible superficie) ; la partie intermédiaire de la vallée est concernée par une densité moyenne à faible, alors que les coteaux de rive gauches sont caractérisés par une densité faible à très faible. Cette distribution illustre donc le rôle humain important de la vallée de Garonne.

Par ailleurs, la démographie a été globalement en croissance entre 1999 et 2008 sur le territoire TFE :

Figure 27 : Evolution démographique sur le territoire TFE (période 1999- 2008)



On note que les augmentations les plus fortes concernent les communes de deuxième couronne de l'agglomération toulousaine et les communes de la vallée de Garonne proches de Montauban et de Castelsarrasin.

On note à l'inverse une stagnation ou une réduction de la démographie des communes des coteaux de rive gauche de la Garonne dans le Gers et le Tarn-et-Garonne.

Une analyse conduite par département sur la région Midi-Pyrénées confirme le dynamisme de la Haute-Garonne et du Tarn-et-Garonne :

Tableau 11 : Evolution démographique en Midi-Pyrénées (1999-2008)

Territoire	Evolution relative sur la période 1999-2008
Ariège	9,5 %
Aveyron	4,6 %
Haute-Garonne	16,3 %
Gers	7,5 %
Lot	7,9 %
Hautes-Pyrénées	3,0 %
Tarn	8,3 %
Tarn-et-Garonne	14,5 %
Midi-Pyrénées	11,2 %
France	6,3 %

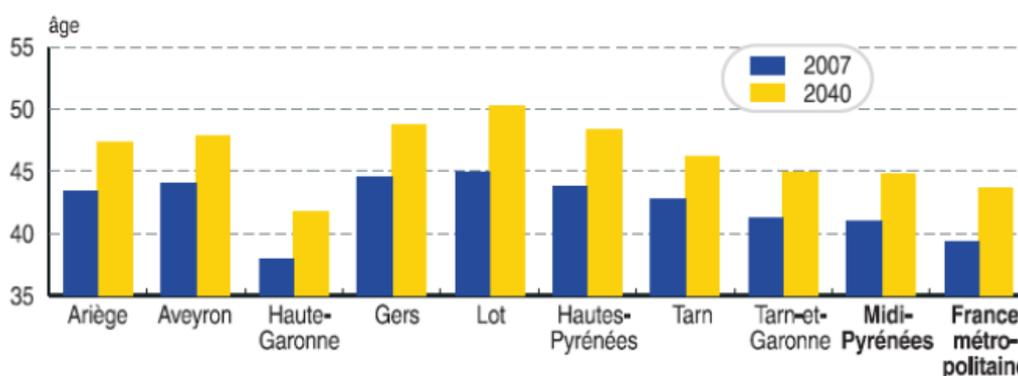
Toulouse est la première ville en France pour son accroissement démographique.

En termes de perspectives, les disparités actuelles entre départements de la région devraient s'accroître en confirmant les tendances récentes, d'autant plus que la région conserve globalement une forte attractivité mais aussi une forte capacité socio-économique et urbanistique à attirer de nouveaux habitants (surtout des jeunes, à l'inverse des régions le long de la Méditerranée), mais avec une distribution inégale de cette attractivité. Sur les dernières années, 71 % des nouveaux arrivants en Midi-Pyrénées ont moins de 40 ans.

Les perspectives démographiques montrent une croissance prévisible de la population de l'ordre de 28 % entre 2008 et 2040, avec une population passant de 2,8 à 3,6 millions d'habitants, grâce à un fort flux migratoire.

Par ailleurs, si un vieillissement sensible de la population est attendu à l'échelle régionale, cette tendance devrait s'exprimer en Tarn-et-Garonne et surtout en Haute-Garonne avec des âges moyens qui restent faibles par rapport aux autres départements de la région :

Figure 28 : Evolution de l'âge moyen entre 2007 et 2040



1.4.3 Activités économiques du territoire

1.4.3.1 Emploi sur le territoire

De manière classique, la distribution des catégories socioprofessionnelles varie selon la proximité aux grands centres urbains, et varie de fait (en moyennes) d'un département à l'autre. Le tableau suivant rappelle les distributions actuelles en France, en Midi-Pyrénées, en Haute-Garonne et en Tarn-et-Garonne :

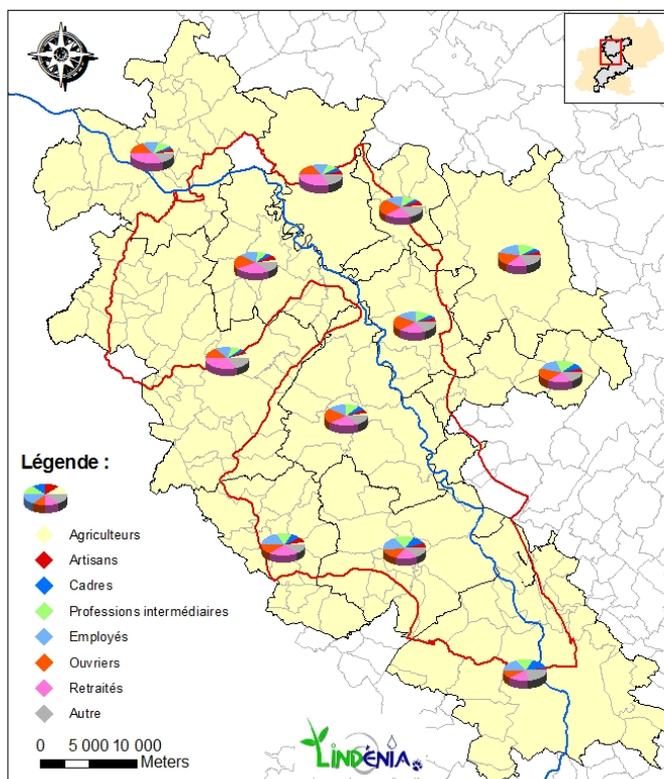
Tableau 12 : Catégories socioprofessionnelles en France, Midi-Pyrénées, 31 et 82 (2009)

Territoire	Agriculteur	Artisan, commerçant, chef d'entreprise	Cadre, profession intellectuelle	Profession intermédiaire	Employé	Ouvrier	Retraité	Autres (*)
France	0,9 %	2,6 %	6,9 %	11,2 %	13,6 %	11,3 %	20,9 %	32,6 %
Midi-Pyrénées	1,7 %	3,1 %	6,8 %	11,3 %	13,3 %	9,8 %	23,6 %	30,4 %
Haute-Garonne	0,4 %	2,7 %	10,5 %	13,6 %	13,4 %	8,5 %	17,8 %	33,2 %
Tarn-et-Garonne	2,3 %	3,2 %	3,9 %	9,7 %	13,6 %	11,9 %	24,6 %	30,8 %

(*) : personnes sans activité professionnelles et non retraités

La carte suivante montre cette distribution sur le territoire TFE par Communauté de Communes :

Figure 29 : Catégories socioprofessionnelles sur le territoire TFE

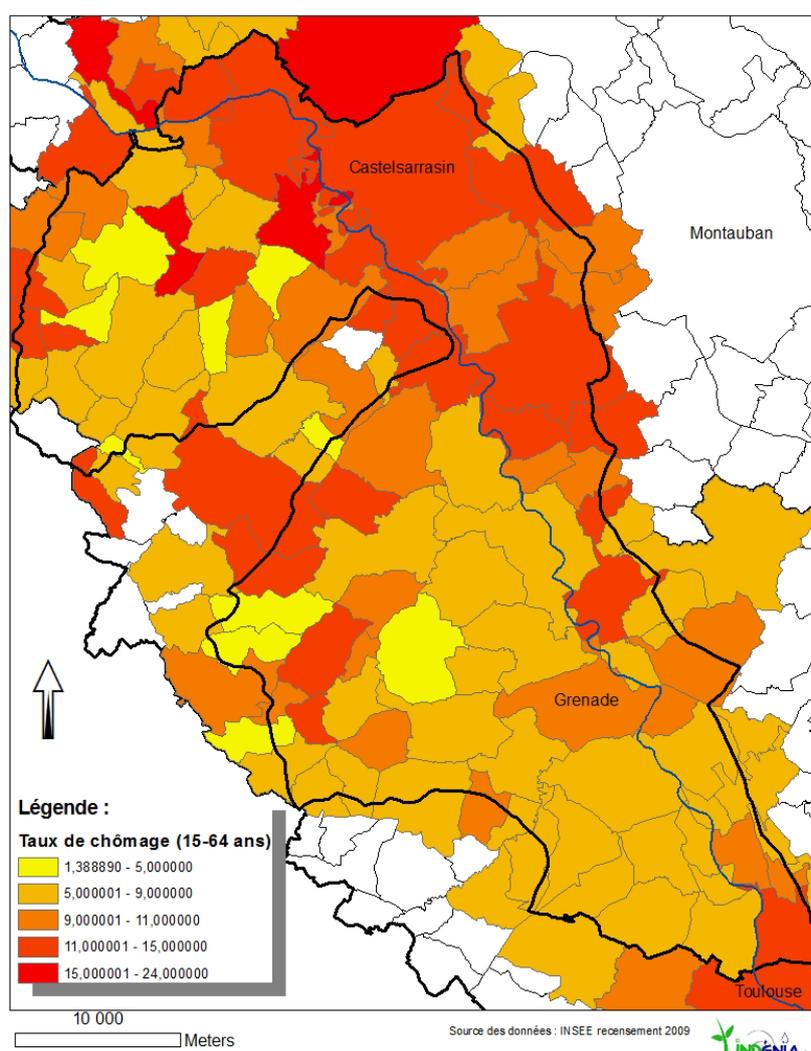


On constate un taux relativement élevé d'agriculteurs en Tarn-et-Garonne, ce qui traduit non seulement le poids de l'agriculture dans le département, mais aussi le fait que cette agriculture reste dominée par des exploitations de taille modeste. On note aussi un taux assez fort de retraités en Tarn-et-Garonne par rapport à la moyenne en Haute-Garonne et par rapport à la moyenne nationale.

Par ailleurs, la distribution géographique présente plus haut confirme ces tendances entre les parties Sud et Nord du territoire TFE, c'est-à-dire entre les abords de l'agglomération toulousaine et le reste du territoire. Cette configuration correspond à des populations un peu différentes, qui peuvent avoir vis-à-vis de la Garonne des approches et des attentes un peu différentes.

En ce qui concerne le taux de chômage, on note une différence sensible selon le secteur géographique sur le territoire TFE :

Figure 30 : Taux de chômage sur le territoire TFE (2009)



La partie Nord du territoire, vers Montauban et Castelsarrasin, paraît davantage affectée par le chômage (avec des taux supérieurs au taux national) que la partie centrale et la pointe Sud. Ce point pourrait traduire une époque de transition pour les activités industrielles sur la bassin d'emploi Tarn-et-Garonnais, mais aussi le fait que les zones rurales perdent assez vite une part importante de sa population sans emploi, qui migre vers des pôles urbains qui offrent plus d'opportunités.

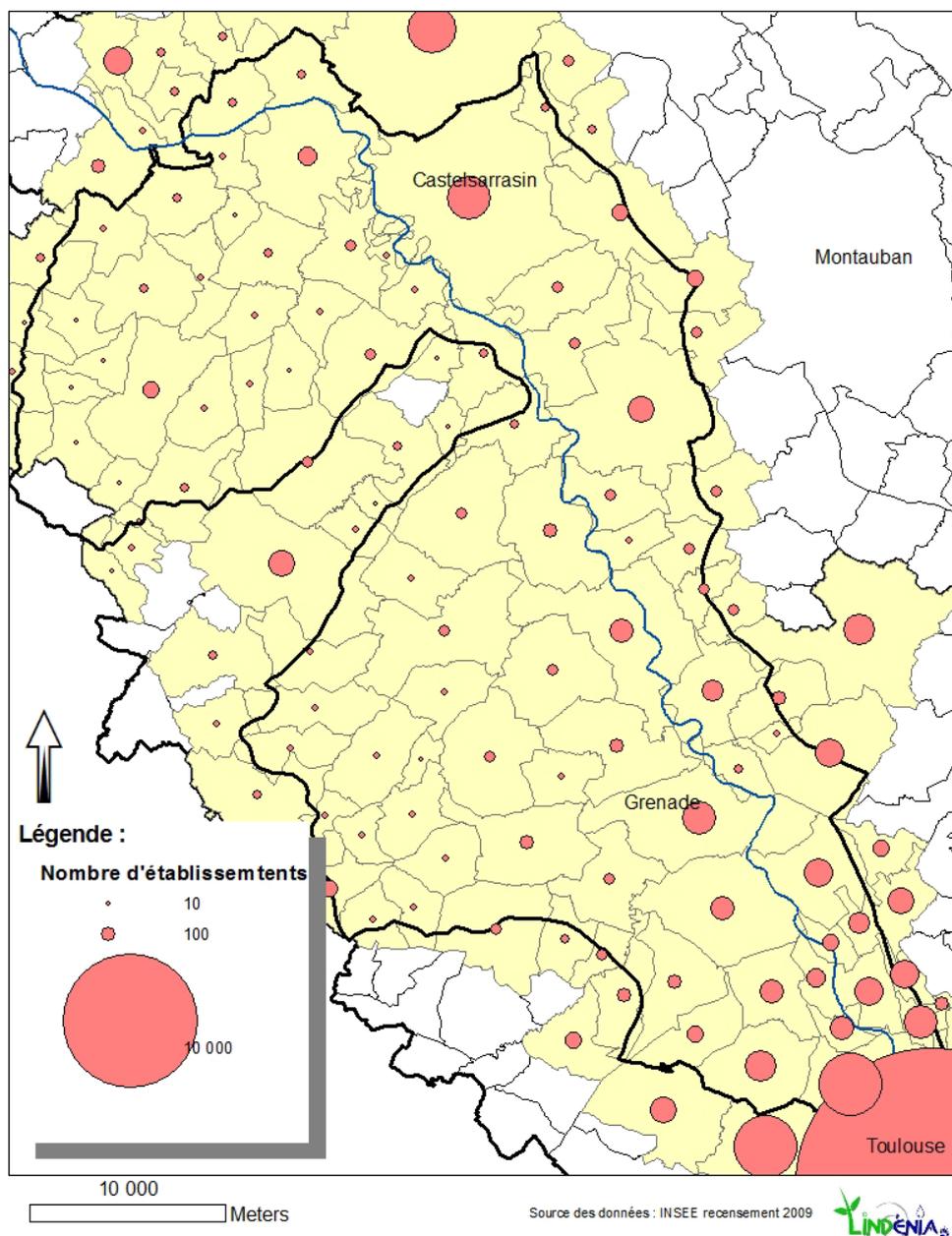
1.4.3.2 Filières et réseaux d'acteurs

Sur le secteur du territoire TFE, et plus généralement sur le Tarn-et-Garonne et le nord de la Haute-Garonne, on observe un tissu industriel constitué d'un grand nombre de PME/PMI intervenant dans des technologies de pointe, en particulier dans les secteurs de l'aéronautique et l'électronique.

L'activité montre en outre une forte diversité, avec un poids important également de l'industrie agro-alimentaire et de la logistique, en lien avec la production agricole de qualité de céréales mais aussi de fruits.

En outre, on constate que les entreprises en activité se répartissent sur l'ensemble du territoire TFE, maintenant de l'activité socio-économique sur toute les communes et pouvant servir de base à de futurs développements :

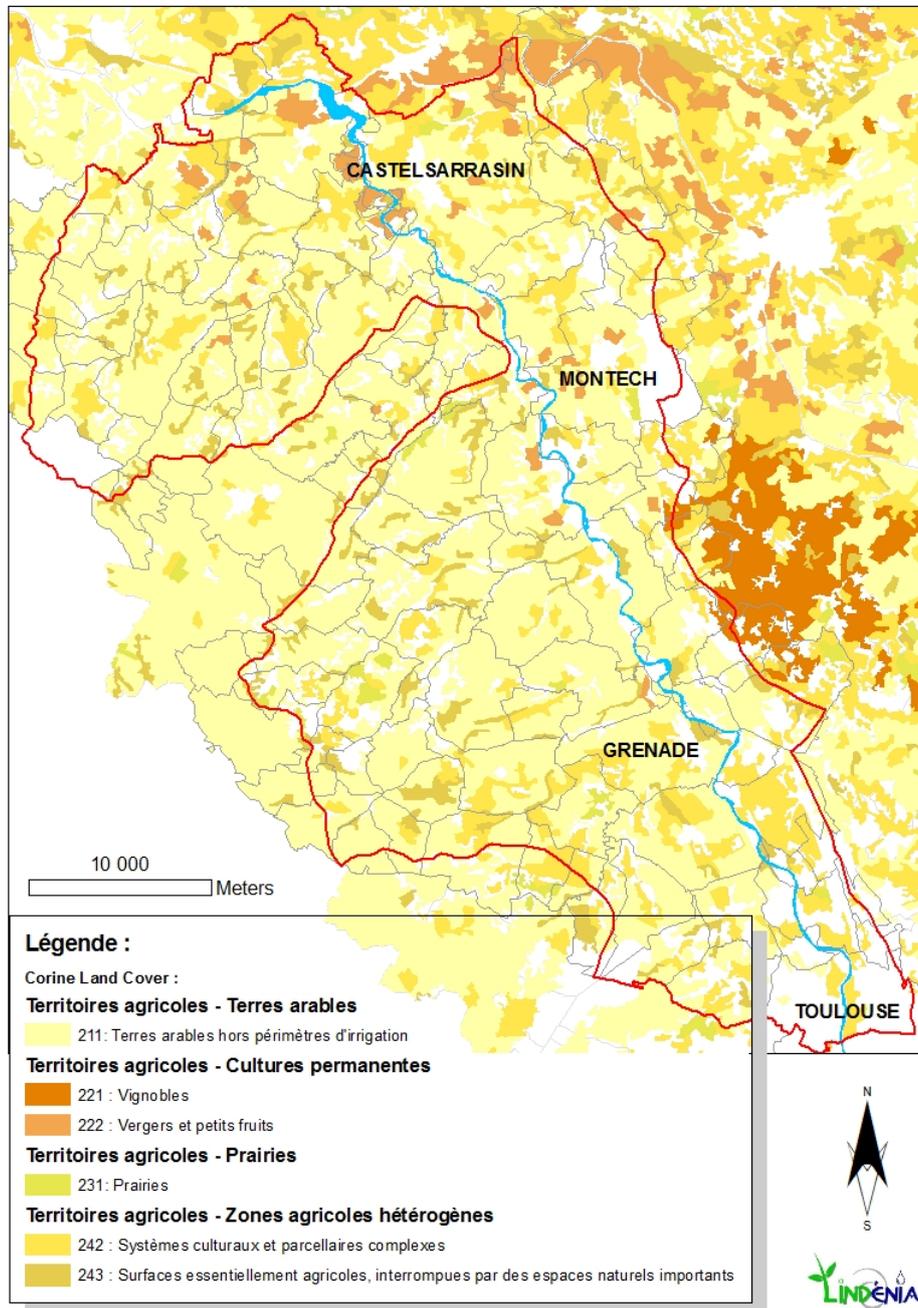
Figure 31 : Répartition des établissements en activité sur le territoire TFE (2009)



1.4.3.3 Cas de l'agriculture sur le territoire

L'agriculture occupe une forte proportion du territoire TFE, comme cela apparaît sur la carte de d'utilisation des sols :

Figure 32 : Répartition des établissements en activité sur le territoire TFE (2009)

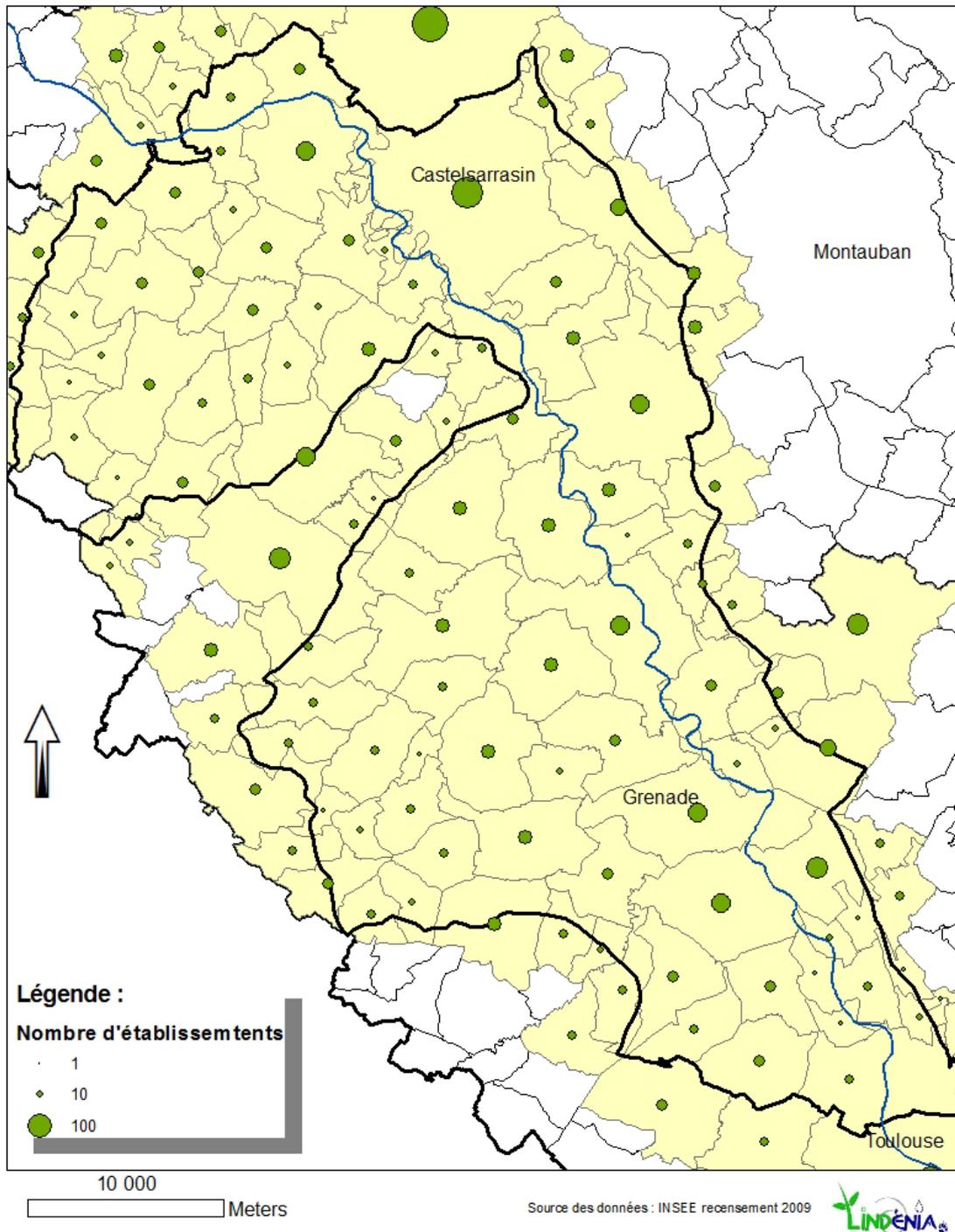


On constate que le territoire TFE (en particulier la plaine de la Garonne) est nettement dominé par les terres arables, dédié à la production de céréales, avec des zones d'étendue encore modeste sur lesquelles ont été implantés des vergers, notamment autour de Montech et le long de la Garonne au droit de Castelsarrasin. En Haute-Garonne, on note une agriculture laissant une part importante à des systèmes culturaux dits complexes, du fait d'une plaine un peu plus étroite qu'en Tarn-et-Garonne et de nombreux espaces occupés par l'urbanisation, les zones d'activités et les plans d'eau de gravières.

En outre, on constate trois points importants caractérisant l'agriculture sur le territoire TFE, avec une différence apparente entre la vallée de la Garonne et les coteaux à l'Ouest du fleuve :

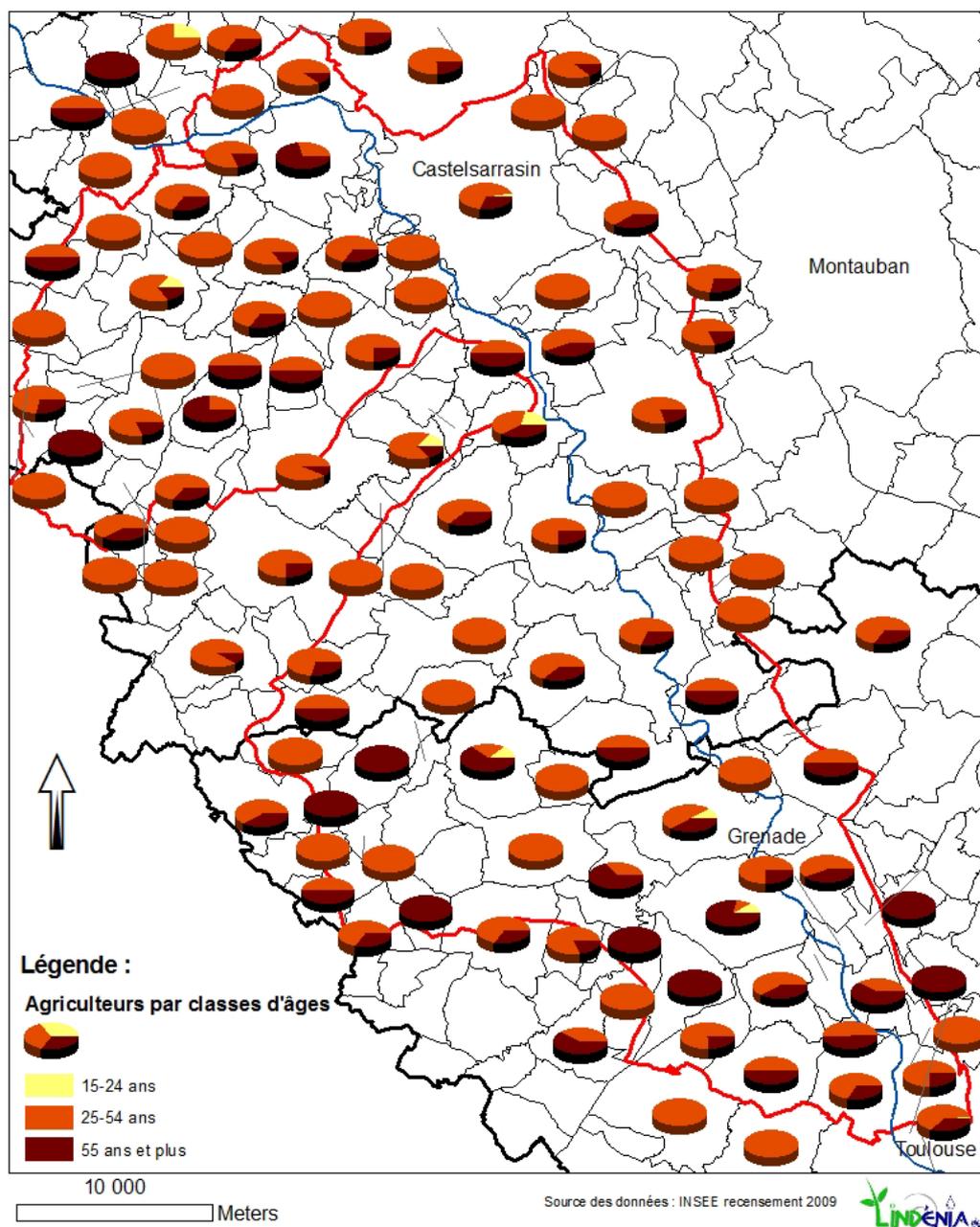
- **Le nombre d'exploitations agricoles** reste relativement élevé et bien distribué avec entre une dizaine et plusieurs d'exploitations par commune le long de la vallée, bien qu'avec parfois plusieurs exploitations en affermage cultivées par un même agriculteur :

Figure 33 : Répartition des établissements agricoles et sylvicoles sur le territoire TFE (2009)



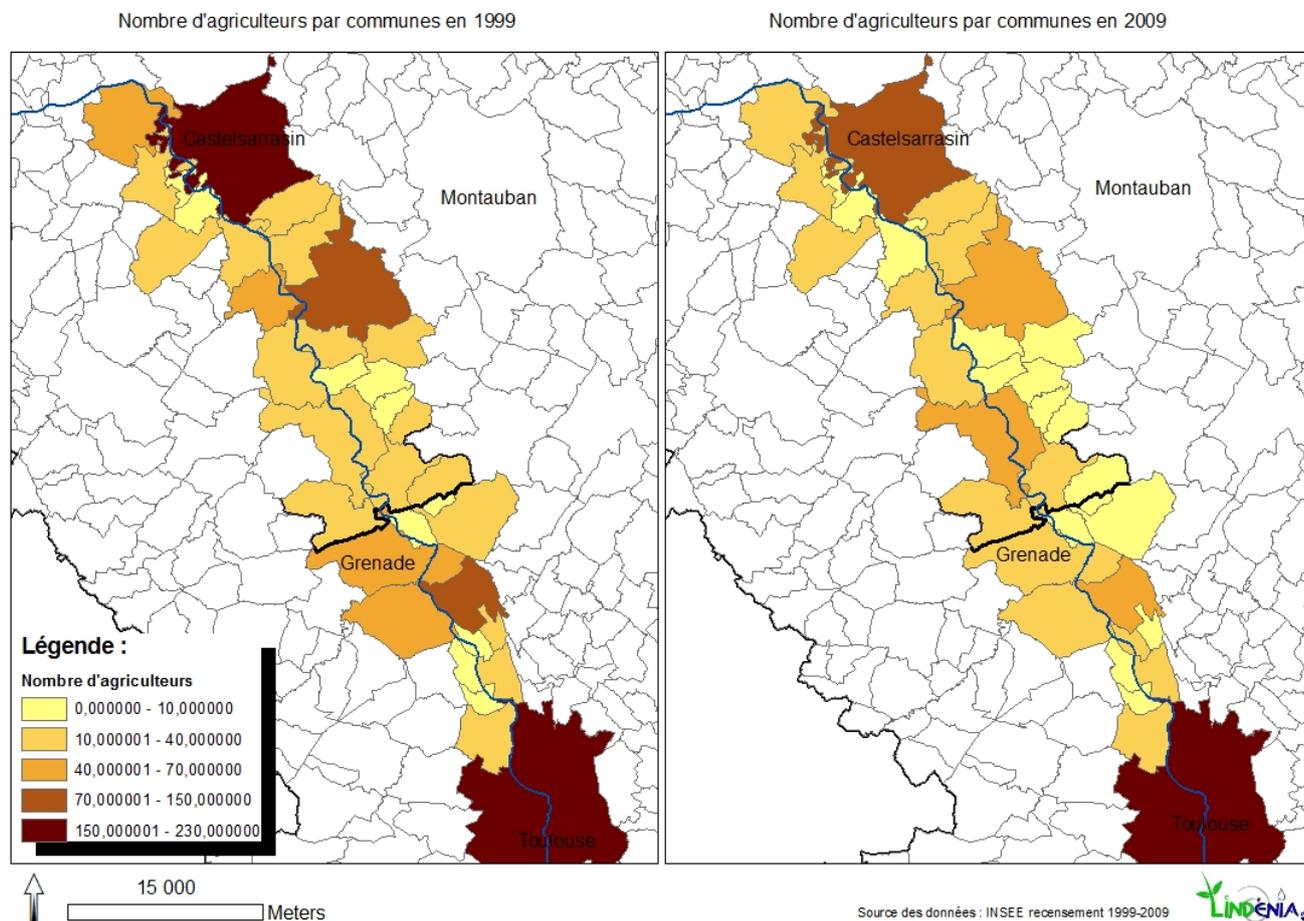
- **La moyenne d'âge des agriculteurs** de la vallée de Garonne reste assez peu élevée par rapport à d'autres régions marquées par la déprise agricole, mais aussi par rapport au secteur des coteaux en rive gauche de la Garonne. On note même une proportion pouvant atteindre 15 à 20 % de jeunes agriculteurs sur quelques communes de la vallée. Cette situation ne doit toutefois pas masquer le fait que la proportion d'agriculteurs ayant plus de 55 ans et donc proches de la retraite reste relativement élevée à l'échelle du territoire TFE, représentant souvent 25 à 50 % du nombre total d'exploitants. On note en outre que l'âge moyen de la population d'agriculteurs paraît la plus faible près des villes ou petites villes du territoire, en particulier autour de Castelsarrasin et Montech, en lien soit avec l'attractivité de la zone urbaine proche, soit avec le type d'exploitation en voie de développement (vergers) :

Figure 34 : Age des agriculteurs sur le territoire TFE (2009)



- Le nombre d'agriculteurs sur le territoire TFE (lus précisément le long de la Garonne) montre une tendance à la diminution sur la décennie 1999-2009 : la répartition du nombre d'agriculteurs le long de la vallée varie très peu et montre une tendance homogène à la baisse, à l'exception de la commune de Verdun-sur-Garonne.

Figure 35 : Evolution du nombre d'agriculteurs sur le territoire TFE (1999-2009)



1.4.3.4 Cas du tourisme

Le tourisme sur le territoire TFE bénéficie de trois atouts particuliers :

- Sa situation au carrefour d'importantes voies de communication, dont l'autoroute A62 reliant Toulouse à Bordeaux et à l'Ouest de la France, ainsi que l'A20 vers Paris ;
- Sa proximité aux villes de Toulouse, Montauban, Castelsarrasin, Moissac...
- Le contexte rural, la Garonne et son Canal (ainsi que l'Aveyron et le Tarn à proximité) favorable au tourisme vert en lien ou non avec la navigation de plaisance.

Le tourisme connaît un développement notable depuis quelques années, notamment pour les séjours de courte durée en lien avec le patrimoine historique, les villages typiques et les activités de loisirs autour de sites tels que la base de loisirs de Saint-Nicolas-de-la-Grave (activités nautiques, promenade, observatoire ornithologique...). La randonnée le long de la Garonne pourrait aussi servir de support à un développement de l'activité touristique.

Sur le Canal de Garonne, on note un trafic annuel de 500 à 600 bateaux ; les perspectives font état d'un possible doublement d'ici quelques années.

Plus généralement, il apparaît sur le territoire (et au-delà) un certain nombre de freins au développement touristique, dont :

- Un déficit probable de notoriété (à l'exception du Canal de Garonne) et peut-être d'image,
- Une offre hétérogène et peu structurée en termes de produits touristiques et d'hébergement,
- Une promotion insuffisamment ciblée avec une communication encore peu adaptée à l'éco-tourisme et à la recherche d'offres touristiques par internet (« e-tourisme »),
- Un manque de mise en réseau des acteurs du tourisme.

En ce qui concerne la navigation de plaisance sur le Canal de Garonne, une enquête de satisfaction menée en 2008 (un peu plus de 1 300 questionnaires distribués) montrent que 84% des plaisanciers louent leurs embarcations, généralement pendant une semaine. 70 % des plaisanciers naviguent durant la période juillet-août seulement. Environ un tiers seulement des plaisanciers sont français, venant de toute la France (seulement 37 % des nationaux sont du Sud-ouest). Il apparaît donc que le Canal de Garonne reste un atout attractif vers la région et motive le tourisme sur ce secteur.

1.4.4 Rôle social de la Garonne et activités de loisirs

La Garonne et l'eau en général jouent un rôle social important sur le territoire TFE.

En plus des activités socio-économiques qu'elle permet (pour l'agriculture, la production d'électricité nucléaire, l'activité industrielle et le tourisme), la Garonne remplit deux fonctions particulières au plan social :

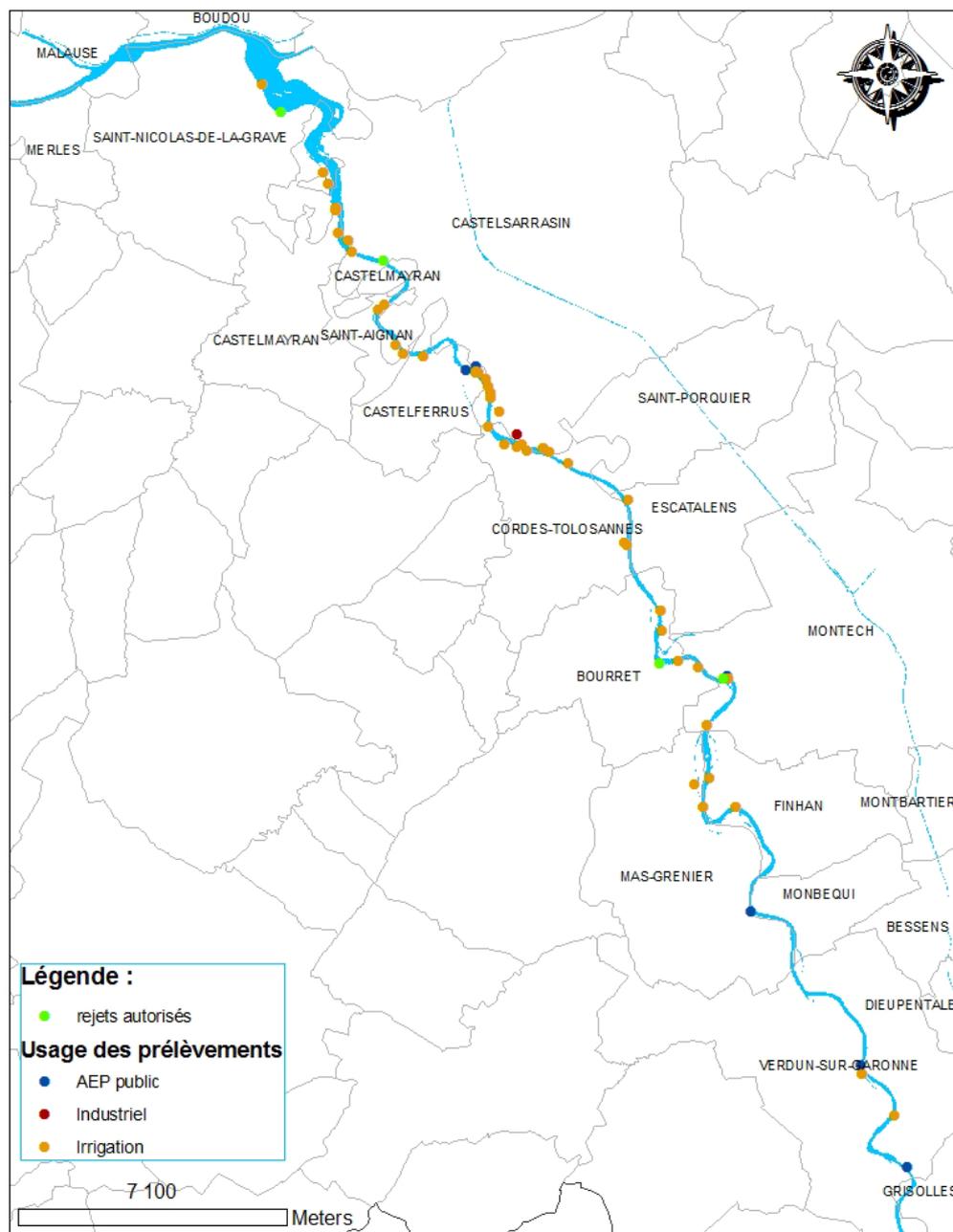
- Elle est la **source d'alimentation en eau** potable d'un vaste territoire mais sert aussi d'exutoire pour les systèmes d'assainissement. La carte ci-dessous à titre d'exemple la localisation des points autorisés pour des rejets d'eaux usées (traitées) et de prélèvements dans la Garonne pour des usages agricoles et industriels ou pour la production d'eau potable sur la partie du territoire TFE situé en Tarn-et-Garonne.
- La Garonne est un axe privilégié pour les **activités de loisirs**, telles que la promenade, la randonnée, la chasse au gibier d'eau, la pêche, la navigation en canoë, la découverte et l'observation de la nature... Le département de Tarn-et-Garonne développe un réseau de sentiers de randonnée le long de la Garonne, de même que Toulouse Métropole notamment sur le secteur de Fenouillet.

Par ailleurs, le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-La-Grave représente un site très particulier autour duquel se sont développées des activités de loisirs nautiques et terrestres, avec notamment la promenade à pieds ou en VTT, la baignade (en piscine), la pêche, le tir à l'arc, la promenade en bateau à moteur, en canoë-kayak, catamaran, petit voilier et planche à voile (avec des stages de voile), mais aussi un arboretum et un observatoire ornithologique.

Le Canal de Garonne constitue aussi un axe particulier pour les loisirs, avec la navigation de plaisance mais aussi la promenade à pied ou à vélo, ainsi que la pêche.

La Garonne comme le Canal de Garonne constituent donc deux axes importants contribuant à la fois à assurer du lien social entre les habitants du territoire, à maintenir la qualité du cadre de vie et à marquer l'identité de la vallée.

Figure 36 : Usages de l'eau de Garonne sur le territoire TFE en Tarn-et-Garonne



Par ailleurs, la Garonne avec ses annexes hydrauliques (mais aussi le Canal de Garonne) comporte sur le territoire TFE un nombre élevé de **zones humides**, qui ont également une fonction sociale importante, notamment pour leur effet sur l'épuration des eaux (et la préservation de la ressource), sur la diversité des paysages, sur le maintien d'une faune terrestre et aquatique permettant la chasse et la pêche, ainsi que sur l'inspiration d'artistes et de photographes.

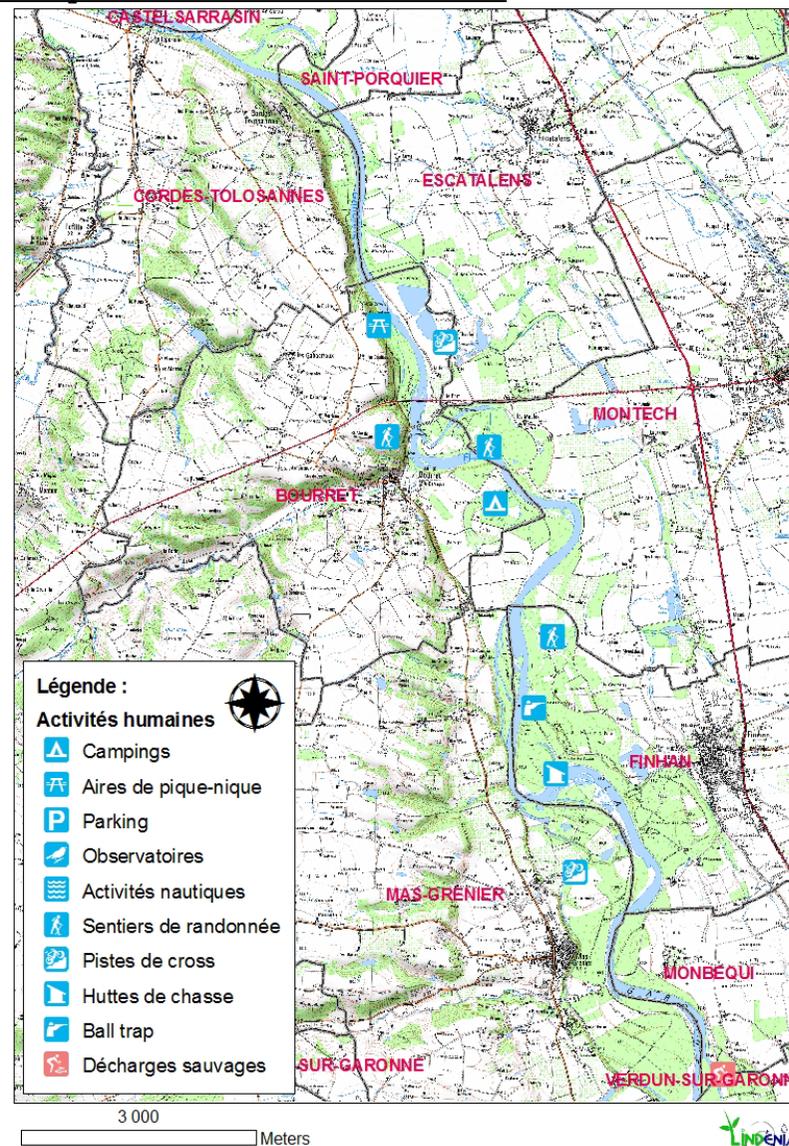
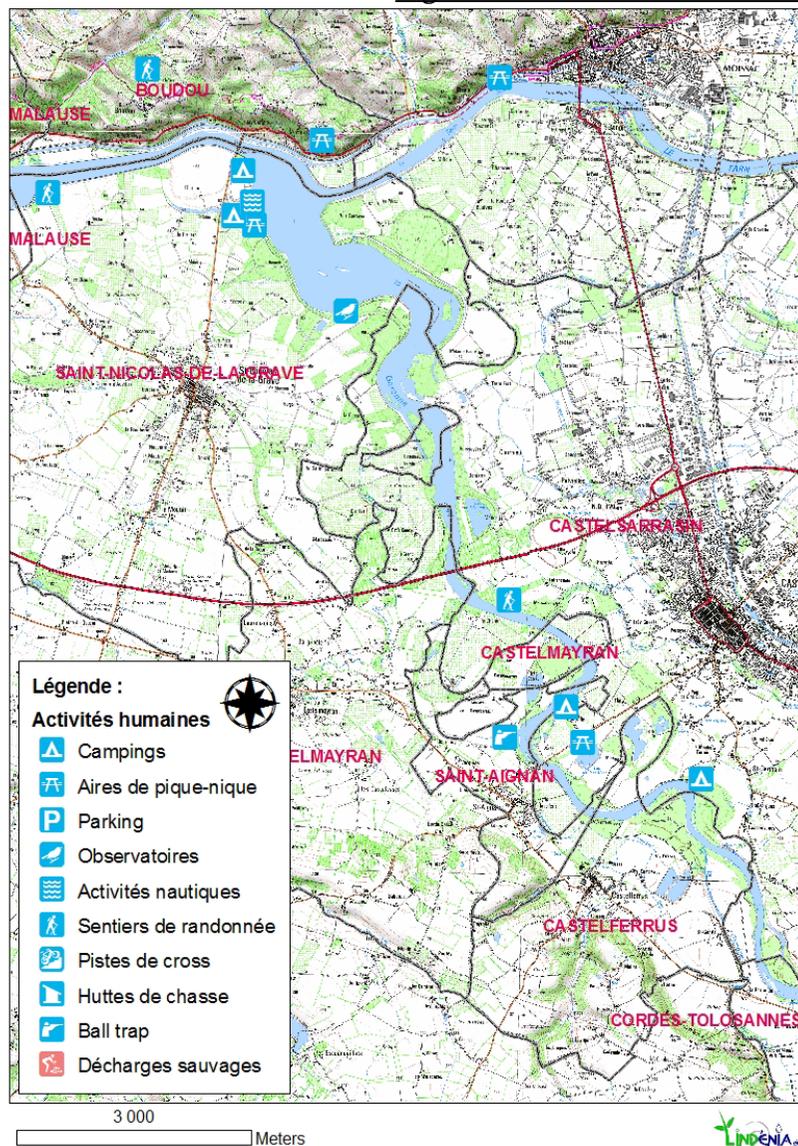
Les bords de Garonne sont aussi un site, ou plutôt un ensemble de sites très fréquentés par les populations riveraines, pour la promenade, la chasse, la pêche... Cet accès à la Garonne n'est pas vraiment contrôlé et les sites effectivement aménagés pour l'accueil du public sont assez peu nombreux : il s'agit de la base nautique de Saint-Nicolas-de-La-Grave et de petits « parcs urbains », c'est-à-dire des espaces près de zones urbaines sur lesquelles les

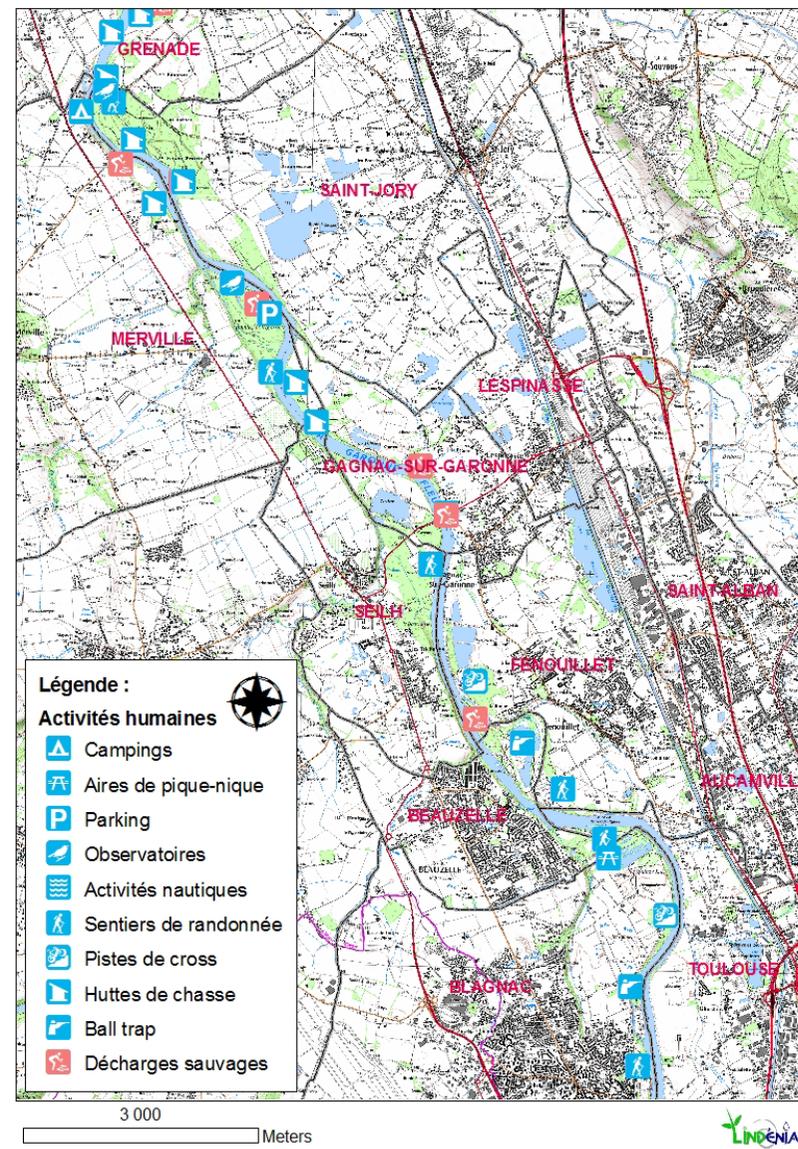
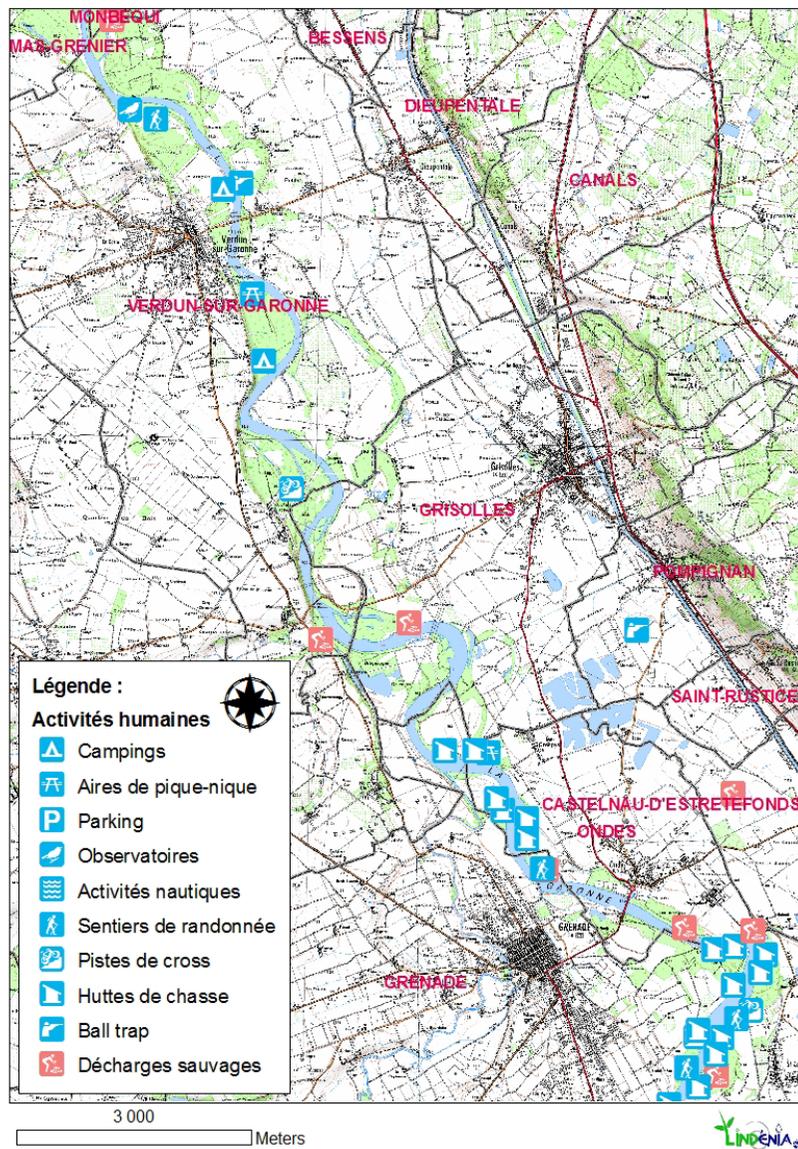
collectivités effectuent un entretien qui s'apparente à du « jardinage ». On note aussi des accès par des chemins ruraux ou de chemins d'exploitation, plus ou moins faciles à pratiquer et que les exploitants barrent parfois pour éviter le passage répété d'engins à moteurs. La contrepartie est la présence de décharge sauvage en bords de Garonne...

En ce qui concerne la randonnée le long du fleuve, le Conseil Général de Tarn-et-Garonne et la Communauté Urbaine de Toulouse Métropole travaillent à la mise en place de parcours et de boucles. En Tarn-et-Garonne, il s'agit d'un itinéraire longeant la Garonne par la rive droite entre Grisolles et Verdun-sur-Garonne, sur les deux berges de Verdun-sur-Garonne au pont de Coudol en aval de la base de loisirs de Saint-Nicolas-de-la-Grave (sauf entre Belleperche et Castelferrus, du fait de l'absence de pont sur la Gimone en longeant la Garonne), plusieurs boucles locales se connectant à ce sentier principal.

Les cartes suivantes localisent les sites sur lesquels ont été observés une fréquentation régulière par les riverains et les sites dédiés à des activités de loisirs.

Figure 37 : Sites d'activités de loisirs et de fréquentation des bords de Garonne





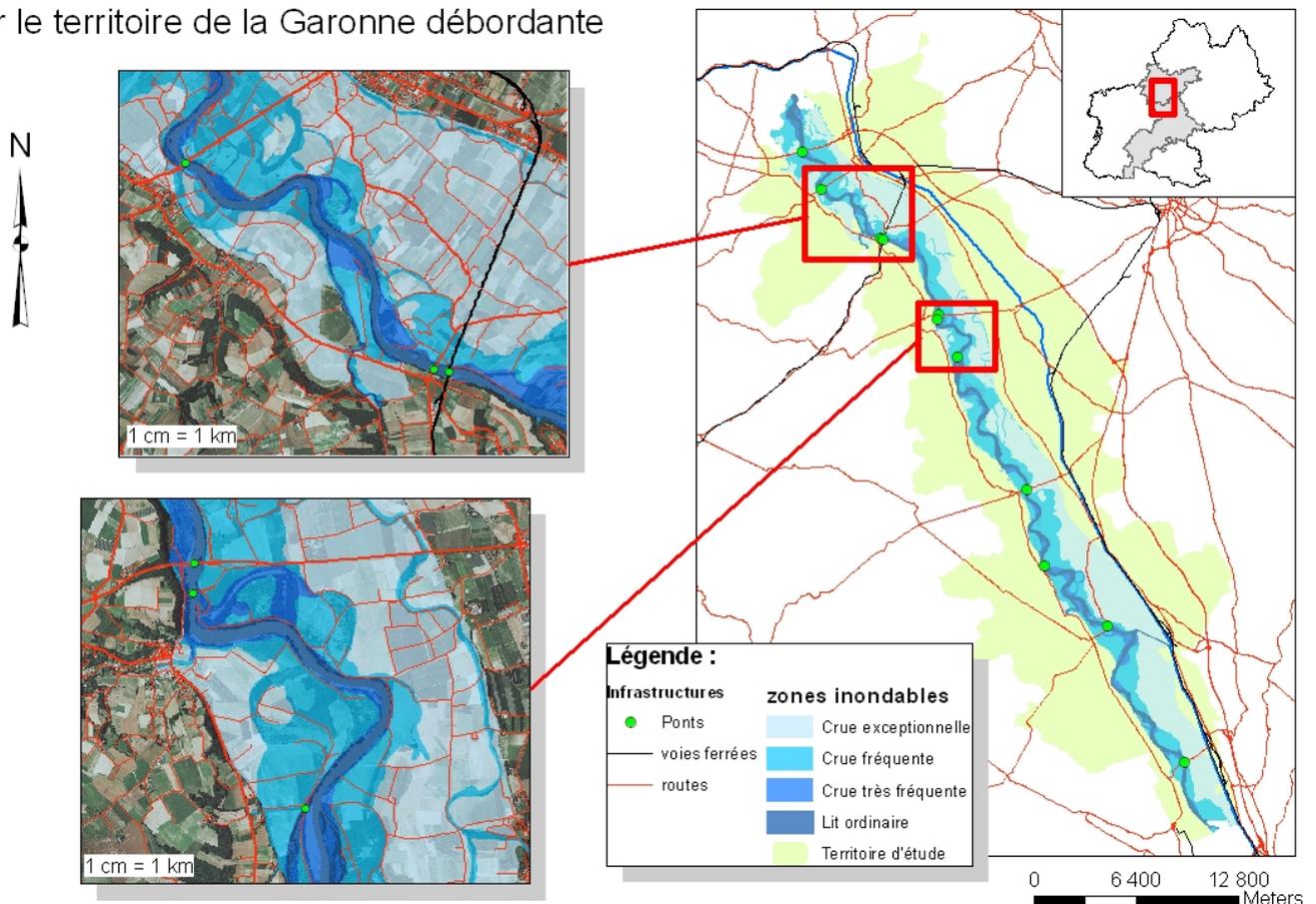
1.4.5 Voies de communication dans la vallée de Garonne

Enfin, on note que la vallée de la Garonne constitue un couloir historique des implantations des communautés humaines et de déplacement à des fins de commerce notamment. Outre la voie ferrée et les deux grandes routes nationales (RN 113 et RN 20) vers Bordeaux et vers Paris, on note dans la vallée des infrastructures plus récentes, en particulier les autoroutes A62 et A20, ainsi que le projet de Ligne à Grande Vitesse du Sud Ouest.

La carte suivante montre à titre d'exemple la densité des voies de communication développées dans la vallée, la localisation des ponts sur la Garonne et deux zooms sur les secteurs de Castelferrus et de Bourret pour illustrer la densité des réseaux locaux de routes et de chemins.

Figure 38 : Densité du réseau de voies de communication sur le territoire TFE

Infrastructures et franchissements de la Garonne
sur le territoire de la Garonne débordante

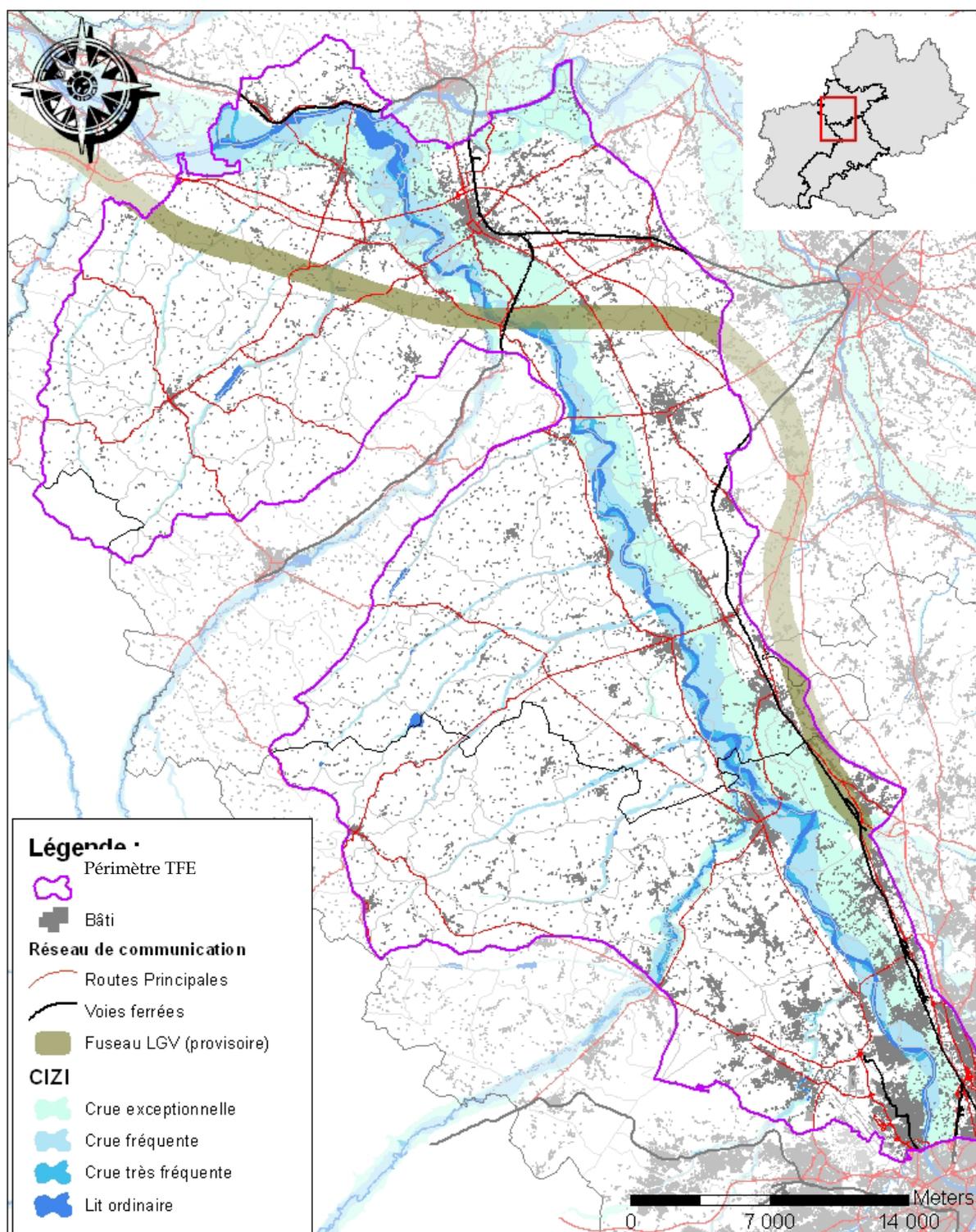


Concernant la LGV entre Bordeaux et Toulouse, le fuseau envisagé concerne le territoire TFE avec un franchissement de la vallée (et du Canal de Garonne) sur le secteur de Castelferrus et Cordes-Tolosannes, puis sur le secteur d'Ondes et Castelnau d'Estrétefonds : les cartes du tracé envisagé en octobre 2012 sont reproduites en Annexe 1 pour les deux secteurs touchant la vallée de la Garonne sur le territoire TFE.

La figure reportée en page suivante montre le fuseau d'étude pour cette ligne à grande vitesse, mais aussi les voies ferrées et les route principales sur le territoire TFE. Cette figure montre également l'extension des zones inondables (selon la Cartographie Informatique des

Zones Inondables) et la localisation des zones bâties, c'est-à-dire les villes, les villages, les hameaux et les fermes sur l'ensemble du territoire.

Figure 39 : Principales infrastructures et répartition du bâti sur le territoire TFE



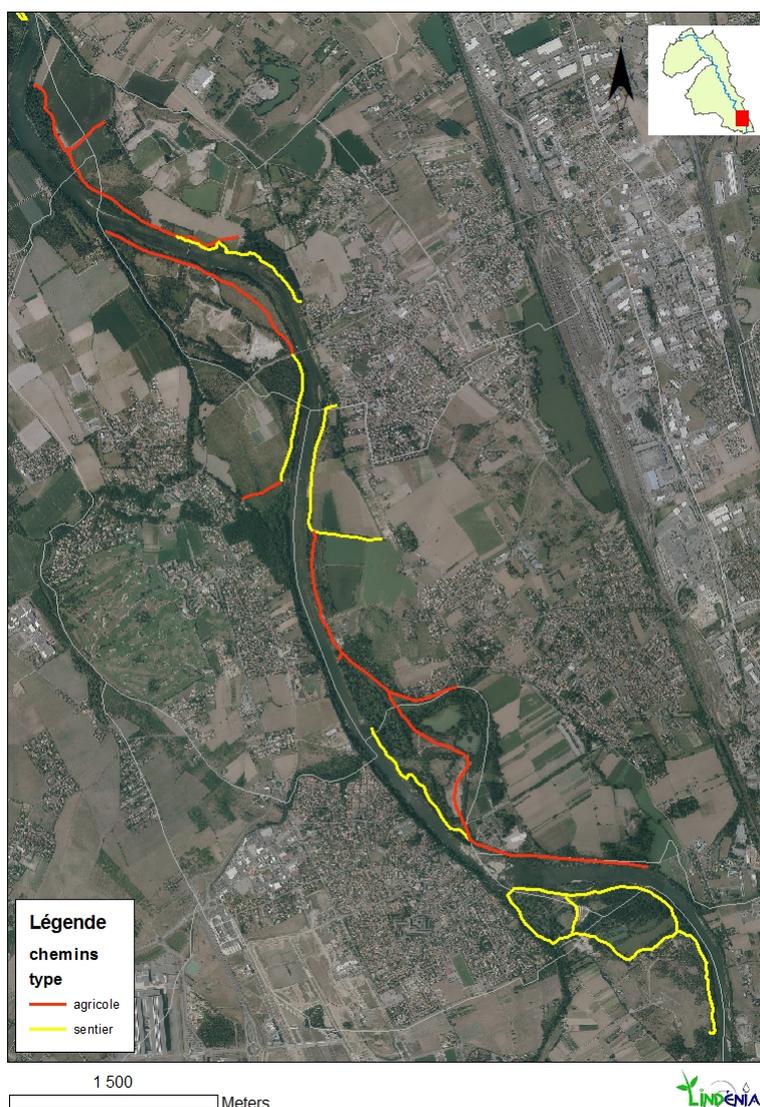
En outre, deux nouveaux franchissements sont envisagés par le Conseil Général de la Haute-Garonne (par une voie nouvelle entre la RD 2 à Merville et l'échangeur autoroutier de Saint-Jory) et par la Communauté Urbaine de Toulouse Métropole (sur le secteur de Seilh et Beauzelle) : une réflexion est en cours pour fusionner ces projets...

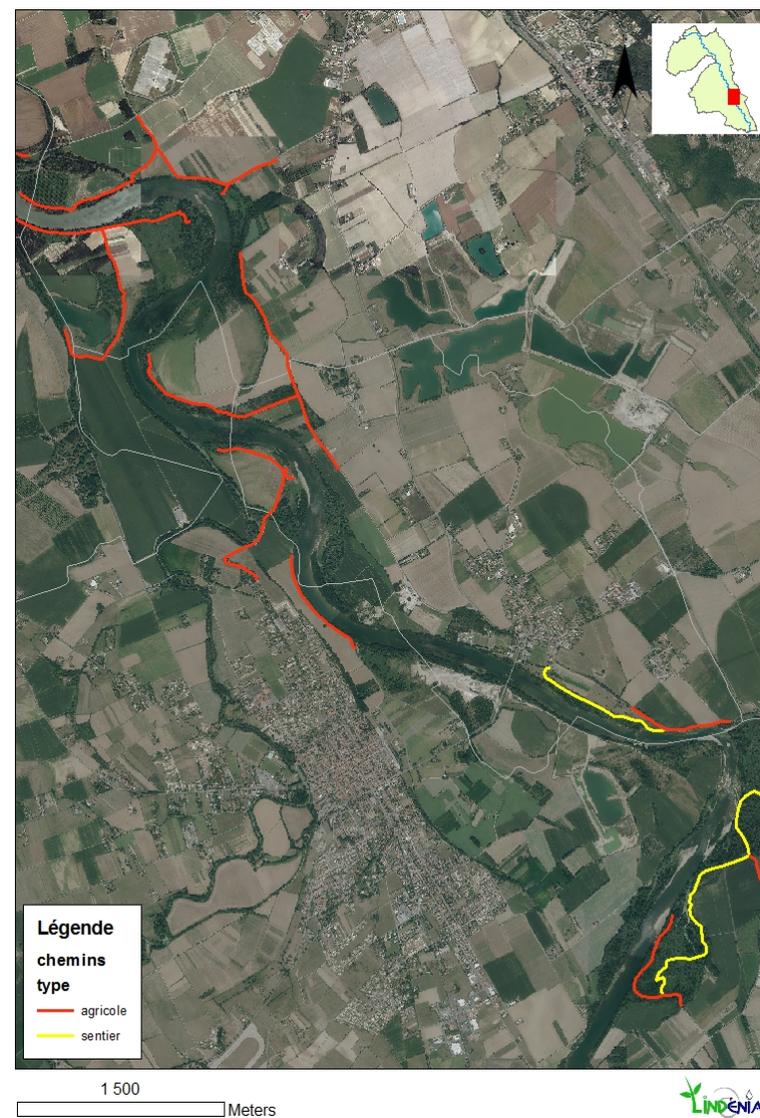
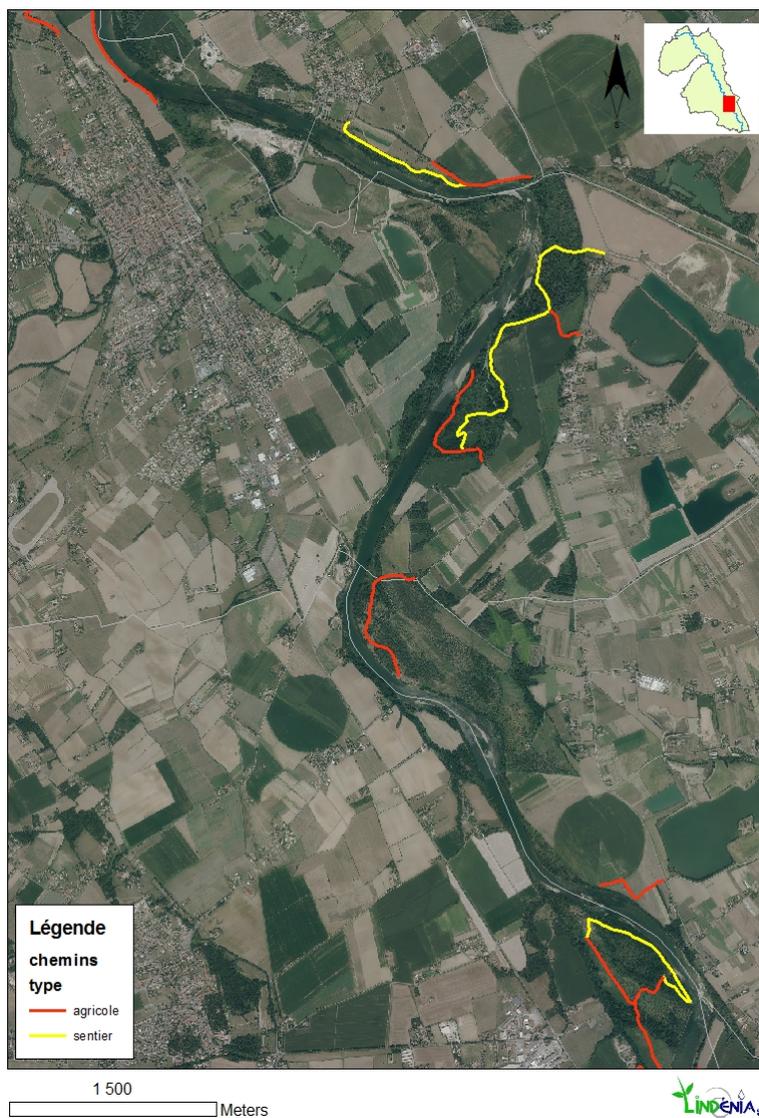
1.4.6 Accessibilité des bords de Garonne

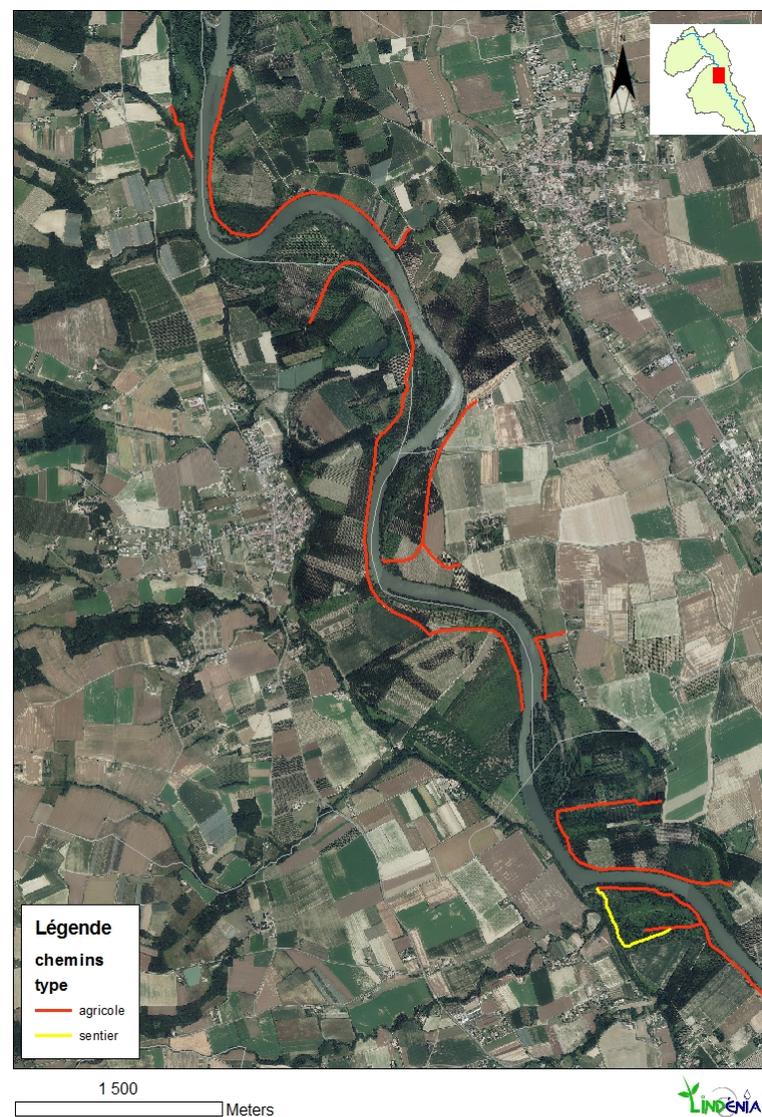
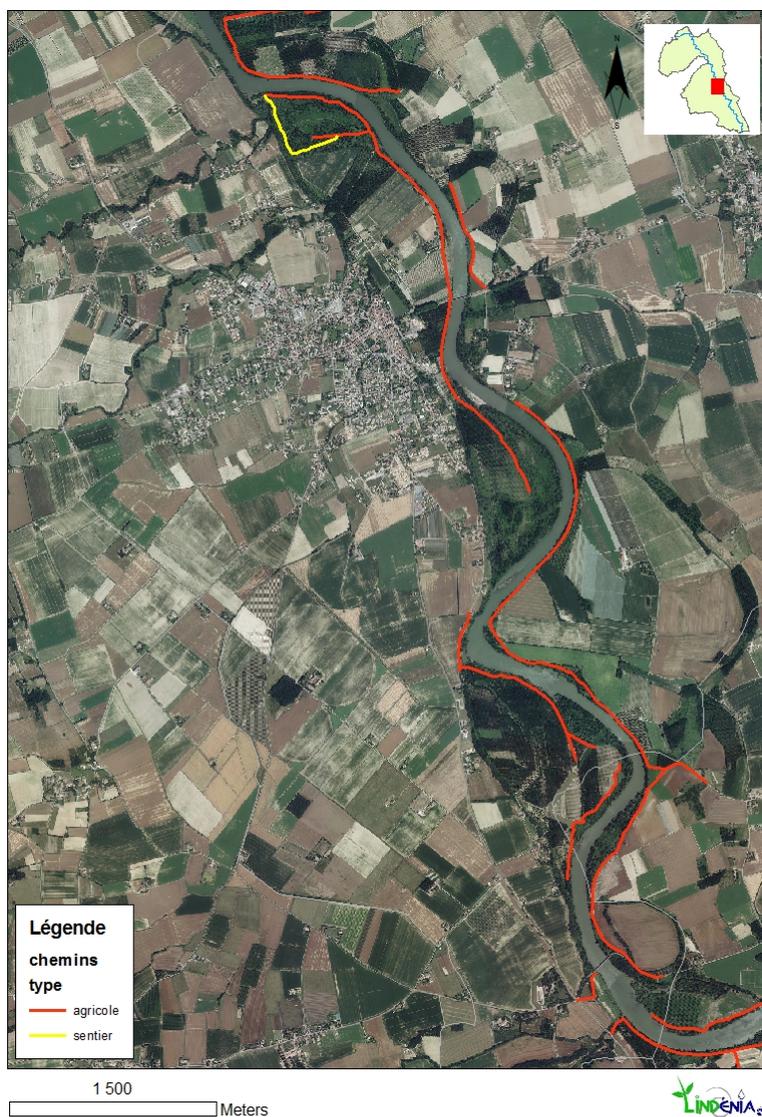
La question de l'accessibilité des bords de Garonne se pose en considérant que :

- Les berges du fleuve sont en forte majorité occupées par une végétation dense voire très dense qui ne correspond souvent pas à une ripisylve naturelle et équilibré, mais plutôt à un embroussaillage dominé par des ronciers ou des fourrés épais, résultat d'une végétation spontanée qui s'est mise en place après des opérations de coupe à blanc ou de défrichement. L'accès au cours d'eau est alors difficile et ne se fait que par l'intermédiaire de quelques fenêtres, sans permettre un cheminement duquel l'eau est visible. La présence de carapace en enrochements au détriment de la ripisylve a aussi favorisé cette situation, avec de plus une berge perchée et fortement pentue par rapport au lit de la Garonne qui rend difficile l'accès à l'eau.
- Les voies d'accès à la Garonne depuis le réseau routier principal et les zones urbaines, malgré un maillage dense de chemins sur certains secteurs, apparaissent en fait en nombre limité. Des investigations de terrain permettent de répertorier ces voies d'accès et de les classer en deux catégories selon leur niveau de difficulté de circulation, en fonction de leur nature, de leur état et d'obstacles éventuels :

Figure 40 : Chemins d'accès aux bords de Garonne sur le territoire TFE (source : Lindénia)



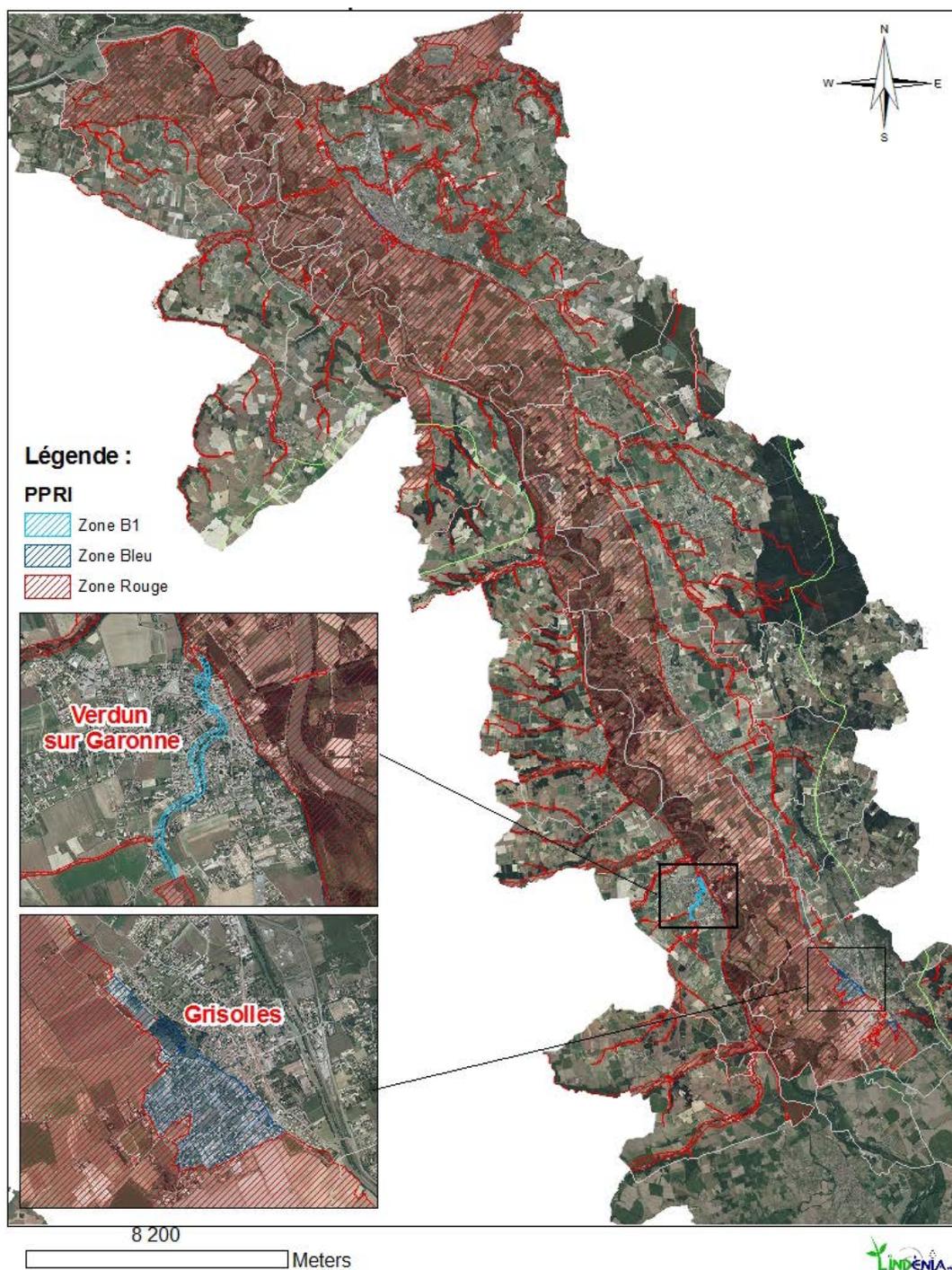




1.4.7 Urbanisme et logement

Sur la totalité du territoire TFE, les Plans de Prévention des Risques « Inondation » (PPRi) ont été élaborés et réglementent strictement l'urbanisation dans les zones inondables de la Garonne débordante. La carte suivante synthétise le zonage réglementaire des PPRi des communes riveraines de la Garonne dans le département de Tarn et Garonne :

Figure 41 : Zonage réglementaire des PPRi sur le territoire TFE en Tarn-et-Garonne

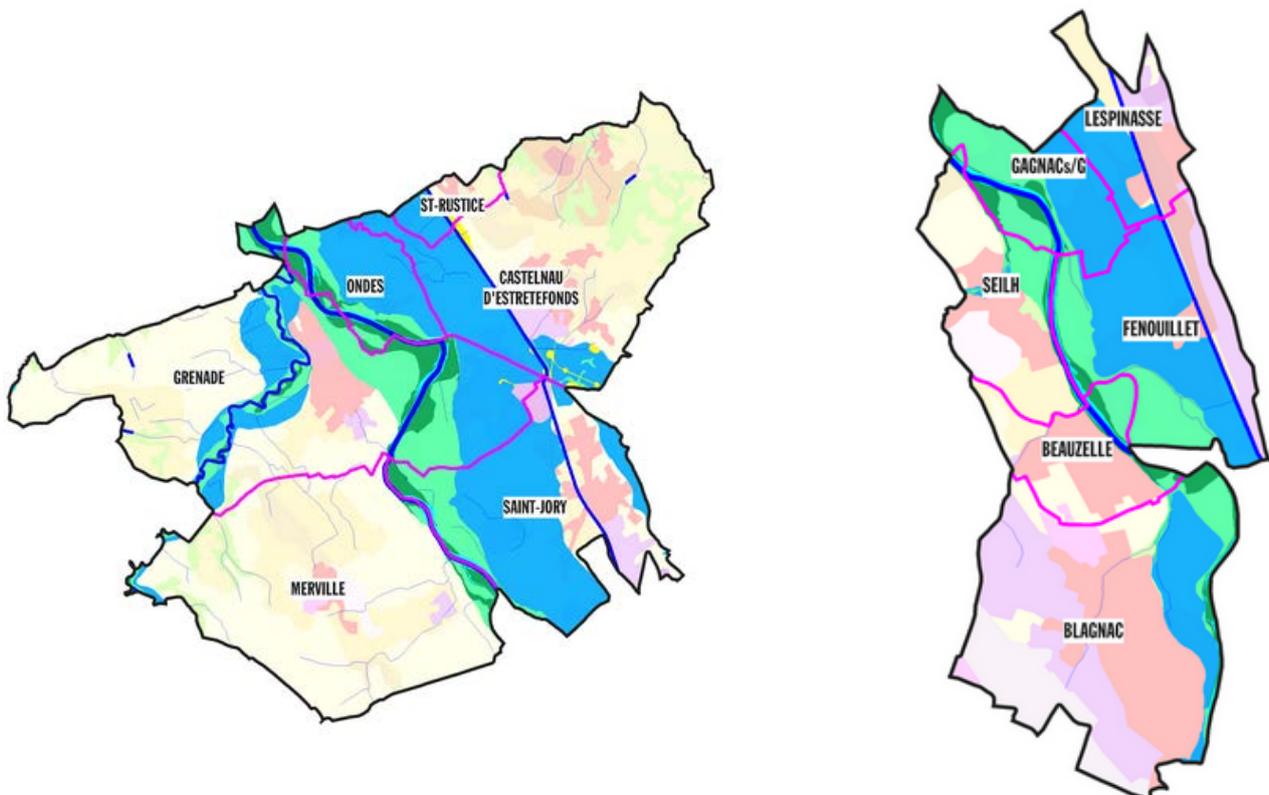


En Tarn-et-Garonne, les PPRi classent en zone rouge (inconstructibles, sauf exceptions pour des équipements publics sur justification) la totalité des zones inondables de la Garonne et de ses affluents, à l'exception d'un corridor le long d'un ruisseau temporaire qui traverse Verdun-sur-Garonne (en zone B1) et du secteur Sud-Ouest de la zone urbaine de Grisolles où sont déjà implantés des équipements publics (gymnase, stade, collège...) et un habitat résidentiel peu dense, le règlement autorisant des constructions sous prescriptions et sous réserve de mise en œuvre de dispositions constructives strictes.

Une démarche similaire a été faite en Haute-Garonne le long de la Garonne sur le territoire TFE. Les PPRi ont été prescrits le long du fleuve en regroupant les communes par secteurs géographiques, dont :

- Le PPRi Garonne-Nord, approuvé le 29 juillet 2005 pour les communes de Grenade (et Saint-Caprais), Merville, Ondes, Saint-Jory, approuvé le 12 juillet 2006 pour la commune de Saint-Rustice et approuvé le 20 décembre 2007 pour la commune de Castelnaud d'Estrétefonds.
- Le PPRi Garonne aval, approuvé le 15 octobre 2007 pour les communes de Beauzelle, Blagnac, Fenouillet, Gagnac-sur-Garonne, Lespinasse et Seilh.
- Le PPRi de Toulouse a été approuvé le 20 décembre 2011.

Figure 42 : Communes de Haute-Garonne couvertes par des PPRi sur le territoire TFE



Les cartes d'aléa, de vulnérabilité et de zonage réglementaire sont consultables par le lien suivant : <http://www.haute-garonne.equipement-agriculture.gouv.fr/plans-de-prevention-des-risques-r3446.html>.

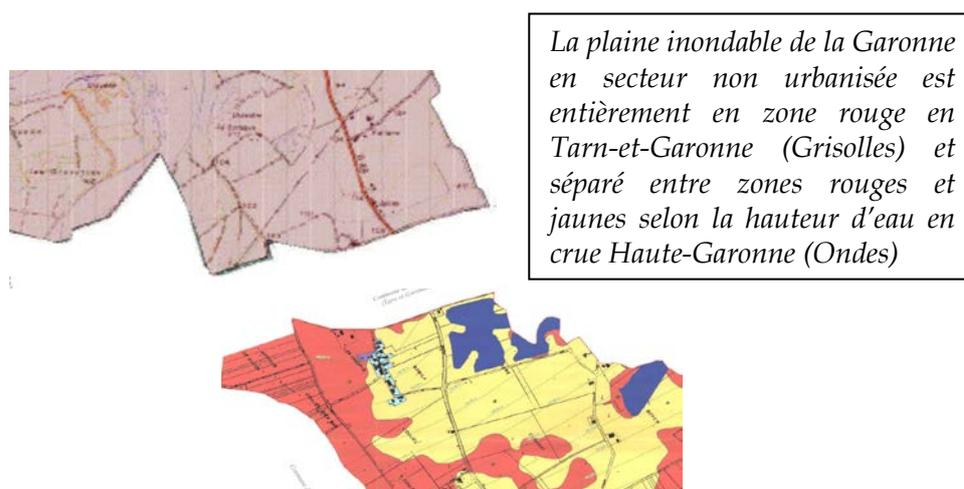
Les PPRi sont prescrits et approuvés par les Préfets, et l'élaboration des documents se fait sous le contrôle des services de l'Etat dans chaque département : les méthodes d'élaboration des cartes et du règlement de chaque PPR est donc susceptible de comporter des différences entre communes riveraines situées de part et d'autre d'une limite départementale. De même, dans un même département, la nature et la définition des zones réglementaires a plusieurs fois évolué depuis 1995 de sorte que les cartes de zonage réglementaire de deux communes voisines peuvent utiliser des notions (et des couleurs de zones) différentes selon la date d'approbation de leurs PPRi. En outre, selon les documents disponibles et les moyens attribués (en termes d'études et de travaux topographiques), la précision dans le calcul des hauteurs d'eau peut varier sur un même secteur couvrant deux communes voisines.

On note ainsi que les PPRi des communes d'Ondes (en Haute-Garonne) et de Grisolles (en Tarn-et-Garonne) ont été élaborés en considérant des cartes d'aléas homogènes sur le secteur mais ont conduit à des cartes de zonage réglementaire différentes au niveau de la limite communale :

- Les PPRi en Tarn-et-Garonne utilisent depuis une dizaine d'années seulement deux couleurs : le bleu pour les zones urbaines faiblement inondées par la crue de référence, et le rouge pour les autres secteurs, y compris des zones peu vulnérable et faiblement inondables mais qui jouent un rôle d'expansion des crues. Pour mémoire, les PPRi en 2000 utilisaient un zonage réglementaire selon quatre couleurs (et quatre types de zones).
- Les PPRi en Haute-Garonne élaborés récemment utilisent généralement un zonage selon quatre catégories : une zone rouge pour les zones non urbanisées en aléas fort, une zone bleue pour les secteurs urbains denses en aléa faible ou moyen, une zone violette pour les zones urbaines denses en aléa fort et une zone jaune pour les secteurs sans urbanisation dense et en aléa faible à moyen.

Cette différence de classification réglementaire explique les apparentes discontinuités à la limite entre Ondes et Grisolles notamment :

Figure 43 : Zonage des PPRi d'Ondes et Grisolles à la limite intercommunale

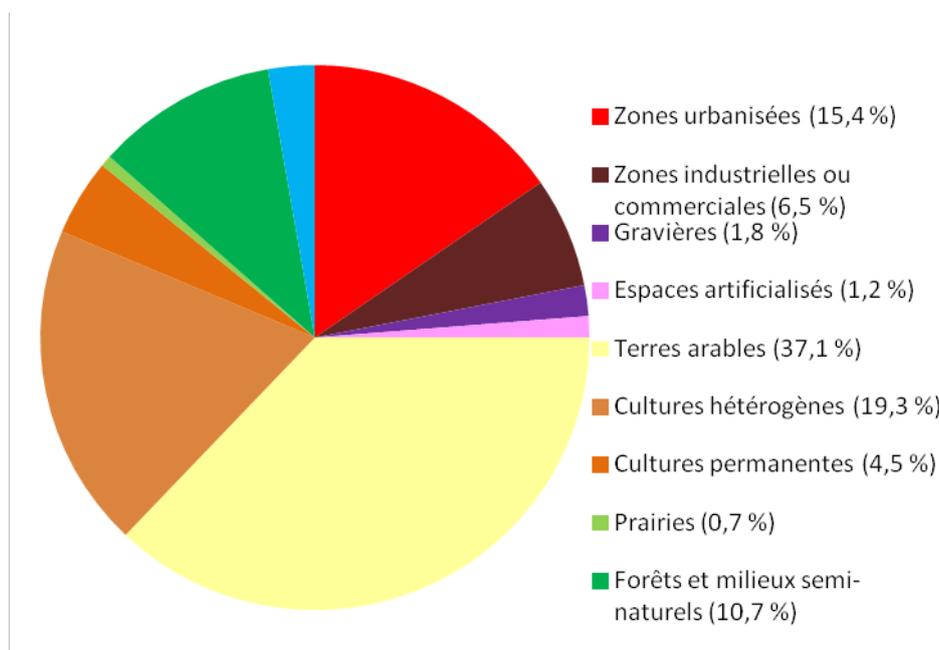


Du fait de la réglementation de l'urbanisation en zone inondable sur la totalité de la plaine en territoire TFE, les développements de l'habitat comme de zones d'activités ou d'équipements dans la plaine inondable de la Garonne seront quasiment impossibles à l'avenir ; les documents d'urbanisme (qui intègrent de fait les PPRi) interdisent en outre les aménagements en zones inondables pouvant générer un impact hydraulique lors de crues, en particulier les remblais, sauf si des aménagements adaptés sont mis en place pour annuler les impacts négatifs et si une étude hydraulique détaillée prouve que l'impact résiduel est nul ou acceptable. Cette règle concerne notamment les gravières dans la plaine inondable.

En ce qui concerne l'utilisation des sols, les documents d'urbanisme prévoient d'une manière générale une préservation des espaces agricoles et des milieux naturels et excluent les développements urbains en zone inondables, maintenant la distribution actuelle en termes d'occupation des sols sur le territoire TFE.

Le diagramme suivant rappelle cette distribution :

Figure 44 : Distribution de l'occupation des sols sur le territoire TFE

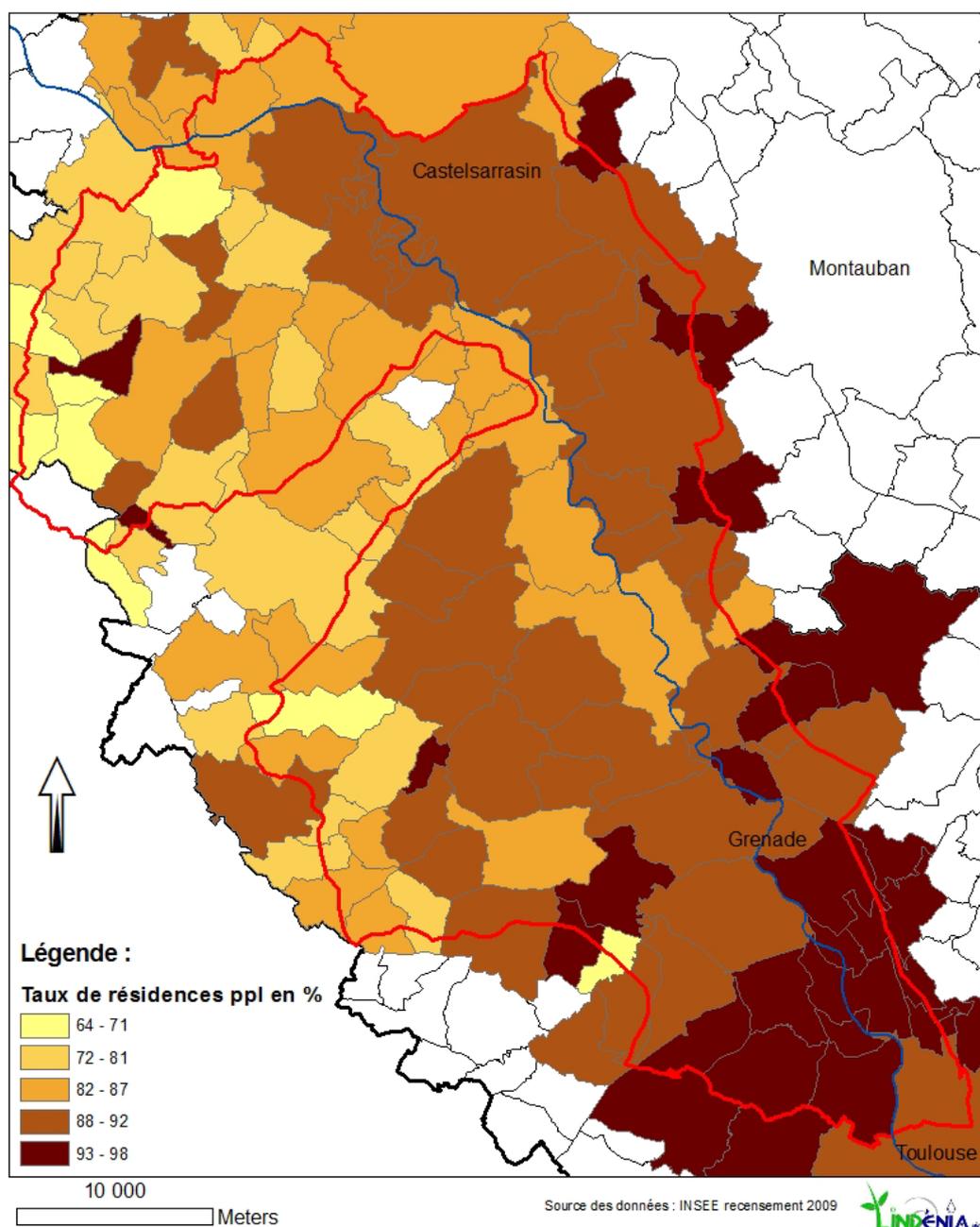


Les terres arables, les cultures hétérogènes et les cultures permanentes constituent les espaces agricoles du territoire et représentent un peu plus de 60 % du territoire ; les espaces boisés et les rares prairies représentent environ 11 % de ce territoire. Ce graphique traduit aussi un taux d'urbanisation assez élevé (un peu plus de 20 %), ceci de manière très discontinue. Cette distribution n'est toutefois pas homogène, avec une forte proportion de zone urbanisée proche de Toulouse.

En ce qui concerne la structure actuelle du logement, on relève un taux très fort sur l'agglomération toulousaine et un taux fort et homogène le long de la vallée de la Garonne. On note cependant un taux moyen sur des communes situées au « centre » du territoire sur la rive gauche du fleuve (et sur les coteaux loin de la Garonne), plus

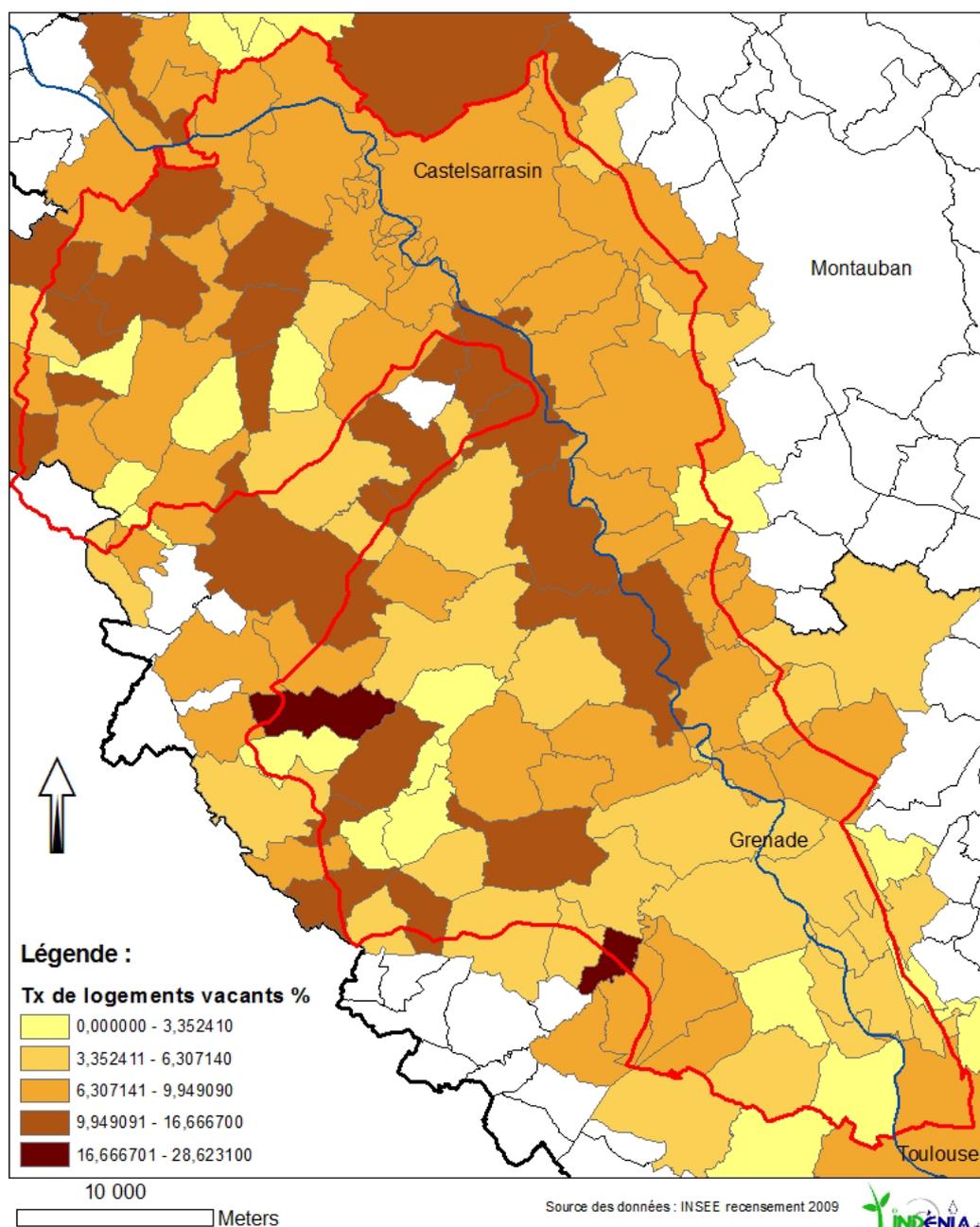
précisément au niveau de Verdun-sur-Garonne, Mas Grenier, Bourret et Cordes-Tolosannes. Cette situation semble montrer une attractivité un peu moindre de ces communes pour l'installation de jeunes ménages du fait de leur éloignement relatif aux grands axes de communication de la vallée...

Figure 45 : Taux de résidences principales sur les communes du territoire TFE



A l'opposé, on observe peu de logements vacants (environ 8 %) en rive droite de la Garonne et près des pôles urbains, alors que les taux sont plus élevés (de l'ordre de 20 %) en rive gauche du fleuve au « centre » du territoire :

Figure 46 : Taux de logements vacants sur les communes du territoire TFE



Le taux de résidences secondaires reste globalement faible à très faible sur la vallée (entre 0 et 4 % du parc de logements), et n'atteint des valeurs de 10 à 15 % que dans les coteaux gersois assez loin de la Garonne.

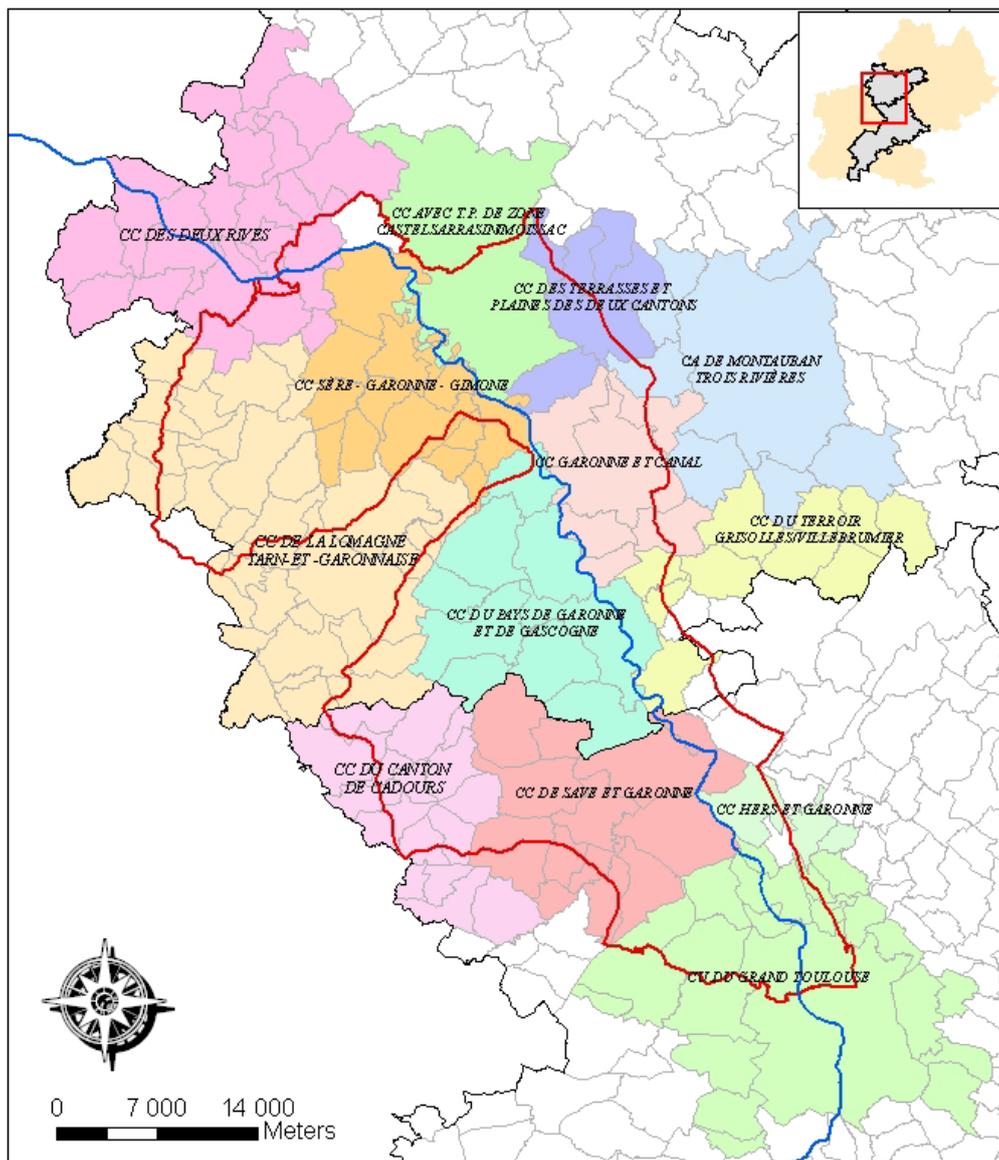
1.5 Gouvernance du territoire

1.5.1 Structures intercommunales

Le territoire TFE (du moins la vallée de la Garonne) recoupe neuf Etablissements Publics de Coopération Intercommunale :

- La Communauté Urbaine de Toulouse Métropole (Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse jusqu'en 2011), les Communautés de Commune Hers et Garonne, Save et Garonne en Haute-Garonne ;
- Les Communautés de Communes du Pays de Garonne et de Gascogne, du terroir de Grisolle/Villebrumier, Garonne et Canal, Sère-Garonne-Gimone, des Terrasses et Plaines des deux Cantons, de Castelsarrasin/Moissac en Tarn-et-Garonne.

Figure 47 : Etablissements Publics de Coopération Intercommunale du territoire TFE



On note au passage à quel point la Garonne marque le territoire en se retrouvant dans les noms de communes mais aussi des intercommunalités.

1.5.2 Autres acteurs institutionnels du territoire et cadre juridique

Si les communes ou les EPCI ont des compétences (facultatives pour les EPCI) en termes d'environnement en général, la gestion de l'eau et des milieux aquatiques est une problématique complexe et transversale dans laquelle intervient de nombreux acteurs.

Alors que le fleuve dans son ensemble était autrefois « géré » et aménagé par l'Etat, les services déconcentrés au niveau départemental ou régional ont aujourd'hui surtout des missions régaliennes, au profit d'autres acteurs locaux (communes, départements et régions) plus fortement impliqués dans les projets de gestion de ces milieux. Les principaux acteurs de l'eau et de milieux aquatiques sur le territoire TFE sont aujourd'hui les suivants :

Tableau 13 : Acteurs de l'eau et des milieux aquatiques sur le territoire TFE

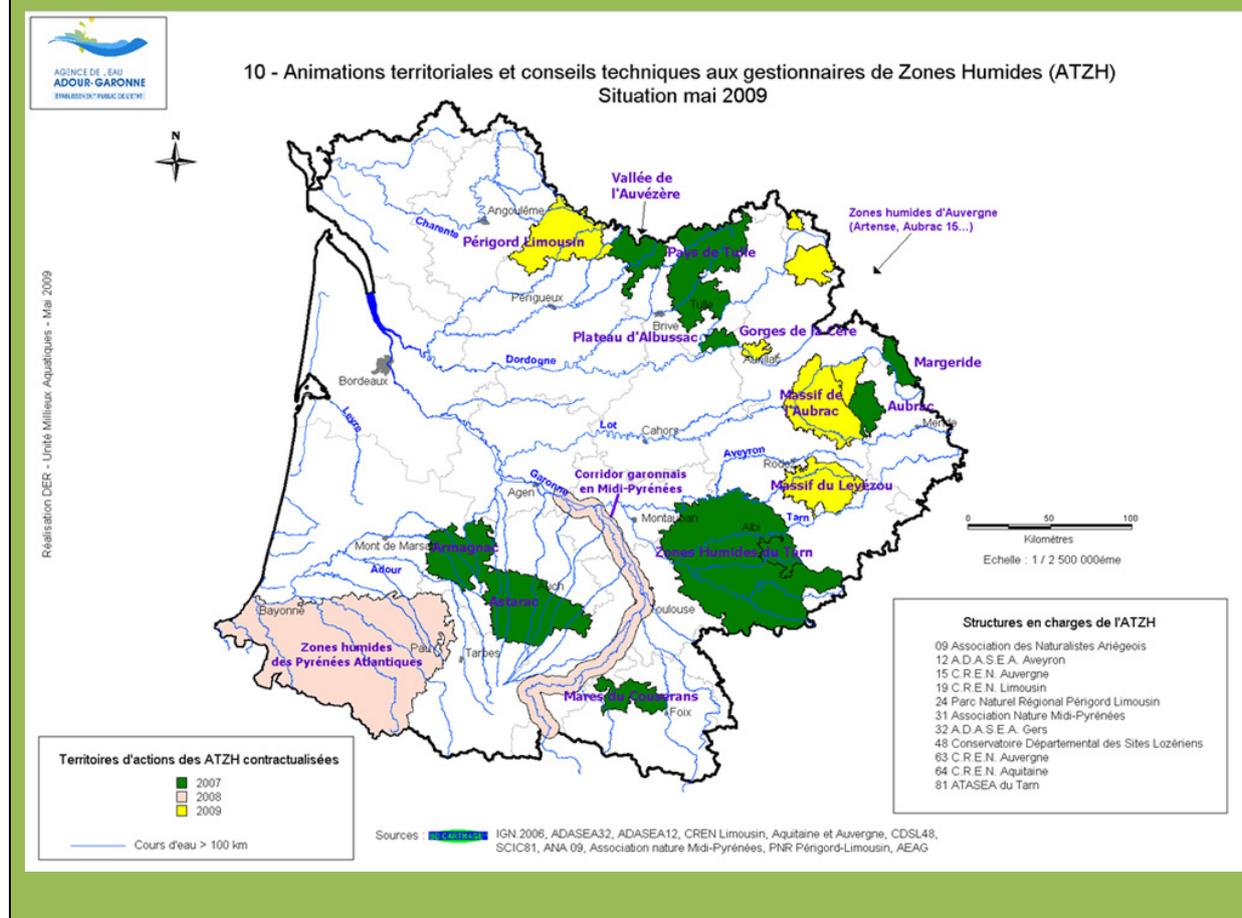
Acteur	Missions, prérogatives, actions
Etat : Préfet et DDT	Police de l'eau, délivrance d'autorisation de prélèvements, d'exploitation de carrière..., mise en place de mesures de restrictions d'usages de l'eau en période de crise (étiage très sévère), maîtrise d'œuvre et gestion du domaine public fluvial
Etat : DREAL	Autorité environnementale (missions régaliennes) pour les milieux naturels et la sécurité publique au regard des risques naturels et technologiques, suivi qualitatif et quantitatif des eaux
Etat : ARS	Suivi et contrôle de la qualité de l'eau potable, instruction des dossiers de périmètres de protection de captages...
Etat : VNF	Gestion du Canal de Garonne (prélèvement, ouvrages, travaux d'entretien...)
Agence de l'Eau Adour-Garonne	Elaboration du SDAGE, appui technique et financier aux projets participant à la mise en œuvre du SDAGE
SMEAG (EPTB Garonne)	Représentant des collectivités territoriales de la Garonne, gestion des étiages (hors crises), maître d'ouvrage d'études, schémas directeurs et projets de restauration, préservation et valorisation de la Garonne et des milieux aquatiques associés
Départements (31 et 82)	Maître d'ouvrage d'Espaces Naturels Sensibles et de projet de protection et de valorisation de l'environnement (chemins de randonnées, entretien de sites, contrôle de la qualité d'eau...)
ONEMA et Fédération Départementale de Pêche	Gestion de la pêche et des milieux aquatiques (études, suivi, réglementation de la pêche), police de l'eau d'interventions
EPCI et / ou communes	Maître d'ouvrage (délégué ou non) de projets d'aménagement, de préservation, de restauration et de valorisation d'espaces naturels le long de la Garonne, gestion de l'urbanisme, développement économique, salubrité, santé et sécurité publique
Syndicat intercommunaux d'eau et / ou d'assainissement	Prélèvements, traitement éventuel et distribution d'eau potable ou d'irrigation et/ou collecte et traitement d'eaux usées

Dans ce cadre, les EPCI, les communes et les syndicats intercommunaux (et éventuellement les particuliers) peuvent recevoir l'aide technique et/ou financière de partenaires sous réserve que les projets qu'ils portent soient cohérents avec les politiques concertées développées et mise en œuvre par ces partenaires.

Des associations de protection de la nature peuvent aussi jouer un rôle important en intervenant pour des expertises scientifiques ou comme opérateur pour la mise en œuvre de programmes de préservation ou de valorisation des milieux naturels : c'est le cas de MIGADO (particulièrement pour les poissons migrateurs sur la Garonne) ou encore de Nature Midi-Pyrénées pour des actions de sensibilisation et d'éducation à l'environnement, mais aussi pour la gestion de certaines zones humides de la Garonne dans la région Midi-Pyrénées en tant que CATEZH Garonne.

La Cellule d'Assistance Technique à la gestion des Zones Humides (CATEZH) est un outil territorialisé (ici sur la région Midi-Pyrénées) dont le rôle est d'apporter expertises et conseils techniques. Financées par l'Agence de l'Eau, le Conseil Régional et parfois des fonds européens, chaque CATEZH est généralement une structure associative désignée pour un territoire bien défini : il existe ainsi onze CATEZH en Midi-Pyrénées.

La CATEZH Garonne, portée par l'association Nature Midi-Pyrénées, intervient sur un secteur couvrant l'ensemble des zones humides du corridor garonnais en Haute-Garonne et Tarn-et-Garonne.



Par ailleurs, le cadre réglementaire a été précisé ces dernières années en ce qui concerne les interventions et la gestion de l'eau et des milieux naturels aquatiques en général. En particulier, on relève les documents et textes suivants :

- La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006 (faisant suite à la Loi sur l'Eau de 1992) précise les interventions ayant un impact sur l'eau et les milieux aquatiques qui sont soumis à déclaration ou autorisation préfectorale.

- Le SDAGE est un document cadre qui fixe des objectifs et définit un programme de mesure. Les projets d'aménagement et les documents d'urbanisme doivent être conformes au SDAGE.
- Le SAGE de la Garonne, une fois approuvé, sera également opposable au tiers ; il définira des objectifs et un plan d'action spécifique à son territoire en cohérence avec le SDAGE.
- La Loi Barnier (1995) réglemente la prévention des risques naturels et technologiques au travers de Plans de Prévention des Risques ; la Loi Risque ou Loi Bachelot (2003) précise ces outils et instaure le Plan d'Action pour la Protection contre les Inondations.

En ce qui concerne la gestion des étiages, comme mentionné dans le tableau ci-dessus, on distingue deux niveaux d'intervention :

- En application du SDAGE, la Garonne et l'Ariège, comme les autres grands cours d'eau du bassin Adour-Garonne, font l'objet d'un Plan de Gestion d'Etiage (PGE) qui, par un ensemble de mesure et d'outils, visent à améliorer la situation en période estivale en organisant la gestion de la ressource dans le but de permettre les usages de l'eau sans nuire au milieu naturel.
- Quand les mesures du PGE ne sont plus suffisantes pour éviter une crise du fait de conditions climatiques défavorables, le préfet de bassin prend des mesures (avec l'appui technique des services de la police de l'eau) correspondant à divers degrés de vigilance et de restriction des prélèvements.

La complexité des démarches, la multiplicité des acteurs et la distribution des rôles permettent aujourd'hui de limiter fortement les interventions sur la Garonne à des opérations compatibles avec l'objectif de préservation de la ressource en eau et des milieux naturels en cohérence avec la réglementation nationale et européenne.

En contre partie, les collectivités territoriales (en particuliers les communes) peuvent rencontrer des difficultés particulières à mettre en œuvre des projets locaux ou constater « que rien ne se fait » sur la Garonne...

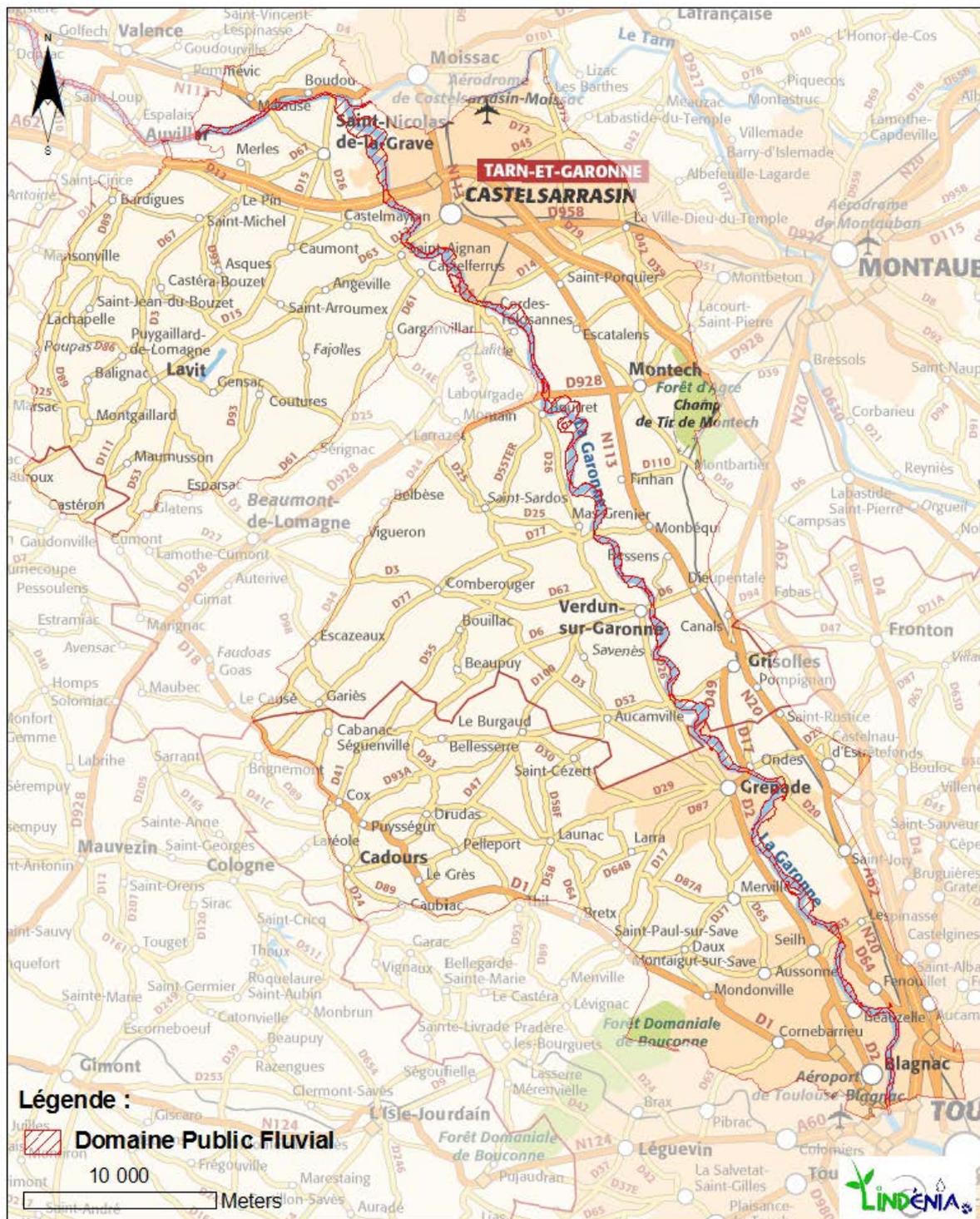
Il est à signaler que l'avant-projet de loi de décentralisation du 27 novembre 2012 ouvre une perspective majeure : le chapitre 14 est consacré à la gestion des milieux aquatiques et la loi pourrait visiblement donner de nouvelles compétences aux EPCI dans ce domaine.

1.5.3 Cas du Domaine Public Fluvial (DPF)

La Garonne étant navigable par le passé, et bien que rayée de la nomenclature des voies navigables depuis 1957, le fleuve est resté classé comme voie navigable jusqu'à la confluence avec l'Ariège. A ce titre, la Garonne reste un cours d'eau domanial (propriété du service des domaines de l'Etat) et géré par les services de l'Etat (en l'occurrence les DDT en Haute-Garonne et Tarn-et-Garonne) à l'intérieur du Domaine Public Fluvial (DPF).

Du fait de la mobilité de la Garonne, le DPF intègre non seulement le lit de la Garonne jusqu'au haut de berge (et en général une largeur correspondant à un chemin de halage ou d'entretien), mais aussi des zones d'anciens chenaux ou bras mort. La figure suivante montre le tracé du DPF sur le territoire TFE.

Figure 48 : Emprise du Domaine Public Fluvial (DPF) sur le territoire TFE



La délimitation du DPF portée sur cette carte et sur l'ensemble des zooms sur les zones urbaines en bordure de Garonne présentés en Annexe 2, a été faite sur la base du tracé officiel tel que diffusé par la DDT en Tarn-et-Garonne ; la DDT de Haute-Garonne ne diffuse pas le tracé du DPF, de sorte que les tracés portés dans ce document reste indicatif, essentiellement fondé sur le cadastre.

Pour mémoire, le DPF se définit par la limite règle du « plenisum flumen » c'est-à-dire de l'emprise sous l'eau du lit du cours d'eau à la limite du débordement. Selon cette règle, c'est donc la cote de la berge la plus basse qui délimite par projection horizontale la limite sur la berge opposée. Il est donc évident que la limite du DPF évolue au cours du temps en fonction du déplacement du lit mais aussi des modifications de pente et d'altitude des berges suite à des crues ou des travaux. Du fait de cette définition d'une part, du caractère inaliénable et imprescriptible d'autre part, les règles cadastrales ne s'appliquant pas au DPF : la délimitation présentée en Annexe 2 est donc indicative et non précise.

Il est aussi à noter que les propriétés riveraines du DPF sont grevées d'une servitude de marchepied de 3,25 mètres de larges compté non pas à partir de la limite du DPF mais du haut de berge, ceci sur chacune des deux rives.

Le DPF est interdit à toute circulation de véhicules, y compris les cycles.

Le DPF peut faire l'objet d'une Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT), encore appelée amodiation, délivrée pour une durée maximale de 18 ans par l'Etat au profit de particuliers (en priorité des propriétaires riverains) ou de collectivités (département, commune), avec éventuellement superposition de gestion ou d'affectation comme par exemple pour un besoin de circulation autre que pédestre, ceci dans le cadre d'une convention entre l'Etat et la collectivité concernée. Il est aussi à noter que l'amodiation peut intégrer des prescriptions demandées aux amodiataires : pour les amodiations du DPF de Garonne en Tarn-et-Garonne, il est par exemple précisé que le pétitionnaire d'un espace patrimonial en AOT doit fournir un plan de gestion concerté avec le gestionnaire du DPF.

La prise en considération de nouvelles prescriptions dans les amodiations à venir apparaît comme une piste à étudier pour la mise en œuvre de mesures pouvant découler de projets locaux visant les objectifs de gestion des bords de Garonne sur le territoire TFE.

2.DYNAMIQUE DES CRUES

2.1 Bilan des connaissances et traitement de données

2.1.1 Crues historiques de la Garonne

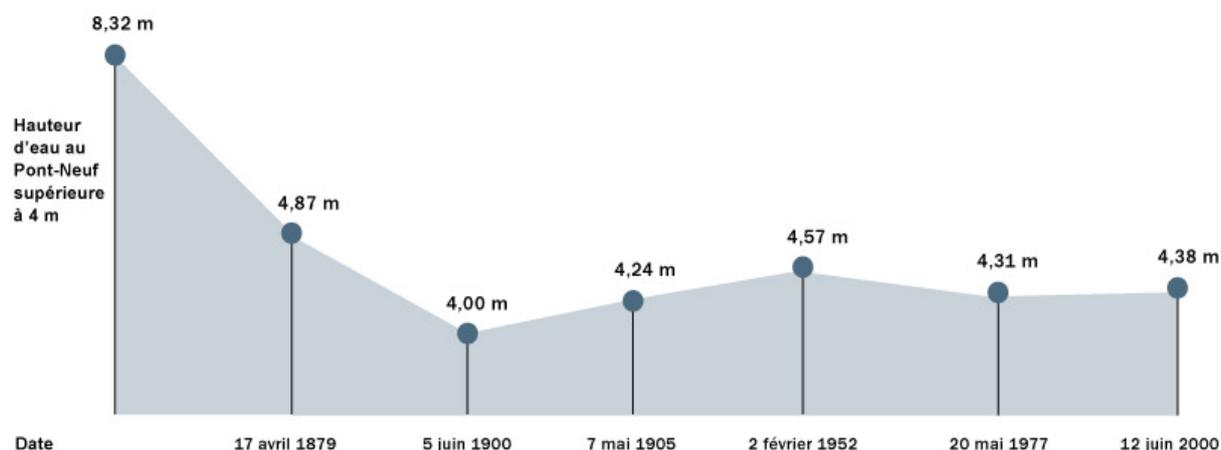
Sur le territoire TFE, le régime hydrologique de la Garonne est de type pluvio-nival océanique, avec un étiage estival, de juin à fin octobre et souvent un étiage hivernal, les précipitations sur le bassin versant étant en grande partie accumulée sous forme de neige sur la partie pyrénéenne des bassins de la Garonne et de l'Ariège. En fonction du niveau d'enneigement sur les mois précédents, des pluies et de la température, on peut cependant observer des hautes eaux (liées aux pluies et à la fonte du manteau neigeux) dès le mois de février ou uniquement au mois de juin. Parfois, de fortes précipitations en hiver, avec un léger redoux, peuvent générer de petites crues de la Garonne sur ce secteur.

En aval de la confluence avec le Tarn, le régime hydrologique de la Garonne devient fortement influencé par le climat océanique et surtout subit les influences conjuguées des deux cours d'eau, dont les bassins versants à leur confluence ont pratiquement la même surface : environ 15 700 km² pour la Garonne et 15 400 km² pour le Tarn. C'est ainsi que les crues (décennale à vingtennale) de la Garonne aval en décembre 1981 et décembre 2003 ont été essentiellement causées par le Tarn, de même que la forte crue de la Garonne aval en mars 1930 était une crue extrême du Tarn (et de l'Aveyron) avec un débit de l'ordre de 6 000 m³/s à Moissac, générant la « crue du siècle » en Tarn-et-Garonne et en Lot-et-Garonne (notamment à Agen) sous l'effet de pluies diluviennes d'origine méditerranéenne ayant affecté le bassin du Tarn et d'une fonte importante du manteau neigeux sur les Pyrénées ayant gonflé les débits de la Garonne.

La crue de juin 1875 reste l'événement de référence, c'est-à-dire le plus fort connu de Toulouse à la confluence avec le Tarn. C'est la concomitance de fortes crues de la Garonne amont et de l'Ariège (avec des pluies fortes et longues simultanées à une fonte rapide du manteau neigeux sur les Pyrénées qui a causé des débits rares sur Toulouse et jusqu'à la confluence avec le Tarn, c'est-à-dire sur tout le territoire TFE.

Le graphique suivant compare les niveaux maximaux atteints à Toulouse par les crues historiques observées depuis 1875 :

Figure 49 : Niveaux maximaux à Toulouse des crues historiques depuis 1875



2.1.2 Hydrologie de la Garonne sur le territoire TFE

L'hydrologie de la Garonne sur le territoire TFE est connue grâce au suivi hydrométrique effectué à la station de Verdun-sur-Garonne, en service depuis 1972. Au droit de cette station, le bassin versant représente 13 730 km². Les débits sur une période d'observation plus importante sont disponibles à la station de Portet-sur-Garonne, en service depuis 1910, mais avec un bassin versant de seulement 9 980 km² (la station étant en amont de la confluence avec l'Ariège).

Le traitement statistique des mesures effectuées à Verdun-sur-Garonne permet de caractériser les débits de la Garonne sur le territoire TFE.

Tableau 14 : Débits de crue de la Garonne (en m³/s) (source : Banque HYDRO)

Station hydrométrique	Période de retour statistique					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Portet/Garonne	1 500	2 200	2 600	3 000	3 500	?
Verdun/Garonne	1 800	2 600	3 100	3 600	4 200	?

Les échantillons sont considérés comme de taille insuffisante pour estimer le débit de crue centennale de la Garonne sur la région toulousaine.

A titre indicatif, la crue de février 1952 a une période de retour de l'ordre de 30 ans. Le débit de la crue de juin 1875 a été estimé entre 7 500 à 8 000 m³/s, ce qui correspond à une période de retour nettement supérieure à 100 ans.

En période normale, les débits moyens de la Garonne sur le territoire TFE

Tableau 15 : Débits moyens de la Garonne (en m³/s) à Verdun/Garonne (source : Banque HYDRO)

Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
109	207	218	272	347	280	146	86	84	105	141	180	188

Enfin, les débits d'étiage ont aussi fait l'objet de statistiques pour estimer la valeur de débit mensuel minimal pour différentes périodes de retour (hors apports de soutien d'étiage) :

Tableau 16 : Débits d'étiage de la Garonne (en m³/s) (source : Banque HYDRO)

Période de retour	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
Débit mensuel minimal	55	43	38	34	30

Pour mémoire, le débit objectif d'étiage (DOE) et le Débit de Crise (DCR) de la Garonne à Verdun-sur-Garonne sont respectivement de 42 m³/s et 32 m³/s.

2.2 Conditions de propagation des crues de la Garonne

2.2.1 Volumes et durées des crues de la Garonne

Par le passé, les crues de la Garonne sur le territoire TFE avaient en moyenne une durée de 6 à 8 jours (selon les hydrogrammes de crues moyennes de 1917, 1920 et 1928), avec une montée des eaux pendant deux jours, suivie d'une baisse d'abord progressive pendant une demi-journée, puis plus rapide pendant une journée et enfin un retour assez lent à des niveaux normaux en 2, 3 ou 4 jours (ressuyage lent des plaines inondées). Ces durées de crue « naturelle » étaient évidemment variables en fonction de l'importance de l'événement, des apports des affluents et de la chronique des pluies.

L'analyse des hydrogrammes enregistrés à Verdun-sur-Garonne lors de deux crues récentes (juin 2000 et février 2003) permet de montrer que :

- Le temps de montée actuel est de l'ordre de 17 heures, ce qui est comparable aux valeurs observées lors de crues plus anciennes. Ce paramètre mesure le temps de réponse du bassin versant, qui a finalement assez peu évolué au cours des dernières décennies.
- Le ressuyage des crues est en revanche plus rapide en moyenne que par le passé. En effet, on note que la descente (progressive plus rapide) de crue a duré environ un jour et demi pour la crue de 2000 (de fréquence environ cinquantennale) du fait de débordements importants dans les plaines inondables (comme pour les fortes crues anciennes) mais aussi pour la crue de 2003, d'une période de retour de seulement 5 ans et faiblement débordante : ce sont donc les temps de ressuyage qui sont plus courts que par le passé (pas les vitesses et les temps de descente de crue), du fait d'une plus grande capacité du lit (une même crue débordant alors moins que par le passé et donc avec un volume à ressuyer moindre) et probablement de conditions plus rapides d'évacuation des eaux débordées sur la plaine (par les réseaux de drainage et la moindre densité de haies et obstacles divers).
- Par ailleurs, il semble que la propagation des crues le long de la vallée soit un peu plus rapide que par le passé.

Le tableau suivant résume les éléments caractéristiques de ces crues récentes.

Tableau 17 : Caractéristiques de crues récentes de la Garonne

Paramètre	Montée	Décru	Crue totale	Débit max.	Volume	Propagation
Crue de 2000	17 h	1,5 j	6 j	3 780 m ³ /s	540 Mm ³	11 km/h dans l'agglomération toulousaine, 3 km/h sur le territoire TFE
Crue de 2003	17 h	1,5 j	5 j	2 810 m ³ /s	200 Mm ³	11 km/h dans l'agglomération toulousaine, 4 km/h sur le territoire TFE

Par rapport aux crues anciennes (dont la dynamique est toutefois mal connue), il semble que la modification majeure intervenue ces dernières décennies concerne la vitesse de propagation des crues : dans la traversée de l'agglomération toulousaine, la vitesse de propagation mesurée entre Portet/Garonne et Verdun/Garonne apparaît particulièrement rapide, à savoir 10 à 12 km/h (soit environ 3 m/s), alors que cette vitesse n'est que 3 à 4

km/h (soit environ 1 m/s) dans la traversée du territoire TFE et en aval jusqu'à Lamagistère. Cette vitesse aval apparaît à l'inverse faible, probablement d'un effet de laminage joué par le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-La-Grave sans modifier l'ordre de grandeur.

Cette différence très sensible provient des endiguements de la Garonne dans la traversée de l'agglomération, et pour partie aussi de l'enfoncement du lit mineur : la Garonne n'ayant plus de champs d'expansion, les crues se propagent à l'intérieur du chenal endigué, avec une forte hauteur d'eau. Cette configuration induit à la fois une forte vitesse d'écoulement (du fait de la faible rugosité moyenne) et une forte vitesse d'onde (proportionnelle à la racine carrée de la hauteur d'eau moyenne). A l'inverse, les débordements sur le territoire TFE conduisent à sensiblement réduire la vitesse moyenne d'écoulement (du fait des frottements importants sur la plaine végétalisée, avec un écoulement sur une largeur de plusieurs kilomètres) mais aussi la vitesse de propagation d'onde (la hauteur d'eau moyenne sur la section du lit majeur étant assez faible). **Cette forte augmentation relativement récente des vitesses de propagation en amont du territoire TFE explique le sentiment des riverains que les crues « arrivent beaucoup plus vite que par le passé ».**

Par ailleurs, le tableau indique que les volumes de crue en crue courante à assez forte sont de l'ordre de 200 à 500 ou 600 millions de m³ : ces volumes sont à comparer à la capacité de rétention que peut représenter la plaine inondable. En effet, sur le territoire TFE, la surface de zone inondable en crue moyenne à forte représente 100 à 150 km² : en considérant une hauteur d'eau moyenne de l'ordre de 1 mètre sur cette plaine inondable, le volume d'expansion de crue représente alors 100 à 150 millions de m³, ce qui est significatif par rapport au volume de crue. A titre indicatif, la capacité maximale de la retenue de Malaucène est de seulement 25 millions de m³, et cette capacité n'est pas disponible en période de crue (le plan d'eau étant maintenu en permanence à sa cote normale).

Cependant, il ne faut pas considérer que le volume écoulé dans la plaine est stocké et donc soustrait à la crue : une partie modérée de ce volume est effectivement stockée temporairement dans la plaine, du fait des obstacles constitués de remblais routiers traversant la vallée et de vestiges de digues le long du fleuve qui empêchent le retour vers la Garonne ; une partie du volume débordé est de plus infiltré sur la durée de l'inondation. L'effet de la plaine inondable est surtout de ralentir la vitesse des eaux et la vitesse de propagation de la crue, de sorte que le volume total est écoulé sur une durée qui reste relativement élevée, à l'inverse de ce qui se passe dans la traversée de l'agglomération toulousaine : le rôle des zones d'expansion de crue de la Garonne est surtout « amortir » la crue, en étalant dans le temps l'évacuation du volume débordé de la crue et évitant ainsi de trop forts débits de pointe en aval. Les débits écoulés par le lit mineur se propagent assez vite mais les débits débordés retournent plus lentement vers le lit en aval, ce qui a pour effet « d'étaler » la crue dans le temps.

Cet effet « d'amortissement » peut être assez remarquable pour des crues largement débordante sur le territoire TFE : par exemple lors de la crue de juin 2000, le débit maximal mesuré à Verdun-sur-Garonne a été de 3 780 m³/s par seconde alors que, malgré les apports intermédiaires et notamment ceux du Tarn (de même surface de bassin versant que la Garonne à leur confluence), le débit maximal n'a été que de 4 160 m³/s à Lamagistère. Lors de la crue d'octobre 1992, le débit a atteint 3 000 m³/s à Verdun-sur-Garonne mais seulement 2 920 m³/s à Lamagistère, soit moins qu'en sortie de l'agglomération toulousaine et malgré les apports du Tarn !

Une modélisation simplifiée, en utilisant une représentation par la méthode de Muskingum-Cunge (consistant à calculer l'effet d'amortissement à partir d'une série de profils en travers de la vallée inondable) montre ainsi que lors de crue largement débordante de la Garonne, le

territoire TFE peut générer une réduction de l'ordre de 15 % du débit maximal qui serait généré à l'aval en l'absence de cet effet d'amortissement. Ainsi, un endiguement de la Garonne dans la traversée de ce territoire aurait conduit à une nette aggravation du risque en aval, notamment sur le secteur d'Agen.

2.2.2 Aménagements influençant les crues de la Garonne

Sur le territoire TFE et ses abords, les crues de la Garonne sont fortement influencées par les actions humaines depuis plusieurs décennies. Les principaux facteurs sont les suivants :

- L'endiguement de la Garonne pour protéger les zones urbaines de l'agglomération toulousaine même pour de fortes crues (comme détaillé au paragraphe précédent).
- Les extractions en lit mineur, qui ont généré un enfoncement généralisé du lit (au moins jusqu'à la chaussée du Bazacle dans Toulouse), combiné avec des retenues hydroélectriques qui bloquent le transport solide en amont et empêchent la recharge en graviers du lit du fleuve en aval de Toulouse. Cet enfoncement a conduit à rendre les petites crues non débordantes sur le territoire TFE et à augmenter la capacité du lit mineur, ce qui conduit lors des fortes crues à une propagation vers l'aval un peu plus rapide que par le passé.
- Les endiguements anciens (mais peu hauts et discontinus) dans la plaine inondable sur le territoire TFE, qui empêchent en partie le débordement de petites crues mais jouent à l'inverse l'effet de « barrages » en phase de décrue en maintenant les eaux débordées dans des « casiers hydrauliques ». Des remblais routiers dans la plaine jouent également un tel rôle, qui est globalement bénéfique en pointe de crue pour l'aval, mais plutôt défavorable localement en retardant le retour à des conditions normales pour l'exploitation des terrains agricoles dans la plaine.
- Les enrochements de berges de la Garonne (surtout en Tarn-et-Garonne) qui ont désactivé des bras morts et des chenaux de crue (lors de petites crues), dont certains ont depuis été remblayés et parfois cultivés, réduisant de fait l'effet de « frein » joué par le lit moyen (qui se trouve réduit au lit mineur).
- Les modifications intervenues sur les affluents de la Garonne, comme par exemple le Girou (en grande partie endigué) ou l'Hers Mort qui a été recalibré et qui évacue ses crues extrêmement rapidement et sans écrêtement vers la Garonne.
- Les modifications des conditions de ruissellement, de collecte et d'évacuation des eaux sur l'ensemble du bassin versant de la Garonne et de ses affluents, avec l'effet combiné de l'imperméabilisation des sols en zones urbaines (de plus en plus étendues), de la mise à nu saisonnière des sols de cultures, de réseaux de drainage des terres agricoles et de l'arrache massif des réseaux de haies, qui induisent des volumes de ruissellement plus importants que par le passé et surtout une évacuation beaucoup plus rapide vers les cours d'eau. Cependant, ces éléments restent difficiles à quantifier et pourraient en partie être compensés par l'effet de développement considérable des boisements des versants en moyenne montagne, alors qu'une forte proportion des versants des vallées était autrefois à nu ou cultivées (particulièrement en Ariège, il y a une centaine d'années).
- Le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave. En pratique, des opérations de chasse sont faites à l'occasion de crue de la Garonne et éventuellement du Tarn : la consigne de déclenchement est un débit de 1 400 m³/s entrant dans la retenue, dont au moins 1 000 m³/s provenant de la Garonne. Si la qualité de l'eau le permet, les six vannes de vidange sont partiellement ouvertes pour abaisser le plan d'eau de la cote normale de

64 m NGF à la cote de 62.5 m NGF (voire 61.7 m NGF) à raison de 30 cm par heure. Toutefois, la vidange est arrêtée si le débit entrant atteint 3 600 m³/s, et les organes d'évacuation de crue sont activés pour garantir la « transparence hydraulique » du barrage (le débit sortant est égal au débit entrant sur la durée de la crue). Toutefois, il est clair que l'application de ces consignes conduit à rendre disponible un volume dans la retenue dont le plan d'eau a été préalablement abaissé. Toutefois, l'ordre de grandeur de ce volume de laminage de la crue n'est que de l'ordre de 6 millions de m³ : pour une crue telle que celle de juin 2000, ce volume disponible correspond aux apports durant moins d'une demi-heure alors que la crue dure plusieurs jours.

2.3 Zones inondables de la Garonne sur le territoire TFE

2.3.1 Bilan des connaissances et cadre réglementaire

La connaissance des zones inondables de la Garonne a évolué au cours des décennies en fonction du cadre réglementaire mais aussi des outils de modélisation et de cartographie :

- En application d'un décret-loi de 1935, des Pans de Surfaces Submersibles fondés sur les crues historiques sont élaborés sur les grands Cours d'eau tels que la Garonne.
- La loi de 1982 sur l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles et le décret d'application des Plan d'Exposition au Risque conduisent à engager des études de modélisation et de cartographie des inondations montrant les limites des zones inondables des grands cours d'eau, mais aussi les hauteurs d'eau et des indications sur les vitesses d'écoulement.
- La loi de 1995 (« Loi Barnier ») instaure les Plans de Prévention des Risques qui précise le contenu des cartes d'aléa et les complètes par des cartes de risque tenant compte de la vulnérabilité et des enjeux dans les zones inondables. Les cartes de l'aléa inondation sont élaborées selon le cas par modélisation hydraulique ou par interprétation hydro-géomorphologique.

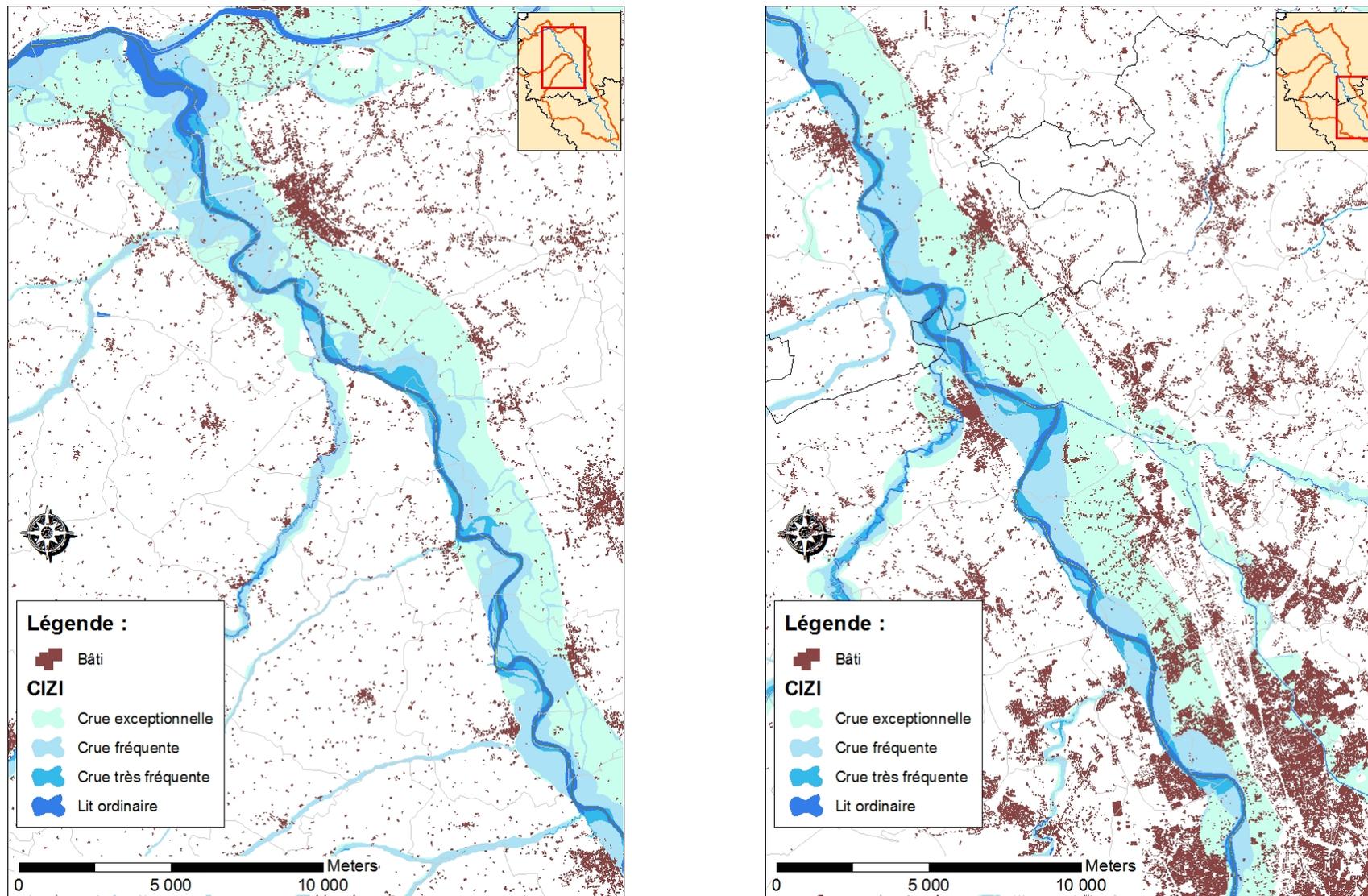
Dans le cas de la Garonne sur l'agglomération toulousaine et sur le territoire TFE, il existe deux sources de connaissances de l'aléa inondation :

- Des résultats de modélisation hydraulique, avec des modèles élaborés dans les années 1990-2000 et actualisés périodiquement en fonction des aménagements effectués dans la vallée (comme par exemple les digues construites ou rehaussées sur l'agglomération toulousaine). Les crues cartographiées sont la crue centennale de la Garonne, mais aussi en Haute-Garonne la crue de référence (c'est-à-dire la crue de 1875). Les modèles sont aussi utilisés pour calculer l'impact hydraulique de projets d'aménagements ou pour dimensionner des ouvrages de franchissement.
- La Cartographie Informatrice des Zones Inondables (CIZI) de la Garonne, élaborée pour le compte de la DREAL Midi-Pyrénées (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) par la méthode d'interprétation hydro-géomorphologique du Professeur Lambert, qui identifie les zones inondables en crue courante, moyenne ou forte (ou rare). Cette cartographie n'a pas de valeur réglementaire et n'a de valeur technique qu'à une échelle inférieure au 1/10 000 et ne doit donc pas être superposée au cadastre. Elle est consultable en ligne : <http://www.midi-pyrenees.developpement-durable.gouv.fr/acces-a-la-cartographie-r3580.html>.

La Cartographie Informatrice des Zones Inondables sert de référence en ce sens qu'elle identifie les limites de l'encaissant géomorphologique et peut être considérée comme

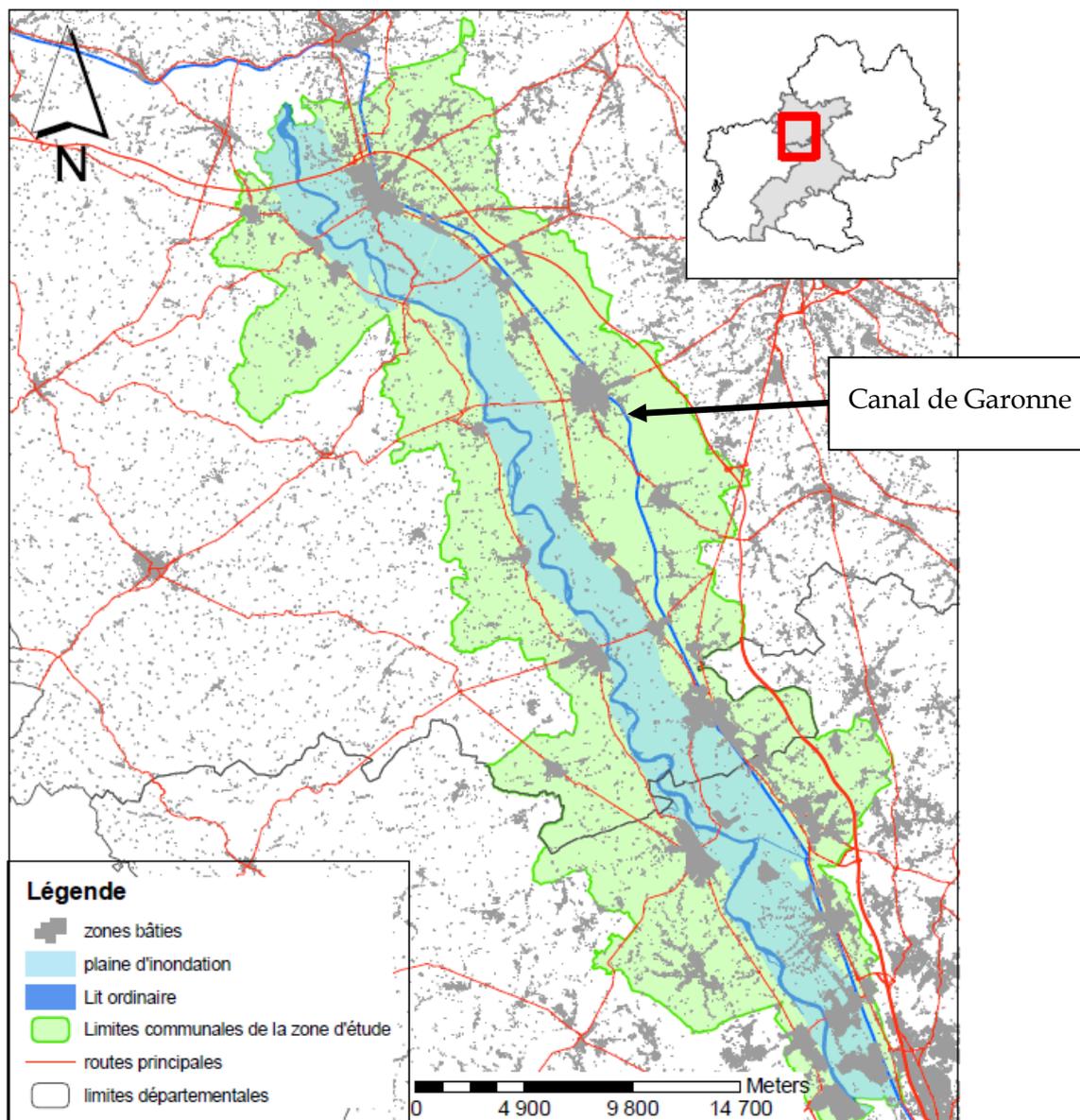
l'emprise maximale des zones inondables. A l'inverse des résultats obtenus par simulation de crues au moyen de modèles hydrauliques, cette méthode ne permet pas de préciser les hauteurs d'eau maximales ni les vitesses d'écoulement.

Figure 50 : Cartographie informative des Zones Inondables et bâti sur le territoire TFE



La Cartographie Informative des Zones Inondables met en outre en évidence le fait que le Canal de Garonne marque en Haute-Garonne, sur une importante proportion de la vallée, la limite de la zone inondable en crue exceptionnelle. Le canal est en revanche nettement en retrait de la zone inondable dans la traversée du Tarn-et-Garonne :

Figure 51 : Position du Canal de Garonne par rapport aux zones inondables du fleuve



Il est à noter que, du fait des limites de précision de la méthode d'interprétation hydro-géomorphologique, la DDT 31 a utilisé la CIZI mais aussi des études locales et des résultats de modélisation pour produire une cartographie affinée à l'échelle du 1/10 000 : cette cartographie est consultable en ligne : <http://www.haute-garonne.equipement-agriculture.gouv.fr/l-atlas-des-zones-inondables-de-la-r3629.html>.

Par ailleurs, cette cartographie met en évidence que les zones bâties anciennes sont sur la frange située en limite du champ d'inondations, avec toutefois l'exception de Gagnac-sur-

Garonne et d'Ondes (entièrement en zone inondable). On observe aussi trois types de constructions dans la plaine inondable de la Garonne sur le territoire TFE :

- Des voies de circulation surtout perpendiculaires à la vallée, reliant les deux rives du fleuve : ces voies construites sur remblai généralement insubmersible sont peu nombreuses. En revanche, le réseau local de chemins est généralement calé au niveau du terrain naturel et submersible sans impact hydraulique, ou bien sur des remblais peu élevé qui créent des obstacles en crue courante et restent submersibles en forte crue.
- Un bâti ancien correspondant à des fermes tout le long de la Garonne qui sont effectivement en zone inondable en cas de forte crue mais se situent pour la plupart hors de la zone inondable en crue moyenne. Ces fermes ont souvent un plancher rehaussé pour la partie habitable.
- Des développements urbains récents, pour le logement et surtout l'activité économiques, qui sont visibles surtout au niveau des pôles urbains, à savoir dans l'agglomération toulousaine mais aussi sur la frange Sud-ouest de Castelsarrasin.

L'entrée en vigueur des PPRi sur l'ensemble du territoire TFE (entre 2005 et 2007 pour toutes les communes de du territoire, en 2011 pour Toulouse) devrait interdire de nouvelles implantations en zone inondable de la Garonne. Les constructions récentes apparaissant en zone inondable notées sur Castelsarrasin et sur l'agglomération toulousaine correspondent a priori à des projets engagés avant approbation et entrée en vigueur des PPRi. Il est aussi à relever que les PPRi interdisent quelques aménagements : le zonage réglementaire tient compte des enjeux existants mais aussi des projets déjà identifiés lors de l'élaboration du zonage et qui se situent en zone inondable à aléa faible à modéré (faible fréquence, faible vitesses, hauteurs d'eau faible à moyenne). Conformément à la Loi Barnier de 1995 instaurant les PPR, cet ajustement est le résultat de la concertation avec les communes concernées. A cet égard, le cas de Gagnac-sur-Garonne est significatif : selon la CIZI le territoire de la commune est à 100 % en zone inondable : le PPRi a cependant identifié des secteurs où l'aléa reste faible et permet un développement (sous prescriptions) urbain modéré mais nécessaire à la vie de la commune.

2.3.2 Apports de la Directive Européenne « Inondation »

2.3.2.1 Les exigences de la Directive

La Directive Européenne Inondation est entrée en vigueur le 23 octobre 2007 (Directive 2007/60/CE). Elle vise à réduire de manière significative l'impact humain et économique des inondations, qui représentent la première catastrophe naturelle en Europe en termes de dommages.

Outre des dispositions particulières pour les bassins transfrontaliers, la Directive demande à tous les Etats Membres de mettre en œuvre un programme comportant trois étapes :

- **Une évaluation préliminaire des risques** : devant être achevée le 22 décembre 2011 au plus tard, cette évaluation doit indiquer pour chaque district hydrographique (comme par exemple le bassin de la Garonne) la connaissance des inondations historiques, la probabilité d'occurrence de ces inondations et les conséquences potentielles en termes de population concernée (voire de dommages potentiels). Cette analyse doit permettre de hiérarchiser les zones à risque, avec une révision de cette hiérarchisation à mener tous les 6 ans.

- **La cartographie des risques d'inondation** sur les zones concernées, précisant les zones inondables pour des crues de diverses probabilités mais aussi les dommages potentiels pour les populations locales, pour les biens et pour l'environnement. Ces cartes doivent être achevées au plus tard le 22 décembre 2013, avec une actualisation des cartes à effectuer tous les 6 ans.
- **L'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion des risques d'inondation** (sur chaque zone soumise au risque) combinant mesures de protection et mesures de prévention, y compris des mesures de réduction de vulnérabilité des biens et des populations exposées. Les plans doivent être élaborés au plus tard le 22 décembre 2015 et actualisés tous les 6 ans.

La Directive Inondation demande aussi la cohérence dans sa mise en œuvre avec la Directive Cadre sur l'Eau, notamment dans la définition de plans de gestion des risques intégrant des travaux de protection.

2.3.2.2 La transcription en France et l'application de la Directive

La Directive Inondation a été transcrite en droit français à l'occasion des travaux du Grenelle II de l'environnement en 2010, plus précisément par l'article 221 de la LENE (Loi portant Engagement National pour l'Environnement) du 12 juillet 2010 et le décret n°2011-227 du 2 mars 2011 modifiant le Code de l'Environnement.

La transcription de cette Directive a été faite en instaurant de nouveaux outils répondant aux exigences communautaires :

- L'évaluation Préliminaire des Risques (EPRI) a été achevée en décembre 2011.
- L'identification des Territoires à Risque important d'Inondation (TRI) a été terminée en septembre 2012 et s'est poursuivie par l'élaboration de cartes de surfaces inondables et de risques sur les TRI en considérant trois probabilités d'occurrence de crue (fréquent, moyen, extrême).
- L'élaboration des Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) sont en cours d'élaboration, en fixant des objectifs de réduction des conséquences des inondations et les mesures pour atteindre ces objectifs.

Deux points particuliers sont à signaler :

- Les Plans de Prévention des Risques « Inondations » (PPRi) et la Cartographie Informatrice des Zones Inondables ont constitué une base solide de connaissance de l'aléa. Cependant, les PPRi ont généralement été élaborés sans intégrer une estimation des populations exposées ni des dommages potentiels de ces inondations.
- Par ailleurs, les PPRi ont utilisés la notion de crue de référence, à savoir la plus forte crue connue entre une crue historique bien documentée et une crue centennale (théorique). Or la Directive Inondation qualifie la crue **centennale** de crue **moyenne**.

Enfin, les Plans d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) correspondent bien aux futurs PGRI demandés par la transcription française de la Directive Inondation.

2.3.3 Application de la Directive Inondation sur le territoire TFE

L'évaluation Préliminaire des Risques d'Inondations (EPRI) du bassin Adour-Garonne a été faite sous le contrôle du Préfet Coordonnateur de Bassin et déclinée par sous-bassin hydrographique. Le document de synthèse du bassin de la Garonne, approuvé par le Préfet du bassin Adour-Garonne le 21/03/2012, est à la disposition du public :

http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Annexe_EPRI-Garonne-v1f-2_cle26d586.pdf

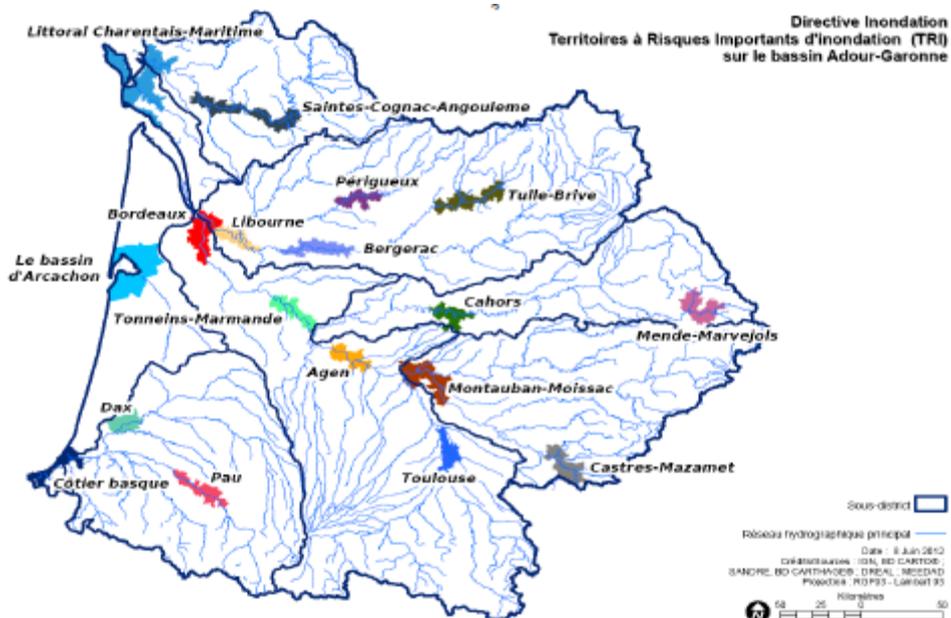


Cette analyse a pris en compte, à l'intérieur des zones inondables connues, les populations exposées, la vulnérabilité de l'habitat (avec ou sans étage), les surfaces de zones d'activités, les édifices remarquables, le nombre d'emplois, les milieux naturels remarquables (finalement peu impactés par les crues), les installations industrielles classées (SEVESO et autres) mais aussi les édifices remarquables, puis a hiérarchisé les secteurs. Cette prise en compte des enjeux au travers de la consultation des collectivités.

Avec cette approche, il est évident que les zones prioritaires sont les secteurs urbains denses, voire des secteurs d'activités représentant soit un très fort enjeu économique soit un danger pour la santé ou l'environnement en cas d'inondation.

Le long de la Garonne, quatre territoires ont été proposés comme TRI : les secteurs de Bordeaux, Tonneins-Marmande, Agen, Montauban-Moissac (qui intègre Castelsarrasin, mais au regard des inondations provoquées par le Tarn) et Toulouse :

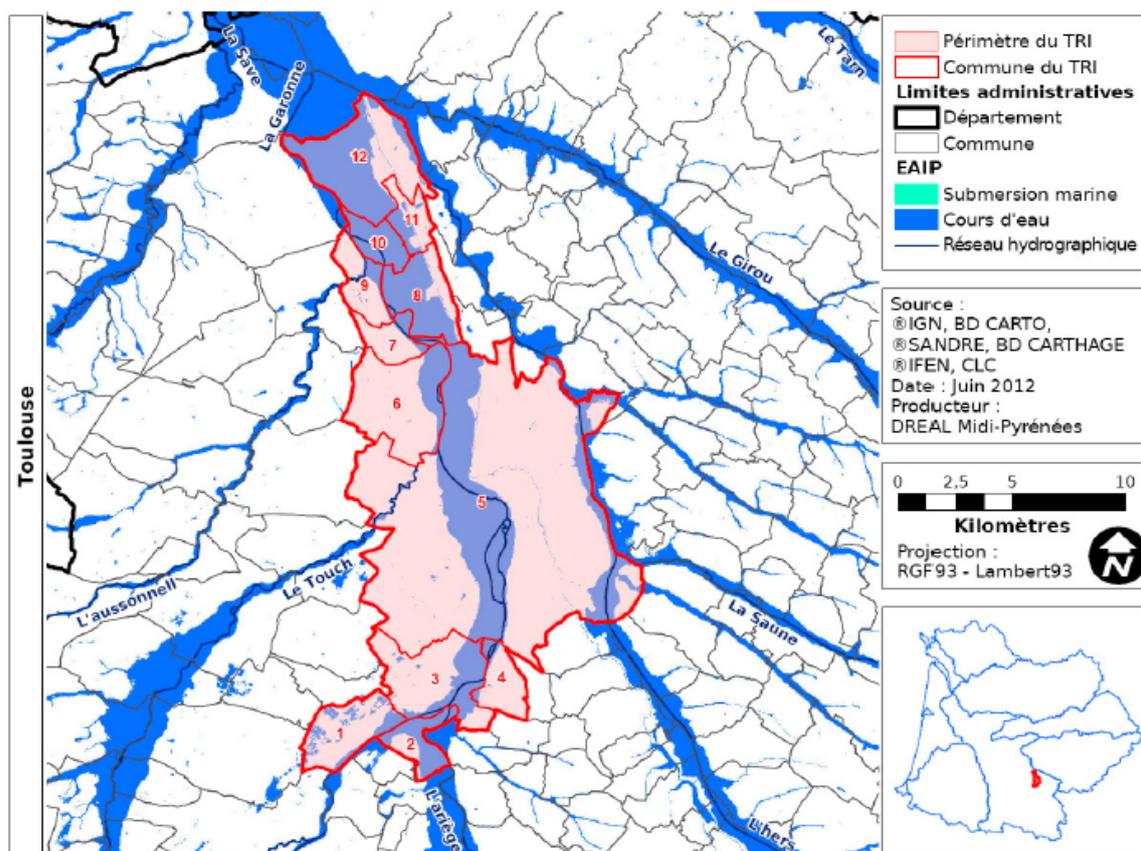
Figure 52 : TRI identifiés sur le bassin Adour-Garonne



Sur le territoire TFE, les périmètres de TRI retenus concernent :

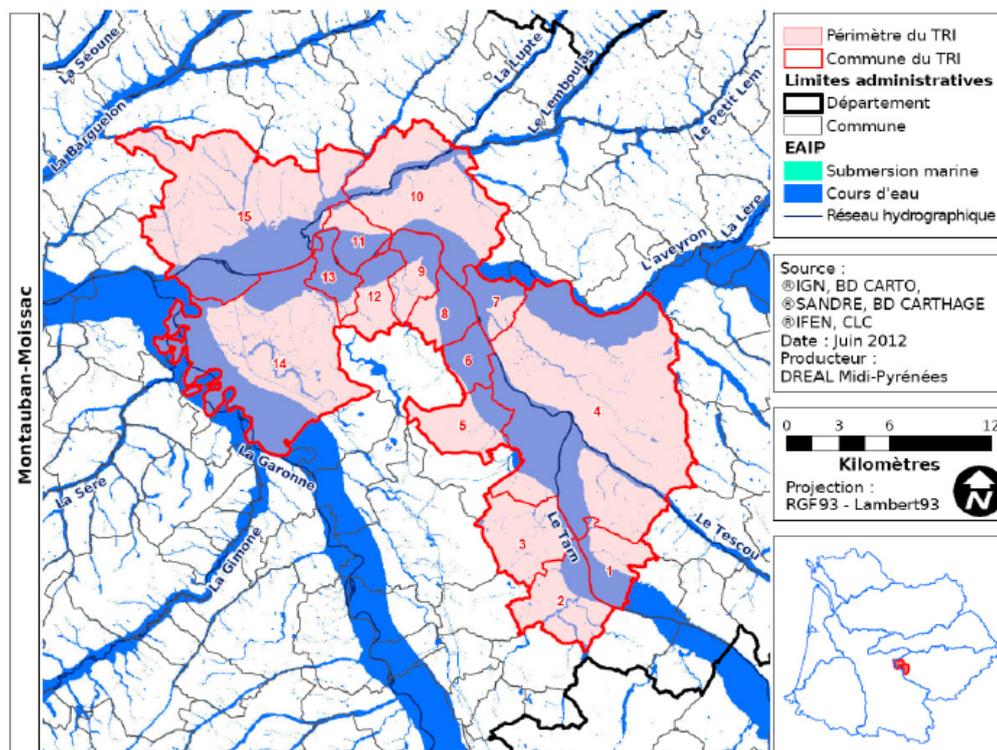
- **En Haute-Garonne** : Blagnac, Beauzelle, Fenouillet, Seilh, Gagnac-sur-Garonne, Lespinasse, Saint-Jory, Toulouse.
- **En Tarn-et-Garonne** : Castelsarrasin.

Figure 53 : Projet de TRI sur le territoire « Toulouse »



- | | |
|------------------------|-------------------------|
| Roques (1) | Pinsaguel (2) |
| Portet sur Garonne (3) | Vieille Toulouse (4) |
| Toulouse (5) | Blagnac (6) |
| Beauzelle (7) | Fenouillet (8) |
| Seilh (9) | Gagnac sur Garonne (10) |
| Lespinasse (11) | Saint Jory (12) |

Figure 54 : Projet de TRI sur le territoire « Montauban-Moissac »



- | | |
|------------------|----------------------------|
| Corbarieu (1) | Labastide Saint Pierre (2) |
| Bressols (3) | Montauban (4) |
| Montbeton (5) | Albefeuille Lagarde (6) |
| Villemade (7) | Barry d'Islemade (8) |
| Meuzac (9) | Lafrançaise (10) |
| Lizac (11) | Labastide du Temple (12) |
| Les Barthes (13) | Castelsarrasin (14) |
| Moissac (15) | |

Les phases ultérieures seront les suivantes :

- Sous maîtrise d'ouvrage de l'État, avant le 22 décembre 2013, la cartographie des risques d'inondations à l'échelle de chaque TRI sera établie pour préciser la vulnérabilité des enjeux pour trois niveaux d'évènement, conformément à l'article L.566-6 du Code de l'Environnement. Cette cartographie est élaborée en associant les acteurs locaux.
- La phase de planification des actions qui permettent de réduire les conséquences négatives des inondations sera entamée. Elaboré conformément à l'article L.221-1 du Code de l'Environnement, un **Plan de Gestion du Risque d'Inondation** (PGRI) définira, d'ici le 22 décembre 2015 et pour une durée de 6 ans, les objectifs généraux du bassin Adour-Garonne et les objectifs particuliers à l'échelle de chaque TRI. Ces objectifs seront déclinés sous la forme d'une **stratégie locale** de gestion des risques d'inondation.

Une fois élaborées, les stratégies locales seront arrêtées par le préfet de département concerné. Définie à une échelle hydrographique cohérente (bassin versant, ensemble de bassins versants, tronçon de façade maritime), la stratégie locale de gestion des risques d'inondations doit comprendre :

- La synthèse de l'évaluation préliminaire des risques dans son périmètre,

- Les cartes des surfaces inondables et les cartes des risques d'inondation pour les TRI inclus dans son périmètre,
- Les objectifs fixés par le plan de gestion des risques d'inondation dans son périmètre,
- Les mesures prévues à l'échelle de la stratégie locale tenant compte des dispositions du PGRI déclinées sur son territoire relevant des axes suivants :
 - surveillance, prévision des crues et gestion de crise,
 - réduction de la vulnérabilité
 - culture du risque et information préventive,
 - mesures de prévention, de protection et de sauvegarde,
 - gestion du risque au regard de la gestion de la ressource en eau,
 - compatibilité avec les objectifs du SDAGE.

L'échelle hydrographique étant recherchée pour la mise en œuvre de ces stratégies et ses mesures devant s'articuler avec les objectifs de gestion des milieux aquatiques et marins, une articulation devra être recherchée avec les dispositifs de gouvernance locaux sur ces politiques. Lorsqu'ils existent, les Établissements Publics Territoriaux de Bassin concernés devront s'assurer de la cohérence des actions des collectivités à l'échelle des différentes stratégies locales.

En application de ce cadre général à l'échelle du bassin Adour-Garonne, les premières réunions de concertation pour l'élaboration des stratégies locales sont prévues au cours du premier semestre de 2013 à l'initiative des Préfets, le SMEAG est associé à ces travaux. Concernant les deux TRI touchant le territoire TFE, le SMEAG communiquera les éléments issus des réflexions en cours dans le projet TFE et notamment la question de cohérence entre PPRi mais aussi de la gestion coordonnée des risques d'inondation et d'érosion avec celle des milieux naturels.

Glossaire de la gestion du risque d'inondation (extrait)

EPRI : Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondations

PAPI : Programmes d'Actions de Prévention des Inondations

PGRI : Plan de Gestion des Risques d'Inondations

PPRi : Plan de Prévention des Risques d'Inondations

SLGRI : Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondations

TRI : Territoires à Risques Importants d'inondations

2.4 La Prévision des Crues sur le territoire TFE

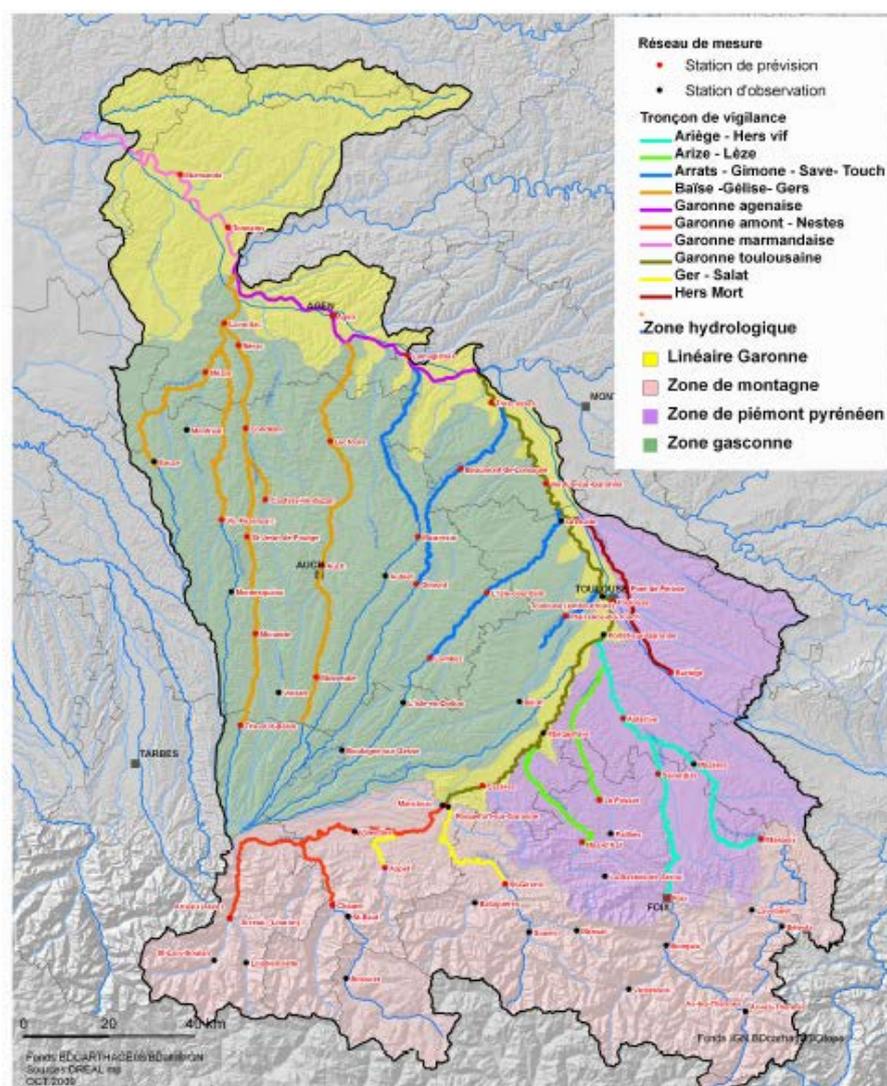
La prévision des crues est un outil essentiel de la gestion du risque d'inondation. Au plan national, elle est organisée conformément à la Loi Risques du 30 juillet 2003 (ou « Loi Bachelot ») qui engage la réforme de l'ancien système d'annonce de crue en confiant à l'Etat l'organisation de la **surveillance**, de la **prévision** et de la **transmission de l'information** sur les crues, la vigilance visant à anticiper les inondations et à mieux informer sur les risques susceptibles de se produire. Cette réforme s'est traduite par la création :

- Des Services de Prévision des Crues (SPC), au nombre de 22 actuellement et couvrant tout le territoire national ;

- Du Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI), installé à Toulouse, qui assure la coordination de la prévision des crues au niveau national et fournit un appui technique aux services de prévision de crues. Le SCHAPI développe des outils de prévisions de crues et utilisant des prévisions et des mesures ou lames d'eau radar de pluie.

Le Service de Prévision des Crues de la Garonne a été confié à la DREAL Midi-Pyrénées. Au plan pratique, le bassin de la Garonne a été découpé en 10 tronçons de vigilance ayant chacun un comportement hydro-météorologique homogène :

Figure 55 : Tronçons de vigilance du bassin de la Garonne



Le territoire TFE est concerné par le tronçon de vigilance « Garonne toulousaine », qui s'étend de la confluence avec le Salat jusqu'à la confluence avec le Tarn. La prévision des crues s'appuie notamment sur les stations de suivi de Verdun-sur-Garonne et de Trescassès et sur d'autres stations en amont, ainsi que sur les pluies. La prévision est destinée à permettre une anticipation de 4 à 8 heures sur les crues de la Garonne.

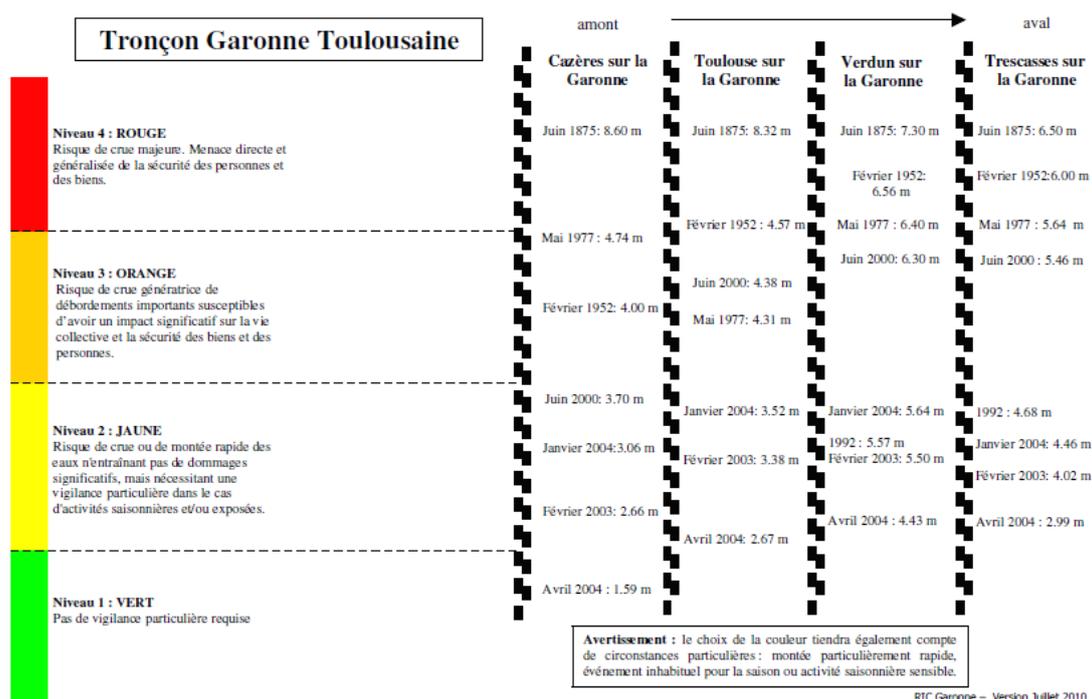
Selon le niveau de crue prévu et par rapport à des niveaux de pré-alerte et d'alerte correspondant à la probable inondation de zones d'enjeux, la vigilance est traduite par un code de couleurs :

- **Vert** : situation normale, pas de crue prévue.

- **Jaune** : risque de crue fréquente (d'une période de retour de 1 à 10 ans) et modeste n'entraînant pas de dommages significatifs.
- **Orange** : risque de crue importante (d'une période de retour de 10 à 30 voire 50 ans) avec des débordements ayant un impact significatif sur les personnes et les biens.
- **Rouge** : risque de crue majeure avec des conséquences importantes pour la sécurité des personnes et des biens.

Ce traitement est appliqué sur chacune des stations de vigilance du tronçon, et le niveau de vigilance (traduit par une couleur) le plus grave est affecté à l'ensemble du tronçon de vigilance. Le graphique suivant montre la correspondance entre les différentes couleurs de vigilance et les niveaux atteints lors de crues historiques au niveau des stations de vigilance :

Relation entre couleurs de vigilance et crues historiques



L'information est diffusée de manière permanente, avec une actualisation deux fois par jour en vigilance jaune, puis toutes les 2 à 6 heures en cas d'aggravation. Le bulletin d'information est mis à disposition du public par un serveur vocal (par téléphone) et sur le site VIGICRUES (www.vigicrues.gouv.fr). Selon la gravité de la crue prévue, l'information est transmise directement (par le SCHAPI) à la préfecture et aux centres opérationnels d'incendie et de secours de chaque département concerné ; les préfectures peuvent à leur tour transmettre l'information à des acteurs locaux, notamment les mairies.

3. EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE DE LA GARONNE

3.1 Travaux de protection contre les crues

3.1.1 Protection contre les inondations

Sur le territoire TFE, des ouvrages de protection contre les inondations ont été érigés à diverses époques.

Dans la plaine, on relève en pratique trois types d'ouvrages :

- Une digue ancienne, ou plutôt un vestige de digue qui était certainement continue (au moins par morceaux), souvent en retrait de quelques dizaines de mètres par rapport à la berge de Garonne. Cette digue peu haute était destinée à éviter une inondation trop fréquente des terres agricoles, la Garonne débordant autrefois tous les deux ou trois ans en moyenne. Cette digue, quand elle existe encore, est souvent endommagée, discontinue, avec parfois des arbres ayant poussé directement dans le corps de digue (par exemple sur le secteur de Monbéqui).
- Des remblais routiers, qui ont été aménagés non pour faire obstacle à l'inondation mais pour permettre la circulation même en cas de débordement (modéré) de la Garonne. Les routes principales sont généralement sur des remblais insubmersibles, les routes secondaires et les chemins de desserte locale ou d'exploitation sont parfois en léger remblai, mais le plus souvent calées au niveau du terrain naturel.
- Des remblais se rencontrent dans la plaine à proximité de certaines gravières (en exploitation ou non). Selon le cas, il peut s'agir de zones de mise en dépôt de terres de découvertes, ou de merlons déposés pour éviter l'inondation de la gravière en cas de débordement modéré de la Garonne.

Près de zones urbaines, des ouvrages de protection sont généralement en place depuis plusieurs décennies (voire davantage) et font l'objet de travaux d'entretien, de restauration en cas de désordres après des crues (comme par exemple en trois points à Castelsarrasin après la crue de 2000) ou, comme récemment (avec même un programme en cours), d'exhaussement et de confortement pour améliorer la protection et réduire le risque de rupture pendant les crues. De tels endiguements concernent en particulier les villes de Toulouse, Blagnac et Castelsarrasin. Un diagnostic récent sur les digues de Toulouse a mis en évidence la présence de souches d'arbres et de cavités formées par des terriers d'animaux fouisseurs, mais aussi des points d'hétérogénéité de perméabilité dans le corps de la digue ou dans ses fondations, ce qui induit un risque de rupture en crue et ce qui a conduit la ville de Toulouse à engagé un programme de travaux sur la période 2012-2015 pour conforter ces digues.

Il existe aussi une digue dans la plaine sous le bourg de Fenouillet, mais qui est destinée à protéger la zone urbaine : endommagée lors de la crue de 1977, cette digue a été réparée depuis.

Les figures suivantes, issues de la Cartographie Informative des Zones Inondables (CIZI) illustrent les types de digues que l'on rencontre le long de la Garonne sur le territoire TFE (**traits jaunes**). Il est à noter que la CIZI montre le tracé des digues, mais que la méthode d'analyse employée pour élaborer cette cartographie ignore leur rôle de protection dans la mesure où elle utilise la morphologie du terrain naturel sur la plaine (et considère de fait les digues comme submersibles ou susceptibles de rupture).

Figure 56 : Digues de Blagnac et de Fenouillet dans la plaine de la Garonne

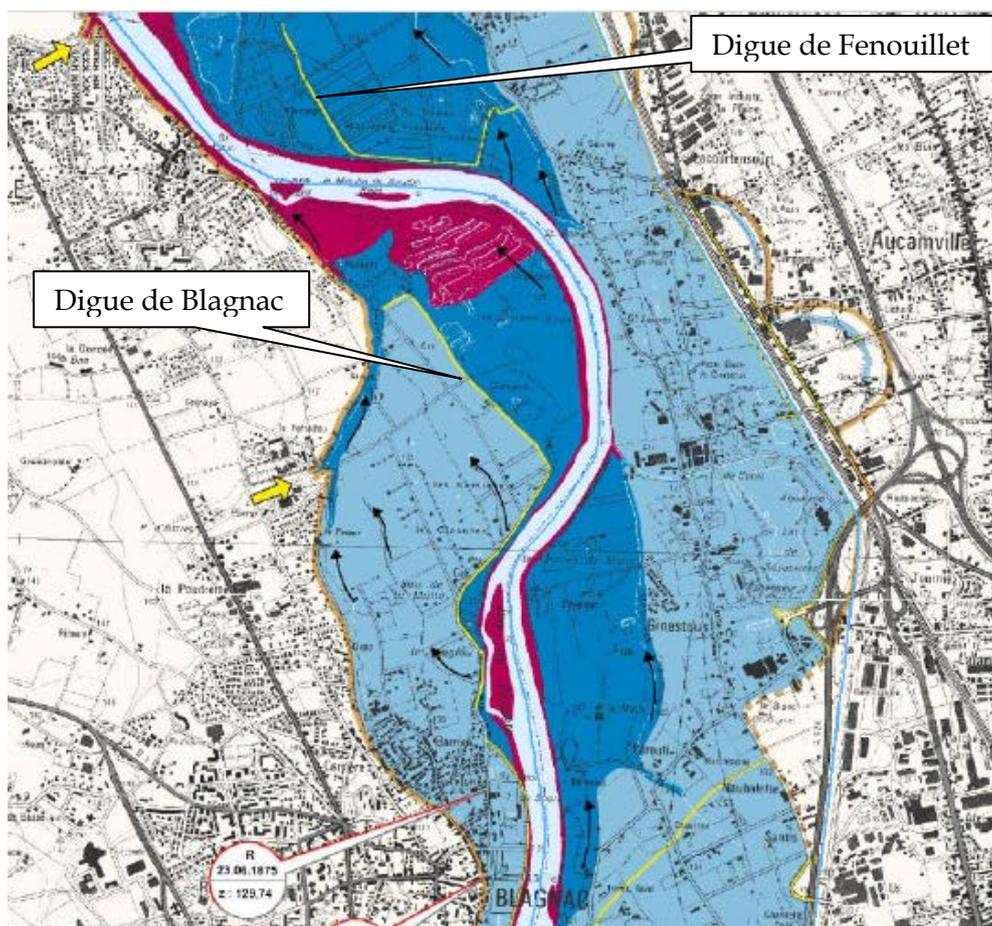


Figure 57 : Vestiges de digues dans la plaine sur le secteur de Saint-Caprais



Figure 58 : Digue ancienne discontinue à Grisolles

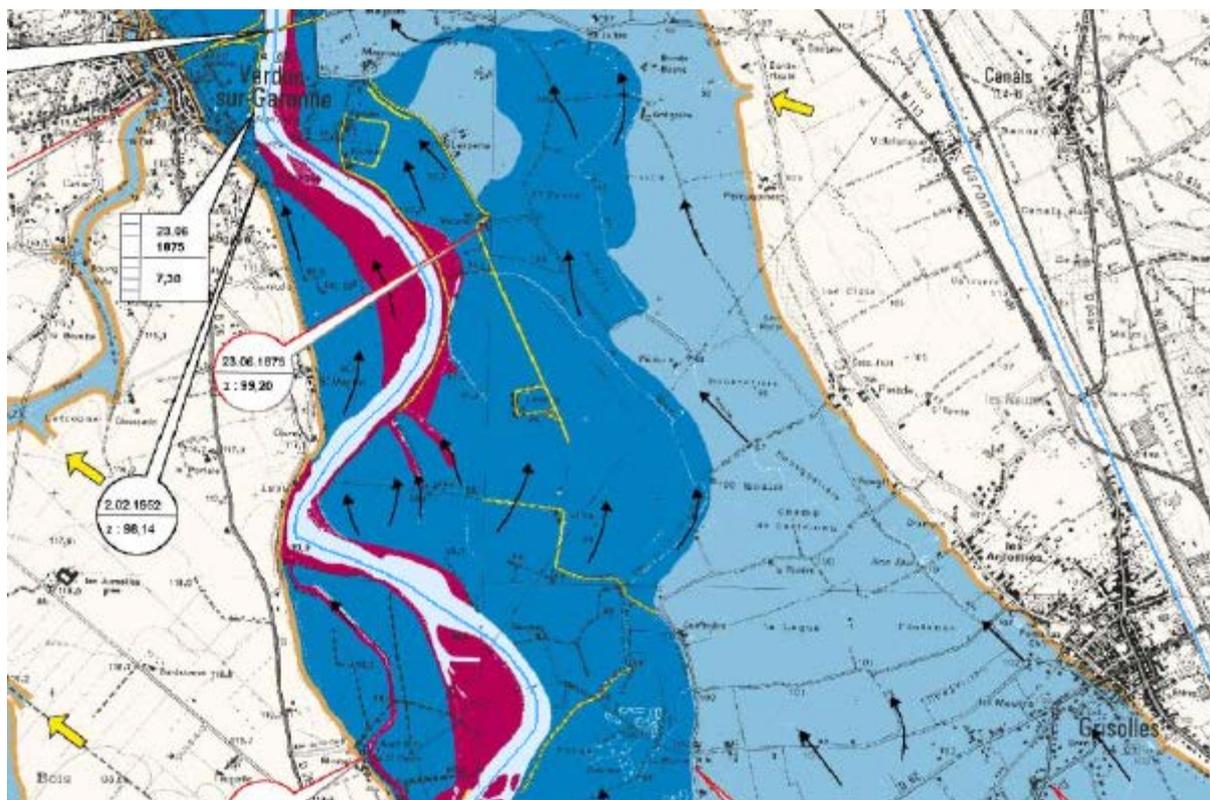
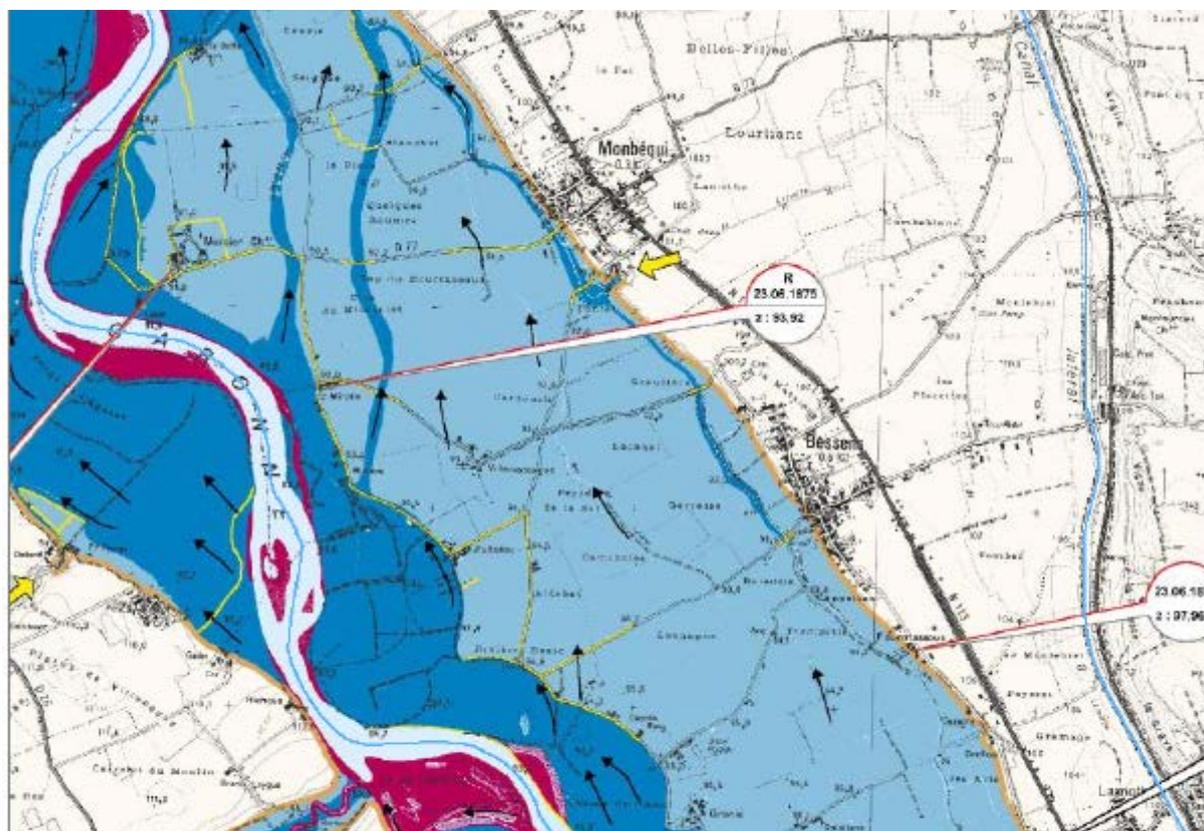


Figure 59 : Digue endommagée au droit de Monbéqui et Bessens



3.1.2 Protection contre l'érosion des berges

3.1.2.1 Perception et acceptabilité des érosions de berges de la Garonne

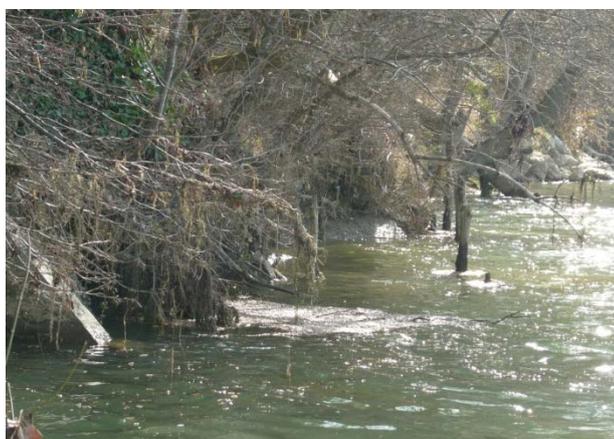
Si l'inondation saisonnière a de tous temps été considérée comme « acceptable » par les riverains, qui vivaient avec les crues et avaient adaptés leur habitat et leurs activités en conséquence, la mobilité du lit a en revanche depuis plusieurs décennies était perçue comme non acceptable par les riverains, ceci pour trois raisons essentielles :

- Alors qu'une inondation peut faire perdre une récolte et générer un manque à gagner, l'érosion des berges se traduit par une perte de terre, c'est-à-dire de patrimoine personnel ou familial, ce qui est perçu comme irrémédiable et intolérable.
- La mobilité du lit est faible depuis de nombreuses décennies, et n'est pas perçu par les riverains comme une évolution naturelle. Seule l'érosion des berges est assimilée à une évolution du lit, ce qui implique des espaces peu conséquents par rapport à un vrai déplacement du lit de la Garonne, qui est un phénomène dont les riverains semblent ne pas avoir conscience depuis au moins deux générations.
- Alors que les fortes crues sont perçues comme une fatalité (même si des phénomènes sont signalés comme aggravants), l'érosion des berges qui en est une conséquence est apparue pour beaucoup de riverains comme facilement évitable par des carapaces d'enrochements. Cette perception s'est trouvée renforcée par les opérations d'enrochements menées pendant plusieurs années le long du fleuve, comme la réponse des pouvoirs publics à une attente des riverains.

3.1.2.2 Situation actuelle des protections de berge de la Garonne

Les protections de berge de la Garonne sur le territoire TFE sont de quatre natures :

- Dans l'agglomération toulousaine, par exemple à Blagnac, les digues de Garonne sont (sur certains tronçons) des ouvrages maçonnés ou des murs sur la berge du fleuve. Ce type d'ouvrage reste cependant ponctuel et peu présent à l'échelle du territoire TFE.
- Des vestiges d'anciennes protections sous forme de pieux battus (en bois) dans le lit en pied de berge et maintenant des palplanches ou des rondins de bois. Les vestiges visibles sont peu nombreux sur le territoire TFE et ne s'observent en pratique que sur quelques sites tels que le méandre au droit du site des Quinze Sols en rive droite de la Garonne (près de l'exutoire du ruisseau de Maltemps) :



- Des épis anciens, destinés à maintenir un chenal de navigation ne s'engravant pas dans le lit de la Garonne, et des épis récents en enrochements, généralement dans

l'extrados de méandres pour éviter l'érosion sous l'effet de l'accélération locale du courant :



- Des carapaces en enrochements, généralement déposés sur de longs linéaires et sur presque toute la hauteur de berge, pour empêcher le recul de berge et la perte de terres agricoles. Selon le secteur, ces enrochements sont à nu ou en grande partie recouverts par la végétation spontanée, d'autant plus dense et dominée par des ligneux que la pente du talus est modérée :

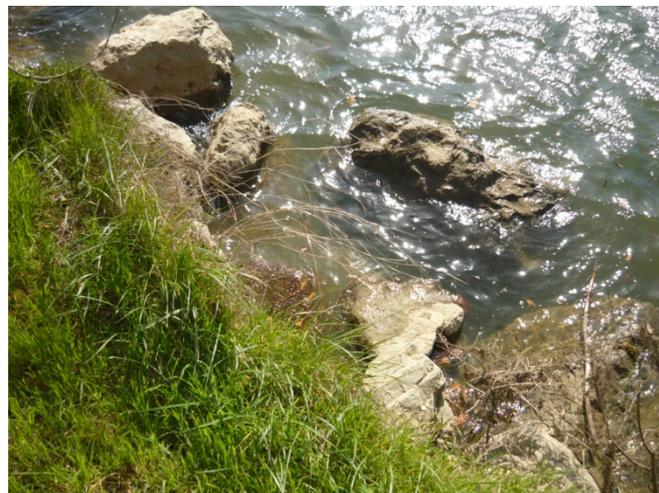


Des travaux assez systématiques de fixation des berges par des épis et surtout des carapaces d'enrochements ont été menés le long de la Garonne sur le territoire TFE à partir des années 1960, surtout au cours des années 1970 et 1980, du fait de la fragilité des berges induit par l'enfoncement du lit du fleuve et des effets de la crue de 1977 (par exemple sur le secteur de Fenouillet).

Les travaux d'enrochements des berges de la Garonne ont généralement été effectués au moyen de blocs angulaires de gros « diamètre » pour tenir compte des vitesses du courant. La nature alluvionnaire grossière des berges naturelles (mélange de sable limoneux et de galets) a permis de déposer ces enrochements sans filtre. En revanche, il semble que les carapaces aient été majoritairement déposées sans sous-couche et en utilisant un fuseau

granulométrique étroit, c'est-à-dire avec uniquement des blocs de taille moyennes et de poids comparables, ce qui a pour effet de favoriser le poinçonnement (c'est-à-dire l'enfoncement dans les berges) et de limiter les possibilités de bon embriquement des blocs.

Les conséquences sont un enfoncement progressif des blocs dans la berge permettant le développement d'arbres entre blocs mais aussi des zones d'instabilités, avec chute de blocs dans le fleuve, surtout sur les berges pentues :



Outre des problèmes ponctuels de blocs tombés dans la Garonne, du développement de ligneux entre blocs et de quelques points où la carapace en enrochements a été contournée et sapée par sous cavage (provoquant son effondrement partiel), les protections de berges par enrochement ainsi que les épis apparaissent pour l'essentiel **stables et en bon état**.

Une assez forte proportion du linéaire de berge reste non enrochée sur le territoire TFE. Sur les sections courantes comme dans l'intrados de méandres ou de coudes peu prononcés, les berges sont généralement stables soit du fait du système racinaire de la ripisylve, soit du fait d'une pente faible du talus :



On relève malgré tout quelques points d'érosion active sur les berges de Garonne, qui correspondent en pratique essentiellement à deux modes d'évolution présents en plusieurs points le long de la Garonne et qui ont des origines et des évolutions différentes :

- Les falaises rencontrées en rive gauche notamment sur le secteur de Beauzelle, Seilh, localement sur Grenade ou encore en aval de la zone urbaine de Verdun-sur-Garonne. Ces falaises pourraient à terme être menacées d'érosion par mouvement de terrain, glissement local, action des intempéries, mais aussi risque de sapement en pied de talus lors de fortes crues. A ce jour, les processus d'érosion paraissent toutefois peu actifs sur ces secteurs (sauf à Beauzelle, à la confluence du Riou).
- Des secteurs où le lit mineur de la Garonne est de capacité localement insuffisante du fait d'un enrochement de berge en rive opposée ou de l'engraissement et la végétatilisaiton d'un îlot connaissent une légère reprise d'érosion au niveau de la berge libre. Ce phénomène s'observe sur plusieurs points de la vallée, affectant les berges que sur quelques mètres à quelques dizaines de mètres, avec une érosion générant un recul de berge de quelques mètres et créant souvent une plage de galets provenant de l'érosion du talus et entraînement des fines par le courant. Cette plage de galets est ensuite parfois le siège de dépôts de fines et se couvre d'une végétation herbacée. Une telle évolution se constate par exemple au niveau du Ramier de Bigorre et n'est autre qu'une évolution naturelle du lit du fleuve.

Il faut enfin noter que les berges de Garonne sur la plupart des secteurs non enrochés et hors de zones de turbulence apparaissent stables ou connaissant une telle évolution naturelle :



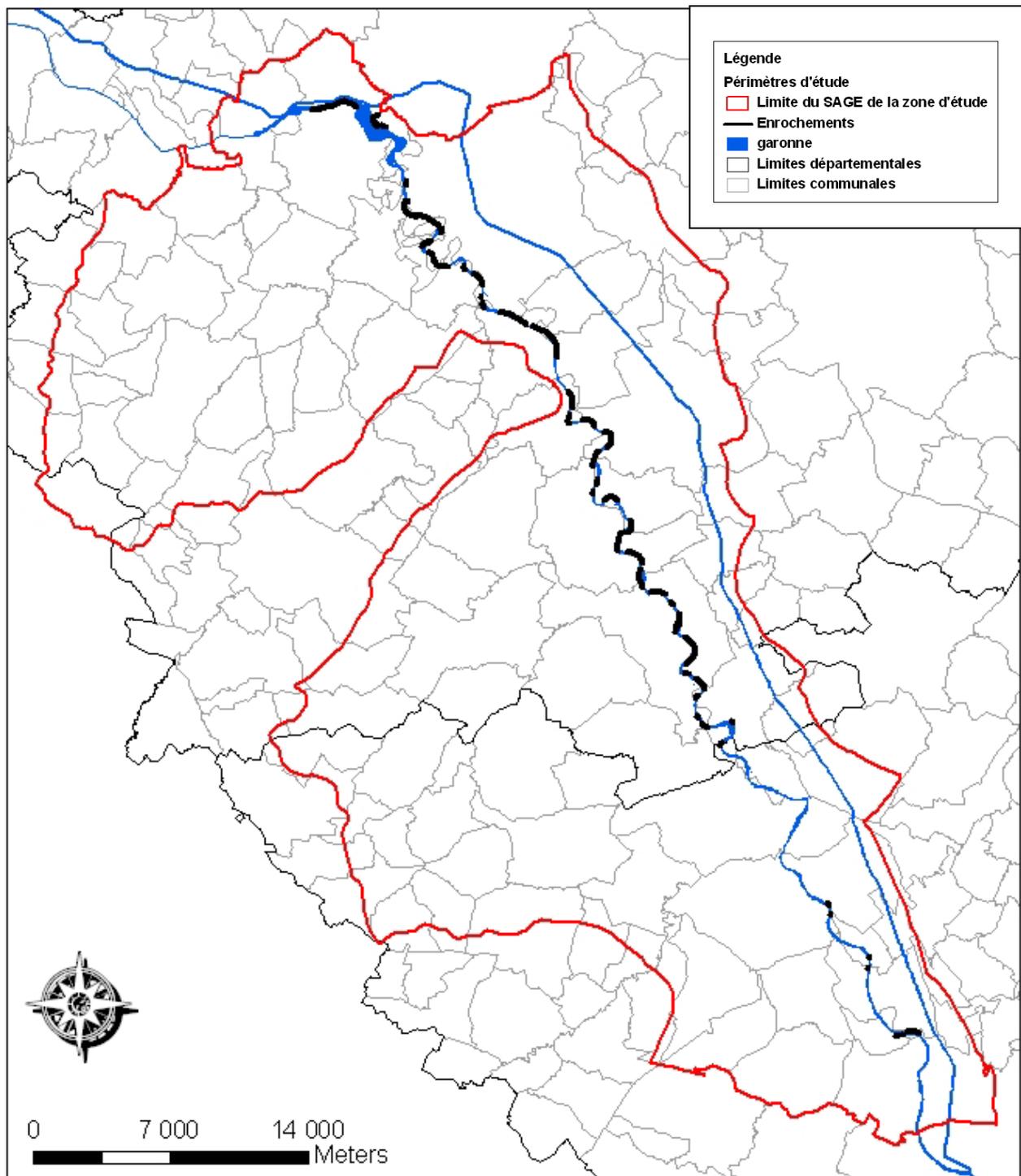
Berge naturelle stable, pente très douce, avec plage limoneuse partiellement enherbée et ligneux en retrait



Berge plus pentue mais stable, avec petite plage de galets et végétation stabilisant le talus en retrait

La figure suivante montre la localisation des tronçons de berge confortés par enrochements sur le territoire TFE :

Figure 60 : Secteurs d'encrochements de berge de Garonne sur le territoire TFE



Cette figure met clairement en évidence un taux faible de confortement des berges de la Garonne sur la partie du territoire TFE située en Haute-Garonne, et un taux très élevé en Tarn-et-Garonne. Cette configuration témoigne d'une différence de politique des Conseils Généraux et des services décentralisés de l'Etat (DDT, ex-DDE) entre les deux départements en ce qui concerne la fixation des berges du fleuve et le risque de perte de terres agricoles.

Le tableau suivant dresse le bilan des linéaires d'encrochements :

Tableau 18 : Répartition des linéaires (en m) d'enrochements de berges de Garonne

Commune	Rive gauche	Rive droite	Total
Toulouse	101	69	170
Blagnac	0	0	0
Fenouillet	0	570	570
Beauzelle	192	0	192
Seilh	64	0	64
Gagnac-sur-Garonne	0	84	84
Saint-Jory	0	127	127
Merville	49	0	49
Grenade	0	0	0
Ondes	0	0	0
Haute-Garonne :	406 (1,4 %)	850 (2,9 %)	1 256 (2,2 %)
Grisolles	373	279	652
Verdun-sur-Garonne	1 399	4 507	5 906
Mas-Grenier	1 893	0	1 893
Monbéqui	0	1 129	1 129
Finhan	274	1 970	2 244
Montech	370	1 495	1 865
Bourret	400	1 345	1 745
Escatalens	0	1 186	1 186
Cordes-Tolosannes	287	856	1 143
Saint-Porquier	0	878	878
Castelsarrasin	1 446	3 891	5 337
Castelferrus	552	481	1 033
Saint-Aignan	607	240	847
Castelmeyran	660	720	1 380
Saint-Nicolas-de-la-Grave	2 434	1 262	3 696
Tarn-et-Garonne	10 695 (19,6 %)	20 239 (36,8 %)	33 144 (28,2 %)
Total TFE :	11 101 (13,2 %)	21 089 (25,1 %)	34 400 (20,5 %)

NB : le pourcentage est le taux de linéaire de berge enroché

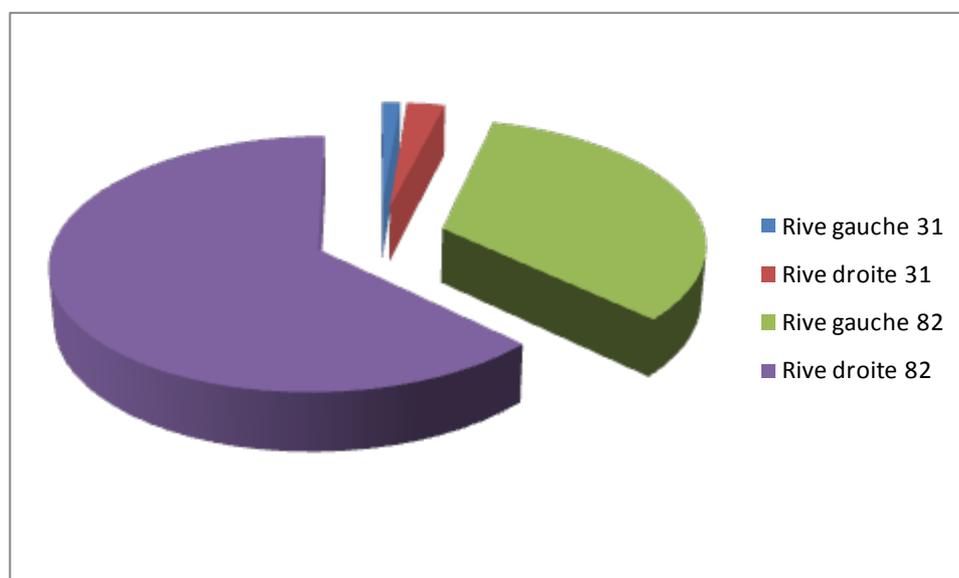
Ce tableau met en avant une forte disparité entre les deux départements, puisque le taux d'enrochement des berges de Garonne atteint 28 % en Tarn-et-Garonne, contre 2 % seulement en Haute-Garonne.

On note aussi une forte différence entre les taux d'enrochement en rive droite et en rive gauche, les linéaires cumulés de protection par enrochements étant presque deux fois plus grands en rive droite qu'en rive gauche : cette situation s'explique par la configuration de la plaine et la position de la Garonne, qui s'écoule globalement sur la partie Ouest de la plaine (parfois même en pied de coteau) avec une tendance historique du fleuve à développer ses méandres vers l'Est et à provoquer davantage d'érosion de berge en rive droite.

La raison pratique de ce déséquilibre en termes de taux d'enrochement (qui découle de cette morphologie) est surtout que les terrains agricoles que l'on a souhaité « protéger » sont surtout implantés en rive droite de la Garonne.

Le diagramme suivant illustre cette distribution très inégale des enrochements sur le territoire TFE :

Figure 61 : Distribution des linéaires d'enrochements sur le territoire TFE



Cette analyse doit en outre être complétée par les quatre remarques suivantes :

- Les enrochements cartographiés correspondent à des linéaires visibles. Il est probable qu'une partie (faible a priori) soit aujourd'hui enfouie ou totalement couverte par la végétation buissonnante. Le bilan produit s'appuie toutefois sur une compilation de relevés effectués par divers auteurs au cours des 10 dernières années (*sources principales : Géodes, ONEMA, Lindénia*).
- Sur les secteurs où les berges n'ont pas été enrochées, on relève le plus souvent un état relativement stable sous l'effet du système racinaire de la ripisylve ou d'une pente moyenne à douce de la berge. Cependant, on relève quelques secteurs marqués par une érosion de berge se traduisant par un talus instable et forte pente, et par un recul de berge de l'ordre de 2 à 4 mètres en général. De telles encoches d'érosion se sont développées au niveau de zones de turbulence, en particulier en aval immédiat d'obstacles en lit mineur, tels qu'une grosse souche ou un épi en enrochement. La fraction grossière des matériaux constitutifs de la berge (galets) se développent en pied de berge, les fines étant évacuées par le courant :



Erosion de berge en contournement d'une souche, avec formation d'un chenal de crue



Erosion de berge en aval immédiat d'un épi submersible en crue



Dépôt de galets en pied de berge érodée en aval d'un épi submersible en crue

- Des secteurs non enrochés dans l'extrados de coudes de la Garonne montrent une certaine « fragilité » lors de crues, ce qui se traduit par une ségrégation du matériau constitutif des berges. Les fines étant emportées par les eaux, les galets se déposent en

ped de berge ; la berge est marquée par une forte pente et se révèle relativement instable, d'autant plus que la matrice limoneuse de surface a été décapée :



Dépôt de galets et recul de berge à l'extrémité aval d'un coude de la Garonne



Erosion et recul de berge avec formation d'une plage de galets tout le long de l'extrados d'un coude de la Garonne

- Il existe plusieurs secteurs où des enrochements ont été déposés uniquement en pied de berge (alors que l'enrochement a été fait sur toute la hauteur de berge sur la plupart des secteurs confortés). En général, on observe alors que s'est formée une risberme stable et souvent végétalisée :



Enrochement de pied de berge, risberme de 2-3 m à l'arrière et talus naturel végétalisé

3.1.3 Estimation des volumes d'enrochements

Sur la base des linéaires de berges confortées par enrochements, en considérant des blocs déposés en une seule couche et sur une hauteur moyenne de l'ordre de 2,5 mètres, le volume d'enrochements sous forme de blocs d'un diamètre moyen de 50 à 70 cm représente grossièrement 40 à 60 000 m³.

Selon les dossiers d'étude disponibles, les carapaces en enrochements sur toute la hauteur de berge étaient prévues avec une épaisseur de 2 m (en deux couches d'enrochements et avec sous couche de 30 à 50 cm en galets) et avec un sabot d'ancrage de 2 m d'épaisseur pour 3 m de long dans le lit de la Garonne. Pour une hauteur de berge de l'ordre de 2,5 m, cette configuration représenterait un volume de galets et d'enrochements l'ordre de 30 m³ par mètre linéaire de berge. Compte tenu du linéaire enroché, le volume théorique de matériaux déposés serait de l'ordre de 650 000 m³. Ce volume est visiblement loin d'avoir été atteint car les sous-couches en galets et la deuxième couche d'enrochements n'ont la plupart du temps pas été mises en œuvre (réduisant de moitié voire des deux tiers le volume de la carapace) ; en outre, il semble ne pas y avoir de sabot de pied, mais simplement un appui de la carapace en pied de berge. Ces différences entre le schéma théorique et la réalisation expliquent la forte différence de volume d'enrochements : un tiers du volume total théorique représente environ 220 000 m³ et le volume à déduire de sabot de pied représente environ 6×26.10^3 soit 160 000 m³, ce qui conduit à un volume d'enrochement estimé réellement posé de l'ordre de 60 000 m³.

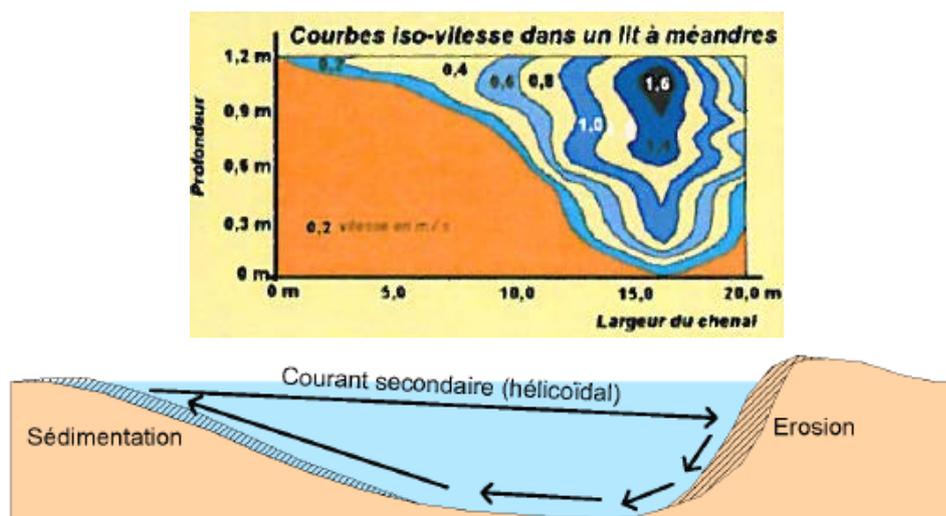
Les deux approches pour estimer les volumes d'enrochements déposés sur les berges de la Garonne sur le territoire TFE donnent des valeurs identiques.

3.2 Analyse de mobilité historique de la Garonne

3.2.1 Mécanismes d'évolution du lit d'un grand cours d'eau

Par le passé, la Garonne comme tout puissant cours d'eau de plaine a connu une assez forte mobilité à l'occasion de ses crues. La mobilité s'exprime de deux manières différentes :

- **L'érosion latérale** : les crues morphogènes (moyennes à fortes) peuvent modifier modérément le lit du cours d'eau en provoquant un élargissement sur certains tronçons (et parfois un approfondissement du lit). Assimilé par les riverains à une érosion de berge, un tel élargissement local ou par bief du lit mineur se produit généralement quand des actions humaines (par exemple un enrochement ou un remblaiement partiel de berge, un seuil en fond de lit...) ou une végétation excessive en pied de berge ou sur un atterrissement a réduit la débitance (c'est-à-dire la capacité hydraulique) du lit par rapport à sa capacité naturelle d'équilibre. L'effet de la crue est de « rendre » au lit du cours d'eau sa capacité d'écoulement.
- **L'évolution des méandres** correspondent à un processus naturel qui se manifeste également lors de crue. Sous l'effet d'une distribution hétérogène des vitesses sur une section du lit mineur au niveau d'un coude, la berge d'extrados est soumise à des vitesses d'autant plus élevées que le rayon de courbure du méandre est faible. Cette distribution hétérogène des vitesses sur une section perpendiculaire au courant induit la formation de courants secondaires qui augmentent considérablement les effets d'érosion et de dépôt sur la section :



Il s'ensuit une érosion plus ou moins rapide de ce secteur, un recul de berge dans le sens du courant (donc, vers l'aval). C'est ensuite le méandre dans son ensemble qui se déplace (par extension, translation, rotation ou les trois). En cas de déplacement vers l'aval, on parle de migration de méandre. En cas d'extension du méandre, la géométrie évolue le plus souvent jusqu'à un point de « basculement » correspondant au moment où la perte de charge (c'est-à-dire la dissipation d'énergie) devient plus forte en suivant le lit dans son méandre qu'en suivant un chemin hydraulique plus court malgré le relief et la végétation ou autres obstacles : le chenal de crue court-circuitant le méandre peut alors devenir le lit principal permanent (après décapage de surface et creusement d'un nouveau lit mineur par le courant), l'ancien méandre devenant rapidement un bras mort. Un nouveau méandre se forme ensuite en aval.

L'évolution des méandres (migration, coupure par court-circuit...) est une évolution naturelle qui se développe généralement à l'échelle du siècle. Un point majeur de cette dynamique est qu'elle permet une évolution progressive des faciès en conservant leur diversité : c'est cette diversité de faciès qui se traduit par une distribution équilibrée des habitats aquatiques et qui garantit la qualité biologique et écologique d'un cours d'eau, de ses anciens bras et de ses zones humides.

D'une manière générale, l'évolution morphologique d'un cours d'eau dépend d'un grand nombre de paramètres ; outre les actions anthropiques, qui peuvent fortement modifier un état d'équilibre naturel et/ou perturber une dynamique naturelle, et les aménagements dans la plaine inondable (pouvant bloquer une migration de méandre ou un chenal de crue), les principaux facteurs sont :

- La pente du cours d'eau (ou plutôt de la ligne d'eau en crue),
- La géométrie du lit mineur, notamment la profondeur du lit et la largeur à plein-bord,
- Le débit liquide,
- Le débit solide (transport de matériaux grossiers par charriage surtout),
- La géologie et la granulométrie du fond et surtout des berges,
- Dans une moindre mesure, la végétation des berges.

3.2.2 Evolution passée du lit de la Garonne sur le territoire TFE

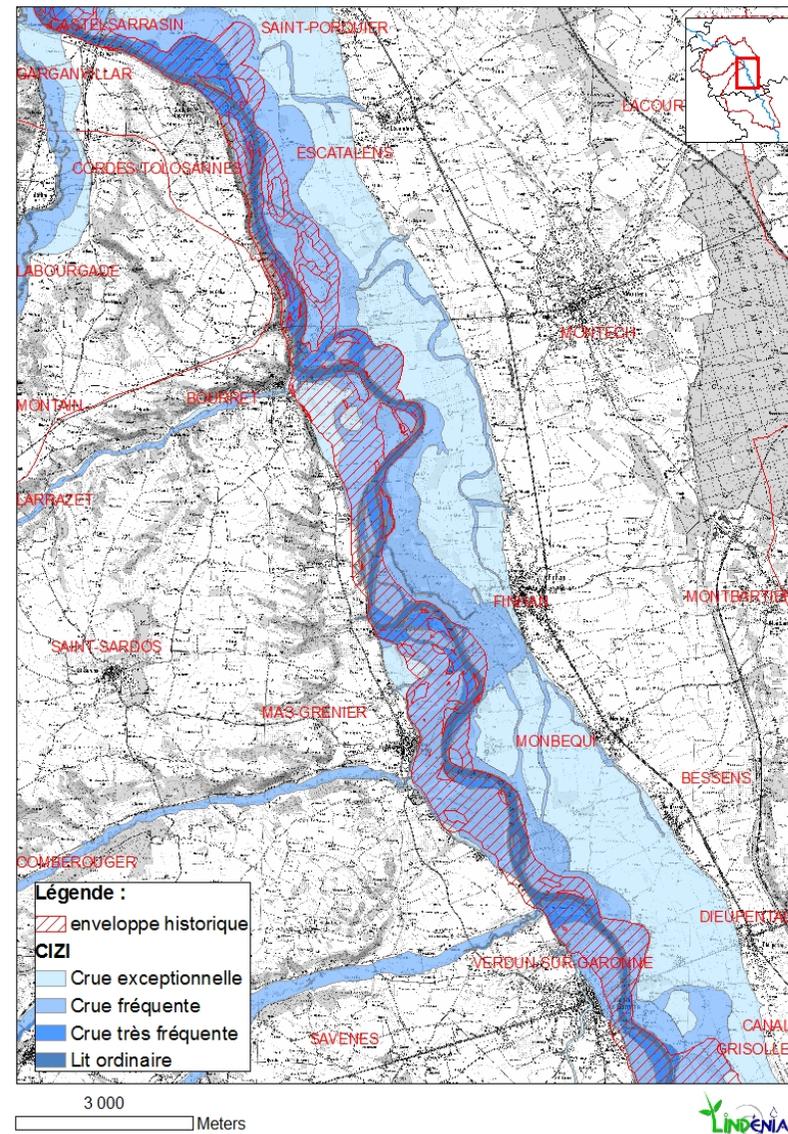
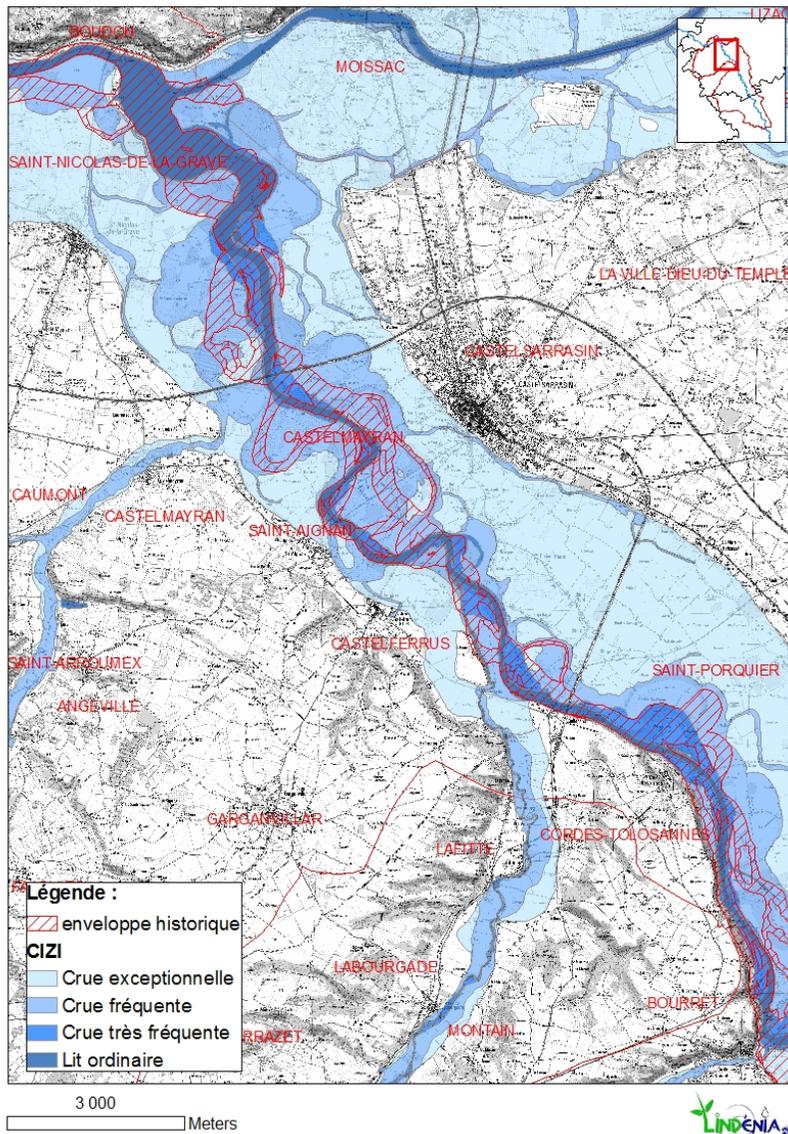
L'histoire géologique du territoire TFE, qui s'est traduite par la formation successive de pénéplaines puis de creusement de la vallée de la Garonne au cours des périodes interglaciaires du Quaternaire explique la dynamique naturelle du fleuve sur ce territoire : l'hydrologie des crues, la morphologie du lit du fleuve, la pente modérée mais encore fortement motrice de la vallée et la forte érodabilité des berges et des matériaux de la plaine conduisent à un comportement dominé par le méandrage (ou méandrement).

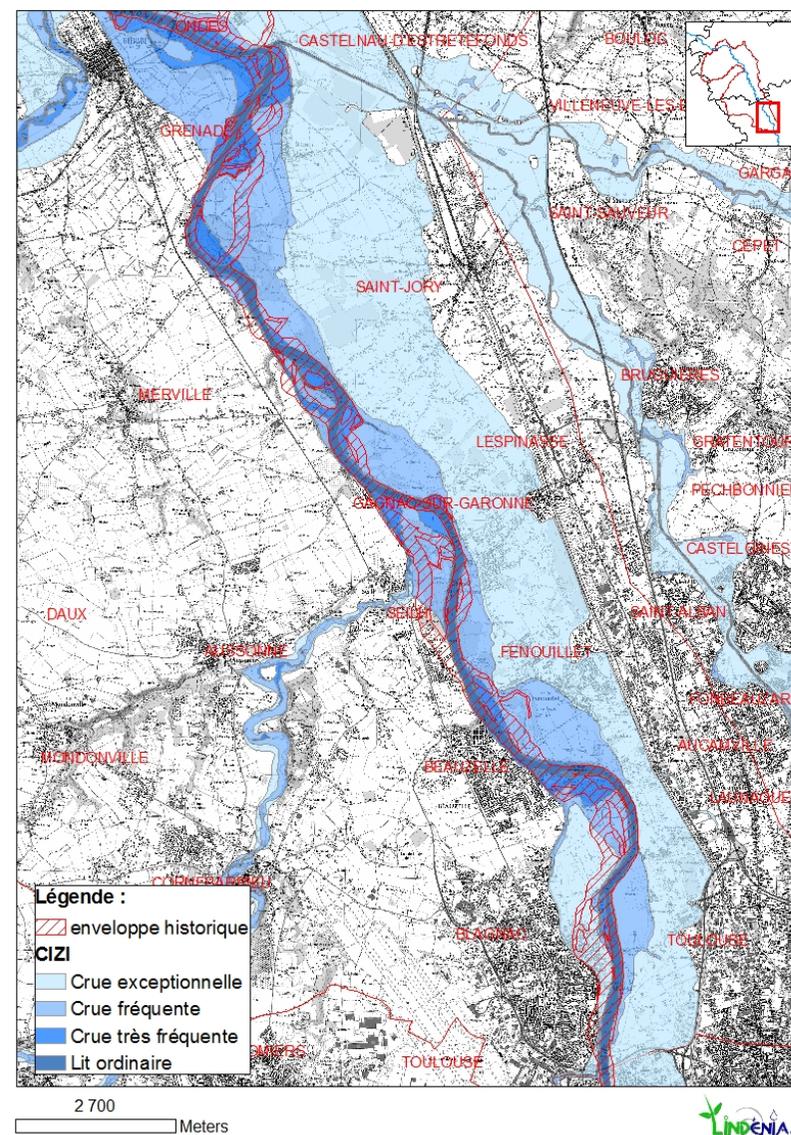
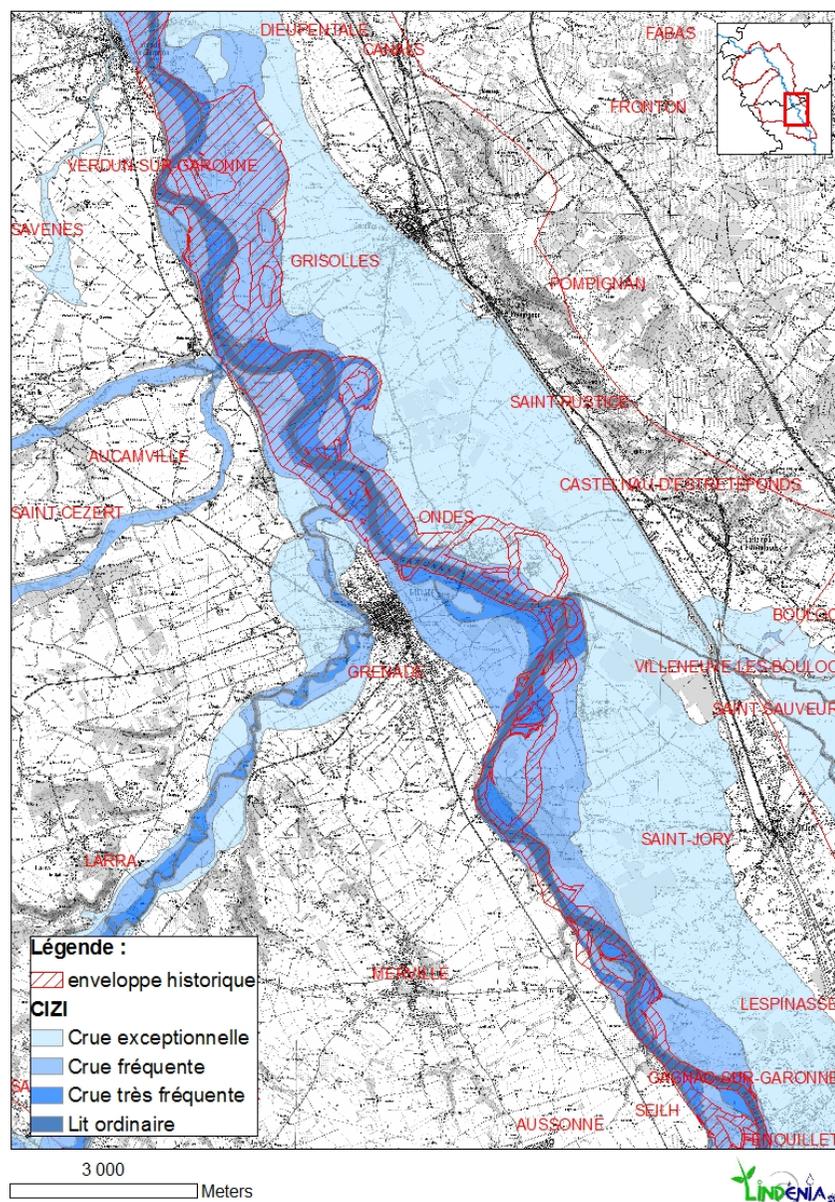
L'approche classique pour l'étude de l'évolution des méandres consiste à superposer les tracés du lit mineur du fleuve tels qu'ils apparaissent sur des cartes et des photographies aériennes datant de différentes époques : depuis 1946 pour les premières photographies aériennes disponibles, depuis le XVIIIème siècle pour les cartes (cartes de Cassini, cadastre napoléonien, cartes de VNF...). Les limites de communes (pour la plupart fixées au début du XIXème siècle) permettent aussi de mettre en évidence des anciens tracés du fleuve.

La figure suivante a ainsi été établie par compilation de ces informations pour produire l'enveloppe des déplacements du lit de la Garonne sur le territoire TFE. Il convient de noter que le tracé porté en rouge montre le plus souvent un espace (ou un fuseau) à l'intérieur duquel s'est déplacé le lit de la Garonne mais aussi des tracés d'anciens méandres ayant connu ou non une migration et pour lesquels une coupure naturelle ou un rescindement artificiel est intervenu : il apparaît alors sur cette figure un espace entre de tels anciens bras et le fuseau de mobilité du lit sur lequel n'est pas passé le lit du fleuve. Ce point explique pourquoi apparaissent des « îlots » à l'intérieur de cette enveloppe historique du lit de la Garonne.

Il est en outre important de garder en mémoire que cette enveloppe de mobilité historique ne couvre que les deux derniers siècles : une mobilité est bien sûr intervenue antérieurement.

Figure 62 : Evolution historique du lit de la Garonne sur le territoire TFE

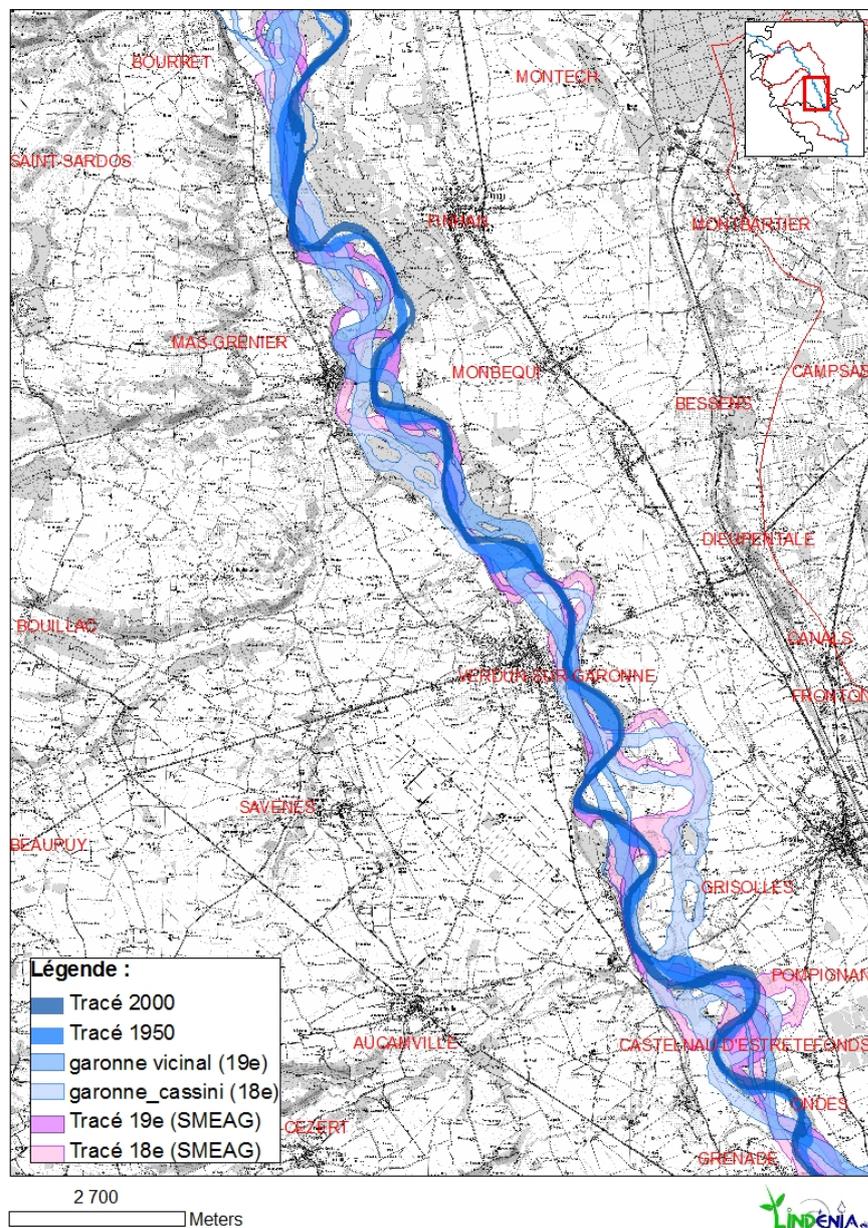




Ces cartes mettent en évidence deux points particuliers importants :

- Le report sur un même fond des tracés apparaissant sur des cartes anciennes nécessite un travail de re-projection qui peut conduire à quelques différences d'un auteur à l'autre, d'autant plus que les cartes historiques les plus anciennes (comme celles de Cassini) apparaissent relativement peu précises sur certains secteurs. La comparaison des tracés d'anciens bras de Garonne effectuée par le laboratoire ECOLAB et par LINDENIA montre malgré tout une bonne cohérence. Ces tracés ont aussi été comparés avec ceux proposés par C. Lafourcade (lors d'un stage au SMEAG) : on note une bonne cohérence pour les tracés relatifs au lit de Garonne selon les documents historiques pour le XIX^{ème} et le XX^{ème} siècle et ce n'est que dans le tracé de certains méandres portés sur des cartes du XVIII^{ème} siècle que l'on note quelques différences (le report ayant été fait manuellement par C. Lafourcade).

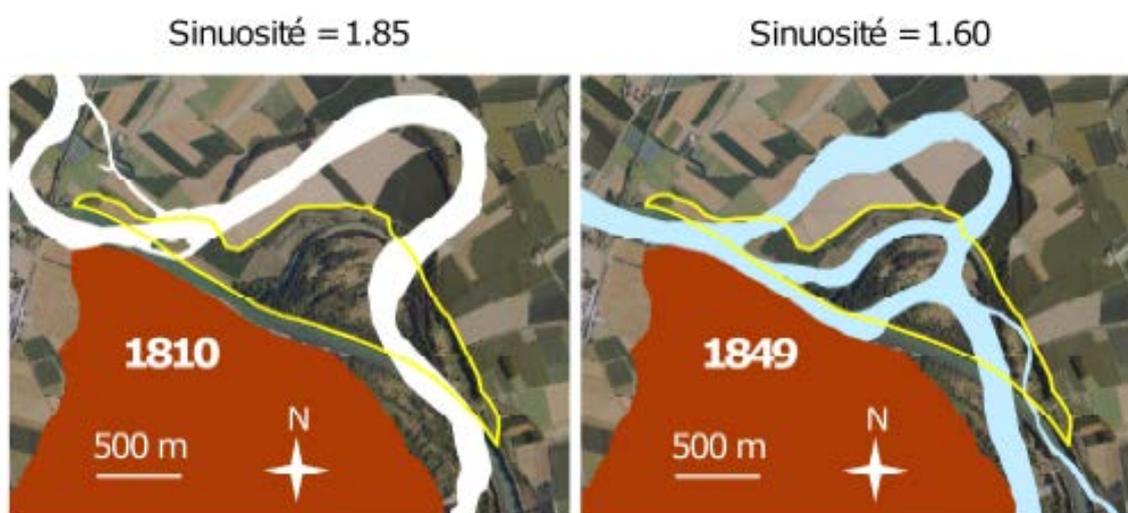
Figure 63 : Comparaison entre deux reports de tracé historique de la Garonne

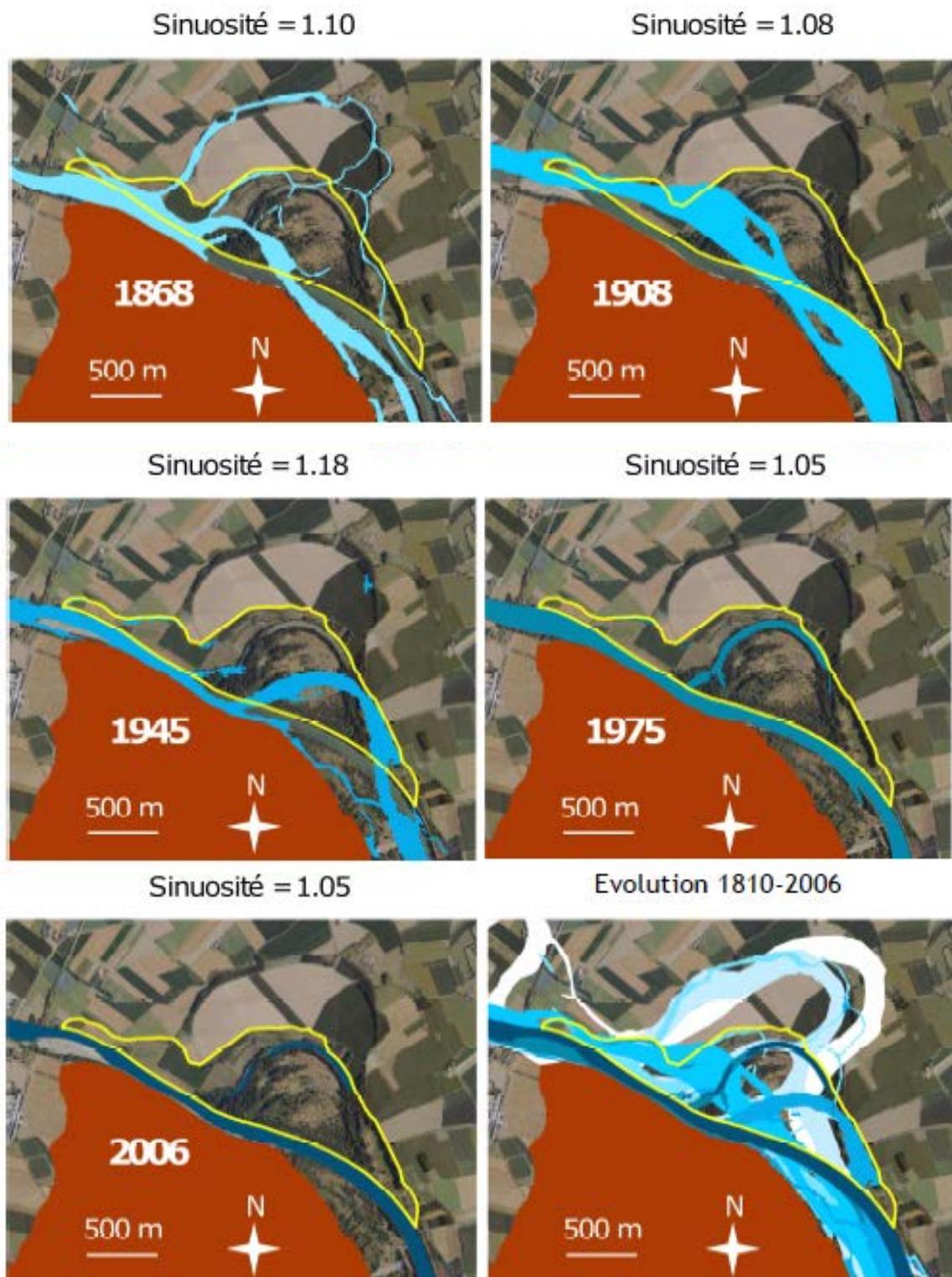


- L'enveloppe historique tracée en rouge sur les cartes (Figure 62 : Evolution historique du lit de la Garonne sur le territoire TFE) a été reproduite sur un fond cartographique montrant les zones inondables selon la CIZI, qui associe les zones de crue fréquente à une limite de terrasse. On constate qu'il existe des secteurs où l'enveloppe historique de mobilité du lit du fleuve se trouve hors des zones « de crue fréquente » selon la CIZI, par exemple à Blagnac et surtout à Ondes : il est possible que d'importants remaniements aient été fait sur ces secteurs (remblaiement...à effaçant toute trace d'un ancien lit et masquant même localement la morphologie d'origine de la vallée. A l'opposé, on observe sur les secteurs de Verdun-sur-Garonne, de Finhan, d'Escatalens, de Castelsarrasin et de Saint-Nicolas-de-la-Grave des limites de zone inondable en « crue fréquente » montrant nettement des formes de méandres. Soit ces formes sont le résultat d'un dépôt géologique et non du déplacement du lit de la Garonne, soit il s'agit bien d'anciens méandres mais qui ont été désactivés avant l'élaboration des premières cartes disponible, c'est-à-dire avant le XVIIIème siècle : c'est cette deuxième explication qui paraît la plus plausible, mais qui nécessiterait des campagnes de sondages géotechniques pour confirmer cette évolution historique. En outre, si cette deuxième hypothèse est la bonne, cela signifie que **l'enveloppe des mobilités historiques du lit de la Garonne serait plutôt à assimiler à la zone inondable en « crue fréquente »** plutôt qu'à celle qui ressort du report des limites montrées sur les cartes et photographies aériennes disponibles.

Un travail poussé de report de tracés historiques du lit de la Garonne a été effectué par le Laboratoire ECOLAB (CNRS, Université de Toulouse-Paul Sabatier) pour le compte du SMEAG au cours des années récentes, avec aussi une interprétation de l'évolution de végétation de six secteurs du territoire TFE. La figure suivante illustre cette évolution sur le secteur de l'île de Lizoun (à Cordes-Tolosannes), avec diminution considérable de sinuosité de la Garonne sur cette zone. Les cartes pour les six sites étudiées sont reportées en Annexe 3 :

Figure 64 : Evolution historique du lit de la Garonne à l'île Lizoun (source : ECOLAB)

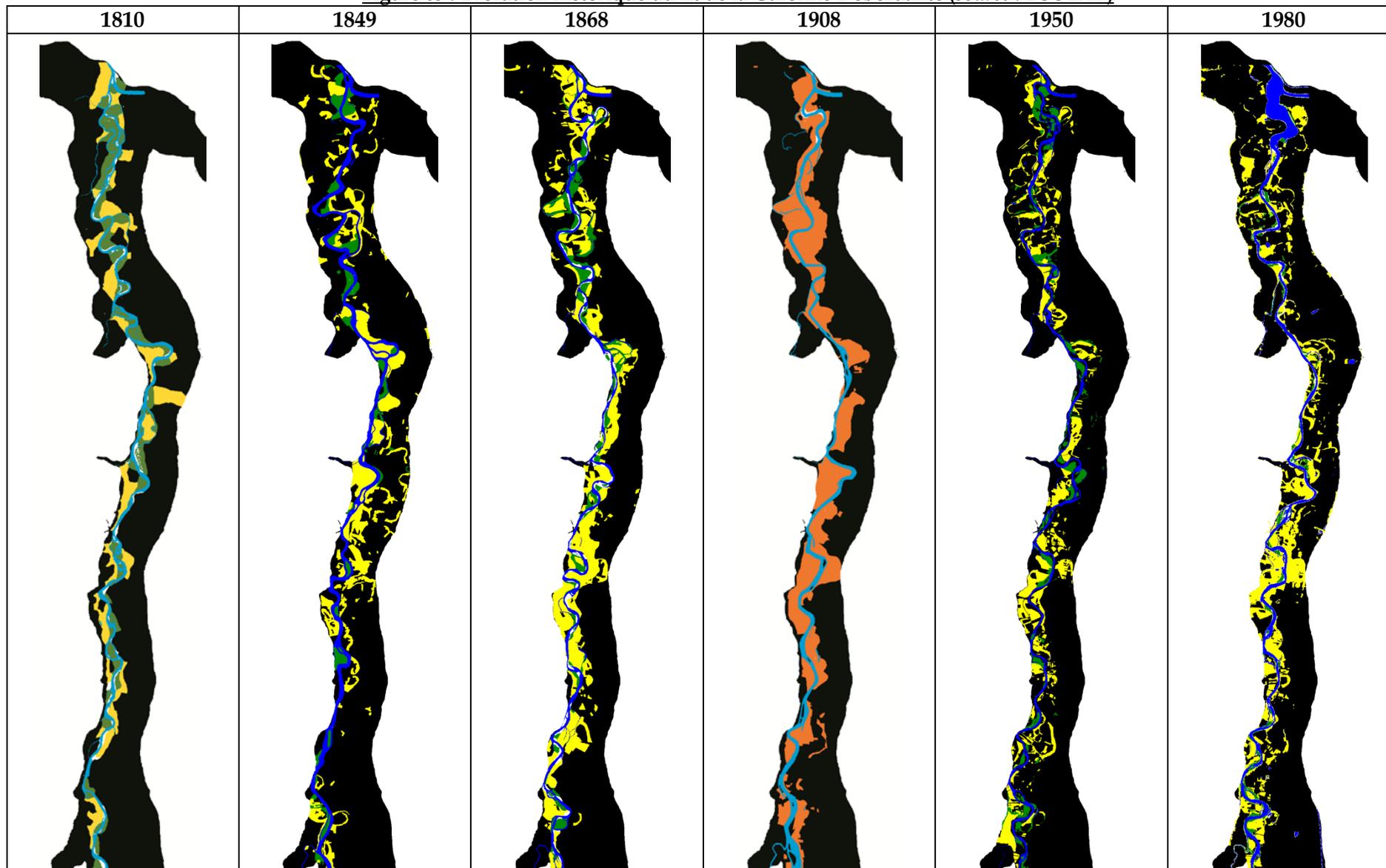




Etienne Muller, également au laboratoire ECOLAB a en outre reconstitué le tracé du lit de la Garonne à diverses époques, comme montré en page suivante.

D'une manière générale, ces cartes montrent une nette tendance à la réduction de sinuosité sur la partie aval, alors qu'elle semble s'être accentuée sur la partie amont au cours de la première moitié du XXème siècle.

Figure 65 : Evolution historique du lit de la Garonne Débordante (source : ECOLAB)



3.3 Evolution récente et tendances actuelles de la morphologie de la Garonne

3.3.1 Identification des phénomènes

Trois facteurs ont fortement modifié le fonctionnement morphodynamique de la Garonne au cours de la seconde moitié du XX^{ème} siècle :

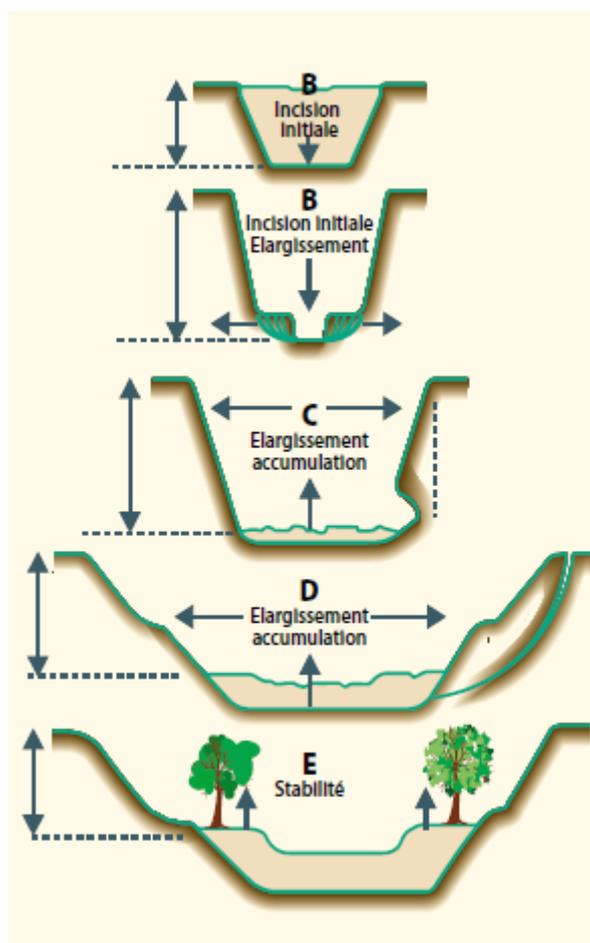
- **L'hydrologie** : le XX^{ème} siècle dans son ensemble apparaît comme marqué par peu de fortes crues des grands fleuves français. Les crues de la Garonne (comme celles du Rhône et de la Loire) sont restées modérées et peu nombreuses, surtout sur le territoire TFE situé en amont de la confluence avec le Tarn. Cette situation a certainement contribué à la perte de conscience du risque.
- **La chenalisation du lit par fixation des berges** : que ce soit d'abord pour la navigation (au XIX^{ème} siècle surtout) ou plus récemment pour l'exploitation et la « protection » de terres agricoles et parfois d'infrastructures (avec plusieurs rescindements de méandres après la crue de 1952), le lit de la Garonne a été chenalisé par des opérations visant à fixer les berges au moyen de carapaces en enrochements, comme vu plus haut. Les effets sont une réduction globale de l'érosion latérale et de la mobilité des méandres.
- **La chenalisation par enfouissement du lit de la Garonne** de Toulouse à l'estuaire océan : il s'agit de la perturbation majeure ayant affecté le fleuve depuis les années 1950. Cet enfouissement est d'origine purement anthropique et résulte de deux types d'interventions :
 - Les extractions de sable et de graviers effectués dans le lit de la Garonne presque tout le long de son cours pour la production rapide et peu chère de matériaux de construction. Ce type d'extraction en lit mineur est interdit en France depuis 1994 ; il est également interdit dans l'espace de mobilité des cours d'eau depuis 2001. Par la création de fosses profondes de 2 à 3 mètres, ces extractions ont généré des phénomènes d'érosion régressive, mais aussi d'érosion progressive causant un enfouissement généralisé du lit du fleuve entre Toulouse et l'estuaire.
 - Les retenues hydro-électriques au fil de l'eau en amont de Toulouse créent des retenues qui bloquent le transport solide et empêchent la recharge du lit en aval.

En outre, les travaux effectués sur de nombreux versants du bassin amont de la Garonne ont probablement réduit les apports sédimentaires des torrents vers le Garonne.

On note que l'enfoncement du lit de la Garonne, qui n'est pas ici un phénomène d'incision naturelle, s'est produit sur une courte période, essentiellement entre 1950 et 2000. Ce point est important : alors qu'une incision naturelle (après une crue décapante par exemple) induit un changement morphologique se traduisant par un nouvel équilibre favorable au plan écologique, l'enfoncement dans un lit chenalisé et avec des berges assez fortement artificialisées ne peut pas provoquer un élargissement suffisant du lit mineur avec reconstitution d'un matelas alluvial et « remontée » progressive des fonds.

Le schéma théorique suivant rappelle l'évolution courante d'un lit de cours d'eau à la suite à une incision sous réserve que ses berges soient « libres » et érodables :

Figure 66 : Schéma théorique d'évolution d'un chenal incisé



3.3.2 Quantification de l'enfoncement du lit de la Garonne

Plusieurs auteurs ont contribué à l'estimation de l'enfoncement de la Garonne au cours du XXème siècle. Sur le territoire TFE, toutes les mesures et estimations convergent et indiquent globalement un enfoncement entre Toulouse et la confluence avec le Tarn de l'ordre de 2 mètres à 2,5 mètres (seulement 1 mètre au droite de Castelsarrasin et aux abords du plan d'eau de Saint-Nicolas-de-La-Grave).

En pratique, cet enfoncement n'est pas homogène sur tout le linéaire dans la mesure où cet enfoncement s'est trouvé bloqué par la présence d'écailles marneuses : souvent localisées sur de nombreux secteurs sur une partie seulement du lit mineur, de telles écailles se trouvent parfois présentes sur toute la largeur du lit mineur et se comportent alors comme des points durs et créent des effets de seuil, avec un écoulement se faisant sur une grande largeur, alors que la Garonne crée un chenal plus profond en amont et en aval.

Les deux images suivantes montrent des écailles marneuses affleurantes en période d'étiage respectivement :

- sur une partie seulement du lit mineur, créant simplement des points de divagation du chenal d'étiage et sans perturbation hydraulique notable en période courante et en crue ;
- sur toute la largeur du lit, créant un effet de seuil avec un écoulement de faible hauteur et sur une grande largeur en période d'étiage.

Figure 67 : Ecaïlles marneuses en fond de lit mineur de la Garonne (images Google Earth)

Effet de chenalisation entre écaïlle marneuses



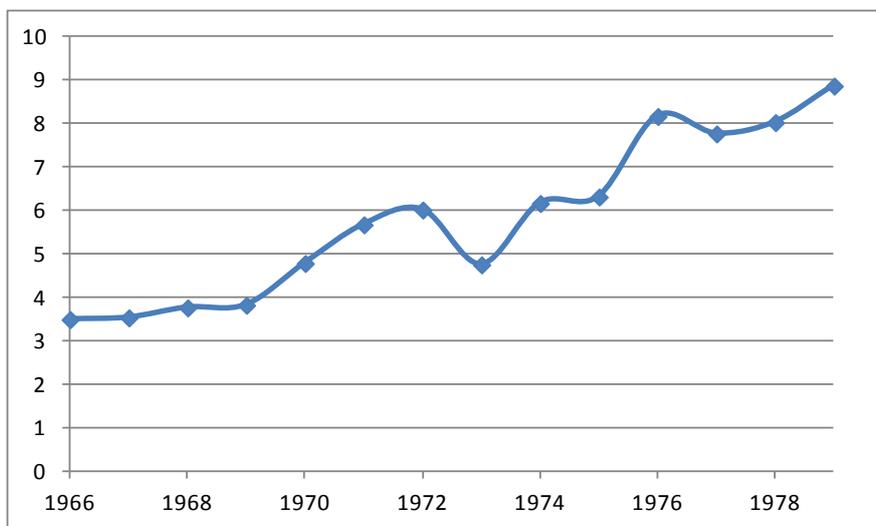
Effet de seuil sur la largeur du lit mineur



Par ailleurs, les deux points remarquables en ce qui concerne l'estimation de cet enfoncement du lit de la Garonne sur le territoire TFE sont les suivants :

- Les extractions de matériaux dans le lit mineur de la Garonne ont été particulièrement conséquentes jusqu'au début des 1980 qui marque le début des restrictions d'exploitation, comme le montre le graphique suivant relatif à la Haute-Garonne uniquement :

Figure 68 : Volumes (en Mm³) extraits du lit de Garonne en Haute-Garonne (amont et aval de Toulouse) de 1966 à 1979



L'enfoncement du lit s'est probablement manifesté de manière significative dans les années 1970 à 1990, tout en se prolongeant jusqu'au début des années 2000.

- Le stock alluvionnaire dans le lit de la Garonne sur le territoire TFE, avant même le début des extractions industrielles, est reconnu comme naturellement faible (selon Beaudelin, 1987 : « Les méfaits des extractions des galets de Garonne » – *Revue de l'eau dans le midi atlantique*). Les auteurs ayant étudié ce point indiquent une épaisseur variant entre 1,5 et 3 mètres seulement. En supposant que les socles marneux aient été à ce jour relativement peu érodés depuis leur mise à nu (ce qui n'est pas certain sur tout le linéaire), on peut alors penser que c'est la quasi-totalité du matelas alluvial qui a disparu (par extraction et par érosion des fonds) générant un enfoncement qui est effectivement de l'ordre de 2 à 2,5 m, voire 3 m localement, correspondant au matelas alluvial et bloqué à ce niveau depuis 10 à 15 ans. Sur le territoire TFE, le volume d'alluvions grossières ayant « disparu » représente 8 à 10 millions de m³ (pour un volume total « disparu » entre Toulouse et Bordeaux estimé à 25 - 30 millions de m³).

Certaines zones d'accumulation de galets persistent sur quelques points du lit de la Garonne sur le territoire TFE, en particulier sous forme de bancs de galets en intrados de coudes, sur des zones de confluence, sur des secteurs très larges, sur des secteurs non enrochés ayant connu une érosion de berge ou aux abords de certains îlots (cf. § 3.3.5 ci-après).

3.3.3 Conséquences de la chenalisation et de l'enfoncement du lit de la Garonne

La chenalisation et l'enfoncement du lit de la Garonne sur le territoire TFE ont de nombreuses conséquences, résumées dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Principales conséquences de la chenalisation et de l'enfoncement du lit de la Garonne

Espace impacté	Conséquences
Lit mineur	Abaissement de la ligne d'eau d'étiage, avec échauffement accru et augmentation du risque d'eutrophisation
	Augmentation de capacité hydraulique, augmentation de vitesse de propagation des crues
	Augmentation du pouvoir de charriage et d'érosion
	Diminution de l'effet épurateur et de support d'habitats de micro-organismes joué par le substrat du fond et des pieds de berge
	Risque de déstabilisation d'ouvrages
Berges	Augmentation de la sensibilité des berges à l'érosion
	Déstabilisation de protection de berges ou d'épis anciens
	Pavage des berges en cas de talus à forte pente
	Vieillesse de la végétation (régénération plus difficile)
Milieux annexes	Assèchement de zones humides et bras morts
	Réduction de fréquence d'inondation d'espaces humides et dégénérescence des ripisylves et boisements des milieux humides
	Disparition de zone de frai
Plaine	Abaissement de la nappe d'accompagnement
	Dépérissement de boisements alluviaux et de peupleraies
	Modification de milieu, des usages et des pratiques agricoles
	Perte de conscience du risque d'inondation

Par ailleurs l'écoulement sur écailles marneuses évoqué plus haut peut poser un problème d'érosion de berge selon un mécanisme particulier : la molasse constituant le substrat (qui apparaît sous forme d'écailles marneuses en surface) est en fait un matériau sensible à l'usure chimique par l'eau (avec dissolution du calcaire) et à l'usure mécanique, ce qui crée des « cannelures » de quelques centimètres dans le sens du courant : en période de crue, ce matériau de fond de lit peut être éliminé par morceaux, créant des zones de turbulence en période d'étiage. Surtout, lorsque la couche molassique présente en pied de berge est érodée, il se produit un sous cavage de cette berge qui tend alors à s'effondrer d'un bloc en phase de décrue les fines sont évacuées et les galets déposés en pied de berge.

3.3.4 Situation actuelle du transport solide

Le transport solide par la Garonne sur le territoire TFE est très faible pour les raisons indiquées plus haut, et qui se traduit surtout par un fort déficit dans le lit mineur en matériaux susceptibles d'être charriés (les galets restant étant accumulés sur des zones de moindre vitesse) et de matériaux mobilisable dans les berges étant (sauf quelques exceptions locales) en grande partie soit stables après une phase d'érosion, d'élargissement, de retalutage naturel et de végétalisation spontanée, soit fixées par des enrochements.

En outre, la remobilisation d'un stock de galets qui serait nécessaire pour reconstituer un matelas alluvial sur tout le linéaire paraît totalement hors de portée.

Enfin, le stock de matériaux venant de l'amont, que ce soit par la Garonne ou ses affluents, est bloqué en amont de Toulouse, très faible en aval de Toulouse.

Par ailleurs, la capacité de charriage de la Garonne en crue paraît relativement élevée, du fait de la profondeur importante du lit (4 à 6 mètres en général) et de la nature du substrat (molassique) offrant une faible résistance au cisaillement et peu de capacité d'accumulation.

Dans ces conditions, il apparaît illusoire de reconstituer le lit de la Garonne ; des opérations de recharge locale sont toutefois à envisager sur des secteurs où des matériaux peuvent être mobilisés et où la capacité de charriage est faible et permettra le maintien des matériaux redéposés.

3.3.5 Caractérisation des substrats du lit de la Garonne

Le fond du lit de la Garonne sur le territoire TFE est caractérisé par un substrat décapé molassiques (banc de molasse avec parfois écailles marneuses indurées), soit par un substrat résiduel dominé par un mélange de sables (en faible proportion), de graviers et de galets plus ou moins colmaté.

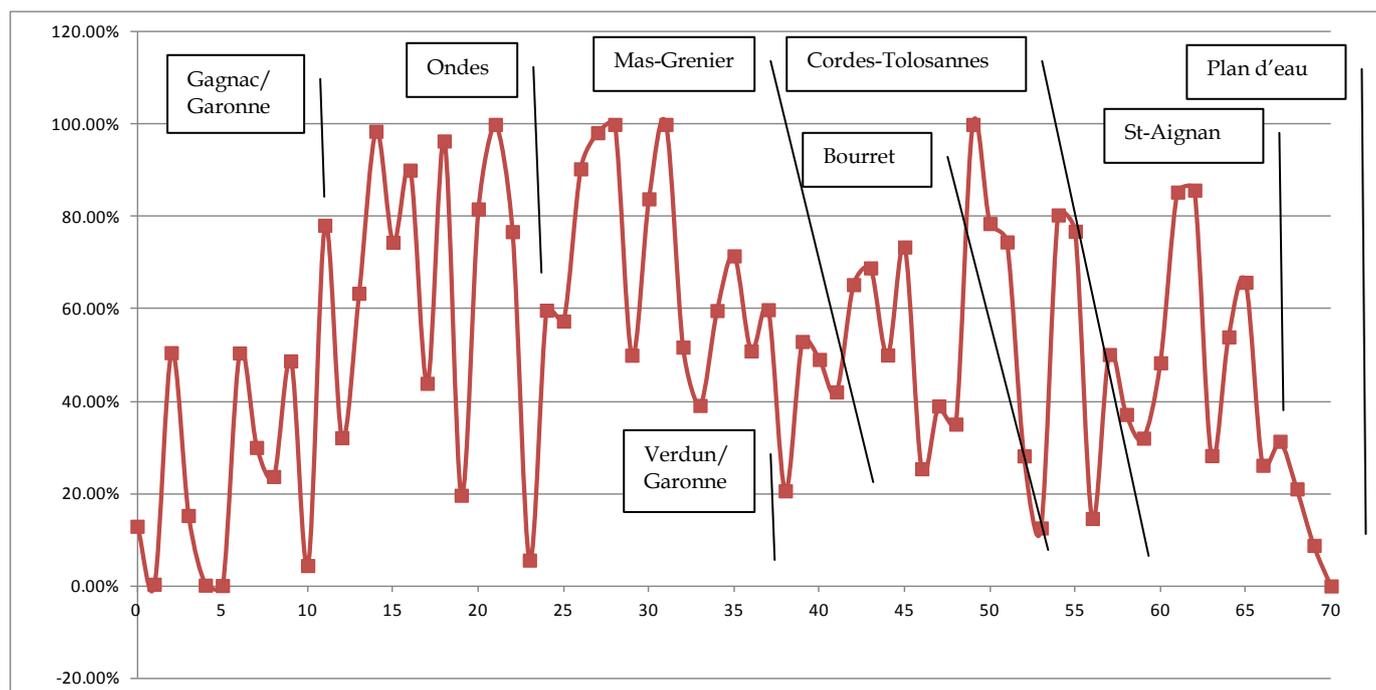
Les secteurs sur lesquels persiste où s'est reconstitué un substrat formé d'un mélange alluvionnaire de graviers et de galets (avec un taux faible de sable) sont dispersés tout le long du territoire, même si l'on peut mettre en évidence des tendances significatives par secteurs. Par exemple, le taux de graviers et galets en surface est faible quasiment nul sur les deux ou trois derniers kilomètres avant le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave, et également très faible (voire nul sur des biefs de plus de 2 kilomètres) sur le secteur de Blagnac et Fenouillet. En revanche, le taux est près de 100 % sur de longs biefs sur le secteur de Grenade et de Grisolles, ou encore vers Finhan.

En outre, on note une très forte discontinuité des tronçons à fort taux de substrat alluvionnaire, cette hétérogénéité pouvant être assimilée à un manque de continuum écologique pour les milieux aquatique, et particulièrement pour le milieu piscicole.

Globalement, il est à noter que le taux de mélange de graviers et de galets représente un peu plus de 50 % de la surface totale du fond du lit de la Garonne sur le territoire TFE.

La distribution spatiale est très inégale le long du fleuve, comme le montre le graphique suivant établi kilomètre par kilomètre à partir des relevés précis présentés dans « Cartographie du substrat de la Garonne (de la retenue de Saint-Nicolas-de-la-Grave à Toulouse) et influence sur le comportement de saumons atlantiques en remontée » du Groupe d'Hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement (Agence de l'Eau Adour-Garonne, 2007) avec des vérifications ponctuelles effectuées en 2012 par Lindénia :

Figure 69 : Taux de substrat de graviers et galets en surface du lit de Garonne



NB : sur ce graphique, le point 0 correspond au pont de Blagnac.

Le taux moyen de **substrat de type graviers-galets** sur l'ensemble de ce linéaire (en ne tenant pas compte du Plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave) est de **51 % de la surface totale du fond du lit du fleuve**.

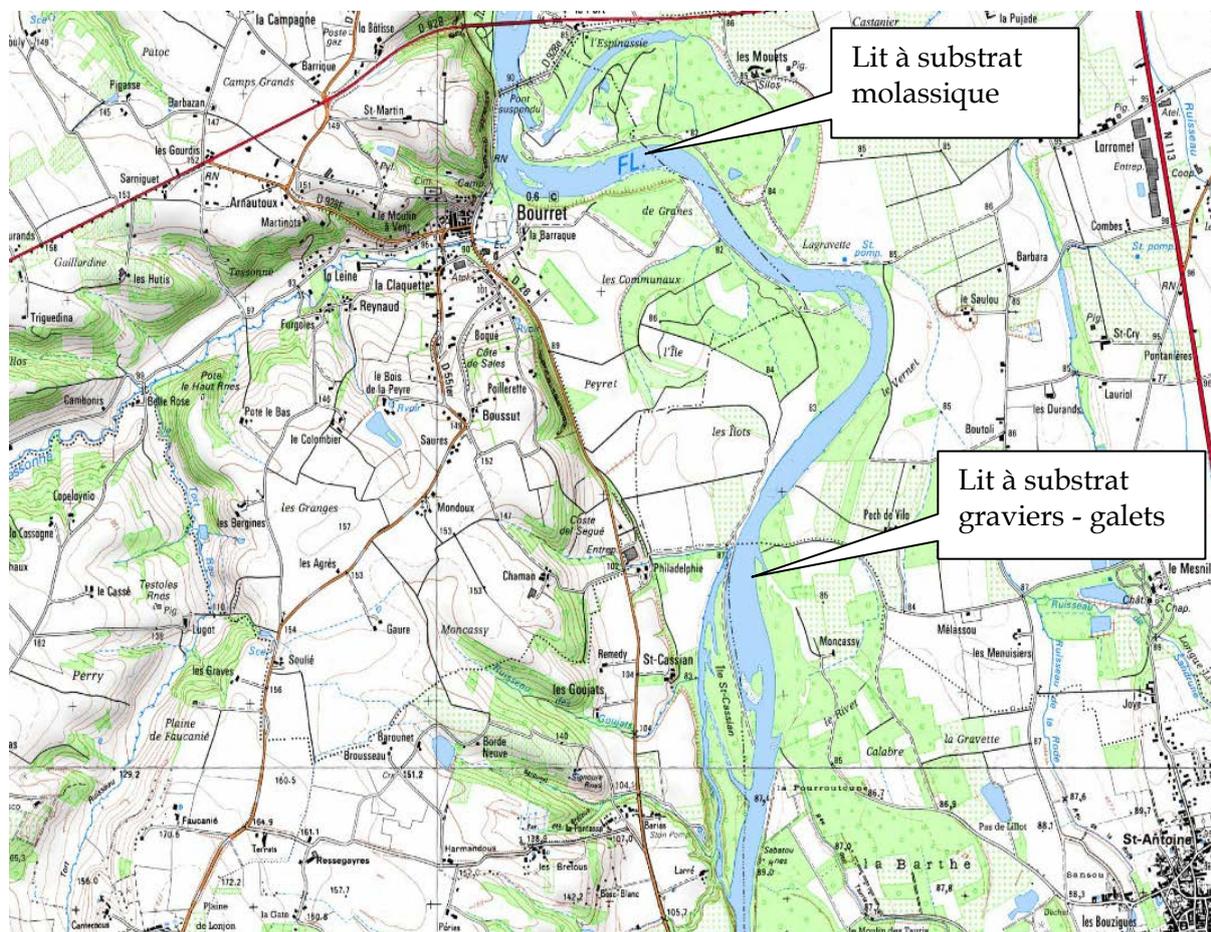
Les bancs alluvionnaires apparaissent toutefois très colmatés (et donc peu « fonctionnels » au plan écologique) sur le secteur de Fenouillet et de Gagnac-sur-Garonne, qui est aussi le secteur où le profil en long est le plus fort (de l'ordre de 0,1 %).

Les observations ont en outre été faites en séparant la part de substrat émergé en période courante : cette distinction met en évidence que la part de substrat de type graviers-galets sur la partie couramment immergée du lit de la Garonne sur le territoire TFE représente seulement 48 %, pour 52 % de substrat molassique. Cette analyse complémentaire montre que le taux de substrat alluvionnaire dans la partie couramment immergée du lit reste toutefois élevé, mais aussi qu'une part notable des bancs de graviers et de galets se trouvent en pied de berge, sous forme de plages découvertes en période courante. En pratique, 26 % des bancs alluvionnaires se trouvent sur la partie couramment émergée du lit de la Garonne, pour 74% en zone noyée.

Un autre point marquant ressortant du graphique ci-dessus et la « rapidité » de passage de zones de substrat totalement alluvionnaire à des zones totalement molassique, comme par

exemple au droit de Bourret et de Grenade : ces discontinuités correspondent à des passages sur des écailles marneuses indurées qui font un effet de seuil, créant une accélération empêchant non seulement le dépôt mais aussi le maintien d'un éventuel banc alluvionnaire. A titre d'exemple, la figure suivante localise de telles zones voisines hétérogènes en termes de substrats sur le secteur de Bourret, en lien directe avec la largeur du lit de la Garonne :

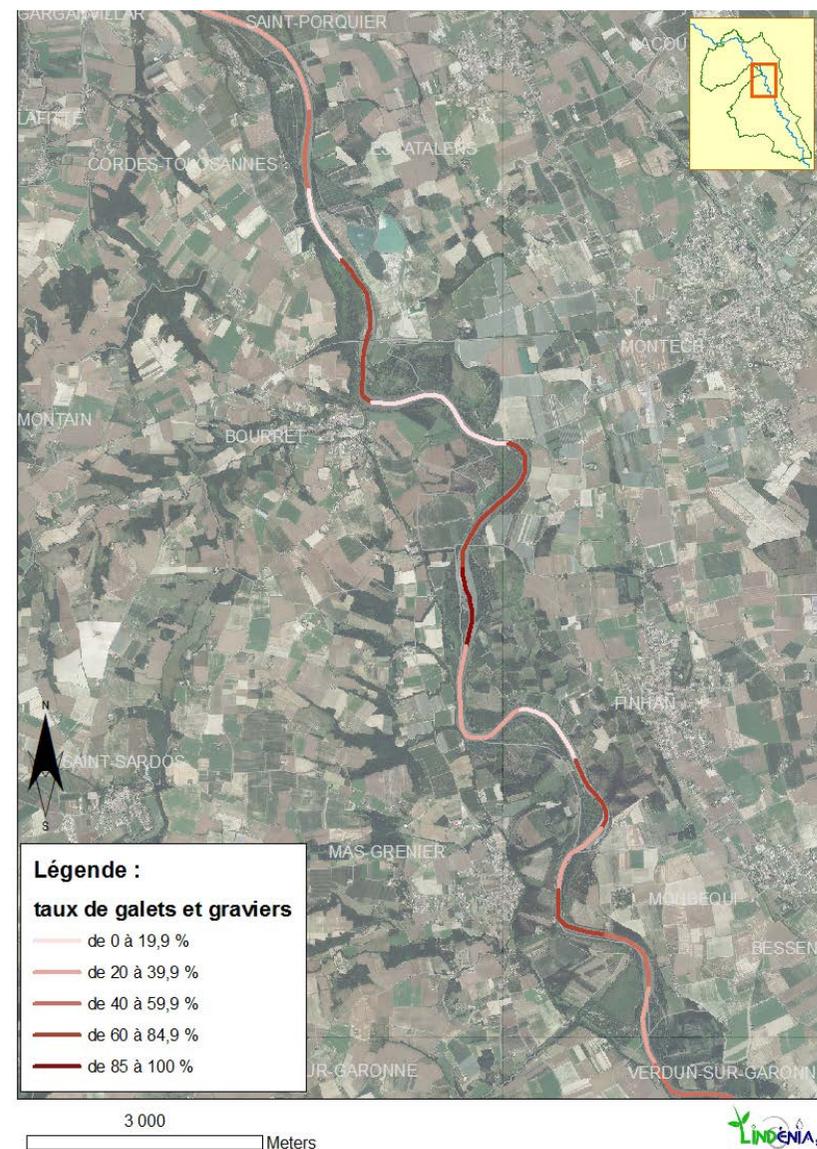
Figure 70 : Hétérogénéité de substrat sur le secteur de Bourret

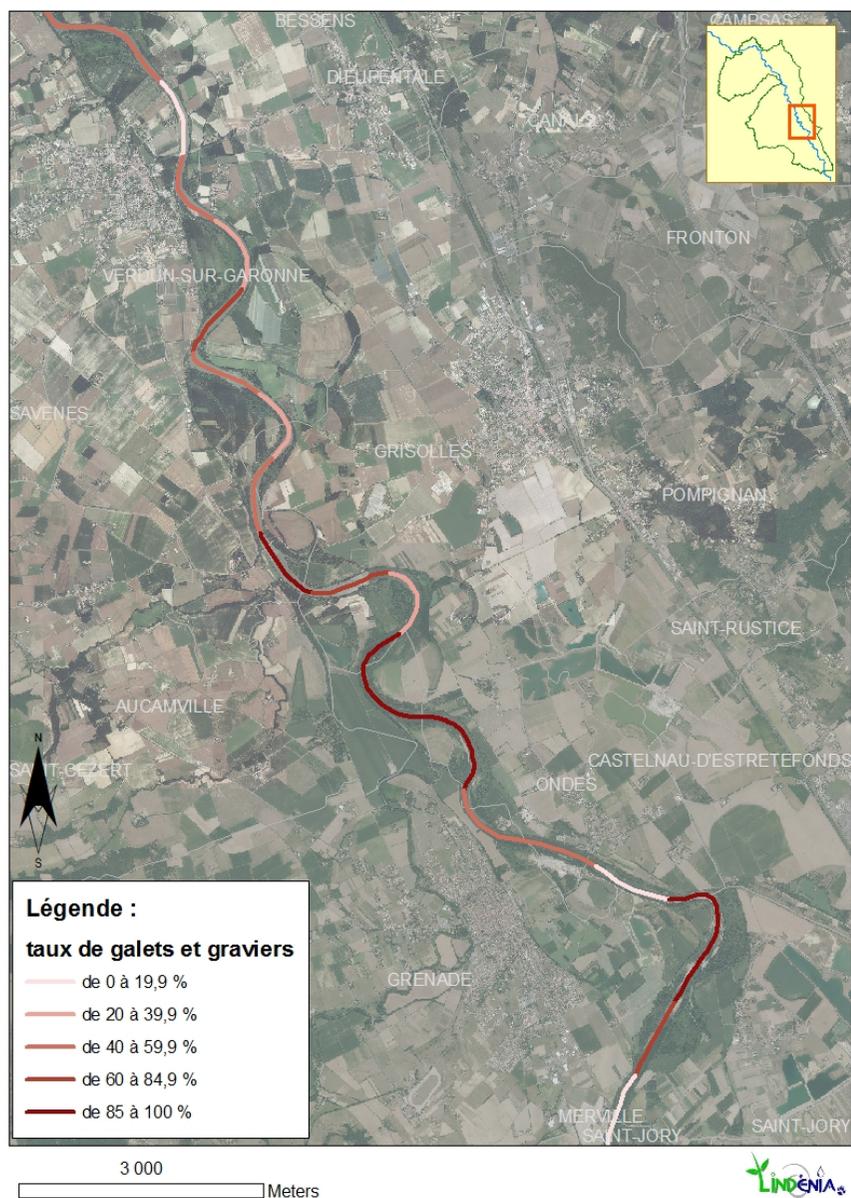


En pratique, les relevés détaillés montrent que les bancs de galets et de graviers sont souvent répartis de manière inégale sur la largeur du lit de la Garonne (qui varie entre 120 et 180 mètres). Cette distribution spatiale a été cependant traitée par tronçons, en reportant les taux de substrats constitués de graviers et de galets (comme sur le graphique ci-dessus) tout le long du fleuve, ce qui présente l'intérêt de mettre en évidence les secteurs homogènes (substrat exclusivement molassique / exclusivement alluvionnaire grossier) et les zones de transition à l'intérieur desquelles la distribution spatiale est aussi transversale, avec des dépôts de galets localisés sur les intrados de méandres, sur des zones d'élargissement du lit et sur des zones de confluence.

Cette distribution des bancs de graviers-galets du lit de la Garonne est reportée sur les cartes de la figure suivante.

Figure 71 : Répartition des bancs de graviers-galets du lit de Garonne sur le territoire TFE





3.4 Evolutions potentielles du lit de la Garonne sur le territoire TFE

3.4.1 Méthode d'analyse

La méthode d'analyse pour étudier les évolutions potentielles du lit de la Garonne sur le territoire TFE est la méthode mise au point dans le cadre du projet SUD'EAU sur cinq sites de la Garonne Débordante (SMEAG, 2011). Cette méthode est une combinaison de mesures et d'observations de terrains, ainsi que d'approches théoriques et semi-qualitatives issues des travaux de divers auteurs et formalisées par J.R. Malavoi et J.P. Bravard, présentée dans le document intitulé « *Eléments d'hydromorphologie fluviale* » (2010) de la collection « *Comprendre pour Agir* » éditée et diffusée par l'ONEMA.

Il est toutefois important de noter que les outils d'analyse d'évolution morphologique des cours d'eau sont fondés sur des études de cours d'eau et vallées relativement peu anthropisés, notamment en ce qui concerne la dynamique des berges et des méandres à l'intérieur de l'espace de mobilité. Or, dans le cas de la Garonne Débordante, les travaux de chenalisation et surtout l'enfoncement du lit ont radicalement modifié le fonctionnement morphodynamique au moins à moyen terme.

L'application de la méthode préconisée par l'ONEMA, par ailleurs très performante pour nombre de cours d'eau, est à appliquer avec des réserves au cas de la Garonne Débordante dont le fonctionnement est très loin d'une dynamique naturelle. Cette méthode a néanmoins été appliquée (à défaut d'autre approche éprouvée) mais avec quelques adaptations et en la complétant par des analyses empiriques fondées sur des investigations de terrains et une analyse à dire d'expert.

Les détails techniques de cette méthode sont rappelés en Annexe 4.

3.4.2 Paramètres nécessaires et interprétation hydromorphologique

3.4.2.1 Paramètres principaux de l'évolution morphologique

Ces paramètres sont de deux ordres :

- Les variables primaires : le **débit liquide et le débit solide**. En pratique, sur le territoire TFE, le débit solide est considéré comme très faible et négligeable par rapport au débit liquide, lequel est connu à partir du traitement statistique des maximaux annuels mesurés à Verdun-sur-Garonne notamment. Le tableau suivant rappelle ces valeurs remarquables :

Tableau 20 : Débits remarquables de la Garonne à Verdun/Garonne

Période de retour	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
Débits (m ³ /s)	1 800	2 600	3 100	3 600	4 200

En outre, le module (débit moyen annuel) à Verdun-sur-Garonne est de 189 m³/s

- Les variables secondaires : on distingue classiquement trois familles de variables secondaires :
 - **La puissance du cours d'eau** $W = \gamma \times Q \times J$ où γ représente le poids volumique de l'eau (9810 N/m³), Q le débit liquide (en m³/s) et J la pente d'énergie (en m/m). On utilise souvent aussi la puissance spécifique $\omega = W /$

L où L désigne la largeur du lit du cours d'eau. Le débit pris en compte dans l'analyse morphologique est généralement le débit de plein bord, qui est particulièrement élevé ici du fait de l'enfoncement du lit ;

- **L'érodabilité des berges**, qui dépend essentiellement de la nature des matériaux constitutifs, particulièrement de leur taux en argiles et limons qui induit le degré de cohésion de ces matériaux (au sens de la mécanique des sols). Cette érodabilité est faible sur du rocher, forte sur du sable, mais elle dépend aussi de la forme et des pentes des berges. Dans le cas de Garonne Débordante, l'érodabilité des berges est considérée comme moyenne à assez forte ;
- **Les apports solides**, en termes d'importance (ou de flux) et de nature, particulièrement au travers de la granulométrie. On distingue les apports extérieurs à la rivière (provenant de l'érosion des sols sur le bassin versant ou des apports par des affluents) des apports internes qui proviennent directement des effets de l'érosion des berges et du fond. Ces apports solides sont faibles à très faible ici.

Les variables secondaires induisent les caractéristiques géomorphologiques du cours d'eau, c'est-à-dire la géométrie du lit et des berges, le style fluvial (par exemple système à méandres, lit en tresses...), la nature et la granulométrie des substrats érodés et transportés, l'intensité des processus d'érosion... De fait, elles induisent aussi les caractéristiques écologiques globales par la nature ou la typologie des habitats naturels. Enfin, elles induisent également les capacités et vitesses d'ajustement géomorphologiques d'un cours d'eau à la suite d'actions anthropiques, notamment des travaux de chenalisation.

Ainsi, d'après Wasson (1998), si la puissance spécifique d'un cours d'eau est inférieure à 25 W/m², la dynamique naturelle ne permet pas un retour à la morphologie primitive après une perturbation anthropique ; à l'opposé, une puissance spécifique de plus de 35 W/m² permet à un cours d'eau chenalisé de réajuster ses formes et de retrouver progressivement une géométrie plus naturelle. Ces valeurs restent toutefois critiquables et uniquement indicatives, dans la mesure où elles ne tiennent pas compte des variables secondaires ni des ouvrages fixant les berges.

A titre indicatif, dans le cas de la Garonne sur le territoire TFE, la puissance spécifique est de l'ordre de 100 à 150 W/m² en moyenne, ce qui s'explique par la très forte capacité du lit mineur par rapport à état naturel. Il s'agit d'une valeur anormalement forte (qui ne se rencontre pas sur des tronçons « naturels » de la Garonne) qui induit des vitesses élevées de propagation des crues et une plus forte montée des eaux dans les zones inondées en crue courante à moyenne. En effet, la forte augmentation de capacité du lit a réduit la fréquence des débordements et donc, pour une même crue moyenne, les surfaces inondées et par conséquent l'effet d'amortissement joué par la plaine dans la propagation de la crue.

Par ailleurs, l'enfoncement du lit a augmenté non seulement la puissance spécifique mais aussi le rayon hydraulique, ce qui conduit à une augmentation des vitesses d'écoulement sur les secteurs concernés, avec un effet accru de décapage du substrat meuble et érosion des écaillles molassiques en fond de lit, pouvant provoquer sur certains secteurs une poursuite d'enfoncement (comme par exemple au droit du Ramier de Bigorre). Alors que la capacité de charriage de la Garonne en aval de Toulouse reste modérée à assez faible, expliquant les accumulations de galets sur des zones d'élargissement du lit, dans les intrados de méandres ou sur des zones de confluence, les tronçons étroits (et souvent assez rectilignes) sont marqués par des vitesses élevées en crue qui tendent à empêcher la recharge du lit en

substrat meuble sur ces secteurs. Cette configuration est typique du lit de Garonne entre Toulouse et Grenade en particulier.

3.4.2.2 Variables de réponse et d'ajustement géomorphologique

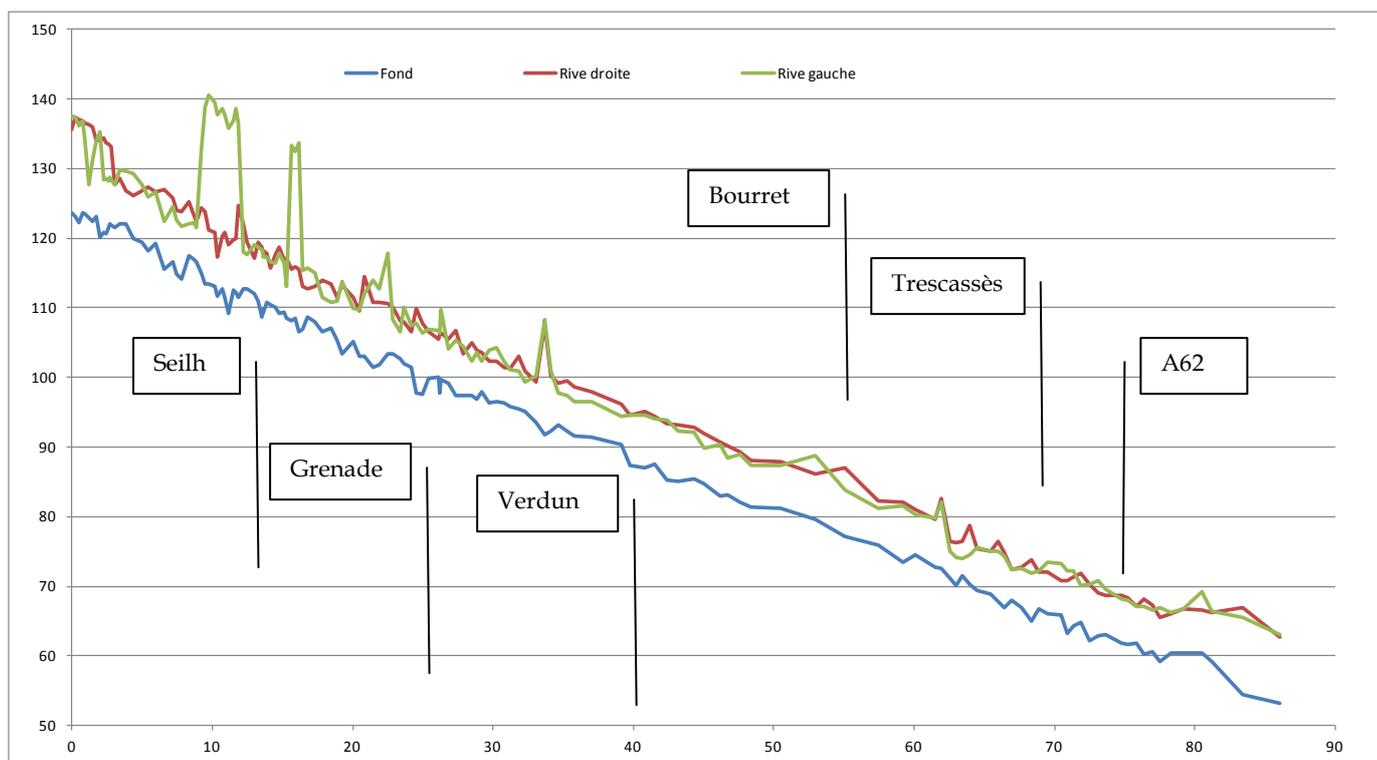
En général, plutôt que de mesurer les variables primaires et secondaires et de tenter d'en déduire l'évolution, on s'appuie plutôt sur une **interprétation de variables de réponse et d'ajustement géomorphologique**, en s'attachant à les suivre dans l'espace (d'amont en aval) et dans le temps (au niveau de stations de contrôle).

Cette approche permet d'établir des conclusions tant au plan local qu'au plan global. Elle permet également « d'isoler » les paramètres les uns par rapport aux autres : ce point est essentiel, dans la mesure où le principe général de l'analyse est le **principe de similitude**, selon lequel deux cours d'eau ayant la même valeur pour un paramètre normalisé (par exemple le rapport de la largeur sur la profondeur du lit) auront des réponses géomorphologiques identiques, sous réserve que les autres paramètres soient identiques.

Les variables de réponse et d'ajustement géomorphologiques couramment employées sont alors les suivantes :

- **Le profil en long** : à partir de données bathymétriques datant d'une dizaine à une quinzaine d'années, avec une évolution considérée comme faible depuis d'après des profils complémentaires levés en 2011 (sur cinq secteurs du territoire TFE, à Fenouillet, Verdun-sur-Garonne, Mas-Grenier, Bourret et Cordes-Tolosannes), le profil en long a été tracé pour le fond et les hauts de berge entre le Pont de Blagnac (PK 0) et le Plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave. Les profils bathymétriques utilisés sont les profils compilés à l'occasion de « l'étude de propagation d'une nappe polluante sur la Garonne » (EATC, 2008, pour le SMEAG) :

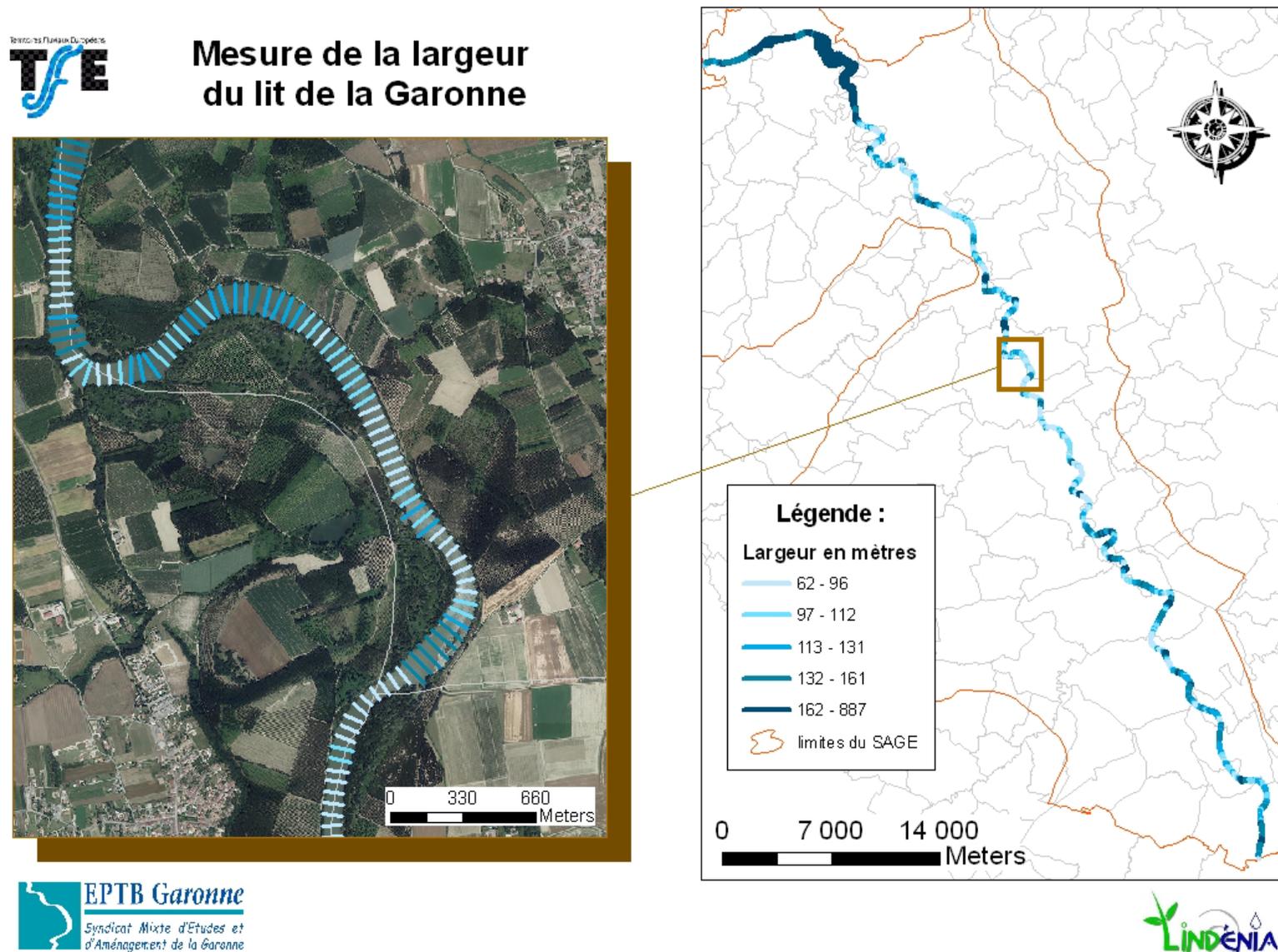
Figure 72 : Profil en long de la Garonne sur le territoire TFE



On note que le profil en long du fond de la Garonne et de ses hauts de berges apparaît marqué par de fortes irrégularités (succession de radiers et de fosses dans le lit du fleuve) ; en revanche, le fond du lit et plus généralement la vallée du fleuve apparaissent posséder une pente moyenne relativement homogène sur l'ensemble du territoire TFE, avec une valeur moyenne de 0,08 % (pour un minimum de 0,06 % sur le milieu du territoire et un maximum de 0,12 % sur la partie amont). Le tracé montre toutefois une légère évolution de la pente moyenne, qui décroît de 0,1% sur la partie amont à 0,08 % sur la partie aval, induisant une plus forte puissance de la Garonne sur le secteur Haut-Garonnais (au moins jusqu'à Gagnac-sur-Garonne). Une telle évolution spatiale a déjà été notée à partir d'un relevé de ligne d'eau d'étiage il y a une quinzaine d'années.

- La géométrie en travers à plein bord : l'évolution spatiale et temporelle de la géométrie d'un cours d'eau à partir de la largeur de son lit à plein bord, c'est-à-dire la largeur mesurée au niveau du haut de berge. Pour des rivières naturelles en équilibre morphologique, cette largeur w est reliée au débit de plein bord Q : $w = a \times Q^{0,50}$ où a est un coefficient variant entre 2,34 (pas de ripisylve) et 4,33 (ripisylve dense). La largeur de plein bord du lit de la Garonne sur le territoire TFE a été relevée à partir de profils bathymétriques (disponibles tous les 250 mètres environ). D'une valeur minimale de 94 mètres, la largeur de plein bord est en moyenne de 183 mètres sur le territoire TFE (hors plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave). La figure suivante montre les variations spatiales de la largeur du lit considéré au niveau du pied de berge (avec un profil tous les 100 mètres environ) :

Figure 73 : Largeur du fond du lit mineur de la Garonne sur le territoire TFE



Le lit de plein bord présente en général une largeur dépassant de 15 à 25 mètres la largeur du lit en pied de berge, de sorte que les secteurs où la largeur de plein bord est de l'ordre de 180 mètres apparaissent comme possédant une largeur de fond de lit de l'ordre de 160 mètres.

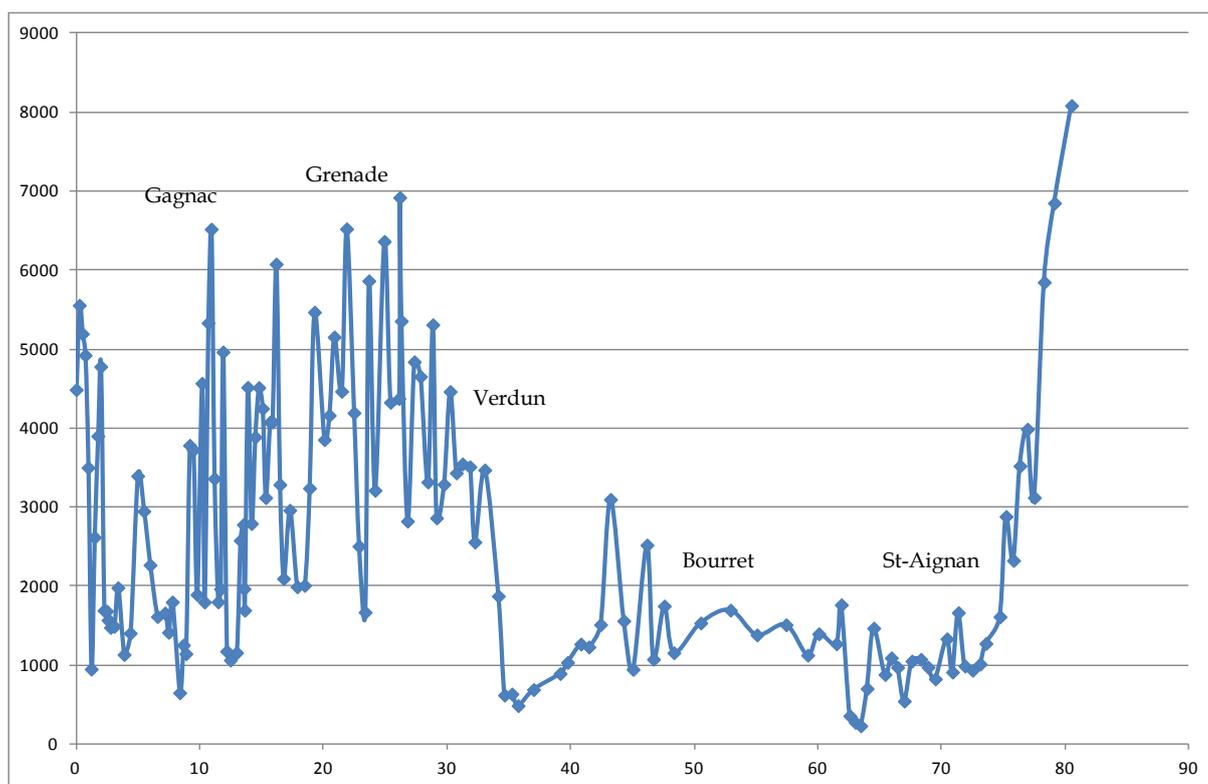
La figure ci-dessus montre une certaine hétérogénéité de largeur du lit de la Garonne sur le territoire TFE. Le zoom présenté pour le secteur de Mas-Grenier met en évidence une variation spatiale qui n'est pas directement liée au tracé du lit : on note des séquences d'élargissement puis de rétrécissement du lit courant mais avec des largeurs faibles ou fortes au niveau des méandres indépendamment du rayon de courbure.

En fait, ces variations de largeur apparaissent surtout liées à des variations de vitesses contrôlées seulement en partie par les méandres, mais probablement aussi par la nature du substrat.

- **La fréquence du débit de plein bord** : pour les cours d'eau naturels, le débit de plein bord correspond à une fréquence généralement comprise entre 0,5 et 1,8 an. Si cette fréquence est entre 2 et 5 ans, on peut affirmer que le cours d'eau a subi soit une forte incision, soit un recalibrage de son lit ; certains cours d'eau, comme l'Hers Mort en Haute-Garonne, ont même subi des recalibrages sur plusieurs dizaines de kilomètres avec une capacité calculée pour un débit de plein bord correspondant à un événement hydrologique d'une période de retour de plus de 30 ans !

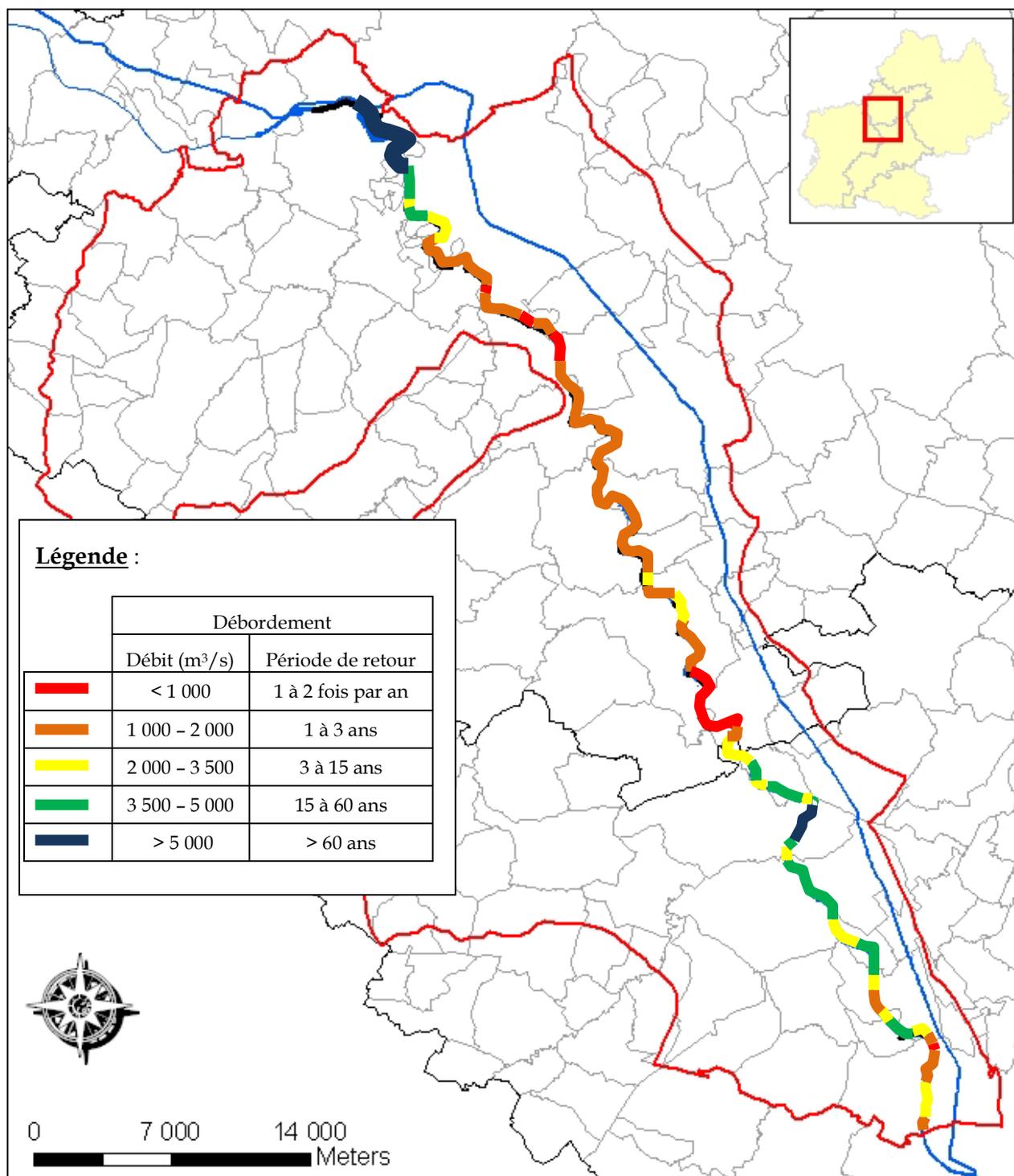
Dans le cas de Garonne sur le territoire TFE, il apparaît que la fréquence du débit de plein bord est très variable d'un secteur à l'autre, comme cela apparaît sur le graphique suivant :

Figure 74 : Débit de plein bord de la Garonne sur le territoire TFE



La figure suivante montre cette forte variabilité de capacité hydraulique en termes de débit de plein bord et de fréquence de débordement sur le territoire TFE.

Figure 75 : Variabilité de capacité hydraulique de la Garonne sur le territoire TFE



Sur les 30 premiers kilomètres c'est-à-dire en Haute-Garonne, le débit de plein bord varie entre 1 000 et 7 000 m³/s, avec une valeur moyenne de l'ordre de 3 800 m³/s ce qui correspond à une crue d'une période de retour de 30 ans environ.

Pour mémoire, le débit de période de retour 2 ans est de 1 800 m³/s. En Tarn-et-Garonne, le débit de plein bord est nettement moins fort et varie entre 600 m³/s et

1 800 m³/s, mais avec localement avec des valeurs nettement plus faibles (ou à l'inverse nettement plus fortes) : le débit de plein bord est inférieur à 500 m³/s et conduit à des débordements locaux entre deux fois par an et une fois tous les deux à trois ans en moyenne. Il s'agit de secteurs ayant conservé un fonctionnement hydrologique relativement naturel et donc à considérer comme des **secteurs où les zones humides liées au fleuve conservent un potentiel hydrologique favorable**. Il s'agit de secteurs présentant des caractéristiques écologiques favorables et se trouvant dans les zone s'inondation fréquente notées sur la CIZI.

Cette forte différence de capacité du lit mineur de la Garonne d'un département à l'autre s'explique par un lit globalement plus large et plus profond en Haute-Garonne qu'en Tarn-et-Garonne ; l'origine de cette différence de morphologie du lit du fleuve n'est en revanche pas identifiée, et pourrait résulter du déplacement du lit vers l'Ouest au cours du XX^{ème} siècle, de dragages et recalibrages anciens en Haute-Garonne (avec notamment des travaux réalisés après la crue de 1952), ou bien d'une incision plus conséquente suite aux extractions des années 1960-1970...

- **Le rapport entre largeur et profondeur du lit** : ce rapport est un indicateur majeur de l'activité géomorphologique : une croissance de ce paramètre accompagne généralement une forte érosion latérale et/ou de forts apports solides.

C'est aussi un bon indicateur de la cohésion des matériaux constitutif des berges : de fait, une valeur localement forte peut s'observer au droit d'un secteur d'enrochement de berge à forte pente surtout si ces dernières sont érodables en amont ou en aval.

Le tableau suivant indique des valeurs courantes de ce rapport en fonction du taux d'argile et de limons dans les matériaux des berges :

Tableau 21 : Rapport largeur/profondeur selon la nature des berges d'un cours d'eau naturel en équilibre morphodynamique

Teneur en argile et limons	≤ 1 %	2 à 3 %	6 à 8 %	10 %	20 %	100 %
Rapport largeur / profondeur	400	100	50	20	10	2 à 3

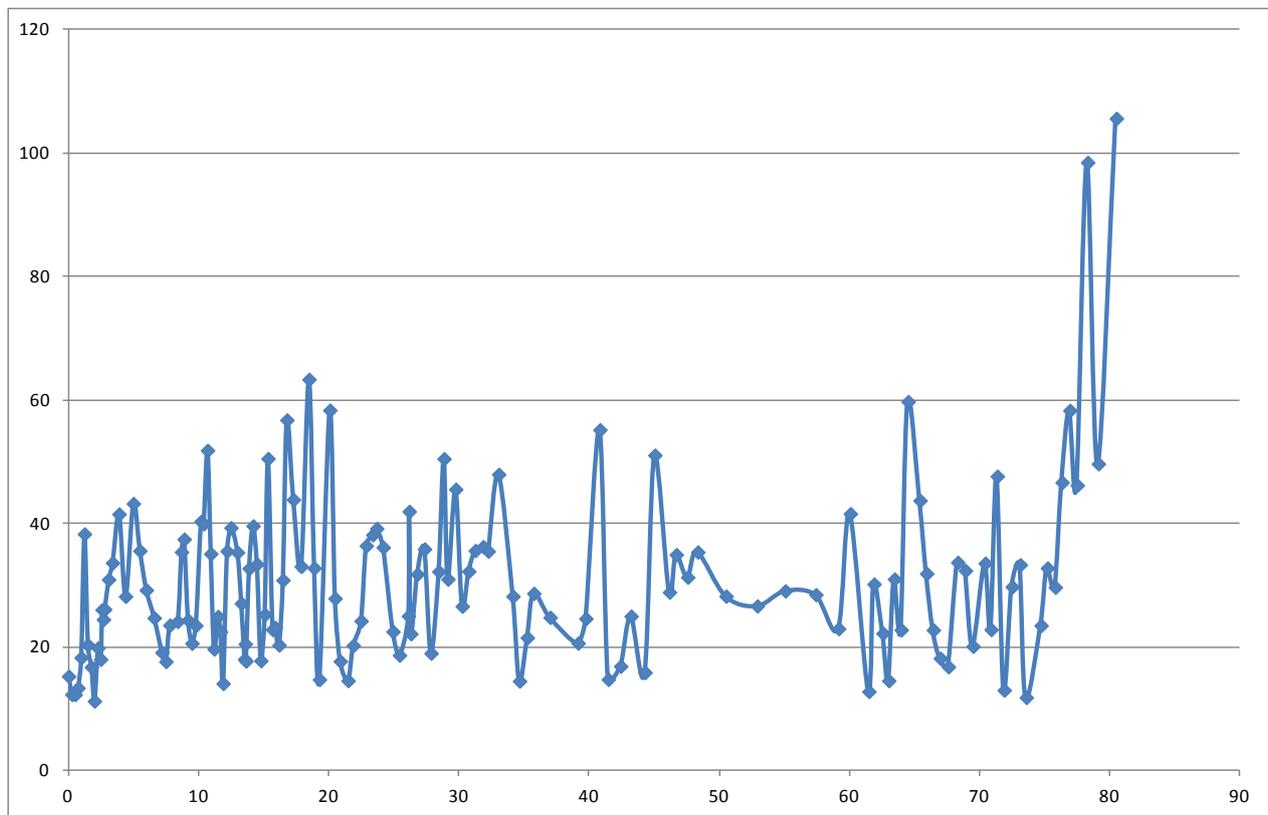
La bibliographie montre toutefois une forte dispersion des observations autour de ces valeurs moyennes... Le rapport largeur / profondeur de la Garonne a été déterminé sur le territoire TFE à partir de profils bathymétriques disponibles.

En outre, des relevés de terrain ont permis de mesurer la hauteur des berges le long du fleuve et de cartographier la profondeur du lit mineur sur le territoire TFE : les cartes reproduites en **Annexe 5** montrent cette variation de profondeur le long du fleuve en la cartographiant par tranches de 2 mètres (entre Blagnac et Castelferrus). Ces cartes ont servi à compléter les profils bathymétriques disponibles pour estimer la profondeur du lit et la valeur du ratio largeur / profondeur du lit mineur de la Garonne. Elles montrent **en outre** une assez forte hétérogénéité de hauteurs de berges (et de profondeur du lit du fleuve).

Par ailleurs, si le lit apparaît globalement plus large et plus profond en Haute-Garonne qu'en Tarn-et-Garonne, les rapports largeur/profondeur restent toutefois comparables sur tout le territoire TFE (à l'exception du plan d'eau de Saint-Nicolas-

de-la-Grave), mais montre une plus grande variabilité en Haute-Garonne. Le graphique suivant montre la valeur de ce ratio sur le territoire TFE.

Figure 76 : Ratio largeur/profondeur de la Garonne sur le territoire TFE



On constate une valeur variable, mais dans une gamme comprise entre 20 et 50 en Haute-Garonne (avec des valeurs localement plus forte atteignant 60) et dans une gamme proche (entre 15 et 50) en Tarn-et-Garonne.

Pour un cours d'eau naturel en équilibre morphodynamique, c'est-à-dire avec des berges relativement stables, ces valeurs correspondant à des matériaux constitutifs de berges d'assez faible cohésion, avec une teneur en argile ou limon de 5 à 10 % seulement, ce qui est cohérent avec les observations faites sur le terrain.

3.4.2.3 Dynamique des méandres

On compte **six paramètres principaux** permettant d'analyser la dynamique d'évolution de méandres d'un cours d'eau naturel :

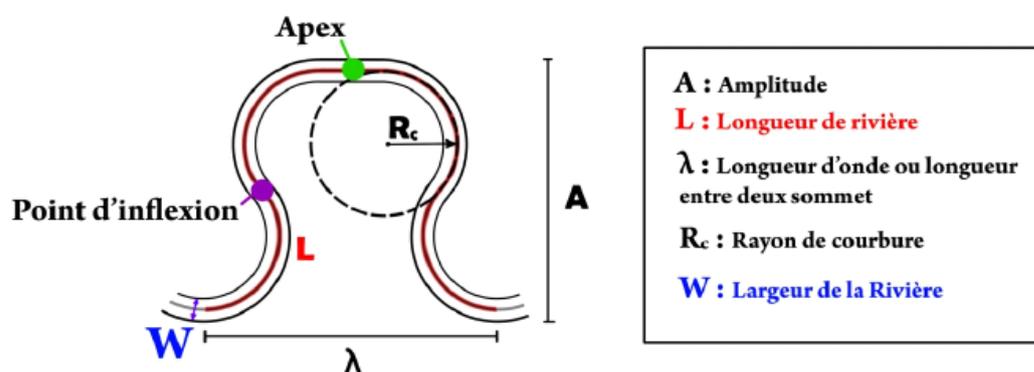
- **La largeur de plein bord (w)** mesurée au niveau des points d'inflexion des sinuosités, pour comparer les secteurs successifs et identifier ceux qui sont les plus actifs. Elle sert aussi à normaliser les autres paramètres pour analyses en similitude.
- **Le coefficient de sinuosité** : ce coefficient noté SI mesure le rapport entre la longueur du cours d'eau en suivant l'axe du lit mineur et de la longueur de vallée en suivant l'axe de cette dernière : une valeur proche de 1 caractérise la quasi-absence de méandres. Une valeur de SI dépassant 1,5 correspond à un lit méandrique. Une valeur inférieure à 1,05 correspond à un lit rectiligne.

- **La longueur d'onde LO de la sinuosité** : pour un cours d'eau naturel, le rapport entre cette longueur d'onde et la largeur à plein bord w varie entre 8 et 15, avec une valeur médiane entre 10 et 12. Une valeur faible de la longueur d'onde correspond à un cours d'eau très méandriforme, étroit et profond.
- **L'amplitude des sinuosités** : mesurée entre deux sommets de phases opposées, une faible amplitude des sinuosités marque souvent une faible activité dans un lit fortement méandriforme. Pour des cours d'eau naturel, le rapport entre cette amplitude et la largeur à plein bord w est de l'ordre de 5 à 20, avec des valeurs médianes de 10 à 12.
- **Le rayon de courbure R_c des méandres** : mesuré comme le rayon du cercle passant par les deux points d'inflexion d'un méandre, ce rayon de courbure est un indicateur de la maturité d'un méandre et de sa dynamique probable d'érosion. C'est dans les cas où le rapport entre le rayon de courbure R_c et la largeur à plein bord w a une valeur comprise entre 2 et 3 que le taux d'érosion est le plus fort. On considère même le risque de déplacement de méandre comme fort quand ce ratio passe sous 3.
- **La longueur d'arc des méandres** : également mesuré entre les deux points d'inflexion d'un méandre, cette longueur d'arc est normalisée par la largeur du lit à plein bord : le ratio varie couramment entre 5 et 30, considérant qu'un fort ratio accompagne généralement les méandres les moins actifs.

Ce sont ces paramètres qui sont utilisés en études de similitude, pour comparer des tronçons de cours d'eau entre eux ou avec des mesures effectuées sur d'autres rivières ou sur des modèles réduits.

Les schémas suivants explicitent ces paramètres d'analyse d'évolution des méandres.

Figure 77 : Paramètres d'analyse des méandres d'un cours d'eau



3.4.3 Evolution potentielle de la Garonne sur le territoire TFE

La détermination des paramètres d'analyse d'évolution morphologique de la Garonne sur le territoire TFE a été faite sur la base d'un peu plus de 160 profils bathymétriques, de relevés de terrain et d'utilisation de carets et photographies aériennes ou satellitaires. Ar secteur ont ensuite été calculées les valeurs (en particulier des ratios) permettant d'apprécier les tendances à :

- **l'érosion latérale**, le calcul permettant d'estimer la largeur « théorique » d'équilibre du lit et de la comparer avec la largeur actuelle. La différence est une estimation du

recul potentiel de berge en cas de crue et en l'absence d'enrochements fixant le profil actuel ;

- **l'extension ou la migration de méandre** en considérant particulièrement la valeur de la sinuosité, mais aussi celle du ratio entre le rayon de courbure des méandres actuels et la largeur du lit de plein bord.

Concernant **l'érosion latérale**, le linéaire et le nombre de secteurs concernés par un recul potentiel de la berge apparaissent globalement assez limités, selon le tableau suivant :

Tableau 22 : Secteurs d'érosion latérale potentielle sur le territoire TFE

N°	PK	Secteur	Linéaire concerné	Recul potentiel	Etat actuel
1	0 - 2	Blagnac (secteur endigué)	2 km	25 m	Erosion diffuse
2	5 - 5.7	Fenouillet	500 m	5 m	Enroché
3	7.5	Fenouillet - Seilh	500 m	5 m	Erosion diffuse
4	11.9	Gagnac-Garonne (aval pont RD 63)	140 m	3 m	Erosion diffuse
5	13.5	Seilh - Merville	800 m	3 - 5 m	Instabilité de falaise
6	14.8	Saint-Jory (Girgot, face ramier de Bigorre)	500 m	25 m	Enroché
7	15.8 - 16.7	Merville, secteur du château	900 m	3 - 26 m	Erosion diffuse
8	18.8	Merville (station d'épuration/Port Haut)	800 m	30- 50 m	Instabilité de falaise
9	20.8 - 22	Grenade (amont Hers Mort)	1.8 km	5 - 10 m	Erosion amont et aval
10	22.5 - 23.5	Ondes (aval Hers Mort)	1 km	35 - 45 m	Erosion diffuse
11	24.5 - 25.8	Grenade (Larroque, en aval RD 17)	1.3 km	10 - 50 m	Erosion active
12	26.2	Ondes aval (Ducos)	80 m	25 m	Erosion diffuse
13	27.3	Grenade - Grisolle (Brégnaygue)	900 m	35 m	Erosion diffuse amont
14	29.8 - 31	Verdun (Mauvers amont pont)	1.2 km	5 m	Enroché, érosion aval
15	32	Verdun/Garonne (Saint-Pierre)	300 m	18 m	Erosion diffuse (gauche)
16	32.8 - 34	Grisolles - Verdun	1.2 km	10 m	Enroché
17	44.7 - 45.9	Monbéqui	1.2 km	5 - 10 m	Enroché amont et aval, érosion entre les deux
18	54.9 - 55.9	Bourret (aval pont RD 928)	1 km	10 m	Enroché et épis aval
19	64.7	Castelferrus (les îlots)	200 m	5 m	Enroché et épis

Il est frappant que les potentiels de recul de berge concernent des secteurs situés presque exclusivement en Haute-Garonne, ce qui s'explique en partie par une pente et une puissance un peu plus forte qu'en Tarn-et-Garonne. On relève aussi que **les enrochements fixant les berges en Tarn-et-Garonne « protègent » aujourd'hui des tronçons sur lesquels le recul potentiel de berge est nul à faible, ces protections ayant été déposées sur un lit dont la morphologie était pratiquement en équilibre par l'effet morphogène des crues.**

Concernant la **morphologie des méandres** sur l'ensemble du territoire TFE, on relève des points majeurs caractérisant l'ensemble de ce tronçon de vallée :

- L'analyse de l'évolution historique du lit et des méandres de la Garonne sur le territoire TFE montre une forte tendance à la réduction de sinuosité. Cette tendance apparue au début du XXème siècle s'est fortement accentuée avec l'enfoncement du lit sur la deuxième moitié du siècle.
- L'indice (ou coefficient) de sinuosité a une valeur moyenne de l'ordre de 1,3 et varie entre 1,0 et 1,8 sur l'ensemble du territoire TFE ; ce n'est que sur les tronçons où cet indice dépasse 1,5 que le lit est méandriforme.
- La moyenne des longueurs d'onde des méandres est de l'ordre de 3 kilomètres, avec des valeurs plus faibles notées sur la partie aval du territoire (pour un minimum de près de 1,4 km).
- Un rayon de courbure fort sur la partie amont (de l'ordre de 1.6 à 1,7 km en moyenne), sensiblement plus faible sur la partie aval (environ 1,3 km en moyenne) et surtout la partie médiane du territoire (seulement 1,1 km en moyenne).

La détermination du rapport entre rayon de courbure et largeur du lit de plein bord montre de valeurs très variables d'un secteur à l'autre, variant entre 2 et 20 sur l'ensemble du territoire TFE.

Les secteurs où cet indice est le plus faible sont les suivants :

Tableau 23 : Secteurs de faible ou très faible ratio rayon de courbure / largeur de plein bord

N°	PK	Secteur	Rayon de courbure / largeur lit mineur	Mobilité potentielle de méandre	Etat actuel
A	4 - 5	Toulouse (amont Fenouillet)	4	Assez forte	Erosion diffuse
B	13 - 17	Merville - Saint-Jory	6 - 8	Moyenne	Lit stable, ripisylve
C	18 - 19	Merville	4	Assez forte	Erosion rive droite
D	27 - 30	Grenade - Grisolles	2 à 3	Forte	Erosion diffuse, quelques enrochements
E	34 - 36	Verdun/Garonne	5	Assez forte	Ripisylve en bon état, quelques points d'érosion
F	46 - 48	Finhan - Mas-Grenier	7	Moyenne	Enroché
G	51 - 53	Montech	5	Assez forte	Enrochés et épis
H	65 - 66	Castelferrus - Castelsarrasin	2	Forte	Epis dans le méandre
I	69 - 70	Castelmeyran - Castelsarrasin	7	Moyenne	Enroché

Il est à noter que plusieurs de ces sites concernés par un risque de mobilité potentielle de méandre sont également concernés par une érosion latérale potentielle : c'est le cas des méandres sur Merville et Saint-Jory (entre les PK 13 et 19), ainsi que sur la zone marquant la limite entre Toulouse et Fenouillet.

Un autre point important à noter est que l'analyse d'évolution morphologique de la Garonne permet de pointer les secteurs où la situation actuelle apparaît en déséquilibre et d'identifier les méandres présentant un potentiel plus ou moins fort de mobilité. En revanche, les outils de connaissance et les méthodes actuelles **ne permettent pas de préciser le mode de déformation et l'amplitude de migration éventuelle des méandres**. Cette évolution pourrait se faire à l'occasion d'une forte crue et évoluer différemment d'un site à l'autre en fonction

de la nature géologique des berges, mais aussi des ouvrages fixant les berges : on note en particulier que le méandre au droit de Castelferrus et de Castelsarrasin apparaissant comme ayant une forte probabilité de mobilité est aujourd'hui entièrement fixé par des enrochements et des épis : même si ces protections de berge peuvent être contournées, endommagées ou ruinées selon l'importance de la crue, ils constituent un facteur majeur limitant ici ce risque de mobilité du méandre.

A contrario, on note plusieurs secteurs enrochés qui n'apparaissent pas concernés par une mobilité de méandre ni même par une érosion latérale...

L'ensemble des secteurs concernés par une érosion de berge potentielle ou par un déplacement de méandre sont repérés sur la figure ci-dessous, en utilisant la nomenclature dans les deux tableaux précédents pour repérer les sites d'érosion potentielle ; **il est rappelé que cette évaluation de mouvement potentiel du lit ignore l'effet de fixation de berge par enrochements.**

La figure suivante 79 montre les équipements ainsi que les sites vulnérables ou d'enjeux situés le long de la Garonne et permet de juger s'ils sont concernés par un risque d'érosion de berge ou de mobilité de méandre. Par ailleurs, l'analyse morphologique permet d'estimer les reculs de berge potentiel sur les secteurs d'érosion latérale pour atteindre une largeur d'équilibre : le calcul ne permet pas d'identifier si cette érosion risque de se manifester en rive droite, en rive gauche ou les deux : c'est alors surtout une interprétation de la morphologie locale actuelle qui permet d'estimer quelle berge paraît la plus concernée. **Cependant, il est recommandé de considérer les deux berges d'un secteur soumis à une érosion latérale potentielle comme pouvant être affectées. Sur les cartes de la figure ci-après, une ou deux rives sont notées selon le cas le plus probable (sur avis d'expert), mais il est souhaitable d'envisager une érosion latérale affectant le tronçon systématiquement sur les deux berges.**

Les cartes montrant la localisation des méandres à mobilité potentielle et des zones d'érosion latérale en indiquant la valeur probable du recul de berge sont présentées sur photographies aériennes en **Annexe 6**.

Figure 78 : Localisation des érosions latérales potentielles et des zones de mobilité potentielle de méandre

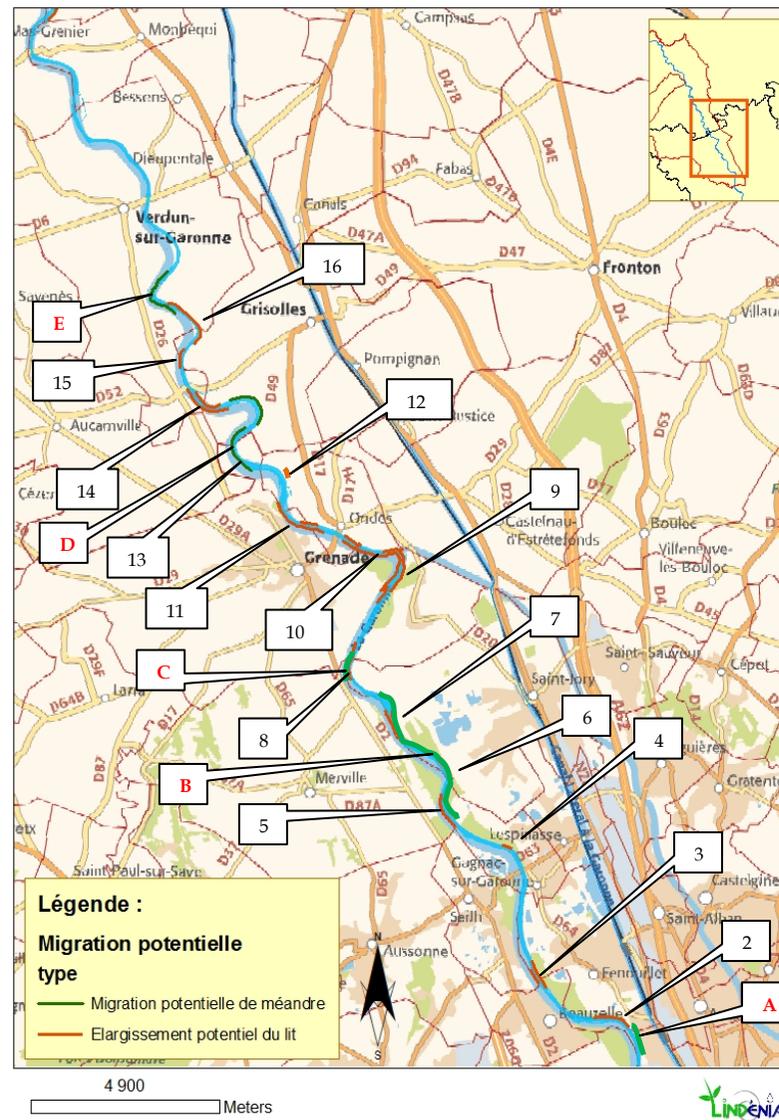
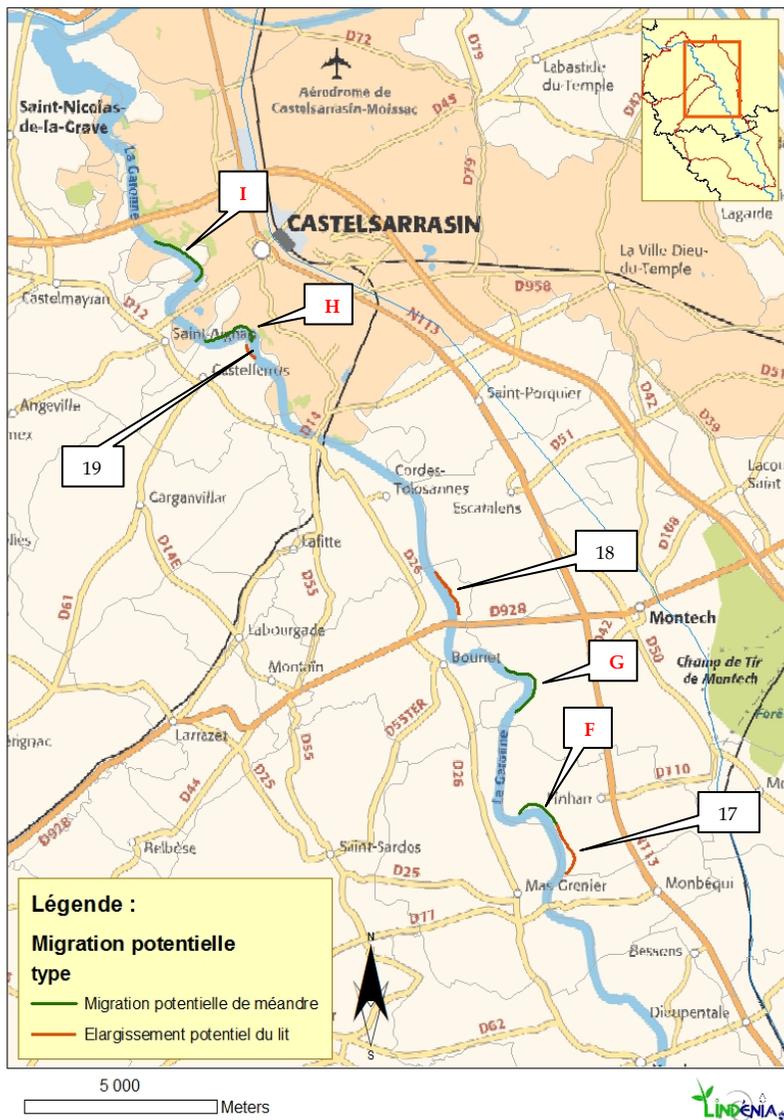
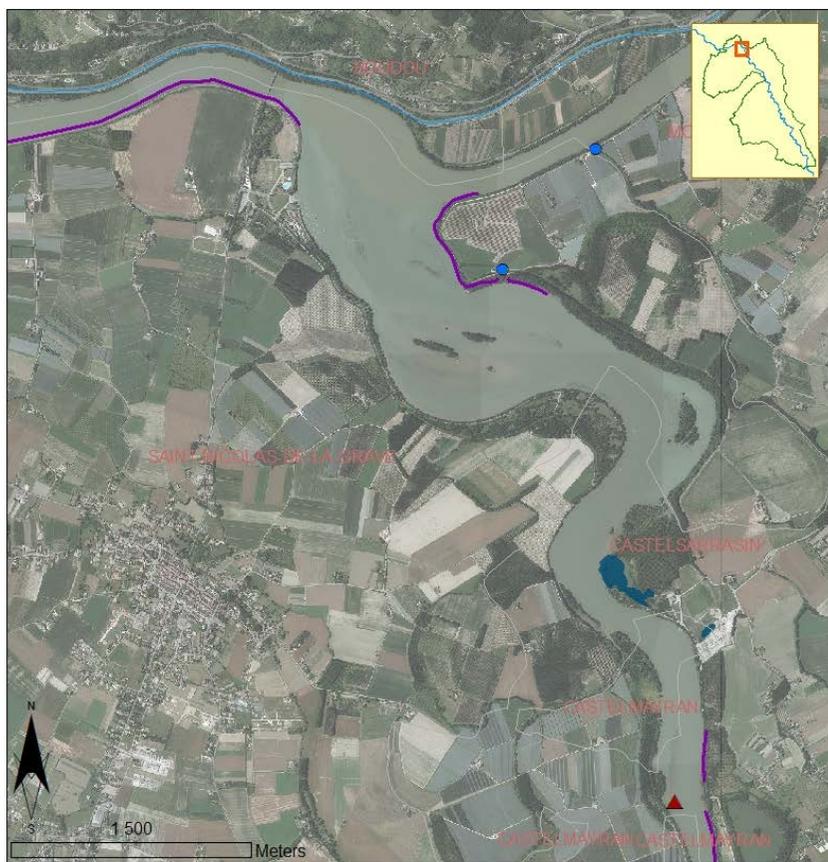
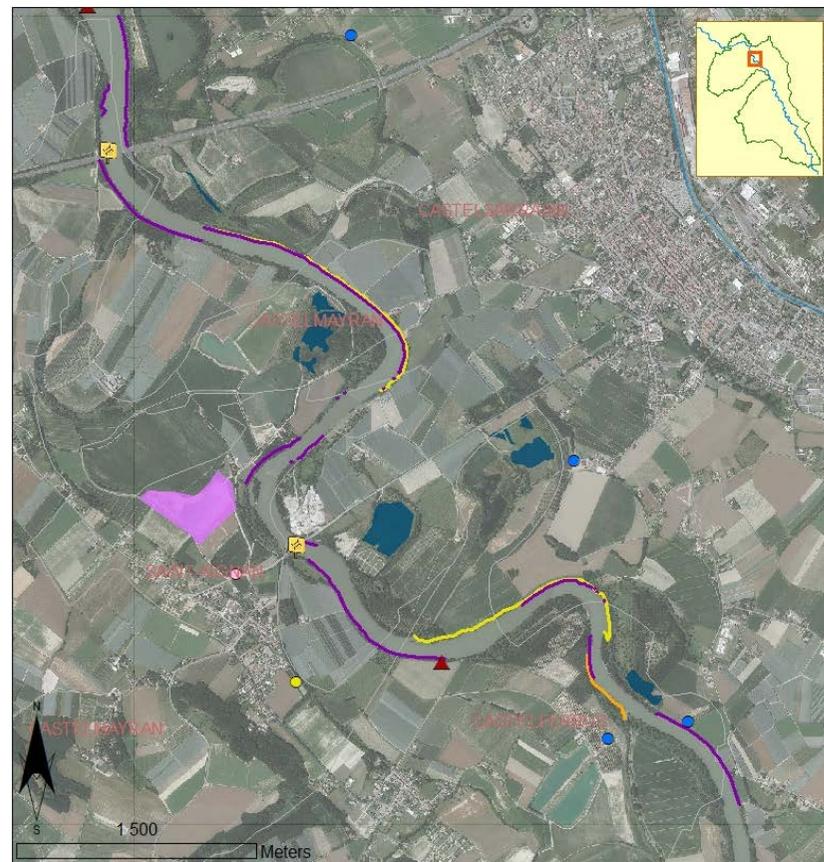


Figure 79 : Enjeux concernés par les potentialités d'érosion latérale et de mobilité de méandre



Légende :

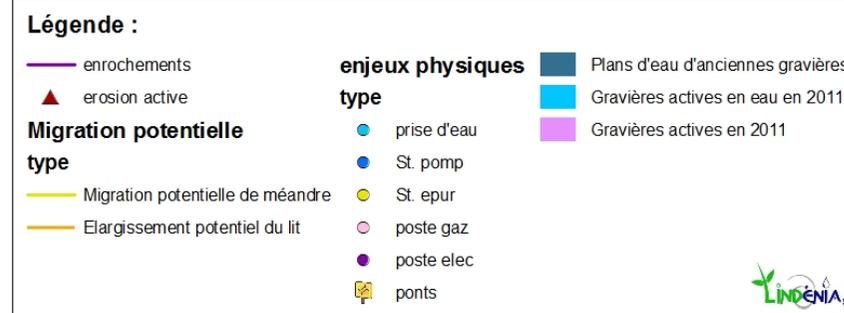
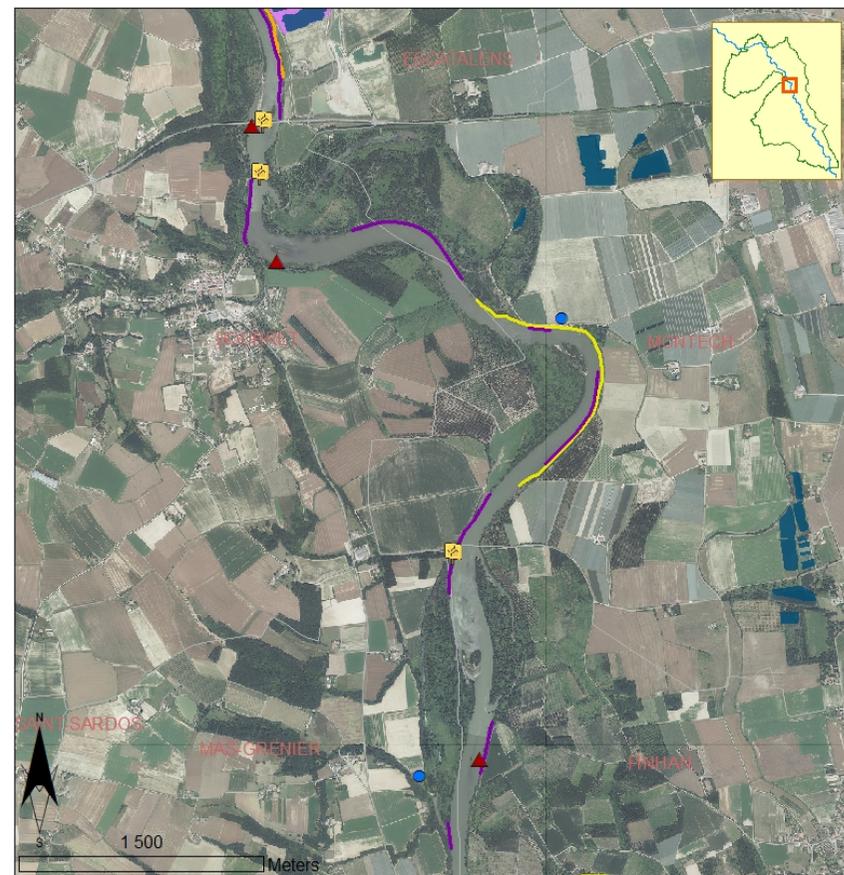
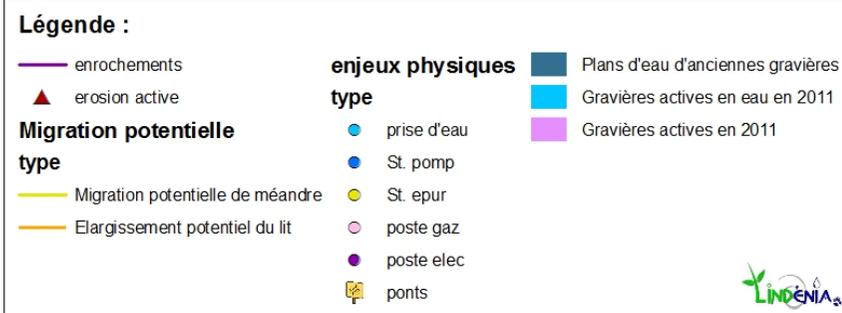
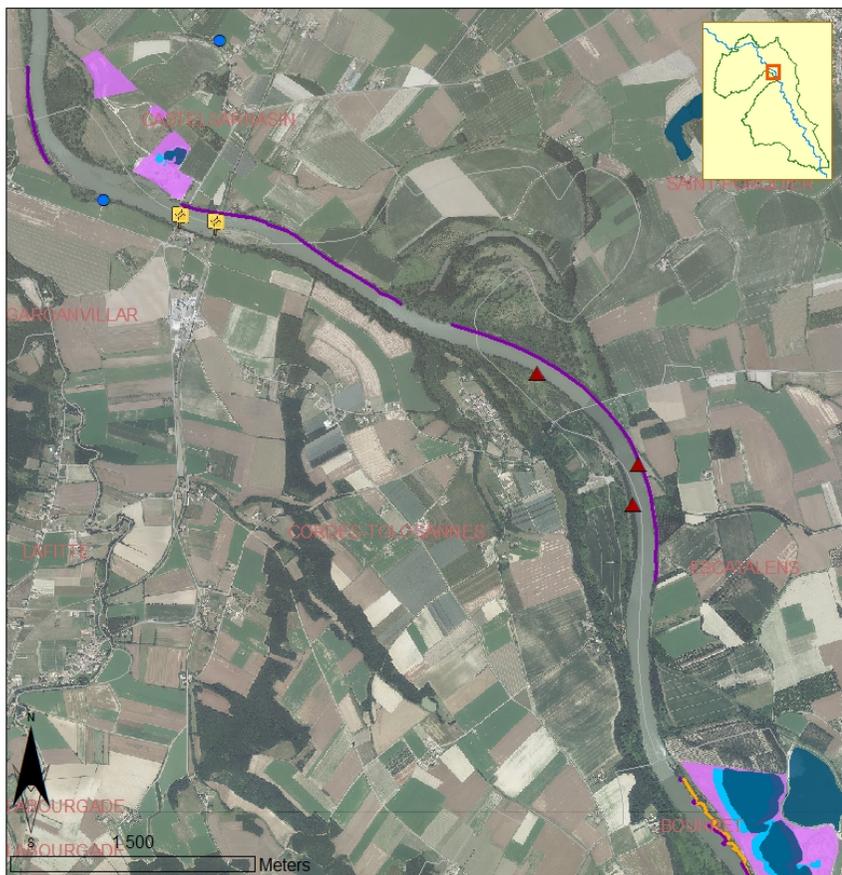
- | | | |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| — enrochements | enjeux physiques | ■ Plans d'eau d'anciennes gravières |
| ▲ érosion active | type | ■ Gravières actives en eau en 2011 |
| Migration potentielle | ● prise d'eau | ■ Gravières actives en 2011 |
| type | ● St. pomp | |
| — Migration potentielle de méandre | ● St. epur | |
| — Elargissement potentiel du lit | ○ poste gaz | |
| | ● poste elec | |
| | ■ ponts | |

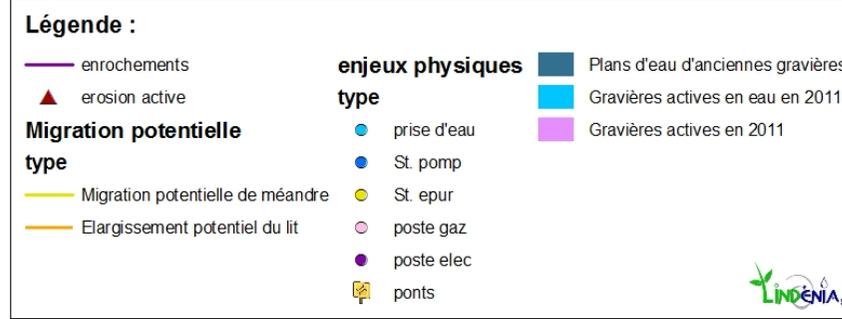
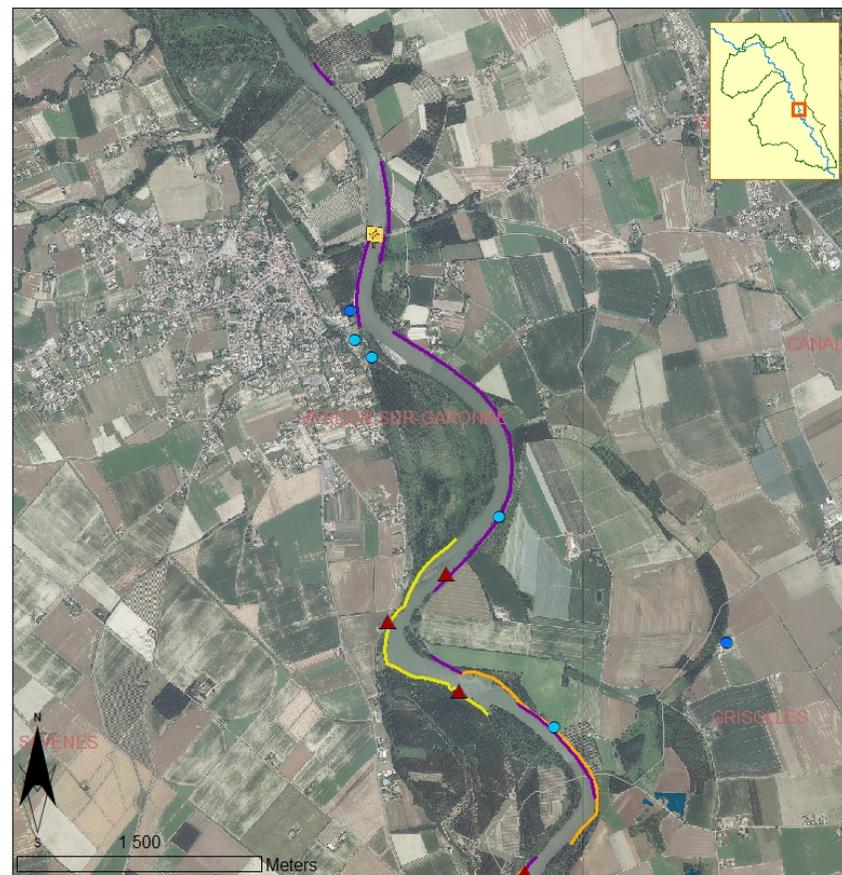
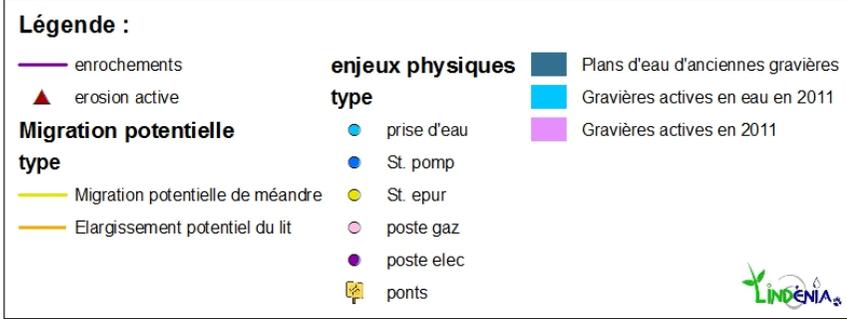
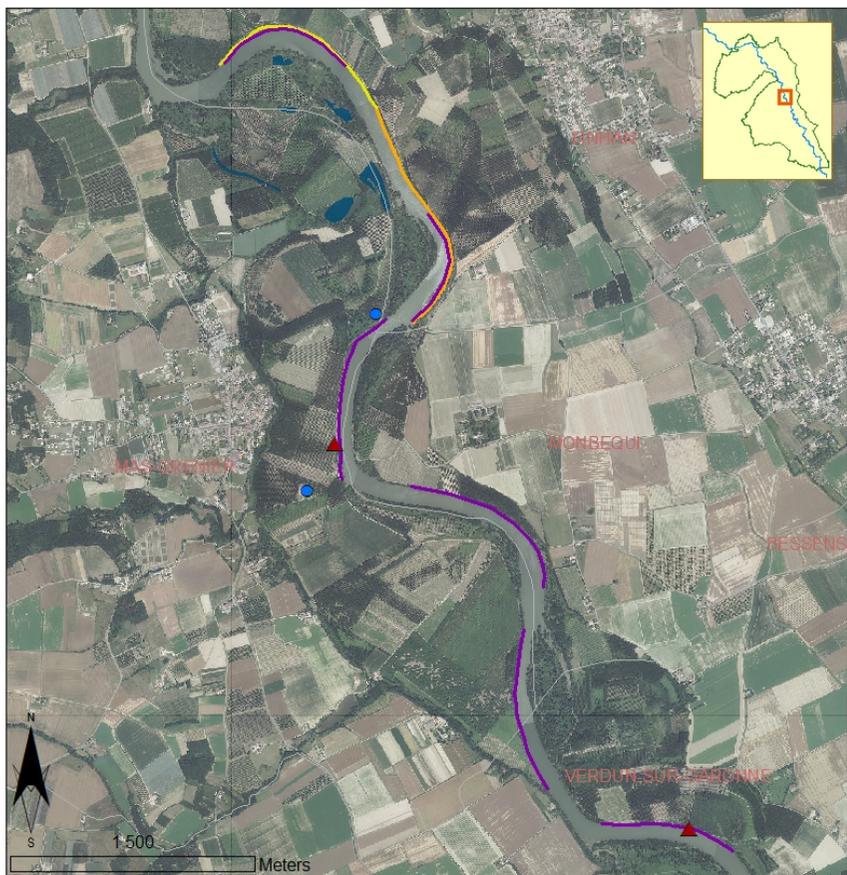


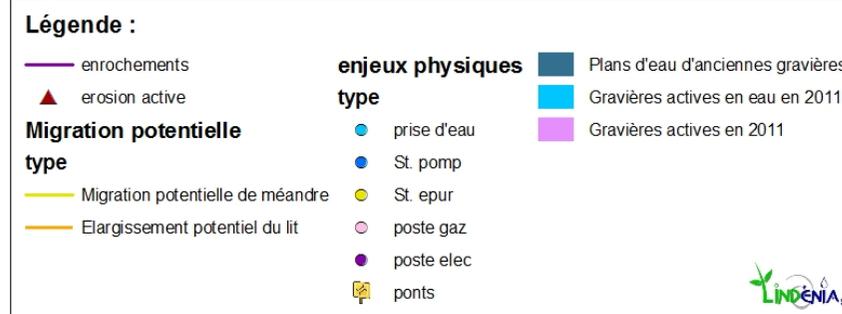
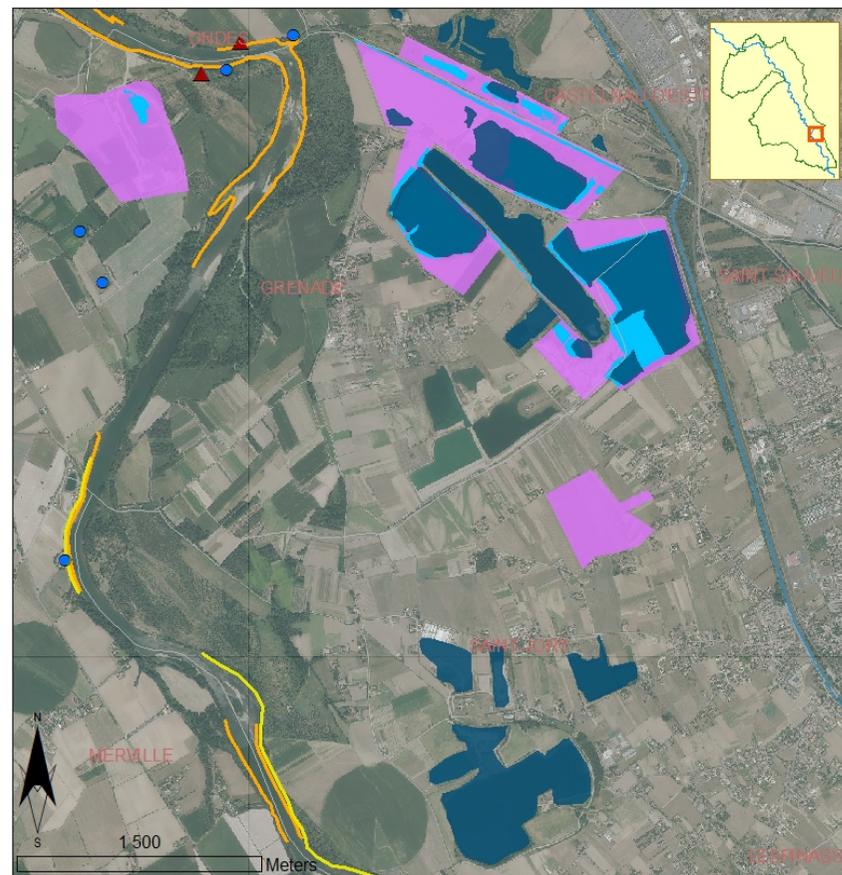
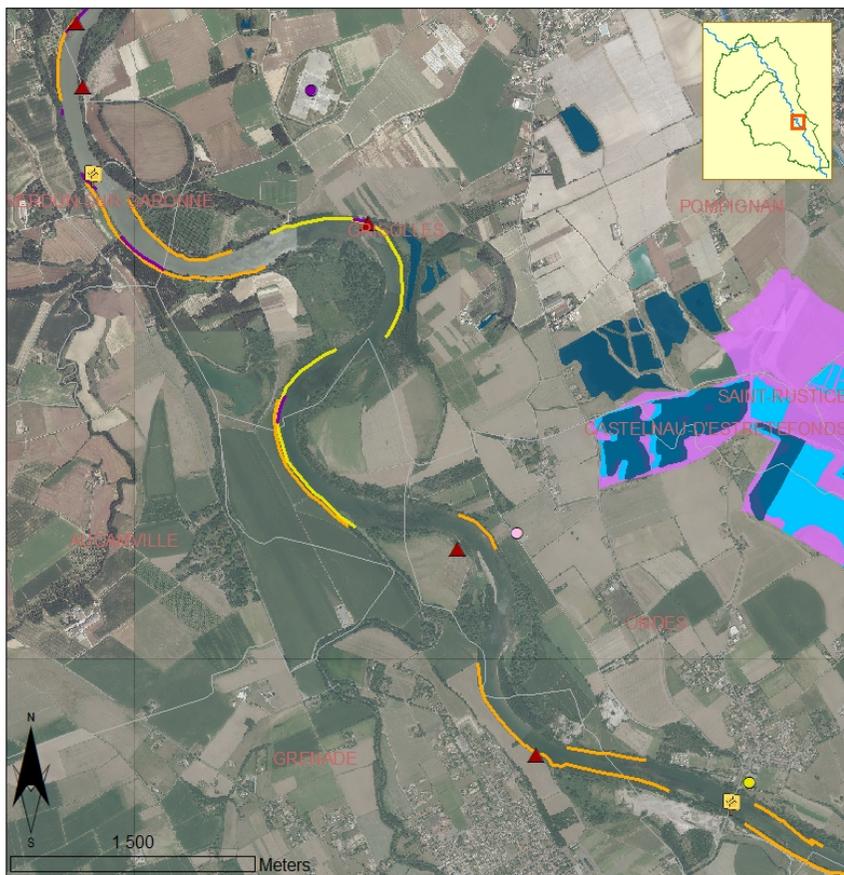
Légende :

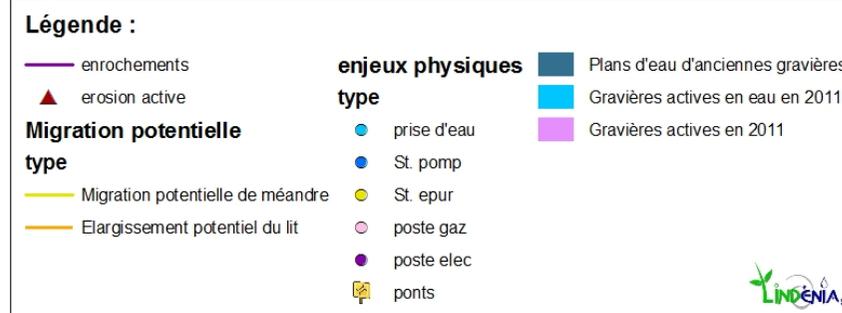
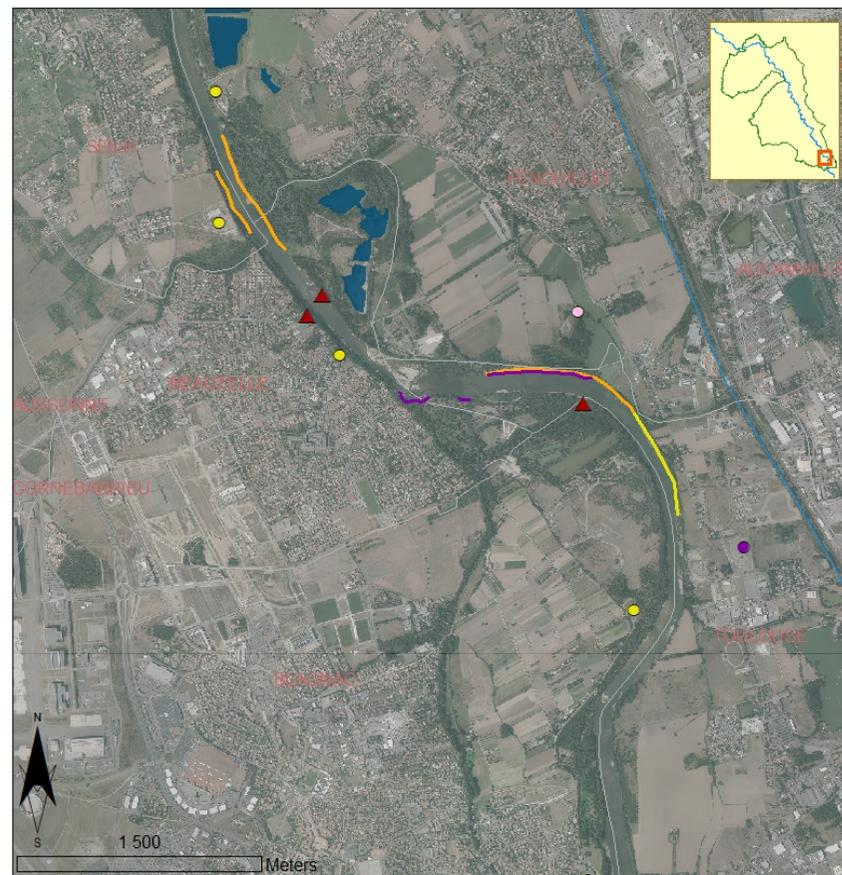
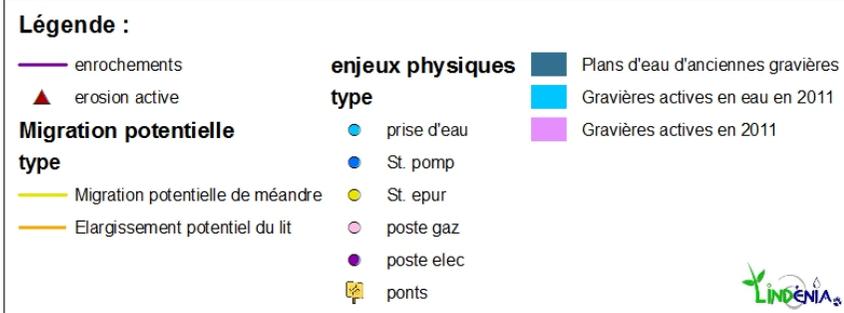
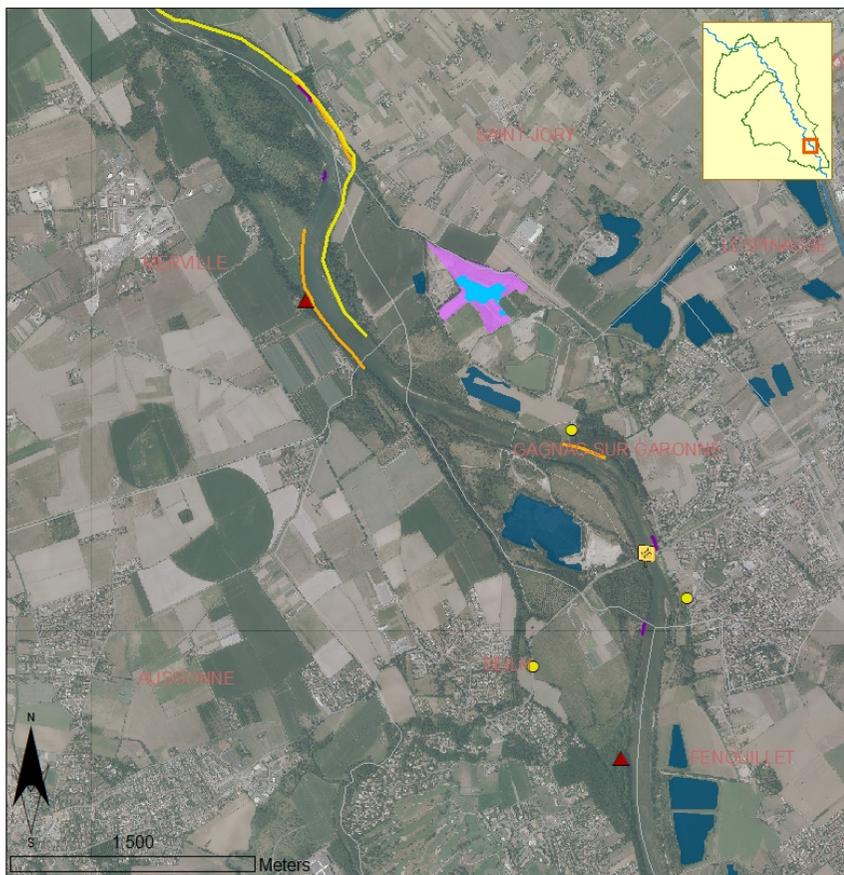
- | | | |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| — enrochements | enjeux physiques | ■ Plans d'eau d'anciennes gravières |
| ▲ érosion active | type | ■ Gravières actives en eau en 2011 |
| Migration potentielle | ● prise d'eau | ■ Gravières actives en 2011 |
| type | ● St. pomp | |
| — Migration potentielle de méandre | ● St. epur | |
| — Elargissement potentiel du lit | ○ poste gaz | |
| | ● poste elec | |
| | ■ ponts | |











3.4.4 Bilan : espace de mobilité de la Garonne sur le territoire TFE

Dans le cas de la Garonne sur le territoire TFE, l'espace de mobilité maximal et sur le long terme doit être assimilé à l'enveloppe des zones fréquemment inondable cartographiée dans la cadre de la CIZI et du tracé historique du lit de la Garonne (selon la carte de la Figure 62 : Evolution historique du lit de la Garonne sur le territoire TFE).

On peut en outre définir des zones de mobilité probable du lit de la Garonne sur le territoire TFE par érosion latérale (élargissement local du lit) ou par déplacement de méandre.

La synthèse des zones de mobilité potentielle est présentée sur la Figure 78 : Localisation des érosions latérales potentielles et des zones de mobilité potentielle de méandre. Cette figure est complétée par les deux tableaux qui indiquent la probabilité de mobilité des méandres mais aussi les ordres de grandeur du recul potentiel de berge par érosion latérale, les deux phénomènes se combinant sur certains secteurs. Cependant, cette analyse d'évolution morphologique du lit de la Garonne doit être complétée par la prise en compte des protections de berges par enrochements ayant pour effet de les fixer selon le tracé actuel sur les zones soumises à érosion latérale potentielle : la Figure 78 : Localisation des érosions latérales potentielles et des zones de mobilité potentielle de méandre indique à cet effet la localisation des protections en enrochements superposée aux zones d'érosion latérale potentielle. Cependant, il existe plusieurs secteurs où des érosions de berge restent possibles malgré les enrochements et épis actuels : soit en aval des zones de berge enrochée ; oit en cas de mobilité de méandre en période de forte crue, les enrochements étant submergés et n'empêchant pas la création de nouveaux chenaux de crue pouvant à terme devenir un nouveau méandre, par extension ou basculement d'un méandre.

Parmi les sites identifiés comme pouvant connaître une érosion latérale de berges et dépourvus d'enrochements, les sites listés dans le tableau suivant apparaissent susceptibles de recul de berge :

Tableau 24 : Secteurs d'érosion latérale probable du lit sur des secteurs non enrochés

N°	PK	Secteur	Linéaire concerné	Recul potentiel
1	0 - 2	Toulouse - Blagnac	2 000 m	25 m
3	7.5	Fenouillet - Seilh	500 m	5 m
4	11.9	Gagnac-sur-Garonne	140 m	3 m
5	13.5	Seilh - Merville	800 m	3 - 5 m
7	15.8 - 16.7	Merville, secteur du château	900 m	3 - 26 m
8	18.8	Merville (station d'épuration/Port Haut)	800 m	30- 50 m
9	20.8 - 22	Grenade (amont Hers Mort)	1.8 km	5 - 10 m
10	22.5 - 23.5	Ondes (aval Hers Mort)	1 km	35 - 45 m
11	24.5 - 25.8	Grenade (Larroque, en aval RD 17)	1.3 km	10 - 50 m
12	26.2	Ondes aval (Ducos)	80 m	25 m
13	27.3	Grenade/Grisolle (Brégnaygue) + mobilité du méandre	900 m	35 m
15	32	Verdun/Garonne (Saint-Pierre)	300 m	18 m
18	54.9 - 55.9	Bourret (aval pont RD 928) : enrochement partiel actuel	1 km	10 m

En ce qui concerne la mobilité de méandres de la Garonne sur le territoire TFE, tous doivent être considérés avec le niveau de potentialité indiqué dans le tableau ci-dessus, les protections de berges n'apparaissant pas comme une protection permettant de supprimer totalement l'éventualité de mobilité du méandre.

3.4.5 Evolution des îlots

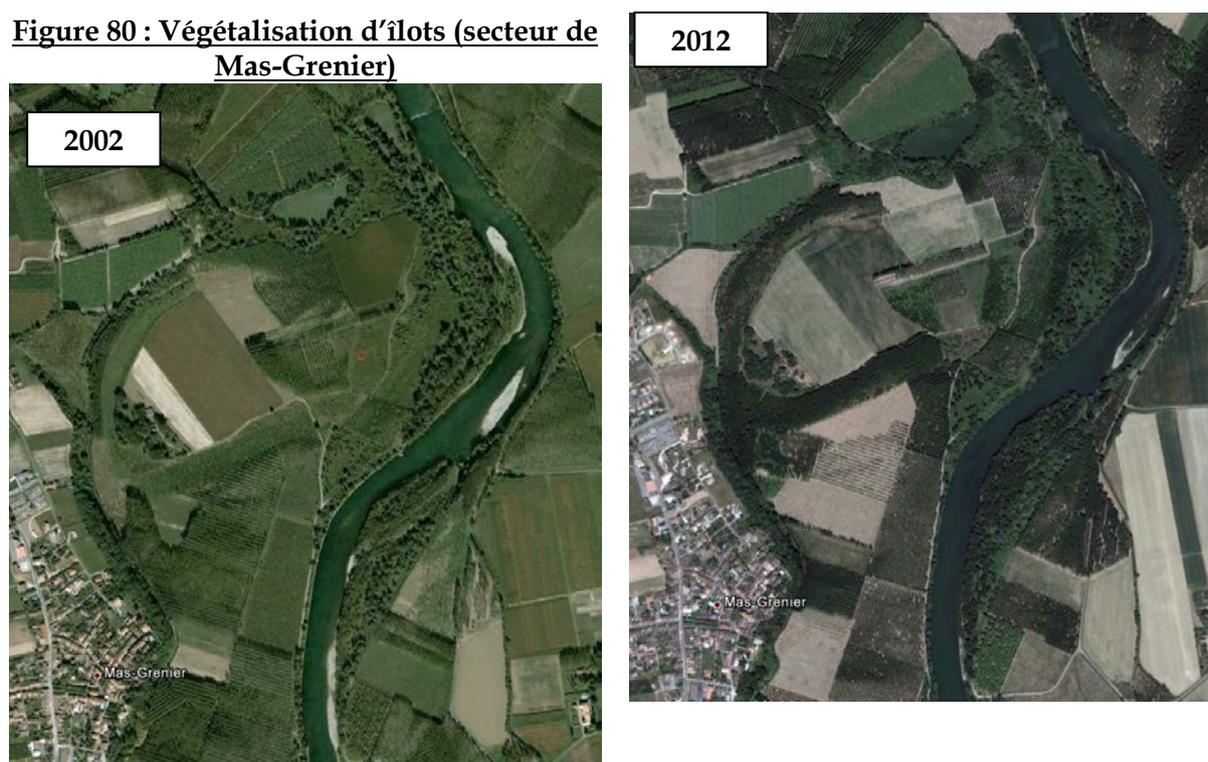
Sur le territoire TFE, la Garonne contient quelques îlots, qui sont de deux types :

- Des îlots végétalisés et stables au moins à moyen terme (comme en témoigne l'âge des ligneux qui s'y développent) ;
- Des atterrissements généralement sous forme d'une accumulation de galets et de graviers, partiellement végétalisés, mais régulièrement décapés par les crues.

L'utilisation de photographies aériennes et satellitaires permet (sous réserve de vue hors crue) de suivre l'évolution de ces îlots, mais la précision reste médiocre. Ici, l'évolution des îlots et atterrissements a alors été précisée surtout en comparant la situation actuelle à la situation cartographiée par Géodes en Haute-Garonne (2003) et en Tarn-et-Garonne (2006), dont les rapports d'étude montrent aussi les atterrissements existant en 1950, c'est-à-dire avant les travaux massif d'extraction ayant généré le fort enfoncement du lit de la Garonne.

Ce travail de report et de comparaison montre une tendance sinon à l'engraissement (difficile à mesurer à partir du simple tracé d'îlots ou d'atterrissements) du moins à la fixation et à la végétalisation par les ligneux. Par exemple, sur le secteur de Verdun-sur-Garonne, de nombreux îlots successifs notés en 2003-2006 comme à dominante herbacée ou nue apparaissent en 2012 comme portant une végétation assez dense dominée par les rejets de peuplier noir (dominant) et parfois de saules. De même, certains îlots déjà végétalisés en 2003-2006 portent toujours une végétation dense et diversifiée (chênes, saules...). Cette tendance à la fixation par la végétation ligneuse apparaît aussi clairement en comparant les situations en 2002 et 2012 telles que montrées par des images satellitaires à ces deux périodes, comme par exemple sur le secteur de Mas-Grenier :

Figure 80 : Végétalisation d'îlots (secteur de Mas-Grenier)

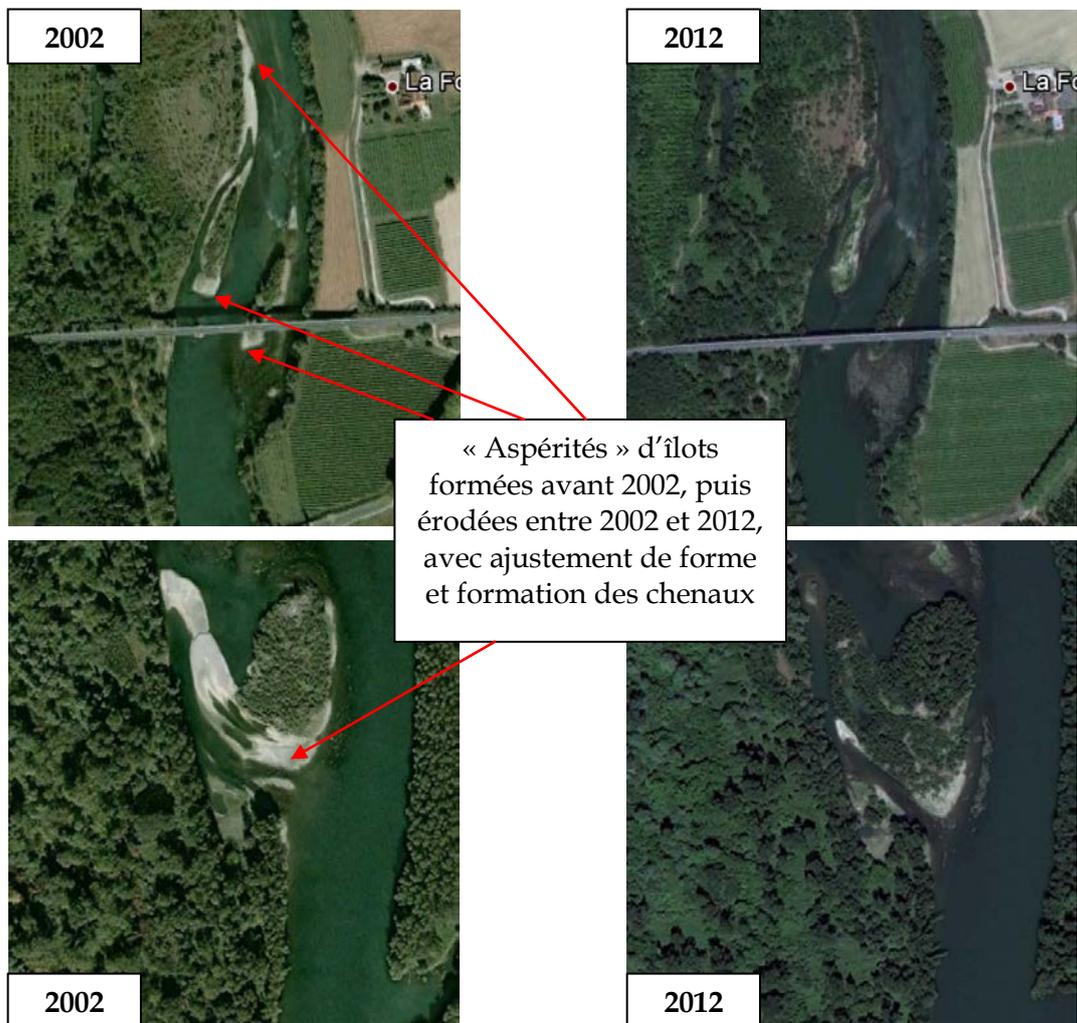


En revanche, les atterrissements constitués de plages de galets en pied de berge dans l'extrados de courbes prononcées de la Garonne sont restés peu ou pas végétalisés, ces espaces étant fréquemment submergés et le restant pendant des durées relativement longues (plusieurs semaines consécutives), avec un effet décuplant des crues sur un substrat grossier, à faible cohésion et non consolidé (c'est-à-dire encore mou sous les pas).

En termes d'implantation, il apparaît difficile de dégager une tendance : sur les îlots (voire les atterrissements) où apparaît une évolution depuis une dizaine d'années, on note généralement une extension modérée se développant à la fois vers l'amont et vers l'aval, et aussi avec une tendance au rétrécissement voire au comblement du chenal entre l'îlot et la berge. On note aussi sur plusieurs secteurs une évolution correspondant à un « recul » vers la berge de la limite de l'îlot (érodé par les eaux du côté du fleuve) et un allongement, ces deux tendances se combinant pour « re-profiler » l'îlot en fonction de la direction du courant. Pour la même raison, de petits îlots isolés observés en 2002 ont disparu en 2012, constituant les seuls cas visibles de véritable évolution ou migration de matériaux.

Les images satellitaires suivantes illustrent cet effet d'ajustement de profil d'îlots sur les secteurs de la Fosse et de Saint-Cassian à Bourret :

Figure 81 : Ajustement du profil d'îlots à La Fosse et Saint-Cassian sur Bourret



Une analyse systématique a été menée sur les îlots et atterrissements de la Garonne entre Toulouse et Saint-Nicolas-de-la-Grave en ce qui concerne leur évolution sur la dernière

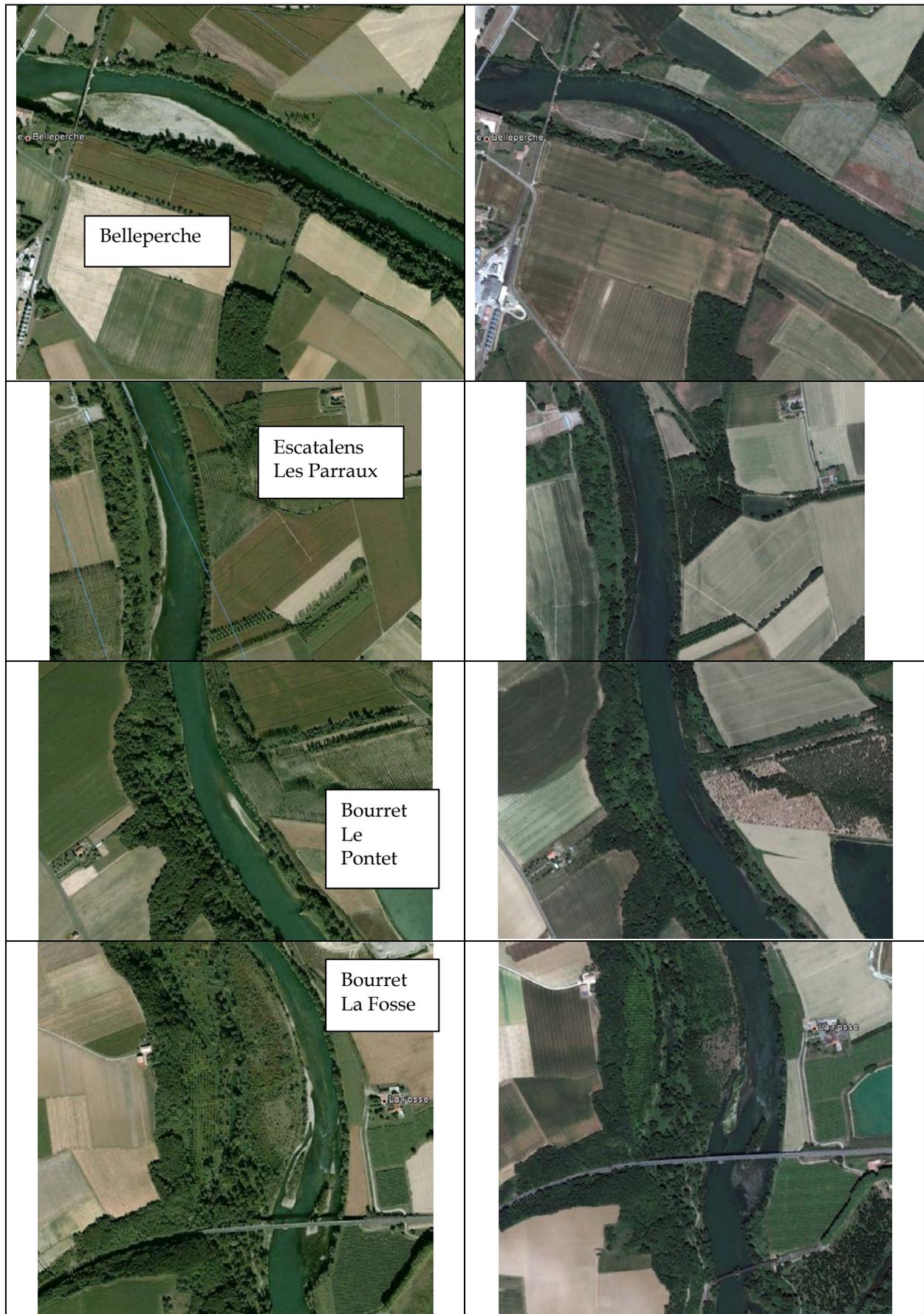
décennie. Les résultats de cette analyse pour la période 2002-2012 sont essentiellement les suivantes :

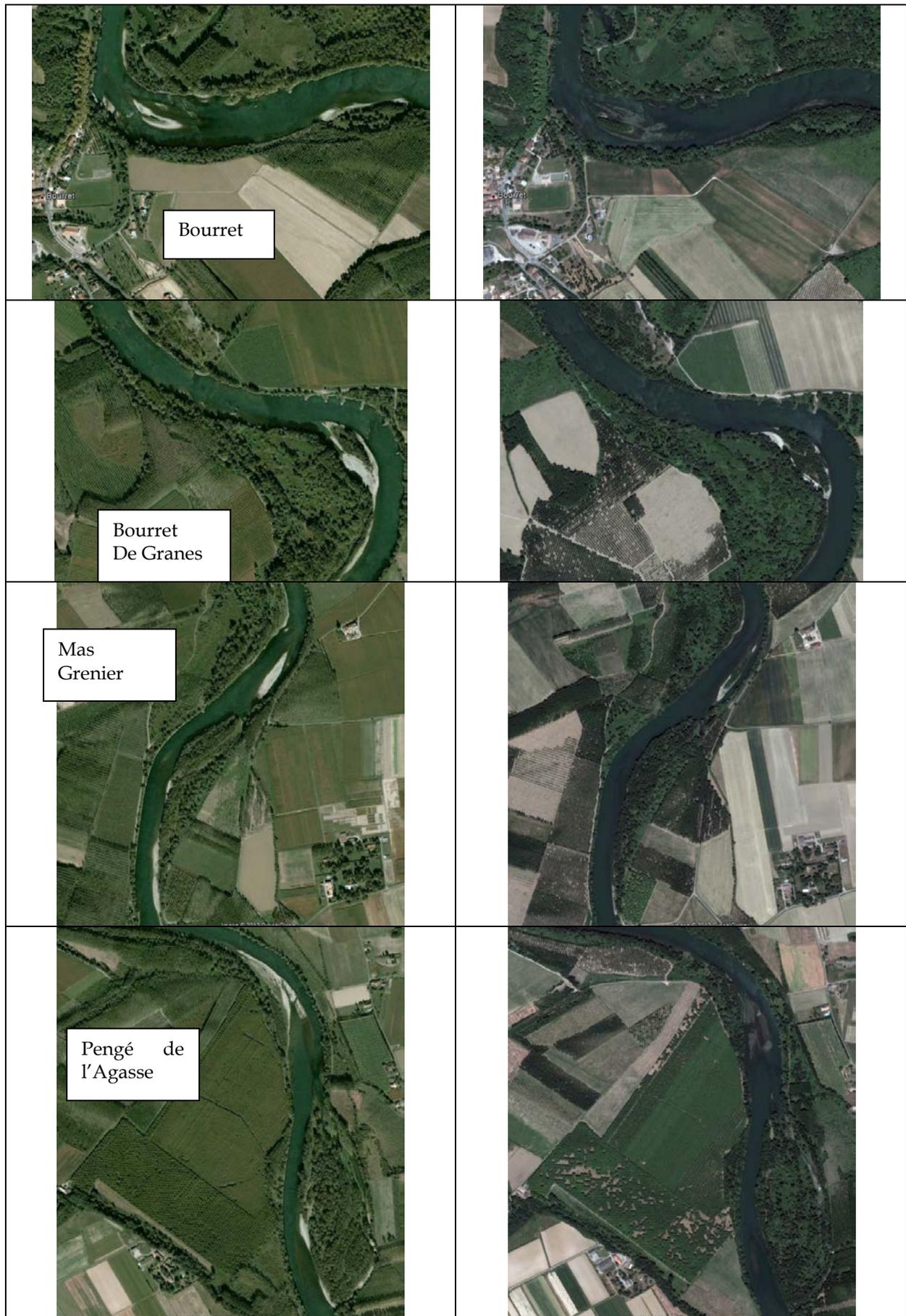
- Au cours de la dernière décennie, il ne s'est pas créé de nouveaux îlots ni de nouveaux atterrissement dans le lit de la Garonne.
- Sur le secteur entre Toulouse et Gagnac-sur-Garonne, il semble qu'un chenal principal ait été incisé dans le substrat molassique, ce qui a pour effet de réduire la largeur d'écoulement en étiage et de mettre à l'air libre des écailles molassiques, mais il ne s'agit pas d'îlots ni d'atterrissements nouveaux.
- La plupart des atterrissements formés dans l'intrados de méandres ont été légèrement « rabotés » et pour une moitié environ (sans possibilité de discriminer un secteur géographique) végétalisés par une végétation basse herbacée à buissonnante après accumulation de limon entre les galets.
- Les îlots ont été souvent rabotés de manière plus significative, avec disparition des angles vifs sur les faces latérales, érosion mineure de la face amont et allongement de la partie aval. Dans quelques cas, l'îlot s'est végétalisé puis a été rattaché à la berge par comblement progressif du bras intermédiaire.
- Les îlots situés dans la queue de la retenue de Malause semblent particulièrement stables et densément végétalisés par des ligneux, ce secteur étant marqué par des vitesses d'écoulement nettement plus faibles qu'en amont.

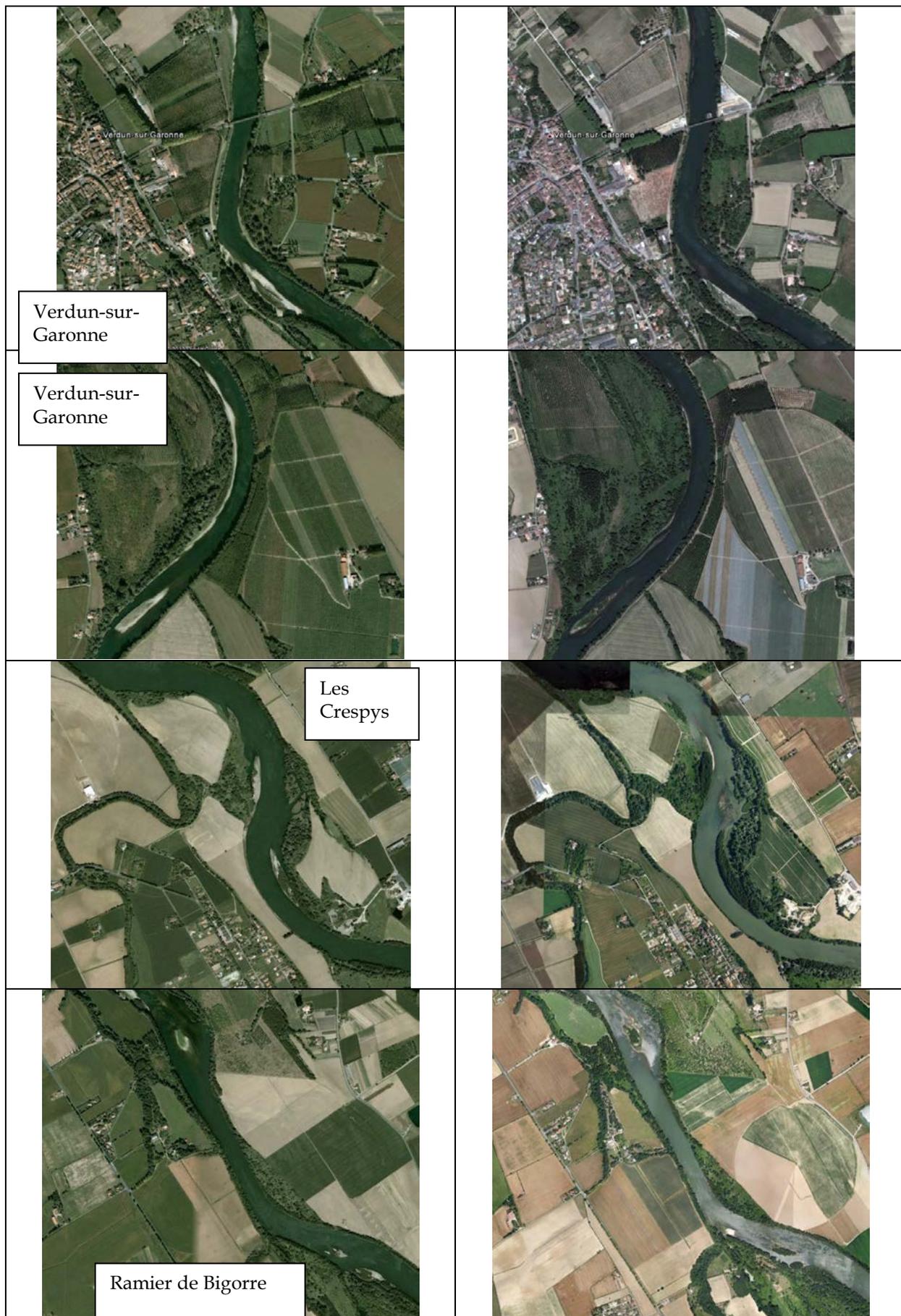
A titre d'illustration, la figure suivante montre la comparaison d'un grand nombre d'atterrissements et d'îlots de la Garonne sur le territoire TFE entre 2002 et 2012, laissant apparaître les effets de « rabotage » des parties saillantes des îlots dans le lit vif de Garonne, une tendance à la végétalisation par une strate herbacée à buissonnante pour les parties fréquemment immergées et par des ligneux avec rattachement à la berge pour des intrados de méandre et des îlots en secteur stable.

Figure 82 : Evolution des îlots et atterrissements de Garonne sur la période 2002-2012







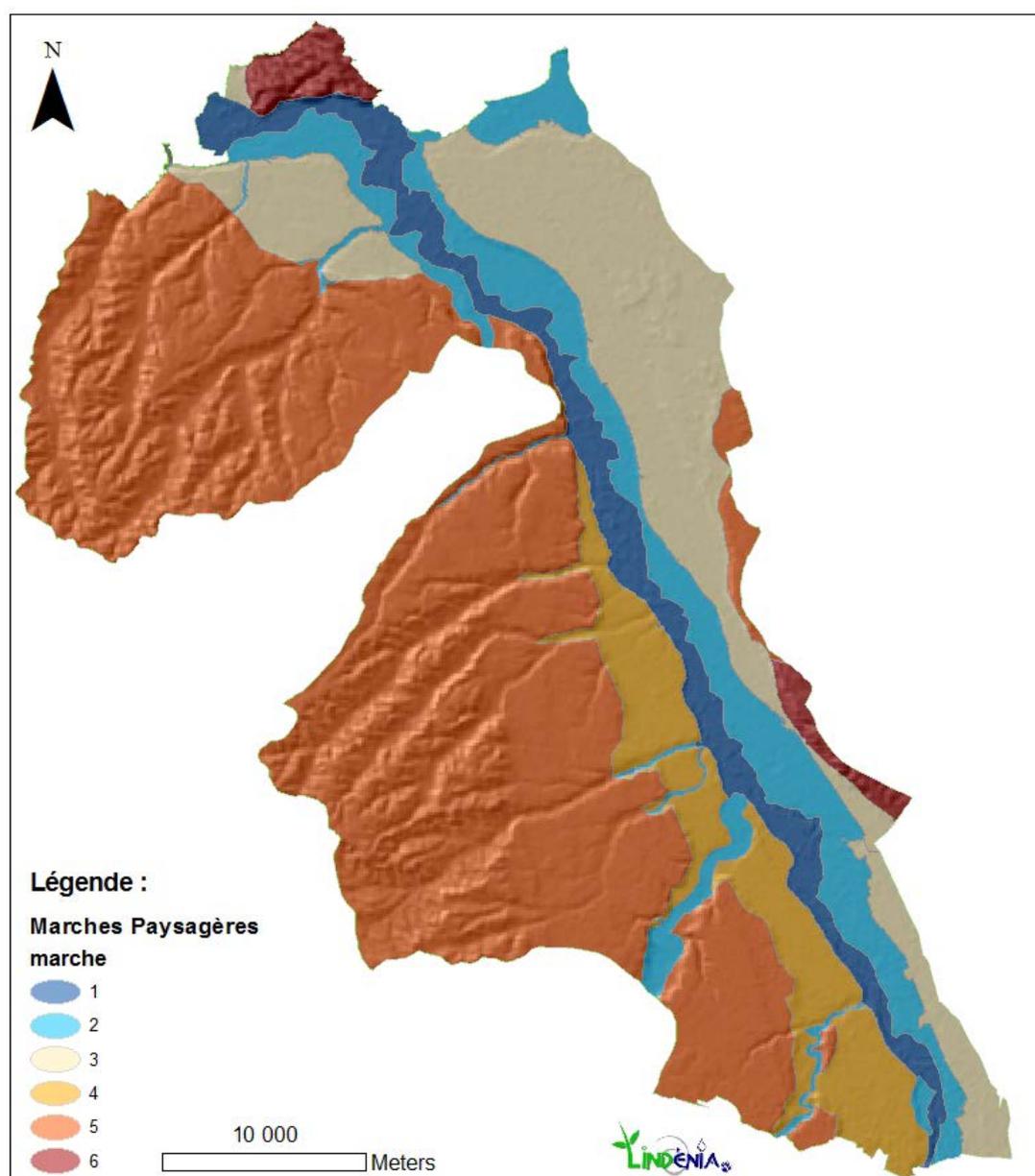


4. ESPACES NATURELS ET BIODIVERSITE

4.1 Paysages du territoire TFE

Au plan des paysages, le territoire TFE comporte en fait une multiplicité de paysages liés à des conditions géographiques, géologiques, agricoles et humaines différentes d'un secteur à l'autre. Ces différentes de type de paysages s'accompagnent d'une grande variété d'ambiances paysagères. Cependant, le relief, le bâti et les activités humaines apparaissent comme des éléments structurants forts permettant de cartographier de grands ensembles paysagers du territoire :

Figure 83 : Marches paysagères du territoire TFE



La notion de « marches paysagères » est issue d'une classification élaborée et appliquée récemment pour un diagnostic paysager de la Garonne des Terrasses (SMEAG, 2012) et qui s'appuie essentiellement sur le relief et la morphologie du territoire :

- Marche 1 : plaine inondée fréquemment ou très fréquemment
- Marche 2 : plaine inondée en crue exceptionnelle
- Marche 3 : basse terrasse de la Garonne
- Marche 4 : moyenne terrasse de la Garonne
- Marche 5 : haute terrasse de la Garonne et coteaux gersois
- Marche 6 : moyenne terrasse du Tarn

Les marches 1 et 2 constituent la « Bassure », qui porte un habitat disparate, ponctuel et généralement adapté au risque d'inondation.

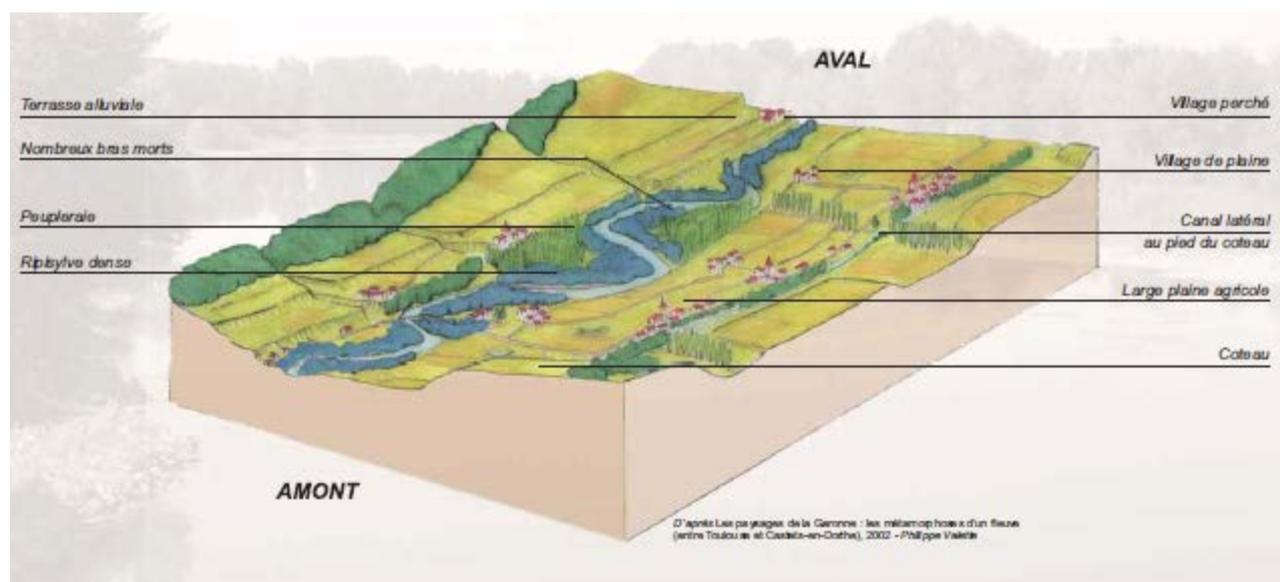
Les autres marches constituent la « Hauture » du territoire.

La marche 3 porte les bourgs et village en enfilade posés en limite de la basse terrasse, ainsi que les principales voies de communication. Sur les marches 4 à 6 se développent les villes-belvédères.

Ce qui varie sensiblement sur le territoire TFE, ce n'est pas cette structure en marches paysagères (qui à l'inverse caractérise ce territoire à l'échelle de la vallée de la Garonne), mais la largeur de ces différentes marches d'un secteur à l'autre ainsi que les aménagements récents (en agglomération toulousaine) qui rendent cette structure nettement moins visible. Les marches 1 et 2 ont généralement une largeur comprise entre 1 et 3 kilomètres seulement, alors que la marche 3, sur laquelle l'habitat s'est développé, possède une largeur très variable se réduisant à quelques dizaines de mètres à Grisolles (en amont du village) et atteignant 5 à 6 kilomètres de large en aval de Montech.

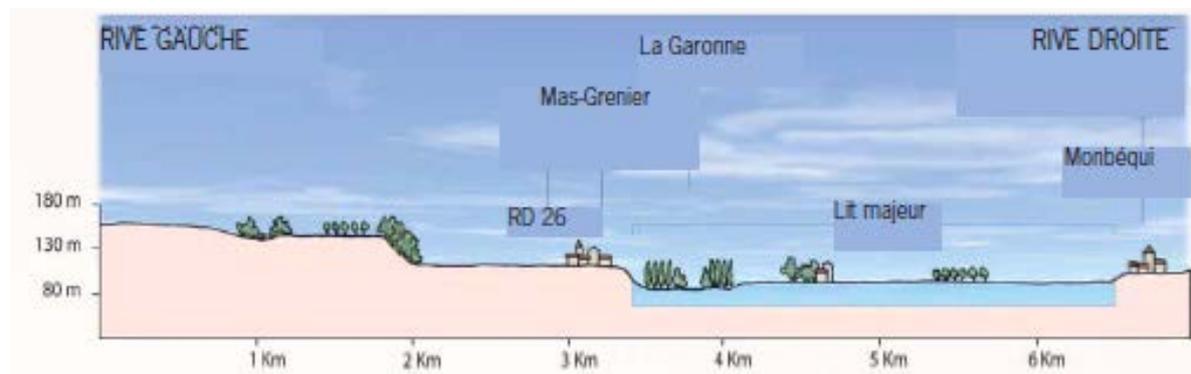
Le diagramme suivant montre les éléments typiques qui structurent les paysages et délimitent les marches paysagères sur le territoire TFE :

Figure 84 : Structure typique en marches paysagères sur le territoire TFE



Ces éléments se retrouvent également au niveau de coupes transversales, comme par exemple sur le secteur représentatif de Mas-Grenier :

Figure 85 : Coupe représentative de la vallée de Garonne sur le territoire TFE

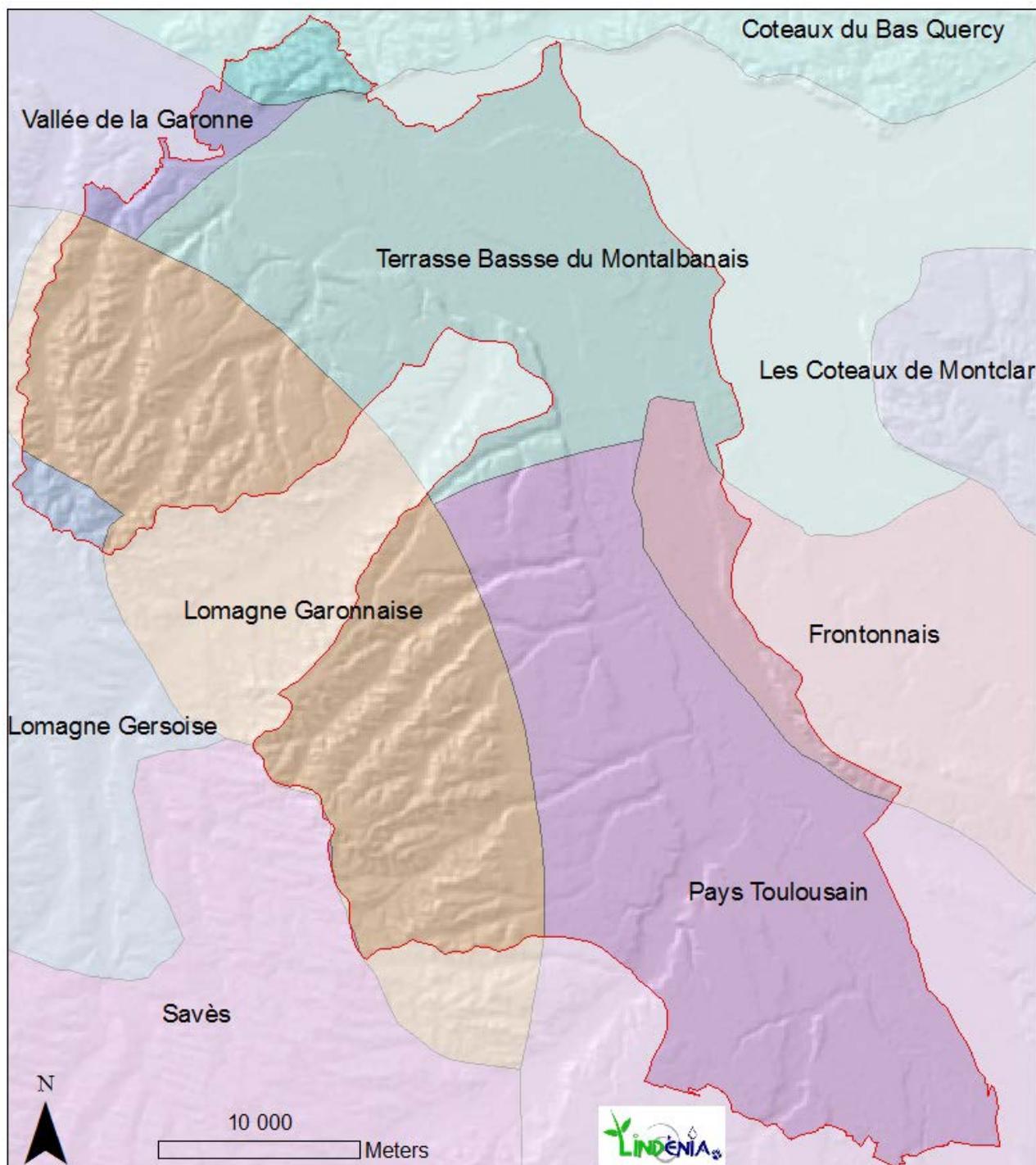


Les études paysagères menées récemment sur la vallée de Garonne mettent en outre des points forts, qui sont autant de valeurs fondatrices des paysages garonnais. Parmi ces valeurs paysagères spécifiques, on relève :

- Des paysages marqués par les **rencontres de l'eau et de la terre**, que ce soit au niveau des berges de la Garonne et du Canal, ou bien au niveau des boisements alluviaux, des plans d'eau, des bras morts et des zones humides des bords du fleuve ou de sa plaine inondable. Ces espaces constituent en fait la marque du territoire TFE par rapport à d'autres secteurs de la vallée de la Garonne, les zones humides ayant particulièrement nombreuses entre Toulouse et Castelsarrasin.
- **Le rôle des boisements** en tant qu'éléments géométriques marquant les points de vue et la variété des paysages et des couleurs. Le territoire TFE reste un territoire dominé par l'agriculture, mais dans lequel les bords de Garonne portent une assez forte proportion de peupleraies, de vergers et de boisements alluviaux, sans parler des ripisylves du fleuve. Dans la plaine, les petits espaces boisés contribuent aussi à la structuration des paysages, par opposition aux paysages du Lauragais par exemple.
- **Les points de vue variés sur le fleuve** : la contrepartie de la présence de boisements sur les bords de Garonne est la faible perception de l'eau et du lit du fleuve. Si les alignements d'arbres soulignent la présence et le tracé de la vallée, les fenêtres sur l'eau restent limitées. En revanche, cette perception occasionnelle de l'eau se fait au travers de points de vue variés : depuis des ponts, depuis des plages de bords de Garonne, depuis des cheminements le long du fleuve, depuis des points hauts (surtout en rive gauche), ou encore depuis des bourgs développés près du fleuve (par exemple à Ondes). Cette question de l'accès à l'eau, au moins visuellement, est en outre une problématique récurrente et assez spécifique sur le territoire TFE.
- **Une architecture typique des villages et des villes de la vallée de Garonne** : plusieurs bourgs proches du fleuve ont développé une « façade fluviale », par exemple à Ondes, à l'inverse de villes se détournant de leur rivière par des murs et de digue de protection contre les crues. En outre, la nature des matériaux de construction et le style architectural régional marquent le paysage, la brique caractérisant les constructions de fermes et des centres historiques des villages, les clochers mais aussi les ponts du territoire (même si certains ouvrages mêlent parfois briques et pierres calcaires du Quercy proche). A cet égard, les ponts routiers sur le Canal de Garonne présentent aussi une architecture typique qui marque l'identité du territoire.

Pour mémoire, la DREAL Midi-Pyrénées a élaboré à l'échelle de la région une typologie et une cartographie qui confirme le caractère unitaire des paysages (malgré ses diversités locales) tout en faisant apparaître certaines différences entre l'amont et l'aval du territoire TFE, mettant en évidence en particulier le rôle de la largeur de la basse terrasse de Garonne :

Figure 86 : Ensembles paysagers en Midi-Pyrénées – Zoom sur le territoire TFE



4.2 Espaces naturels remarquables du territoire TFE

Les espaces naturels remarquables du territoire TFE correspondent à divers classements réglementaires ou non :

- **Dix Arrêtés de Protection de Biotope (APB)**, dont huit en milieu terrestre qui correspondent à des espaces de quelques hectares à quelques dizaines d'hectares et deux en milieu aquatique : « Cours de la Garonne, de l'Aveyron, du Viaur et du Tarn dans la traversée du département du Tarn-et-Garonne » (FR3800242, pour un linéaire cumulé de près de 160 km) et « biotopes nécessaires à la reproduction, au repos et à la survie de poissons migrateurs sur la Garonne à l'aval de Toulouse » (FR3800262, pour un linéaire d'un peu plus de 28 km). Les sites terrestres sont repérés sur la figure en page suivante ; ils sont tous en bordure de la Garonne ou au niveau de bras morts et de zones humides dans l'espace de mobilité historique de la Garonne.
- Plus d'une vingtaine de **ZNIEFF de type I**, pour la plupart localisées le long du lit de la Garonne, et qui correspondent surtout à des zones humides et des espaces associés au fleuve. La vallée de la Garonne dans son ensemble est intégrée à la fois dans une ZNIEFF de type I (« Garonne de Montréjeau jusqu'à Lamagistère ») et dans une **ZNIEFF de type II** (« Garonne et milieux riverains en aval de Montréjeau »), qui n'apparaît sur la figure ci-après que sur les secteurs où son périmètre excède celui des autres ZNIEFF). On note également quelques ZNIEFF dans la plaine ou sur la basse terrasse au niveau de boisements remarquables. On note aussi des ZNIEFF réparties le long de plusieurs des affluents de la Garonne, dont la Save et la Gimone, ainsi que l'Aussonnelle dans une moindre mesure.
- L'ensemble du linéaire de la Garonne dans le périmètre du projet TFE est inscrit au réseau **Natura 2000** pour la biodiversité d'intérêt européen. Ce réseau est constitué d'une zone de protection spéciales (ZPS) « Vallée de la Garonne de Muret à Moissac » au titre de la Directive Oiseaux et d'une zone spéciale de conservation (ZSC) « Garonne, Ariège, Hers, Salat, Pique et Neste » au titre de la Directive Habitats qui correspondent aussi à une succession d'espaces remarquables le long de la Garonne et intègrent majoritairement les ZNIEFF. Un Document d'Objectif (DOCOB) a été élaboré sur cette partie « Garonne aval » et est en attente de validation par le Préfet.

Figure 87 : Périmètres des sites Natura 2000 du DOCOB « Garonne aval »

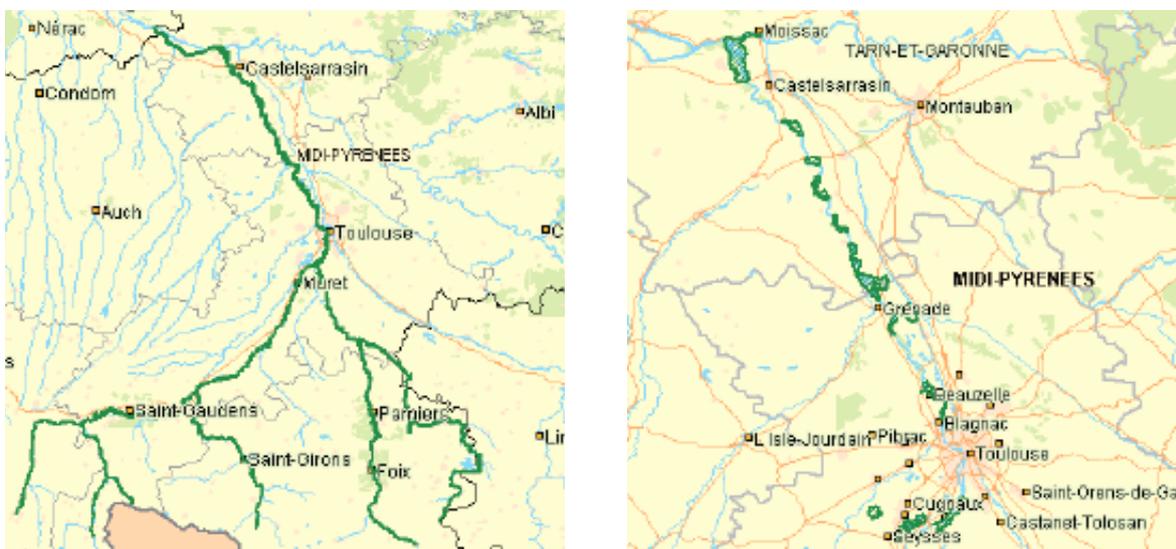


Figure 88 : Arrêtés de Protection de Biotope (en milieu terrestre) sur le territoire TFE

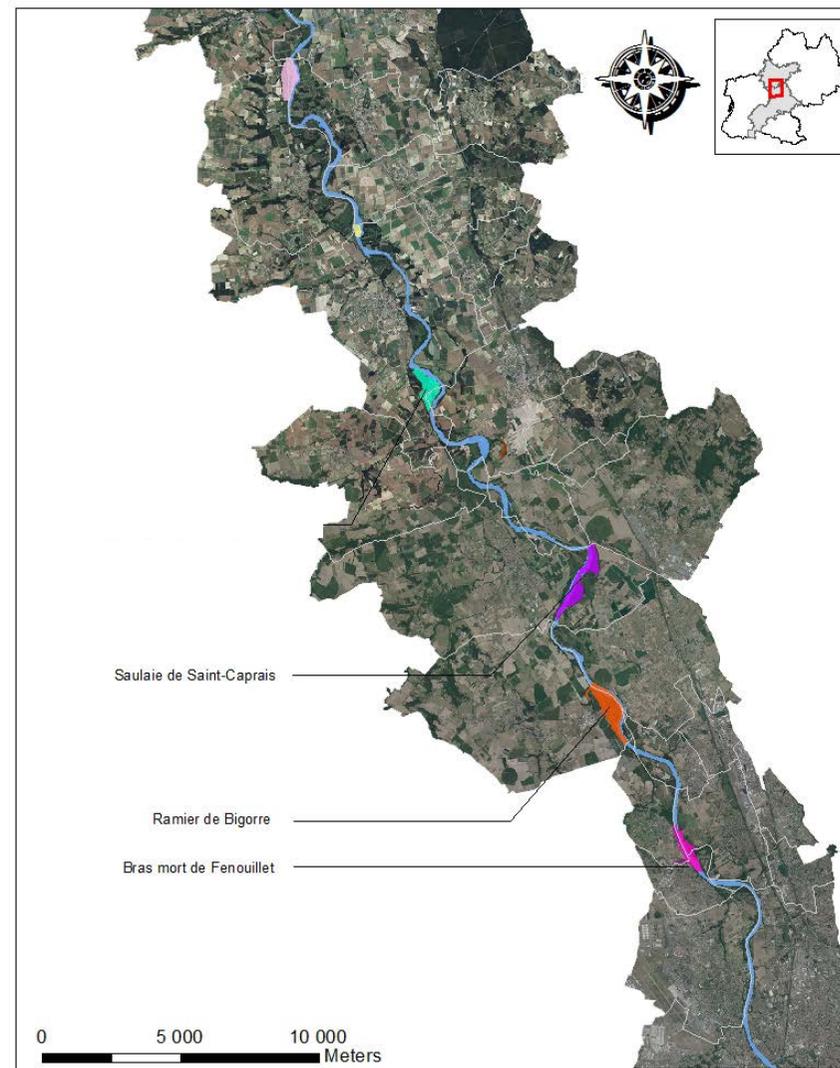
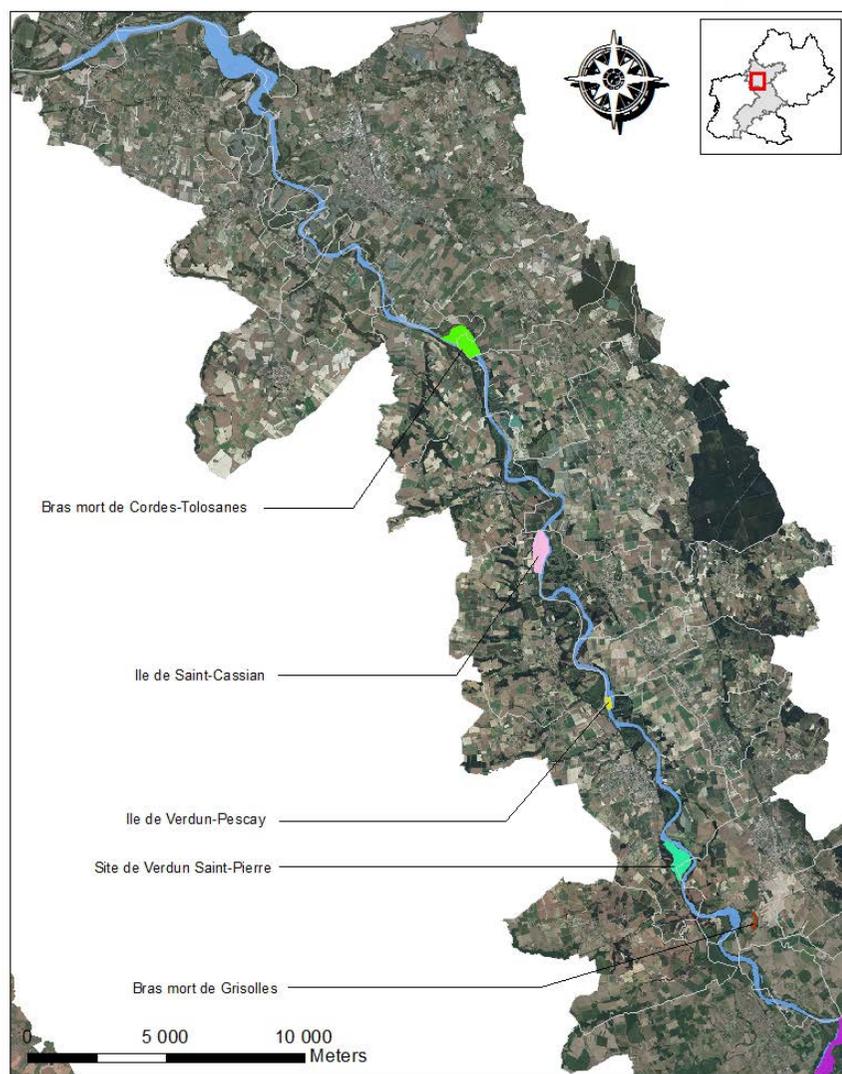


Figure 89 : ZNIEFF de type I et de type II sur le territoire TFE

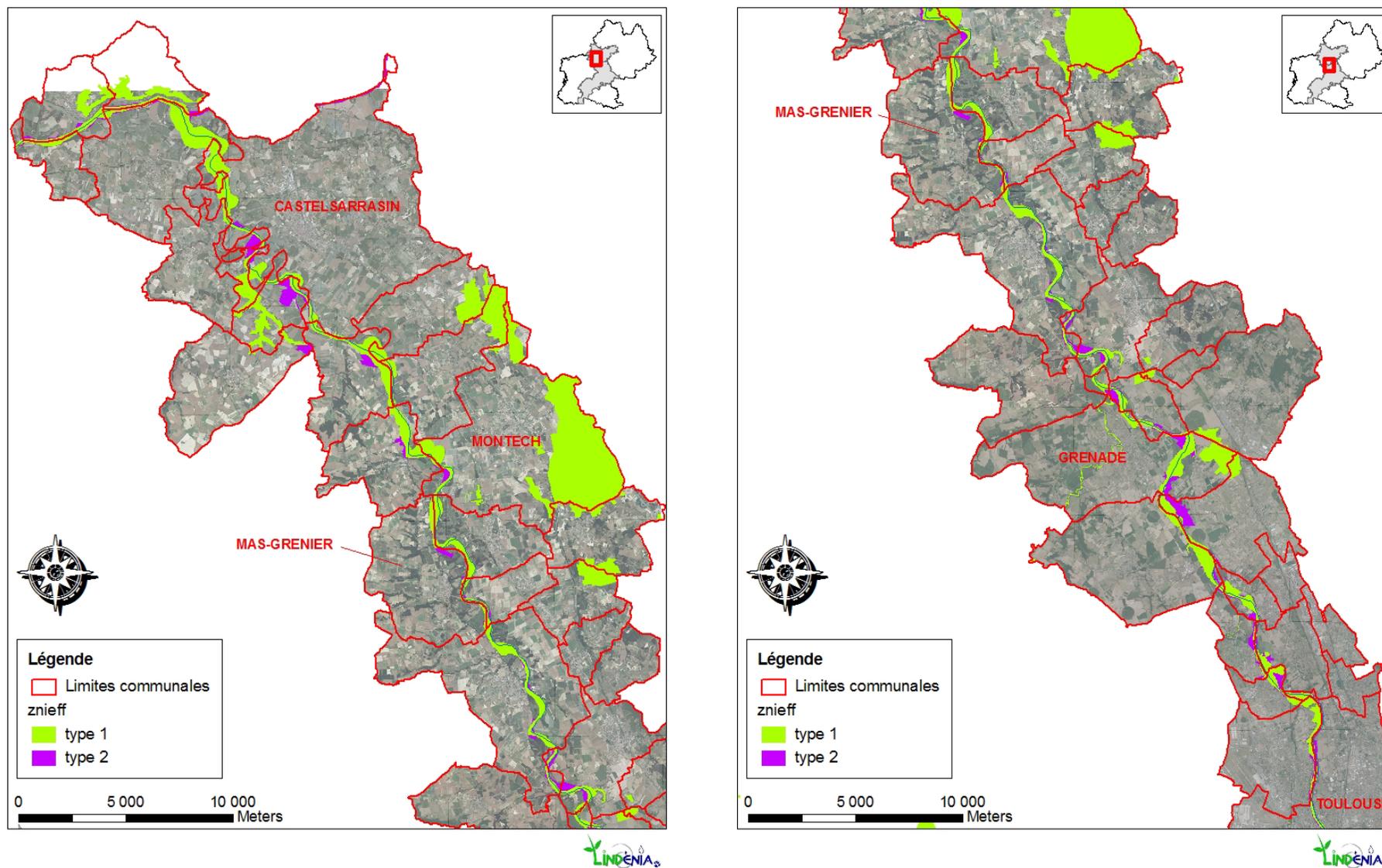
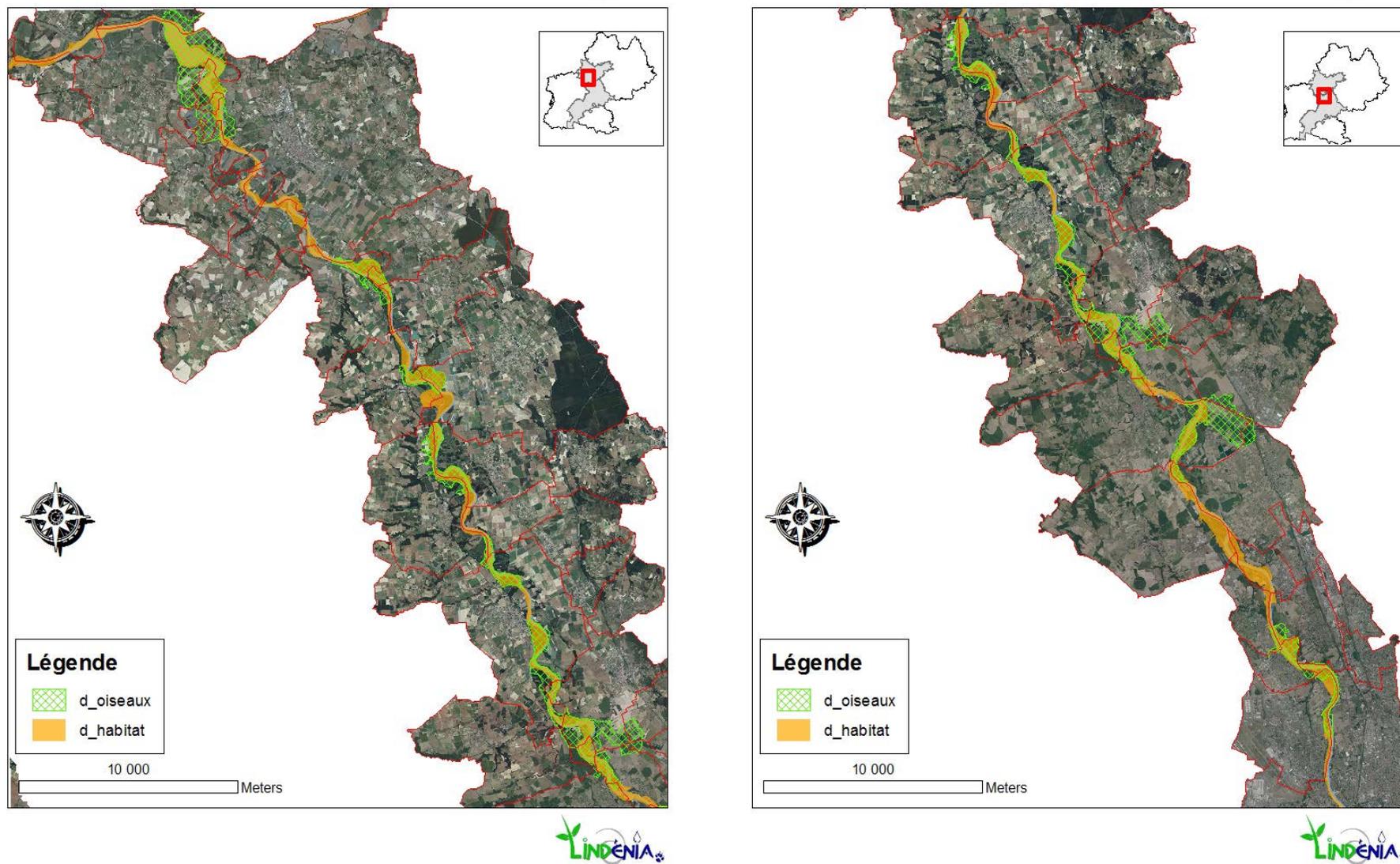
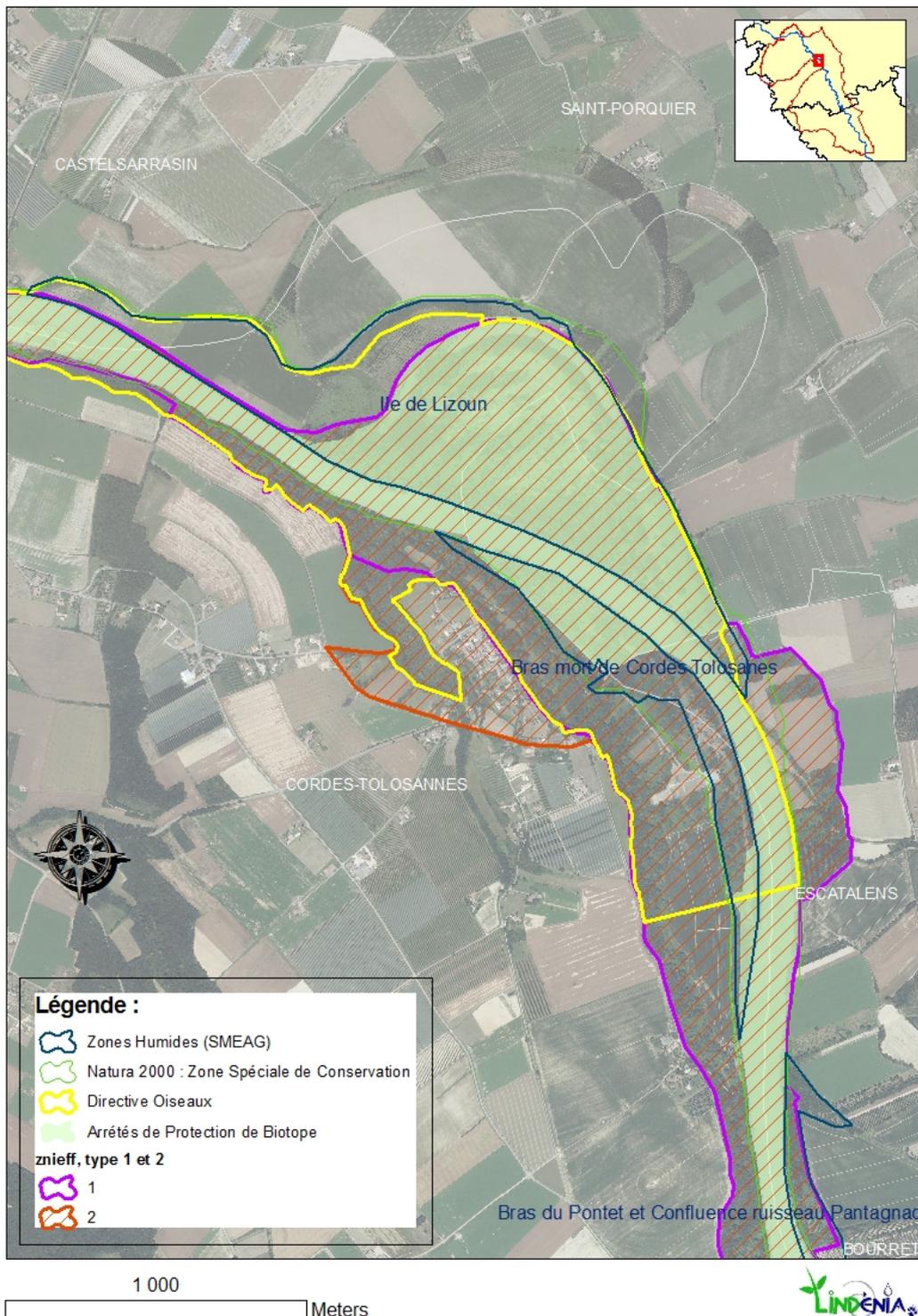


Figure 90 : Sites Natura 2000 sur le territoire TFE



On note que ces périmètres se superposent dans un grand nombre de cas, comme par exemple sur l'île de Lizoun à Cordes-Tolosannes. Les différences de périmètres mais aussi de prescriptions environnementales (calendrier de sensibilité écologique variables,..) entre les divers zonages couvrant un même site peuvent s'avérer difficilement compréhensibles pour nombre d'acteurs du territoire. On note également des variations entre sites sur des prescriptions environnementales portant sur les mêmes espèces faunistiques. Ce constat conduit à s'interroger sur la nécessité d'une harmonisation des zonages et de leurs contenus :

Figure 91 : Exemple de superposition de périmètres de sites remarquables



Les Sites Natura 2000 FR7312014 « Vallée de la Garonne de Muret à Moissac » et FR7301822 « Garonne, Ariège, Hers, Salat Pique et Neste » ont fait l'objet d'un Document d'Objectif (DOCOB) approuvé en 2010 sur lequel doit s'appuyer la gestion de chacun des deux sites couvrant le corridor fluviale de la Garonne entre Toulouse et la confluence avec le Tarn notamment. Ce DOCOB, commun aux deux Sites considérant qu'ils couvrent un même territoire, s'appuie sur des inventaires d'espèces et d'habitats pour dresser un diagnostic de la situation actuelle, identifier des enjeux puis définir des objectifs de conservation centrés sur les espèces et habitats d'Intérêt Communautaire (IC) ou prioritaires (P).

Les enjeux identifiés et hiérarchisés correspondent aux éléments suivants :

Habitats naturels						
Intitulé adapté	Etat	Evolution	Intérêt N200	Enjeux N2000	Autres enjeux	Priorité
3150 Communautés à lentilles d'eau des eaux stagnantes ou calmes	Moyennement dégradé	En régression (fermeture de bras morts)	Fort	Cordulie, Bouvière, Hérons, Chiroptères	Croissance des alevins, Invertébrés aquatiques	Fort
3150 Herbiers d'Utriculaires	Bon					Fort
3150 Végétation immergées des eaux stagnantes ou calmes	Moyennement dégradé					Fort
3260 Végétations à Callitriches et Renoncules aquatiques		En régression	Fort	Lamproie de Planer, Cordulie, Chiroptères	Croissance des alevins, Invertébrés aquatiques	Fort
3260 Herbiers de Renoncules aquatiques		Stable, habitat très dynamique	Moyen	Lamproie de Planer, Cordulie, Chiroptères	Croissance des alevins, Invertébrés aquatiques	Faible
3270 Végétations annuelles des dépôts d'alluvions	Bon	En progression	Fort	Hérons, Chiroptères	Oiseaux limicoles, habitats aquatiques en hautes eaux, insectes	Faible
6430 Lisière des sols humides riches en azote	Moyennement dégradé	Evolution liée à celle de la ripisylve et peupleraies	Faible	Cordulie, Chiroptère	Zones très favorables aux oiseaux et insectes. Protection des berges contre l'érosion	Faible
91F0 Peupleraies sèches	Bon	Très faible superficie	Fort	Nidification Milan noir, hérons, zone de chasse Aigle botté, Chiroptères, Insectes du bois		Fort
91F0 Saulaies arborescentes à Saule blanc	Très dégradé	Egression en lien avec l'incision du lit et al limitation de la divagation latérale				Fort
91F0 Forêts alluviales à chênes, Ormes et Frênes	Moyennement dégradé	Future stade des saulaies ?				Fort

Espèces et habitats d'espèces de la Directive Habitats : insectes						
Intitulé adapté	Etat	Evolution	Intérêt N200	Enjeux N2000	Autres enjeux	Priorité
Lucane cerf-volant	Correct		Moyen	Habitats forestiers, Cordulie, Chiroptères		Moyen
Grand capricorne	Correct		Moyen	Habitats forestiers à Chênes, Cordulie, Chiroptères		Moyen
Cordulie à corps fin			Potentiell ement fort	Habitats forestiers, herbiers aquatiques		Fort

Espèces et habitats d'espèces de la Directive Habitats : Chiroptères (chauves-souris)						
Intitulé adapté	Etat	Evolution	Intérêt N200	Enjeux N2000	Autres enjeux	Priorité
Barbastelle	Dégradé		Moyen	Habitats forestiers	Ripisylves linéaires, bocages	Fort
Minioptère de Shreibers			Moyen			
Murin de Bechstein	Dégradé		Fort			Fort
Murin à oreilles échanrées	Moyen	Stable	Fort			Fort
Petit et Grand Murin				Habitats forestiers et mégaphorbiaies	Ripisylves linéaires, bocages, milieux ouverts herbacés	Fort
Petit Rhinolophe				Habitats forestiers	Ripisylves linéaires, bocages	Fort
Grand Rhinolophe			Fort			Fort

Espèces et habitats d'espèces de la Directive Habitats : espèces aquatiques						
Intitulé adapté	Etat	Evolution	Intérêt N200	Enjeux N2000	Autres enjeux	Priorité
Bouvière	En danger ?	Régression ?	Important	Espèces piscicoles, habitats naturels d'eau calme	Moules d'eau douce	Fort
Lamproie de Planer	Moyen ou dégradé		Moyen		Moyen	
Toxostome	Moyen		Moyen		Moyen	
Ombre commun			Faible		Faible	
Saumon atlantique	Restauration en cours	Progression	Fort		Fort	
Grand alose	Dégradé	Régression	Fort		Fort	
Lamproie marine	Correct	Variable selon l'année	Fort		Fort	

Espèces de la Directive Oiseaux			
Espèce	Etat de conservation	Cumul d'enjeux	Priorité
Aigle botté	Moyen	Forêts alluviales, forêts de coteaux	Fort
Milan noir	Moyen à dégradé		Moyen
Balbuzard pêcheur	Bon	Abondance piscicole	Faible
Grande aigrette	Moyen à dégradé	Forêts alluviales, berges et bancs alluviaux, bras morts et plans d'eau, abondance des proies, roselières	Moyen
Aigrette garzette	Moyen à dégradé		Fort
Bihoreau gris	Moyen à dégradé		Fort
Héron pourpré	Moyen à dégradé		Fort
Blongios nain	Moyen à dégradé		Fort
Crabier chevelu	Moyen à dégradé		Moyen
Martin pêcheur	Bon		Abondance piscicole
Combattant varié	Moyen à dégradé	Berges et bancs alluviaux, prairies humides	Faible
Sterne Pierregrain	Moyen à dégradé	Berges et bancs alluviaux, îlots, abondance piscicole	Fort
Mouette mélanocéphale	Moyen à dégradé		Moyen

Du diagnostic et de cette hiérarchisation des enjeux a découlé l'élaboration d'objectifs de conservation :

Objectifs pour les habitats naturels et les habitats d'espèces (Directive Habitats) :

HABITATS NATURELS ET HABITATS D'ESPÈCES	OBJECTIFS DE CONSERVATION
Habitats aquatiques d'eau courante (3270 - 3260*)	- Maintenir et restaurer les habitats existants (superficies, fonctionnalités) - Maintenir et restaurer la dynamique fluviale - Restaurer les débits (débits réservés, éclusées) - Limiter le développement des espèces invasives - Maintenir et restaurer la qualité des eaux
Habitats aquatiques d'eau calme (3150)	- Maintenir et restaurer la qualité des eaux (apports en nutriments, sédimentation) - Limiter le développement des espèces invasives
Forêts alluviales (91F0 - 91E0)	- Maintenir et restaurer les habitats existants (superficies, fonctionnalités)
Lisières des sols humides riches en azote (6430)	- Maintenir et restaurer la dynamique fluviale - Maintenir et restaurer les connexions lit mineur / lit majeur (nappe phréatique, submersion par les crues) - Limiter le développement des espèces invasives
Pelouses sèches calcaires à annuelles (6220)	- Maintenir l'ouverture des milieux
Chauves-souris Barbastelle Minioptère de Schreibers Murin de Bechstein Murin à oreilles échanquées Petit et Grand Murin	- Assurer la tranquillité et la pérennité des gîtes abritant des colonies (murin à oreilles échanquées) - Conserver des arbres feuillus morts ou sénescents (barbastelle, murin de bechstein) - Maintenir un réseau de haies et de bosquets permettant la connexion entre les gîtes et les sites de chasse et entre les noyaux de populations - Maintenir des milieux herbacés ouverts et des prairies bocagères (petit et grand murin) - Eviter les traitements phytosanitaires nocifs (toutes les espèces)

HABITATS NATURELS ET HABITATS D'ESPÈCES	OBJECTIFS DE CONSERVATION
Cordulie à corps fin	- Maintenir et restaurer la qualité des eaux - Maintenir et restaurer la qualité de la végétation des berges
Grand Capricorne Lucane Cert-volant	- Conserver des arbres feuillus sénescents et des souches
Espèces aquatiques Souvière, Lamproie de Planer Toxostome, Ombre commun, Saumon Atlantique Grande Alose, Lamproie marine	- Maintenir et restaurer la qualité des eaux et des sédiments - Maintenir et restaurer la qualité des frayères - Favoriser la libre circulation des espèces (montaison et dévalaison) - Restaurer les débits (débits réservés et éclusées)

Niveaux d'enjeu pour priorité d'actions : ■ fort ; ■ moyen ; ■ faible ; ■ variable selon secteurs
 * : enjeu fort pour herbiers à callitriches, faible pour herbiers à renoncules

Objectifs pour les oiseaux d'intérêt communautaire (Directive Oiseaux)

Espèce d'intérêt communautaire	Objectifs de conservation
Aigle botté	- Maintien des sites boisés constituant des sites de nidification potentielle
Milan noir	
Balbusard pêcheur	- Maintien des populations piscicoles - Protection des lignes moyenne tension
Grande aigrette	- Maintien des sites de reproduction actuelle - Maintien des sites d'alimentation
Aigrette garzette	
Bihoreau gris	- Favoriser l'implantation de nouveaux sites de reproduction
Crabier chevelu	
Héron pourpre	- Maintien des sites de reproduction actuels - Maintien des sites d'alimentation - Favoriser l'implantation de nouveaux sites de reproduction - restauration de roselières
Blongios nain	
Martin pêcheur	
Combattant varié	- Maintien des berges terreuses en état - Maintien des populations Piscicoles
Stème pierregarin	- Maintien des zones de stationnement lors des haltes migratoires
Mouette mélanocéphale	- Maintien des populations piscicoles - Maintien des bancs de graviers

Niveaux d'enjeu pour priorité d'actions : ■ fort ; ■ moyen ; ■ faible

Ces objectifs, bien que définis pour le corridor fluvial de la Garonne au-delà du territoire TFE, est d'autant plus pertinent pour ce territoire qu'il est le principal tronçon de vallée abritant les habitats et espèces d'intérêt communautaires de ces deux Sites Natura 2000.

4.3 Caractérisation des peuplements piscicoles

4.3.1 Cadre réglementaire

La Garonne, déjà classée comme Axe Bleu a été confirmée comme Axe à grands migrateurs amphihalins par le SDFAGE 2010-2015.

La Loi sur l'Eau de 2006 a rénové les critères de classement et les a étendus au transit sédimentaire. Ainsi, le classement au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement se présente de la forme de deux listes :

- *Liste 1* : objectif de préservation à long terme en évitant la création de nouveaux obstacles à la continuité écologique (correspond à une évolution des anciens "cours d'eau réservés au titre de la loi de 1919 sur l'énergie"),
- *Liste 2* : obligation d'équipement des ouvrages existants pour les rendre compatibles avec les objectifs de continuité écologique (transit sédimentaire et circulation des poissons migrateurs amphihalins ou non) dans un délai de 5 ans après publication de l'arrêté (évolution des "rivières classées" au titre de L.432-6).

Les nouveaux classements doivent intervenir au plus tard le 1^{er} janvier 2014.

Ce classement est justifié par la présence de huit espèces de migrateurs : dans le cas de Garonne sur le territoire TFE, les quatre principales espèces migratrices sont le saumon atlantique, la grande alose, la lamproie marine et l'anguille ; quatre autres espèces fréquentent la Garonne mais sont peu ou pas présentes sur le territoire TFE.

Par ailleurs, l'axe Garonne est classé comme territoire aquatique protégé par deux Arrêtés de Protection de Biotope (un APB par département), comme rappelé en début de chapitre.

Au plan halieutique, la Garonne sur le territoire TFE est classée en deuxième catégorie piscicole (prédominance des cyprinidés).

4.3.2 Problématiques particulières pour la faune piscicole de la Garonne

4.3.2.1 Facteurs limitants

La Garonne sur le territoire TFE apparaît comme un cours d'eau marqué par des actions anthropiques et leurs conséquences ayant un rôle perturbateur majeur sur la circulation et le cycle biologique des poissons, à des niveaux plus ou moins graves selon les espèces :

- **L'abaissement de la ligne d'eau par enfoncement du lit et le cloisonnement des milieux** : l'enfoncement du lit est à l'origine de déconnexions, de la réduction des fréquences de débordement, de la disparition ou du moins la forte réduction des surfaces noyées annuellement. Le cloisonnement provient surtout de la forte profondeur actuelle du lit mineur, et se trouve renforcé par l'effet de minéralisation des berges sur les secteurs enrochés. En particulier, beaucoup de zones humides et de bras morts sont aujourd'hui perchés ou déconnectés de la Garonne, réduisant sensiblement les surfaces de frayères potentielles pour des espèces telles que le brochet.
- **La réduction de transparence de l'eau** : l'érosion des sols limoneux sur les terres agricoles à nu (le lessivage des sols posant en outre des problèmes de qualité d'eau) et, dans une moindre mesure, des berges de cours d'eau, augmentent fortement à turbidité en période fortement pluvieuse.
- **L'élévation de température de l'eau** : l'élévation de température de l'eau est constatée sur le moyen terme, par un suivi interannuel. Deux études récentes (2011 et 2012 - source : SMEAG) ont notamment montré un échauffement important entre Toulouse et Golfech (par exemple, 24 à 25 °C sur le territoire TFE durant plusieurs semaines en été 2012) pouvant impacter les conditions de vie et de migration des poissons, particulièrement du saumon. Au plan saisonnier, on note en effet une assez forte élévation de température en période estivale si le débit est faible. Le suivi de qualité et de température au point du SIE montre que l'état de la Garonne sur le territoire est médiocre à mauvais du point de vue de la température (source : SMEAG).
- **La modification du cycle hydrologique** : l'artificialisation des débits par l'effet des éclusées depuis les retenues hydroélectriques est surtout sensible en amont de Toulouse. La Garonne Débordante reste néanmoins concernée par les effets de rétention / relargage d'eau, ainsi que par une modification des conditions de formation et de propagation des crues, avec des variations rapides de hauteurs d'eau (pouvant colmater des frayères) possible presque en toutes saisons et un assèchement rapide des zones inondées le long du fleuve.
- **La réduction des surfaces de substrat grossier** : environ une moitié des surfaces de graviers et galets a été décapée ou colmatée, ce qui réduit les surfaces d'habitat favorable à la vie des poissons en général par un fort appauvrissement du cours d'eau en termes de diversité d'habitats et de teneur des fonds et des berges en micro-organismes dont se nourrissent plusieurs espèces de poissons.
- **Le manque d'entretien de la végétation** : les bords de Garonne et surtout de ses annexes fluviales étant peu ou pas entretenus sur de nombreux secteurs, il se produit un défaut d'ensoleillement de ces espaces, ce qui limite le développement des végétaux aquatiques nécessaires à la vie piscicole.
- **Les substances polluantes** : malgré une qualité physico-chimique bonne pour les paramètres classiques, un suivi effectué en 2009 a mis en évidence la présence de polluants spécifiques : pesticides, métaux lourds et PCB (source : SIE).

4.3.2.2 La question des bras morts

D'une manière générale, les bras morts constituent un des habitats les plus représentatifs de la Garonne sur le territoire TFE et jouent un rôle important pour la faune piscicole, en tant que frayères fonctionnelles ou potentielles, mais aussi pour le grossissement des alevins.

Considérant qu'un très grand nombre de bras morts sont aujourd'hui déconnectés du fleuve du fait de l'enfoncement de son lit et de sa chenalisation, ainsi que du colmatage des anciennes jonctions, des projets ont été plus ou moins poussés pour plusieurs sites. Dans un premier temps, les bras morts de Mauvers, de Verdun-Saint-Pierre, de Guiraudis, de Prats, de Tres Cassès et de Charonne en particulier ont été envisagés pour une opération de reconnexion. En pratique, peu de projets ont pu avancer essentiellement pour deux raisons :

- Le projet à monter doit être multithématique et fédérateur, en visant la restauration du bras mort en tant que zone humide et de frais, mais aussi la valorisation du site notamment à des fins sociales et éducatives. Cela suppose un partenariat et une volonté collective.
- Le manque de consensus sur l'utilité et l'efficacité de travaux de reconnexion de bras morts à la Garonne pour les peuplements piscicoles, ainsi que sur la technique à mettre en œuvre (reconnexion par l'amont ou par l'aval, creusement et entretien périodique de la jonction ou autre technique...).

A ce jour, le projet de reconnexion du bras mort de Mauvers sur la commune de Grisolles est emblématique, représentant un effort sur 5 ans pour études et travaux.

La définition d'une politique de gestion des bras morts pour leur intérêt piscicole toute en prenant compte d'autres enjeux pouvant être incompatible avec des travaux de reconnexion apparaît alors comme un enjeu sur le territoire TFE.

4.3.2.3 La question de la gestion des espèces en milieu perturbé

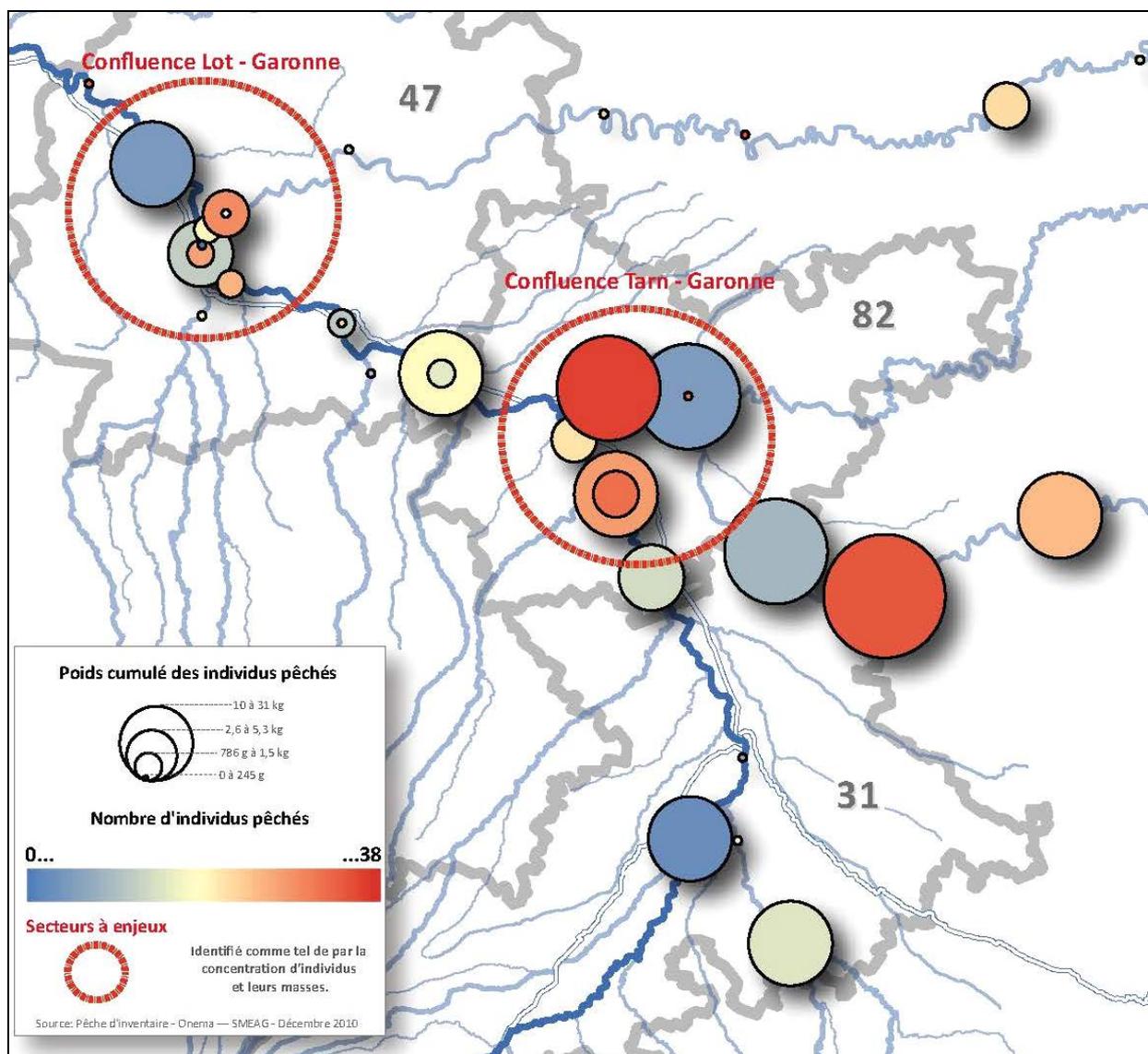
La Garonne sur le territoire TFE apparaît comme un cours d'eau très fortement perturbé, que ce soit par le barrage de la retenue de Golfech en tant qu'obstacle à la migration, la chaussée du Bazacle ou les retenues hydroélectriques en amont de Toulouse qui créent des discontinuités écologiques, piscicoles et sédimentaires (voire hydrologiques), ainsi que l'incision du lit de la Garonne débordante et l'artificialisation des sols et des berges le long du fleuve.

Ce fonctionnement durablement perturbé de la Garonne et de ses annexes hydrauliques (dont beaucoup tendent à se déconnecter ou le sont déjà) conduit à poursuivre les efforts de préservation voire de restauration de zones humides et d'habitats favorables au milieu aquatique. Elle conduit aussi à considérer des objectifs spécifiques à la Garonne, mais qui apparaissent malgré tout comme commun à beaucoup de cours d'eau perturbés :

- La connaissance, la protection et la valorisation des populations relictuelles, surtout s'il s'agit d'espèces emblématiques et nécessaires à l'équilibre (en particulier le brochet, mais aussi d'autres carnassiers tels que le sandre, le black-bass, la perche...);
- La gestion adaptée de certaines espèces, comme par exemple le silure (même si la question des perturbations générées par cette espèce sur la Garonne et sur la migration des aloses reste ouverte à ce jour). On a cependant identifié des secteurs à

enjeux du fait de la présence avérée du silure comme par exemple à la confluence du Tarn et la Garonne, comme indiqué sur la figure suivante :

Figure 92 : Présence du silure selon les suivis de l'ONEMA (source : SMEAG)



- La valorisation halieutique de la Garonne fondée sur son état actuel des peuplements piscicoles : selon la fédération de pêche de Haute-Garonne, la Garonne à Toulouse est le cours d'eau qui rassemble le plus d'espèces différentes dans le département, à savoir une trentaine (davantage que dans les plans d'eau alentours) ;
- La rationalisation des actions d'empoissonnement, qui sont de plus en plus mal perçues par les pêcheurs et s'intègrent mal dans une politique de gestion halieutique d'un grand fleuve.

Ces objectifs, s'ils sont approuvés, pourraient conduire à la recherche d'un consensus sur un mode de gestion des milieux piscicoles des bras morts et de la Garonne à l'échelle du territoire TFE en lien avec l'ensemble des objectifs dégagés sur le territoire. Selon la Fédération de Pêche de la Haute-Garonne, des aspects spécifiques pourraient être évoqués, comme par exemple les périodes d'ouverture de la pêche...

4.3.3 Etat des peuplements piscicoles

On constate un appauvrissement de la Garonne pas nécessairement en termes de biomasse, mais du moins en termes d'espèces bien représentées. Sur la période 1986-1996, plus de quarante espèces ont toutefois encore été recensées sur la Garonne Débordante, y compris la **bouvière**, poisson emblématique des bras morts. Aujourd'hui, on recense encore couramment au moins une trentaine d'espèces.

Les observations et mesures récentes mettent en évidence le fait que la Garonne Débordante présente en fait peu d'annexes hydrauliques fonctionnelles (et donc un nombre limité de zones de frai pour plusieurs espèces) du point de vue piscicole, et que le fleuve apparaît sur ce secteur comme un reliquat d'un hydrosystème ayant fortement et rapidement évolué sous les actions anthropiques, tout en restant relativement peu impacté en termes d'hydrologie et de qualité physico-chimique des eaux par rapport aux autres grands cours d'eau en France.

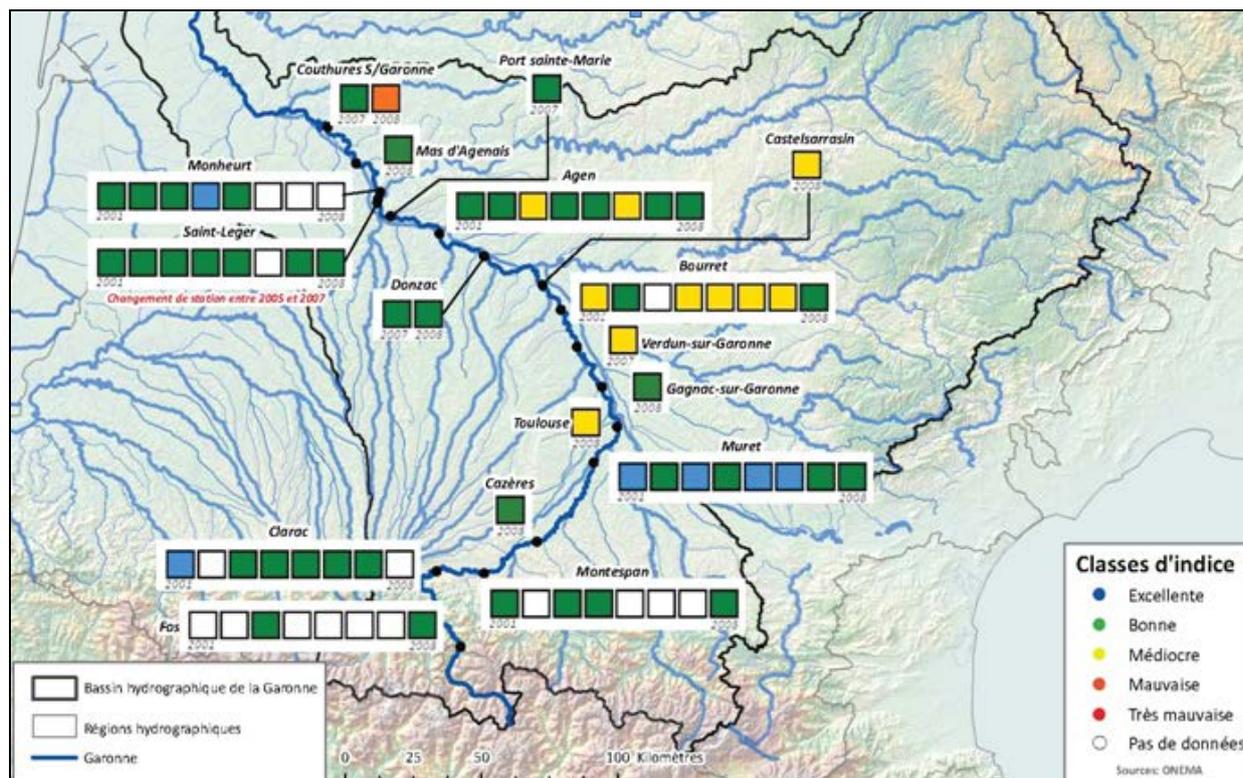
Outre les migrateurs cités plus haut (saumon atlantique, lamproie marine, grande alose et anguille) et la bouvière, les autres espèces prise en compte au titre du site Natura 2000 de la Garonne aval sont le toxostome et la lamproie de Planer. La Garonne sur le territoire TFE est en outre fréquentée par des carnassiers (brochet, black bass, sandre...) et par les espèces courantes de « poissons blancs » tels que gardons, chevesnes, barbot fluvial...

La Garonne Débordante apparaît aujourd'hui d'un **intérêt piscicole et halieutique moyen et surtout en régression** : c'est du moins l'avis répercuté par les associations et fédérations de pêche, qui constatent une baisse de fréquentation de la Garonne au profit de plans d'eau et du Canal de Garonne, y compris pour du « City fishing ». En ce sens, il apparaît utile de préserver voire de restaurer des espaces de bord de Garonne et des annexes hydrauliques fonctionnelles en tant que zones de frai, sans toutefois espérer modifier sensiblement l'état des peuplements piscicoles.

Sur la base de la mesure périodique de l'Indice Poisson de Rivière (IPR), considéré comme un indicateur de qualité des peuplements piscicoles, l'ONEMA (ou ses partenaires) évalue l'écart entre une situation de référence (non ou peu perturbée par l'homme) et la situation l'année de la mesure. Cet écart se mesure sur le nombre total d'espèces et la densité totale d'individus, mais aussi sur le nombre et la densité d'individus dits tolérants ou encore d'espèces témoins, comme par exemple les espèces lithophiles (se reproduisant sur un substrat de galets ou de graviers). D'une manière générale, la dégradation ou du moins l'altération des milieux aquatiques se traduit par l'augmentation des espèces tolérantes et la baisse des espèces sensibles ou exigeantes du point de vue des habitats, de l'hydrologie ou de l'alimentation.

La figure suivante montre l'évolution pour la Garonne sur le territoire TFE, indiquant une assez forte variabilité de qualité d'un secteur à l'autre :

Figure 93 : Evolution de l'indice IPR de 2001 à 2008 sur la Garonne (source : SMEAG)



En 2011, sur le secteur du territoire TFE, on note trois points de qualité bonne, deux points de qualité médiocre et un point de qualité mauvaise ; on note aussi sur des affluents de la Garonne sur ce secteur deux points indiquant une qualité mauvaise et une point une qualité très mauvaise. Des telles valeurs de l'Indice Poisson de Rivière témoigne d'une banalisation du cours d'eau avec un déséquilibre entre espèces présentes.

Devant ce constant, et considérant que la qualité physico-chimique de l'eau (bonne) ne semble pas une cause importante de la dégradation du milieu piscicole, il apparaît que la préservation des équilibres entre espèces soit à rechercher par une diversification des habitats et la restauration de zones de frai pour les espèces exigeantes et nécessaires à l'équilibre, en particulier le brochet.

4.3.4 Cas particulier des poissons migrateurs

La Garonne dans son ensemble est fréquentée par huit poissons migrateurs, tous classés à des degrés divers sur la liste rouge UICN : ils représentent un enjeu majeur en tant que marqueurs de la qualité écologique du fleuve, mais aussi un questionnement scientifique extrêmement riche. Outre l'esturgeon dans l'estuaire de la Gironde, et l'aloise feinte en zone soumise aux marées, les autres espèces migratrices de Garonne sont :

- Le saumon atlantique
- L'anguille européenne
- La truite de mer
- La grande alose

- La lamproie marine²
- La lamproie fluviatile

Les dernières décennies ont été marquées par une chute significative des populations de ces poissons migrateurs (sauf le saumon atlantique, grâce au programme mis en œuvre). La Garonne est considérée comme le fleuve européen qui réunit les meilleurs atouts pour reconstruire ce pan détruit de la biodiversité :

- C'est le seul fleuve à avoir conservé ses huit espèces originelles dont l'esturgeon.
- La Garonne dispose (avec la Gironde) du plus vaste estuaire d'Europe occidentale pour la transition migratoire entre eau douce et eau salée.
- La Garonne reste un cours d'eau diversifié pour garantir les habitats particuliers aux huit espèces.
- Le fleuve bénéficie d'un large retour d'expérience sur les restaurations depuis 1983.

Depuis 25 ans, pour atténuer et corriger les effets de l'ancien modèle de croissance sur la Garonne, beaucoup de travail a déjà été accompli dans les missions cruciales de restauration :

- Libre circulation des migrateurs (construction ou optimisation des passes-à-poissons, ascenseur et piégeage-transport en particulier pour le saumon).
- Connaissance des espèces (comportements, comptages, cartographie qualifiée des frayères et des habitats).
- Surveillance des ressources et gestion des pêches.
- Reconstitution des stocks avec des filières de production hautement qualifiées et des alevinages productifs (technologies pilotes pour l'esturgeon et l'alose).
- Protection des habitats et des espèces (Arrêt des extractions de granulats, protection des biotopes et classement Natura 2000 des habitats, informations sur les règlements).

Les programmes concertés d'actions en faveur des poissons migrateurs sont développés et mis en œuvre par plusieurs acteurs du bassin de la Garonne (et de la Dordogne). En pratique, ce sont des dizaines de personnes qui participent à la restauration des poissons migrateurs : chercheurs et chargés de mission des services de l'Etat, d'EDF, riverains et permanents des associations et des collectivités. La liste des acteurs, leur rôle dans les programmes concertés, leur organisation et les sources de financement sont présentés en Annexe 7.

Il est à noter que beaucoup des actions en faveur des poissons migrateurs de Garonne sont en fait des actions favorables à l'ensemble de la faune et des milieux aquatiques, notamment en ce qui concerne la protection et la restauration d'habitats.

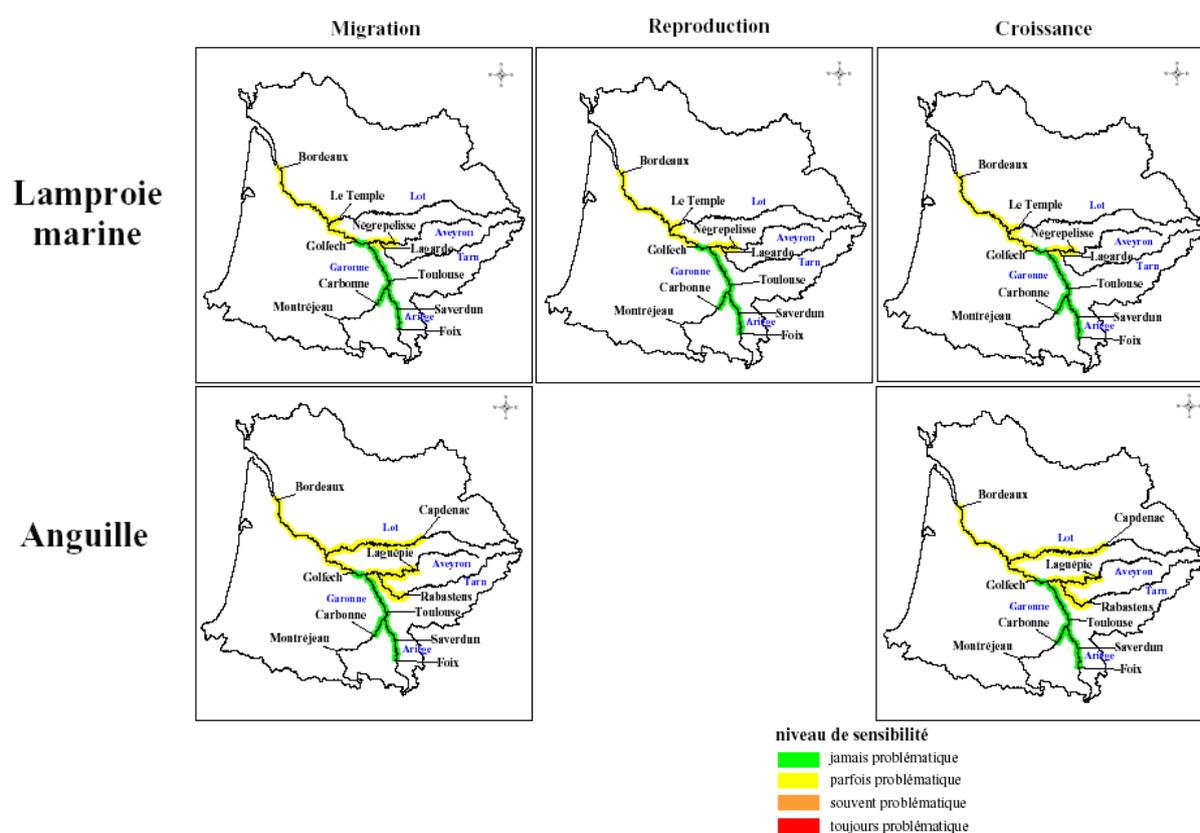
Parmi les actions engagées, l'association MIGADO et le SMEAG ont effectué en 2007-2008 une étude intitulée « *Les conditions du milieu sur la Garonne et les besoins des poissons migrateurs amphihalins* ». Cette étude a entre autres permis :

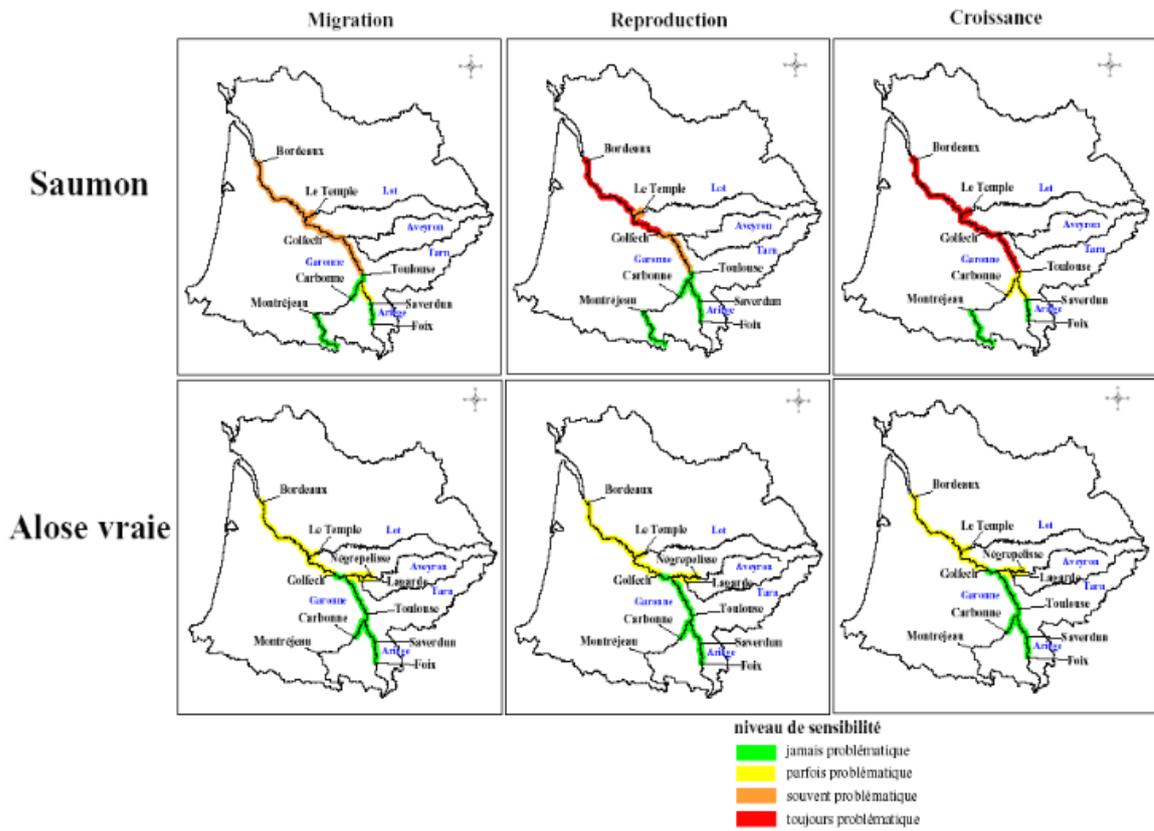
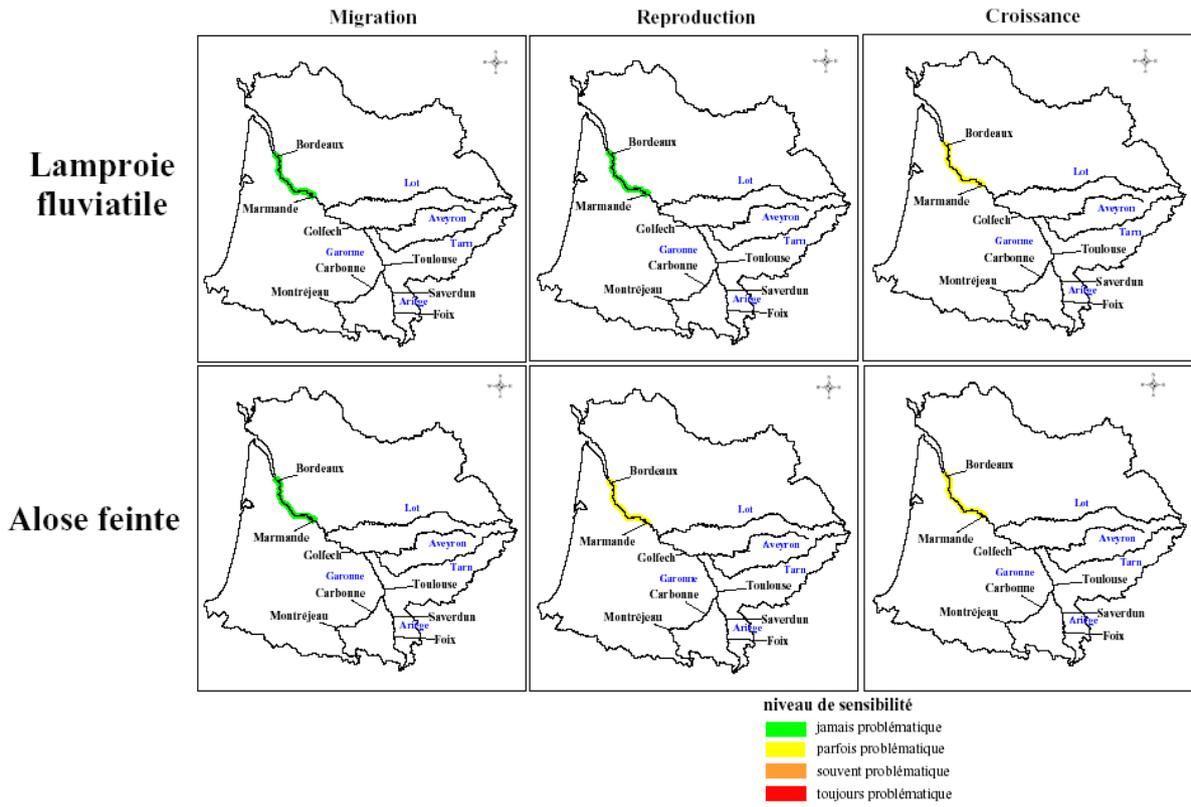
- d'identifier les obstacles à la migration, dont le barrage de Golfech en aval et la chaussée du Bazacle en amont du territoire TFE (mais pas d'obstacle intermédiaire) ;

² Les lamproies ne sont pas des poissons mais des agnathes, espèces proches des poissons. Les lamproies n'ont pas de mâchoires mais une ventouse, pas d'écaillés, ni nageoires paires, ni surtout de colonne vertébrale osseuse

- de préciser les principaux éléments d'écologie des différents migrateurs de Garonne, en pointant les périodes à enjeux pour le cycle biologique des espèces (migration, reproduction, développement des juvéniles et dévalaison), ainsi que les exigences de ces espèces en terme de température et de teneur en oxygène ;
- de croiser ces exigences biologiques des migrateurs avec les conditions du milieu aquatique de Garonne, puis d'analyser et de cartographier les tronçons favorables à ces migrateurs. Cette cartographie est reportée ci-après.

Figure 94 : Cartographie des niveaux de sensibilité des tronçons de Garonne pour les migrateurs amphihalins (source : MIGADO)





Il ressort de cette analyse que la Garonne sur le territoire TFE est un secteur « jamais problématique » pour la lamproie marine, l'anguille, l'alose vraie, « problématique » pour le saumon atlantique (souvent pour la migration et la reproduction, toujours pour la croissance).

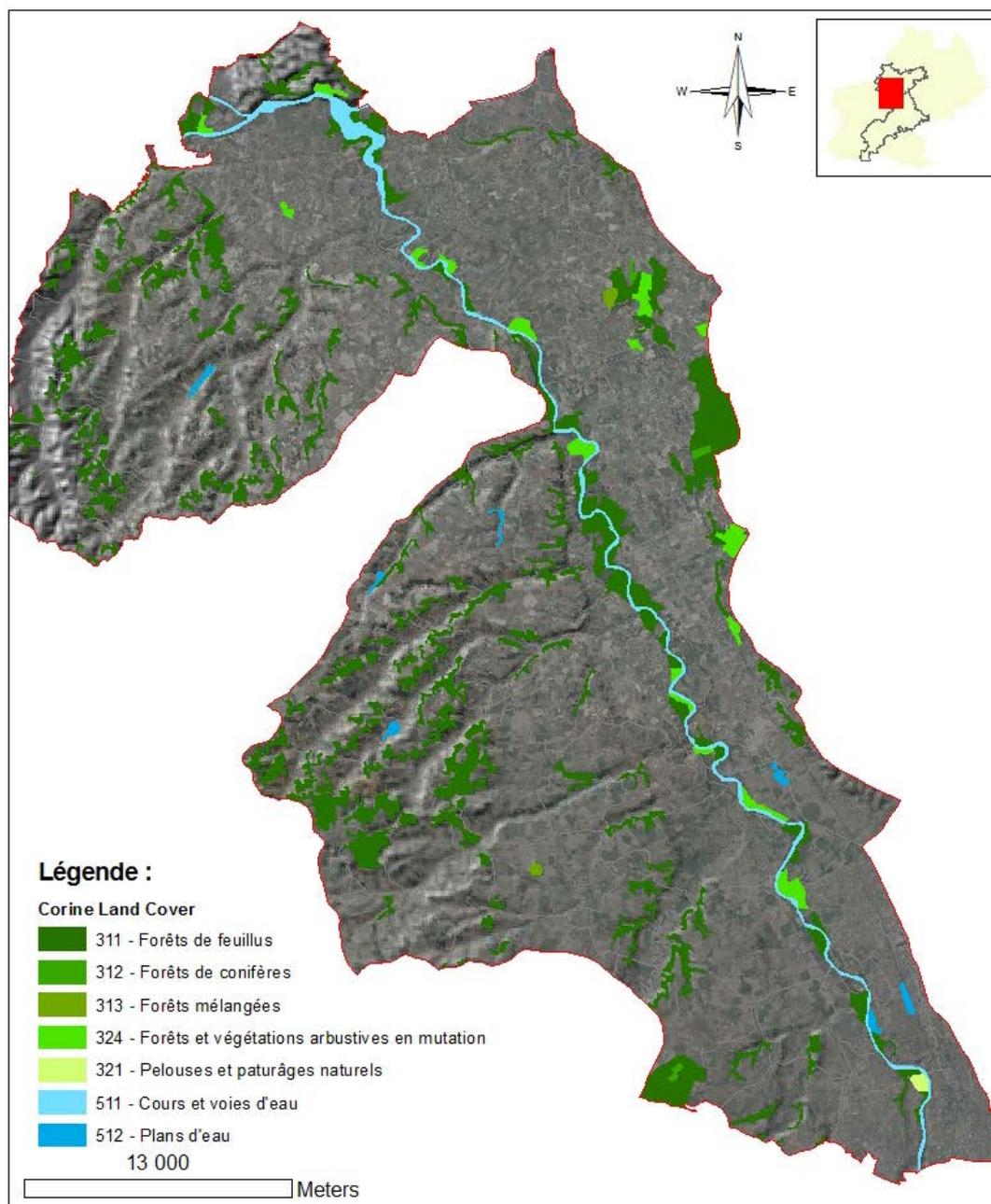
4.4 Caractérisation des espaces naturels du territoire

4.4.1 Structure d'ensemble, mosaïque paysagère et continuités écologiques

Sur le territoire TFE, les activités agricoles et forestières structurent l'espace en une mosaïque qui présentent un certain intérêt au plan des paysages, mais se révèlent être un facteur fortement limitant pour la qualité écologique de la vallée.

En effet, l'extraction de la carte d'utilisation des sols (CORINE Land Cover) des seules parcelles de milieu naturel (qui sont presque exclusivement des espaces boisés), excluant en particulier les secteurs bâtis mais aussi les espaces agricoles, met en évidence un taux globalement faible d'espaces naturels, leur concentration sous forme d'une bande plus ou moins étroite le long de la Garonne et surtout la fragmentation de ces espaces naturels :

Figure 95 : Fragmentation des espaces naturels sur le territoire TFE

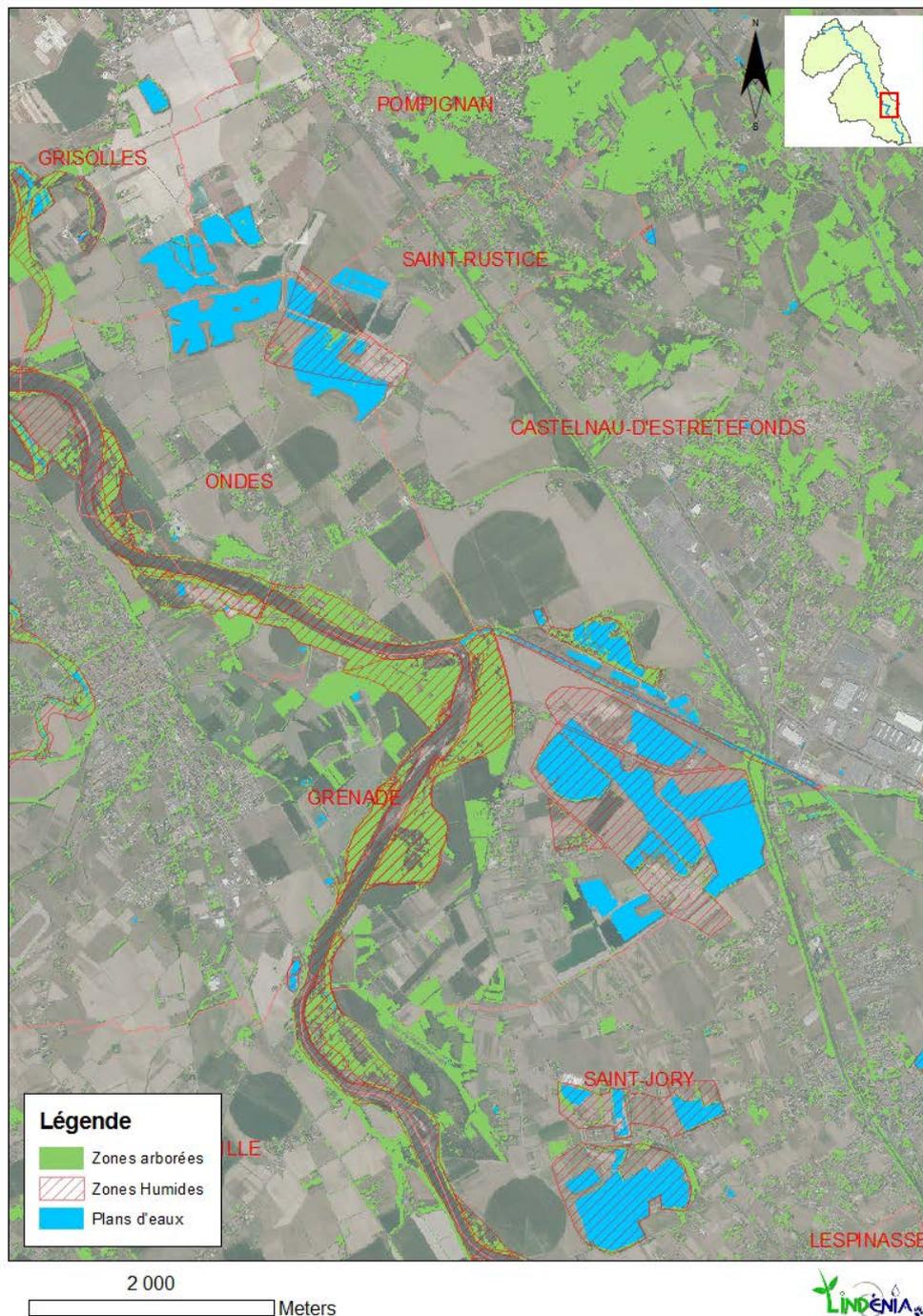


De même, il apparaît un manque de continuités écologiques entre plans d'eau, cours d'eau et zones humides. Cependant, sur certains secteurs, en considérant un territoire d'influence de plans d'eau et zones humides (c'est-à-dire une zone tampon à l'intérieur desquelles des espèces sont susceptibles de se déplacer en fonction de leur cycle biologique), on voit des configurations très différentes d'un secteur à l'autre.

En outre, la notion de territoire d'influence reste difficile à définir et varie beaucoup d'une espèce à l'autre : en pratique, cette démarche doit être appliquée au cas par cas et en ciblant des espèces.

A titre d'exemple, la figure suivante illustre sur le secteur d'Ondes et de Grenade la proximité entre plans d'eau, Garonne et zones humides, ce qui pourrait permettre d'identifier des corridors écologiques potentiels à favoriser.

Figure 96 : Interfaces entre plans d'eau, Garonne et zones humides (secteur d'Ondes)

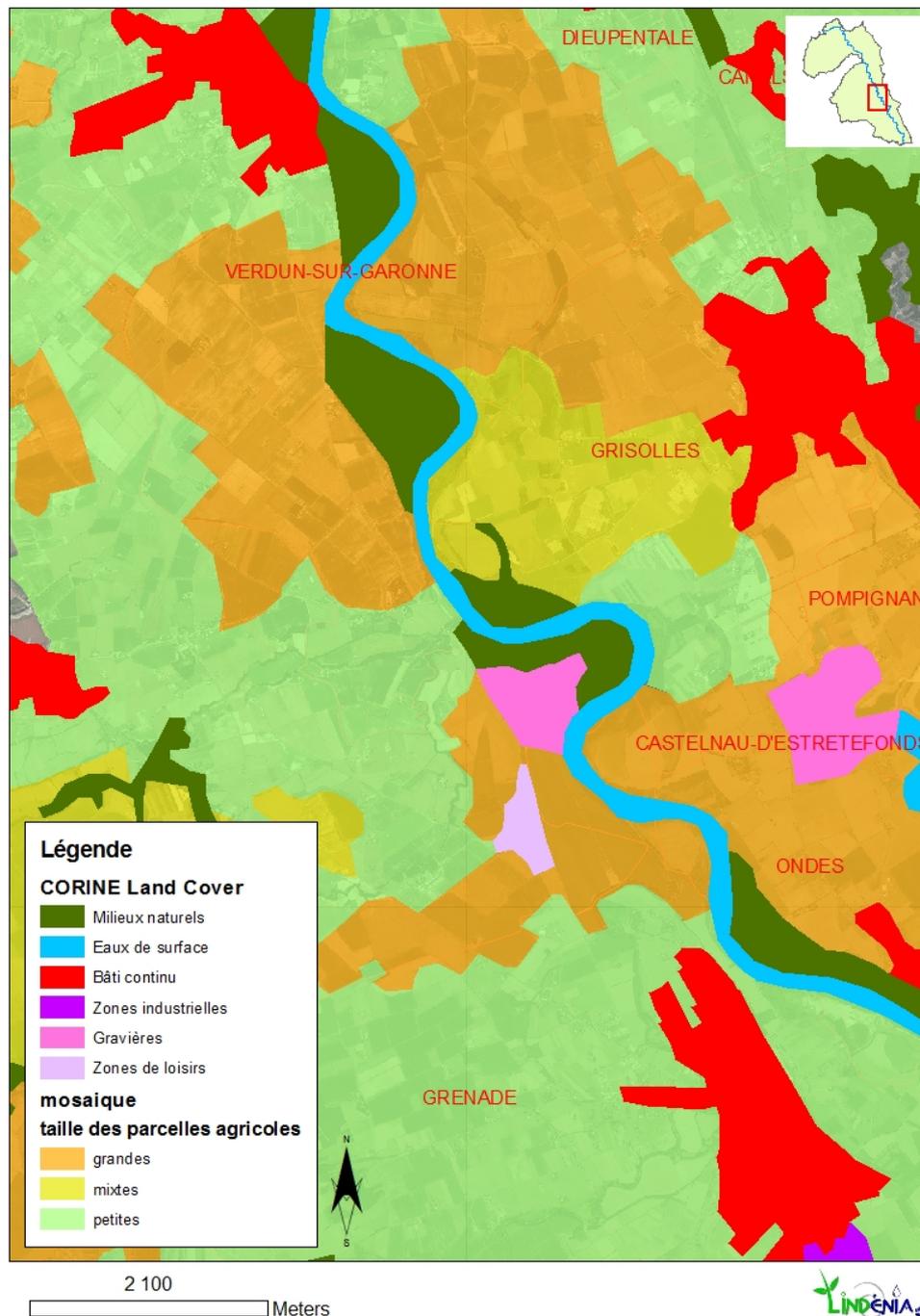


La question qui se pose est celle de la circulation possible des espèces entre ces différentes entités, et finalement celle de la fonctionnalité écologique de ces divers secteurs.

Par ailleurs, un diagnostic a été fait sur le territoire (sur des zones tests plus exactement) en ce qui concerne la structuration des zones agricoles en termes des tailles de parcelles ou, ce

qui est équivalent, en termes de maillage bocager. La figure suivante illustre cette analyse sur un exemple pris sur le secteur de Grenade à Verdun-sur-Garonne.

Figure 97 : Taille des parcelles agricoles entre Grenade et Verdun-sur-Garonne



Cette structuration des espaces agricoles sur le territoire TFE pourrait aussi servir de base à un programme éventuel de plantation de haies dans le but d'améliorer la fonctionnalité écologique de la plaine et de renforcer les corridors écologiques existants, voire d'en recréer.

D'une manière générale, **cette analyse préliminaire met en avant le manque important en corridors biologiques et plus généralement en axes de continuités écologiques sur le territoire TFE.** La question se pose même de la qualité écologique du corridor de la Garonne...

La prise en compte simultanée des infrastructures créant des obstacles (notamment pour une partie de la faune terrestre), des zones urbaines et des zones agricoles (à structure bocagère assez peu développée) d'une part, des « réservoirs de biodiversité » (ZNIEFF, Natura 2000...) et des boisements d'autre part permet de cartographier des corridors écologiques entre espaces. Une méthode fondée sur **les travaux du SRCE (Schéma Régional de Cohérence Ecologique)** pour la définition des Trames Vertes et Bleues a été définie et appliquée sur le territoire TFE, considérant les entités suivantes :

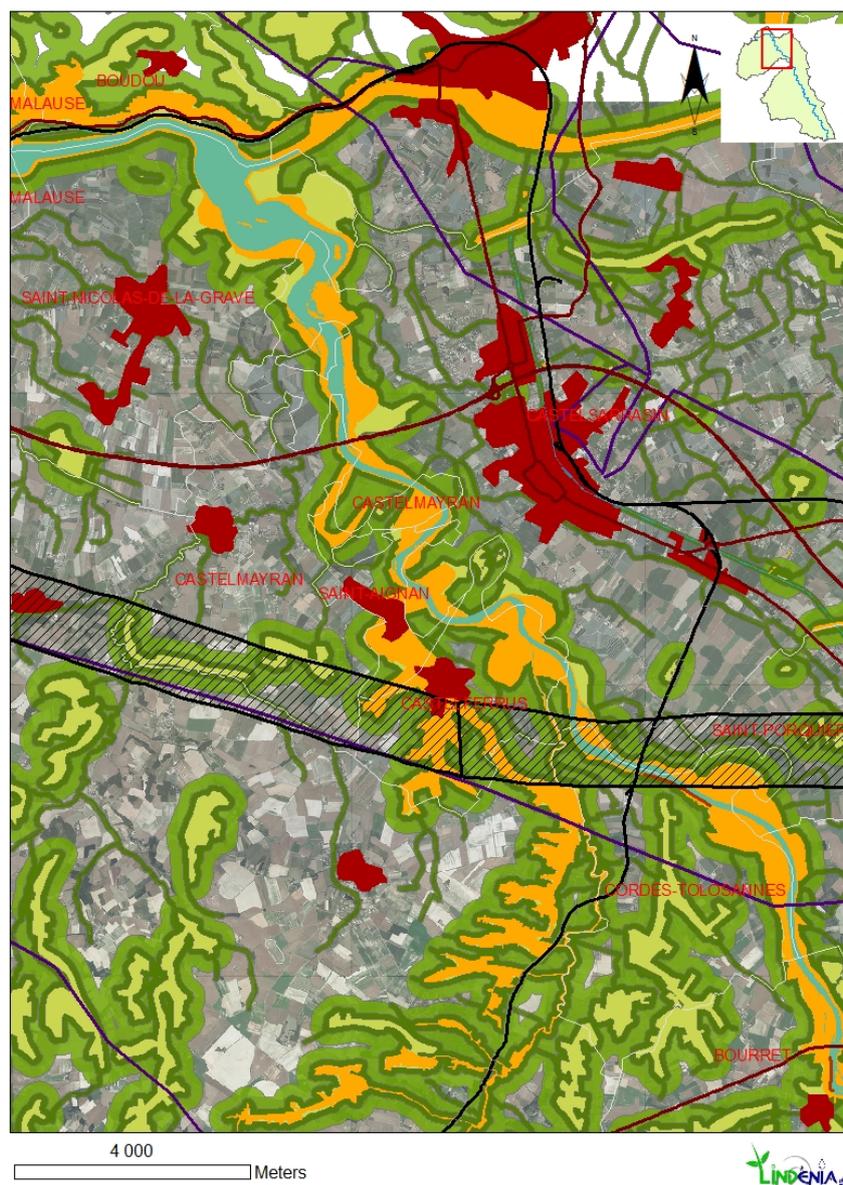
- **Les réservoirs potentiels de biodiversité** correspondent aux zones réglementaires (ZNIEFF et Arrêtés de protection de biotopes) et aux zones humides élémentaires. Ces espaces offrent des habitats naturels potentiels et sont par conséquent le plus susceptibles d'abriter la plus grande part de biodiversité.
- **Les zones relais** se composent des plans d'eaux, et des milieux naturels caractérisés géographiquement selon la nomenclature Corine Land Cover (ayant aussi servi à produire la carte du morcellement des zones naturelles). Il s'agit là d'autres espaces susceptibles de jouer un rôle d'habitat provisoire, de relai, lors des déplacements d'espèces en particulier.
- Enfin, **les corridors** définissent les connexions qui permettent les déplacements entre ces espaces. Il s'agit en général de cours d'eau et des haies bocagères... Ici, **les corridors à fortes potentialités** ont été identifiés par une zone tampon de 50 m de part et d'autre des rivières identifiés sur la BD Carthage, et de 100 m autour des réservoirs et zones relais préalablement identifiés.
- En outre, les « déplacements » peuvent être ralentis, voire empêchés par **les obstacles** suivants : falaises, réseaux électriques, routes et voies ferrées. Les corridors à fortes potentialités ont été sectionnés à valeur d'une zone tampon de 50 m de part et d'autre des routes et voies ferrées et de 20 m autour des falaises et réseaux électriques.
- **Des corridors à potentialité plus faible** ont été créés dans le but de mettre en évidence un « degré d'efficacité » des corridors. Ils correspondent à une zone tampon de 300 m autour des réservoirs et zones relais.

Il est à noter que définir des corridors globaux est ici très difficile, étant donné que chaque espèce a sa propre capacité de déplacement et des surfaces d'espaces vitaux très différents, qu'elle n'est pas perturbée par les mêmes types d'obstacles et qu'elle ne recherche pas les mêmes milieux ou habitats.

Pour mémoire, il est aussi rappelé que ce genre d'évaluation est généralement conduit en analyse raster, où est attribué un coefficient de rugosité à chaque pixel en fonction de la nature du milieu : les corridors prennent ainsi en compte la distance à parcourir et la nature de chaque milieu.

Moyennant la prise en compte de ces remarquables préalables quant à la méthodologie développée et appliquée, et considérant que cette démarche reste à approfondir pour mieux définir et cartographier de tels corridors et envisager de les intégrer dans les plans de développement et d'aménagement du territoire TFE, une cartographie des corridors écologiques a été faite sur l'ensemble de la vallée de la Garonne sur le territoire TFE :

Figure 98 : Corridors écologiques sur le territoire TFE



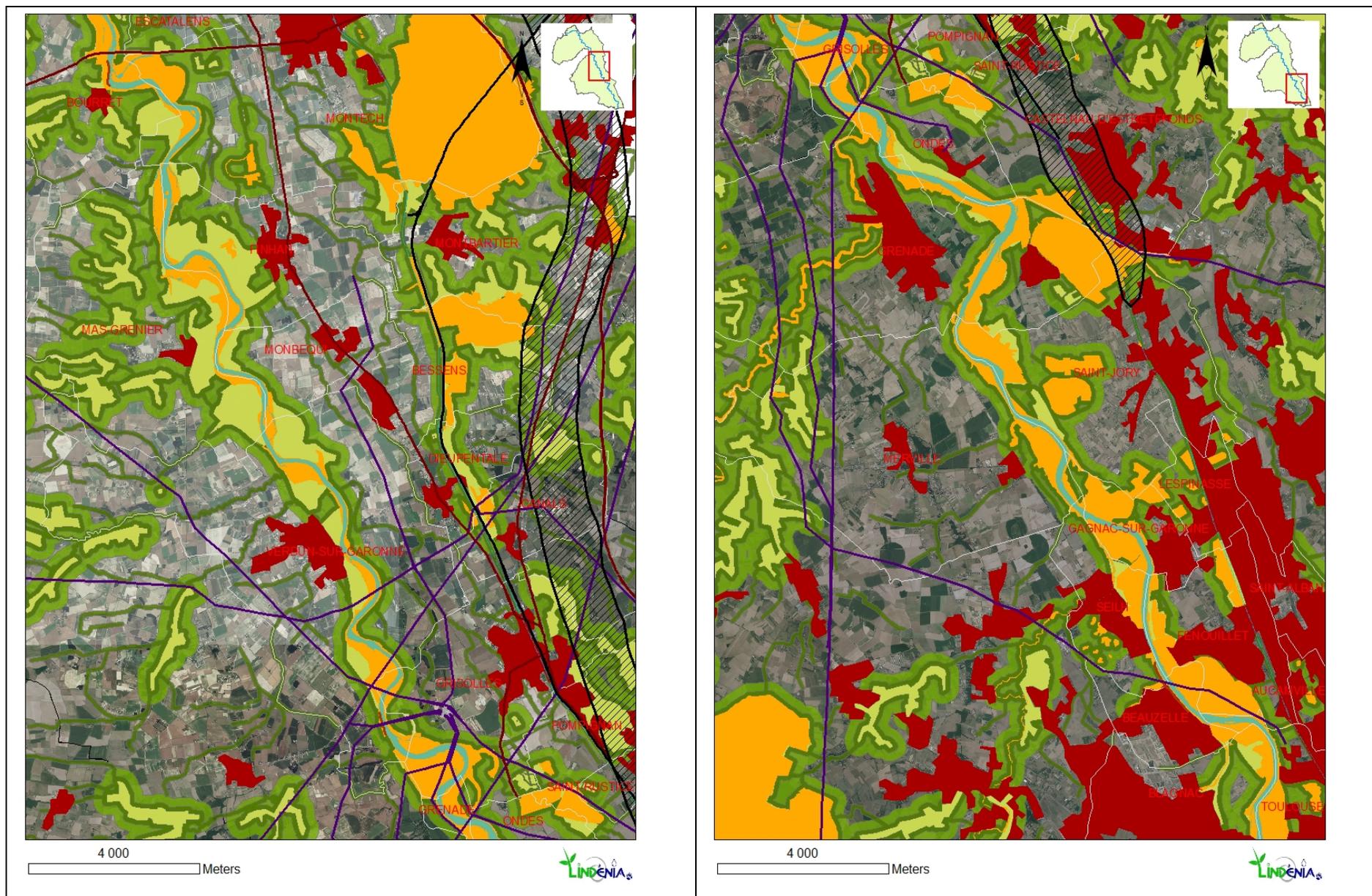
Légende

Obstacles

- Voies ferrées
- Autoroutes et routes importantes
- Lignes électriques
- Falaises
- ▨ Fuseau LGV Provisoire
- Bâti

Corridors potentiels

- Réservoirs potentiels de biodiversité
- Zones relais
- Corridors à forte potentialité
- corridor à potentialité plus faible



Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique de Midi-Pyrénées

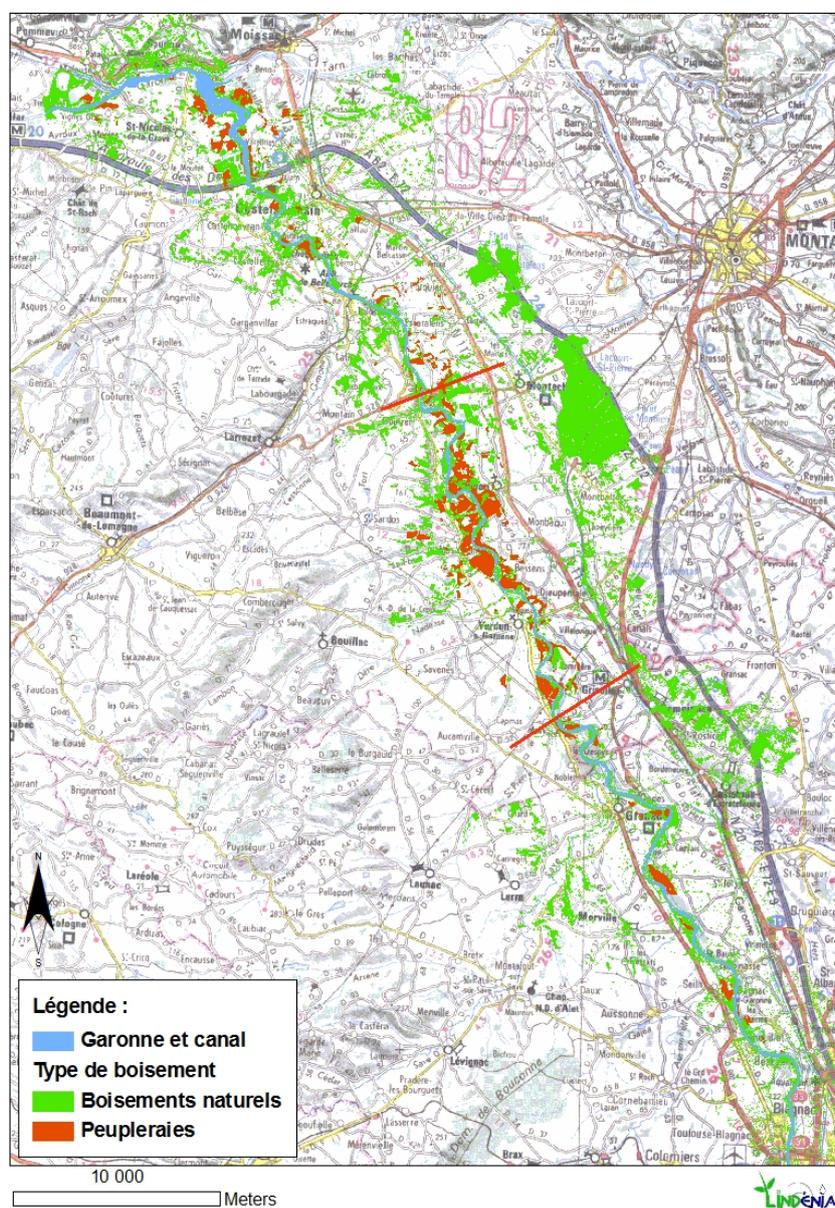
La mise en œuvre de la TVB (Trame Verte et Bleue) au niveau régional doit se traduire par la co-élaboration par l'État (DREAL Midi-Pyrénées) et le Conseil Régional Midi-Pyrénées d'un Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE). Ce schéma doit être réalisé via une large démarche participative permettant à l'ensemble des acteurs concernés de s'impliquer sur ce projet.

Le Schéma doit comprendre une identification des enjeux régionaux, une description des composantes de la TVB, des cartographies régionales, une préfiguration de la gestion possible en terme de maintien voire de remise en bon état des continuités écologiques, et les mesures prévues pour accompagner la mise en œuvre des continuités écologiques pour les communes concernées.

4.4.2 Cas des peupleraies du territoire TFE

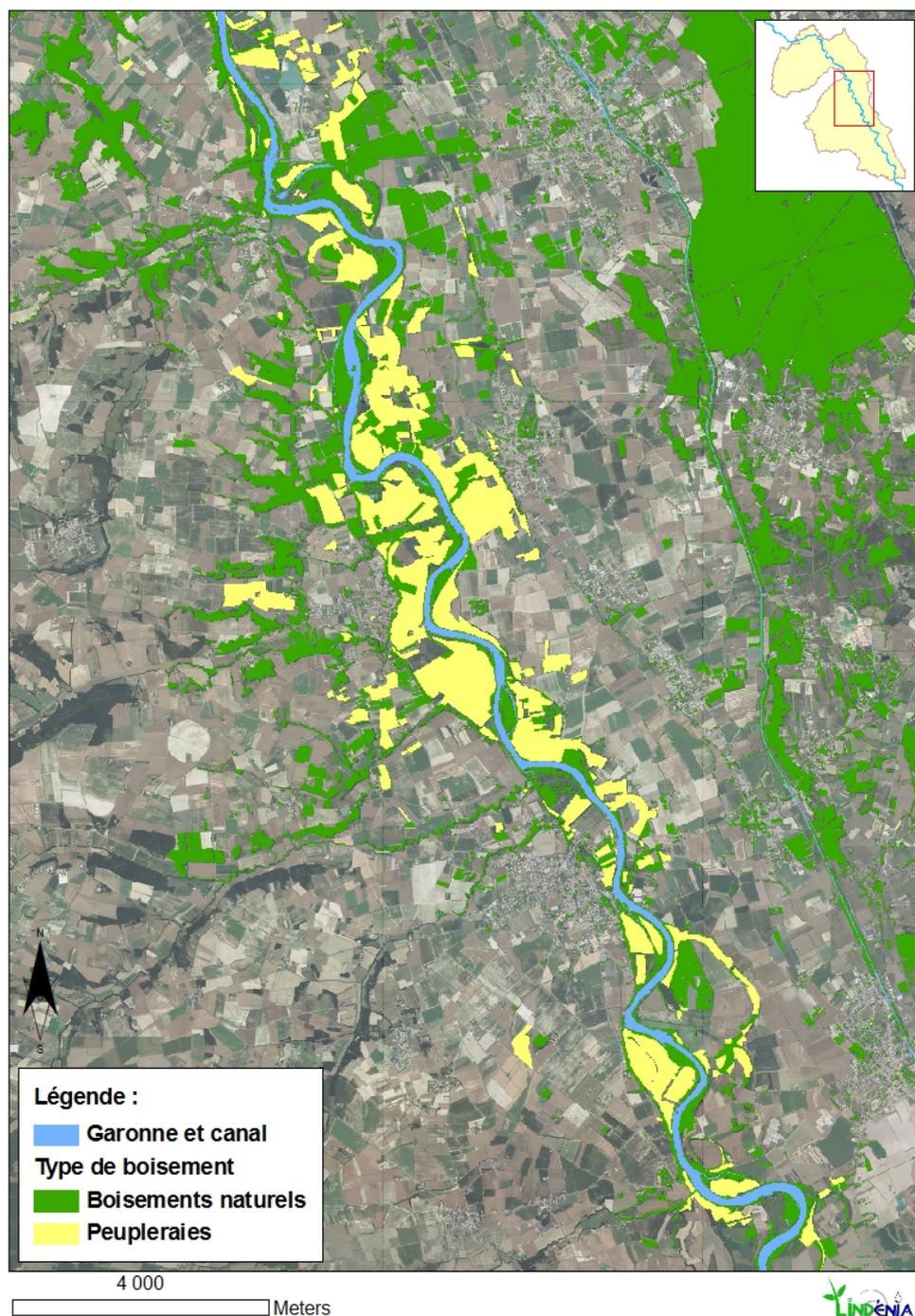
Parmi les boisements sur le territoire TFE, les peupleraies jouent un rôle particulier : ces boisements de production sont implantés à proximité de la Garonne, en zone fréquemment ou très fréquemment inondable, voire au niveau de zones humides potentielles.

Figure 99 : Peupleraies de bord de Garonne sur le territoire TFE



Cette figure permet d'identifier trois tronçons relativement homogènes, avec des surfaces de peupleraies modestes sur la partie aval et la partie amont, mais assez fortes et représentant une grande proportion des boisements sur le tronçon intermédiaire :

Figure 100 : Peupleraies de bord de Garonne sur le tronçon intermédiaire



La proportion de peupleraies apparaît très élevée au regard des surfaces totales de boisements, alors que ces exploitations constituent des milieux peu biogènes et d'assez faible valeur écologique. En outre, les difficultés de plantation liées à l'enfoncement de la nappe et les faibles cours du bois de peuplier menacent cette activité : la question de se pose d'une activité de substitution (cultures, autre exploitations forestières ?) ou d'une valorisation écologique de ces sites souvent situées en bordure de Garonne...

4.5 Caractérisation des ripisylves

Les ripisylves de la Garonne, et plus généralement les boisements alluviaux du fleuve, ont été fortement dégradés ces dernières décennies :

- L'enfoncement du lit et de la nappe d'accompagnement ont produit un dépérissement ou au moins et un vieillissement des boisements alluviaux (qui se renouvelle peu ou mal) au profit de boisements spontanés de plaine de moindre valeur écologique (rejets de peupliers, robiniers...);
- La pression agricole, permise par la relativement faible fréquence de débordement depuis l'enfoncement du lit, s'est traduite par la disparition des prairies humides de la plaine très fréquemment inondable et le net recul des boisements de bord de Garonne ;
- La fixation des berges par enrochements a induit non seulement une couverture minérale limitant très fortement les possibilités de développement végétal, mais ont en outre fixé des profils de berge à forte pente, ce qui est défavorable au développement d'une ripisylve fonctionnelle.
- Les peupleraies de bords de Garonne ont remplacé les boisements alluviaux en fort proportion sur la partie médiane du territoire TFE, comme vu plus haut.

Une caractérisation de la ripisylve (et des boisements alluviaux attenants) a été faite tout d'abord sur le principe d'une estimation de sa largeur résiduelle, considérant qu'en largeur minimale est souhaitable pour garantir une bonne fonctionnalité écologique.

Cette largeur fonctionnelle dépend des espèces considérées : pour l'avifaune par exemple, la notion d'effet de lisière peut l'emporter sur celle de largeur (et de hauteur) de ripisylve pour certaines espèces. Pour la mammofaune en revanche, la largeur du boisement est essentielle. Selon les auteurs, une largeur de ripisylve d'au moins 10 voire 30 mètres est nécessaire ; cette largeur peut dépasser 50 et atteindre 200 mètres pour d'autres auteurs en fonction des espèces ciblées.

Une largeur d'au moins 30 mètres paraît nécessaire sur les secteurs où les berges sont à pente douce, ou bien aux abords d'une plage de galets, pour permettre le développement et la préservation de la succession équilibrée de végétation rivulaire, avec des groupement pionniers de plantes et buissons sur la plage et en pied de berge, des groupements à bois tendre au niveau des berges (saules...) puis des groupements à bois dur en retrait (chênes...).

Au plan physique, pour assurer une certaine stabilité des berges tout en permettant une régénérescence naturelle, une largeur minimale de 10 mètres paraît souhaitable.

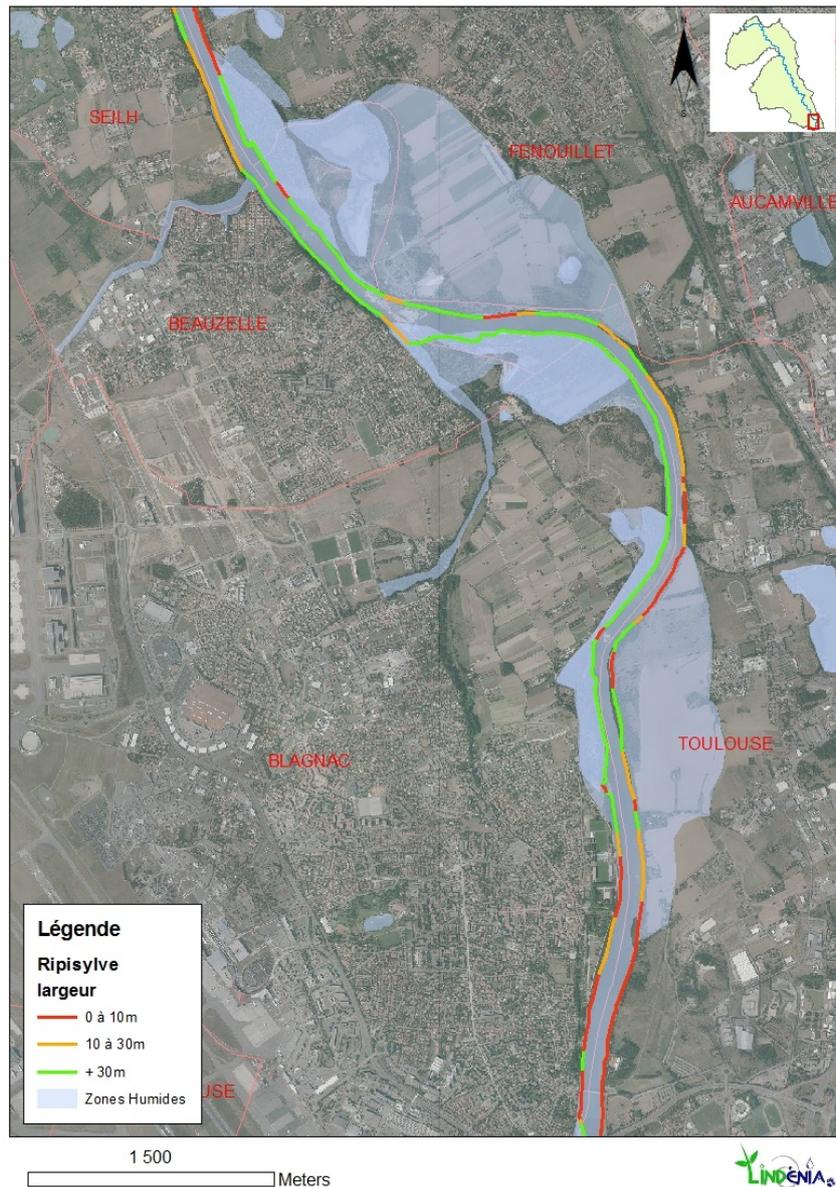
Indépendamment de ces notions de largeur souhaitable, de continuité et d'interconnexions entre espaces naturels remarquables, un diagnostic a été fait au niveau des ripisylve (et des boisements associés) en considérant :

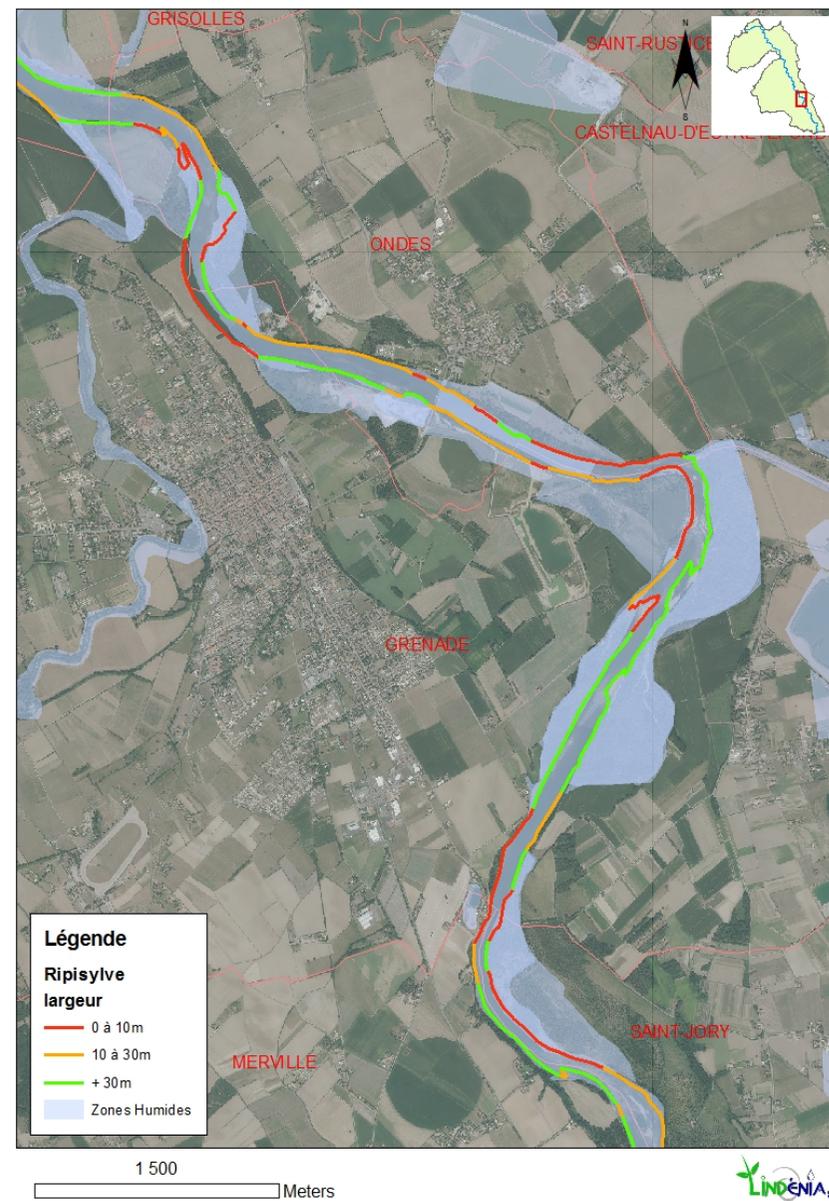
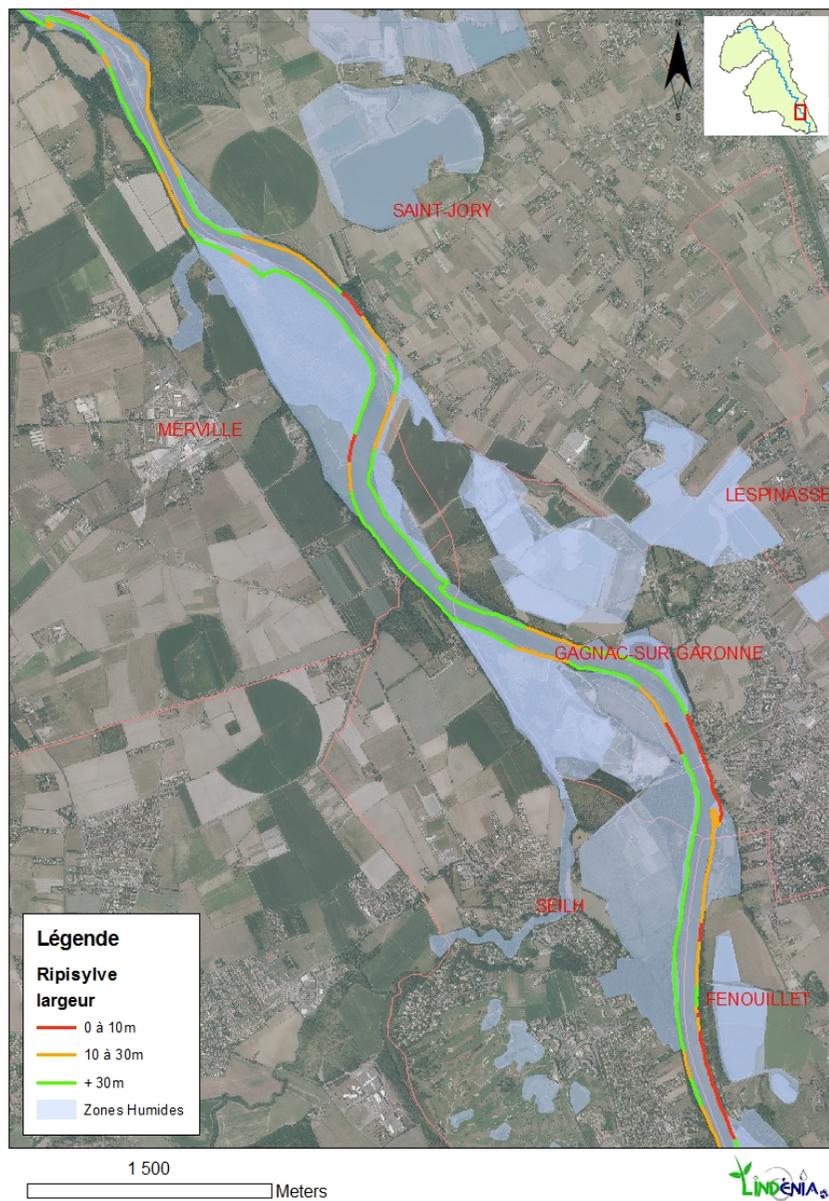
- La largeur de la ripisylve, par tranches de largeur : entre 0 et 10 mètres (ripisylve non fonctionnelles à tous points de vue), entre 10 et 30 mètres (fonctionnalité partielle) et plus de 30 mètres. La cartographie de ces largeurs de ripisylve a été superposée aux périmètres des zones humides de bords de Garonne pour mettre en évidence les connectivités écologiques.

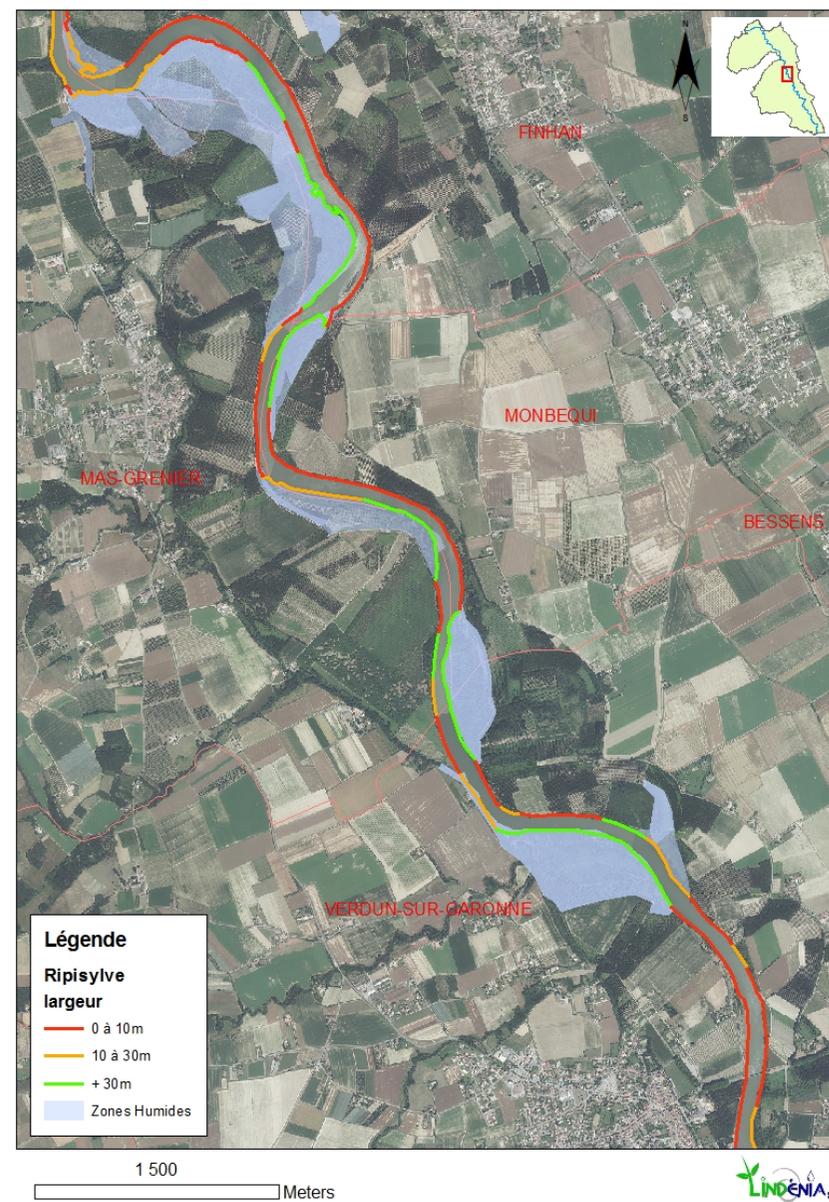
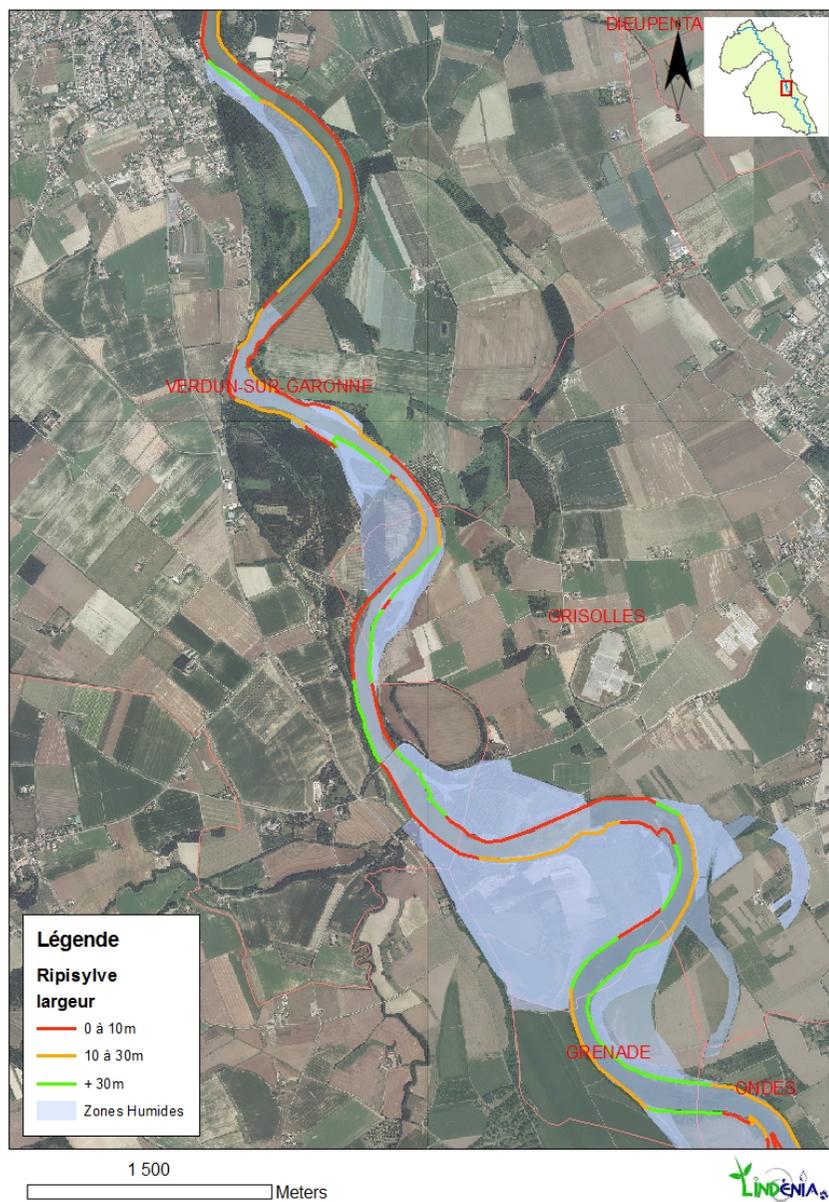
- La qualité de la ripisylve en termes de largeur, de diversité et d'espèces de ligneux, d'entretien, de renouvellement voire d'état sanitaire, mais aussi en termes de rôle d'interface écologique, tenant compte de l'usage des sols sur la plaine.

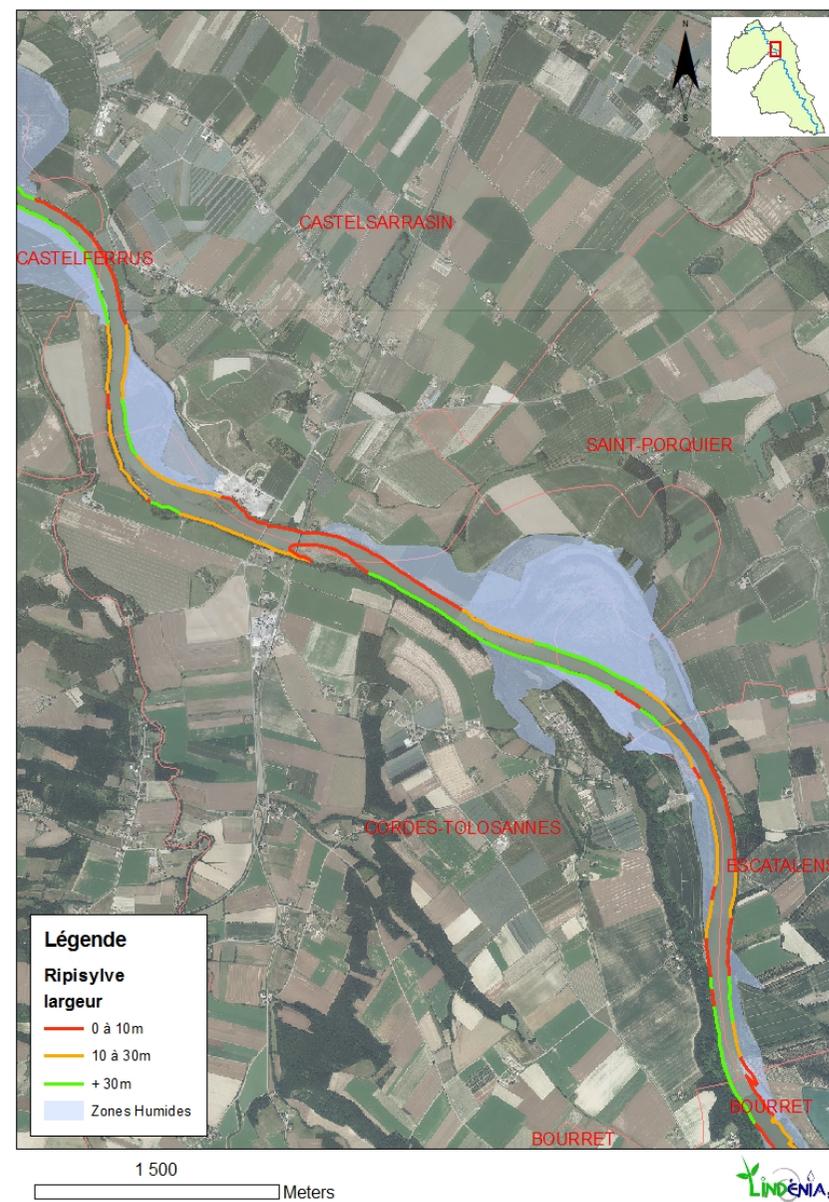
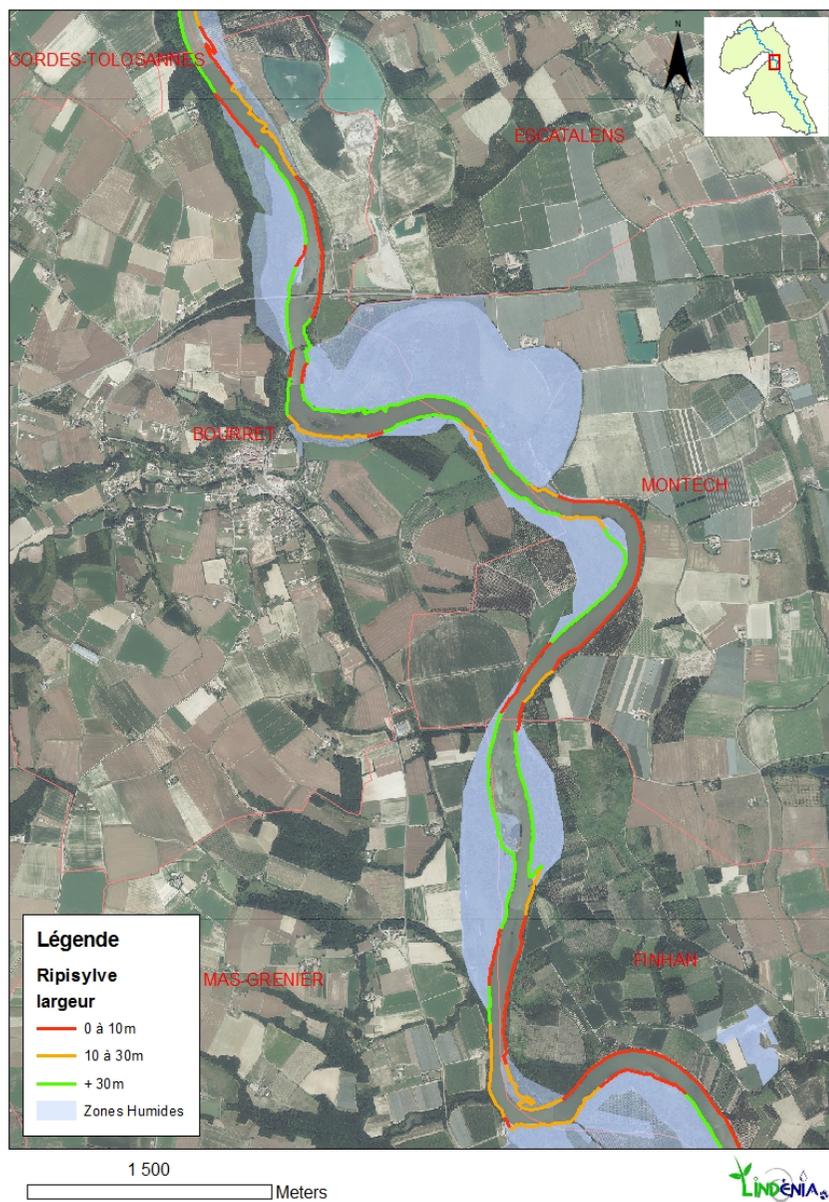
La figure suivante montre les largeurs de ripisylve de la Garonne et les interfaces avec des zones humides proches du fleuve. Elle permet de mettre en évidence notamment la fonction de continuité écologique au sein des zones humides entre elles. Cette figure présente la vallée de la Garonne sur le territoire TFE sous forme d'un jeu de neuf cartes :

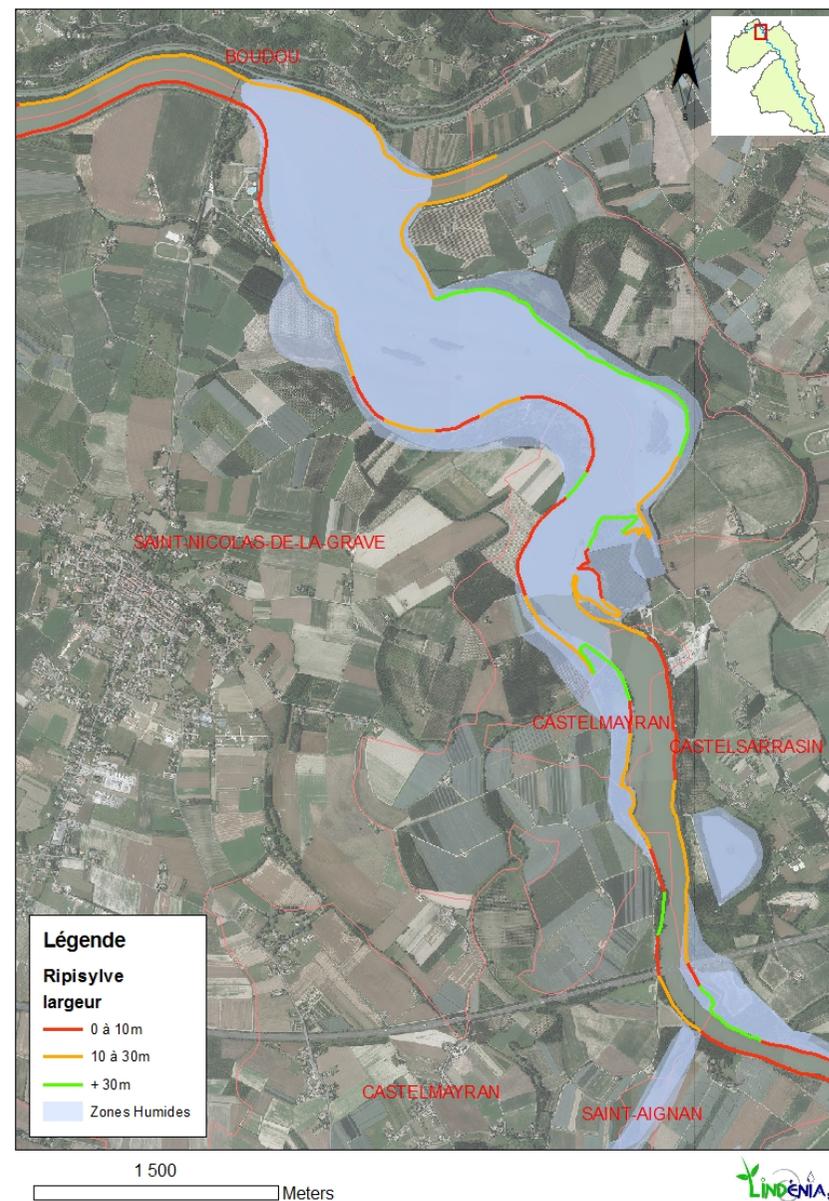
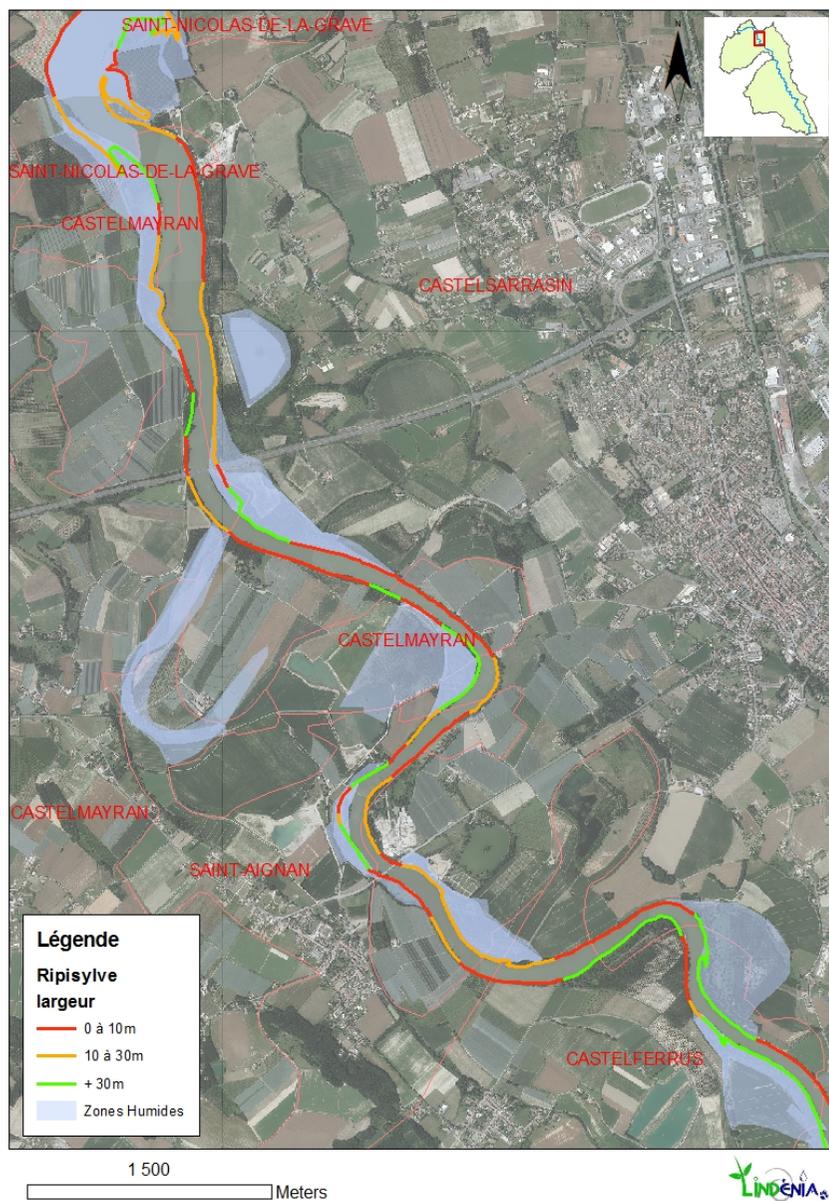
Figure 101 : Largeur de la ripisylve de la Garonne sur le territoire TFE





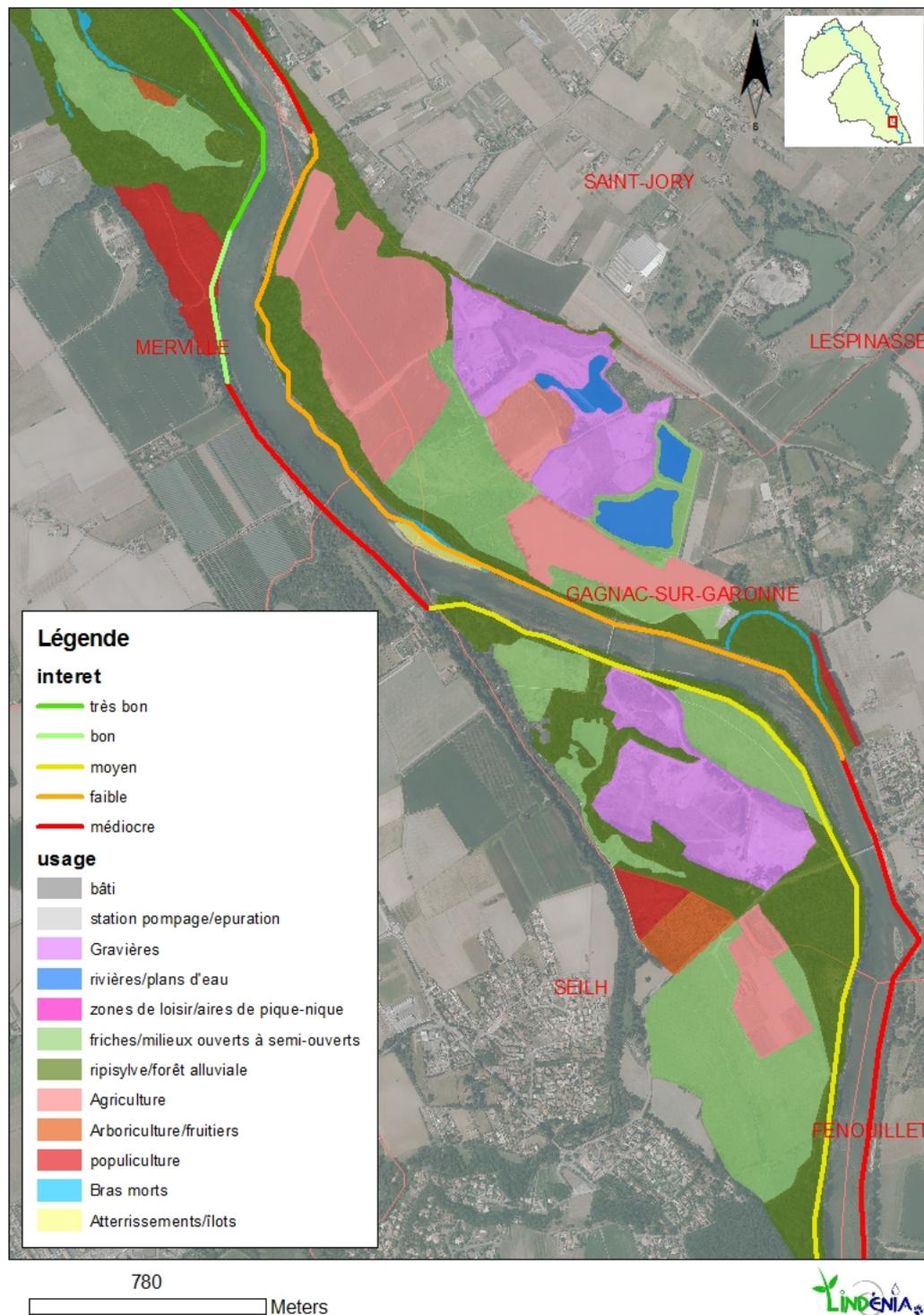






La figure suivante montre un exemple d'application de classification de la ripisylve en fonction de sa qualité (ou « intérêt »), combinant largeur de ripisylve état des boisements et rôle d'interface :

Figure 102 : Exemple de cartographie de la qualité de la ripisylve sur le territoire TFE



Une telle approche doit être discutée avant son application éventuelle tout le long de la vallée, notamment du fait du caractère subjectif de la notion d'intérêt de la ripisylve.

4.6 Zones humides du territoire TFE

4.6.1 Localisation des zones humides du territoire TFE

Outre le nombre et l'étendue considérables de sites naturels remarquables, le territoire TFE présente une autre spécificité : le nombre particulièrement élevé et la densité de zones humides le long de la Garonne, mais aussi dans la plaine en lien avec les plans d'eau, divers cours d'eau et le Canal de Garonne.

L'inventaire de ces zones humides résulte d'une compilation des recensements faits par diverses institutions :

- DREAL Midi-Pyrénées,
- Agence de l'Eau Adour-Garonne,
- SMEAG (pour les bords de Garonne et les zones humides alimentées depuis le Canal de Garonne,
- Les départements de la Haute-Garonne et du Tarn-et-Garonne, qui se sont engagés dans un travail complémentaire d'identification, de cartographie et de caractérisation des zones humides de leur territoire permettant de compléter l'inventaire relatif aux bords de Garonne. Ce travail débute seulement en Haute-Garonne, mais il est presque terminé Tarn-et-Garonne,
- L'association Nature Midi-Pyrénées, qui est chargée d'un inventaire complémentaire des zones humides de bord de Garonne dans le département de la Haute-Garonne,
- Les fédérations départementales de pêche,
- La Communauté Urbaine Toulouse Métropole sur son territoire...

En outre, les fédérations départementales de pêche et l'ONEMA sont également deux acteurs majeurs pour le diagnostic et la gestion des zones humides, au moins par l'appui technique et scientifique qu'ils apportent aux acteurs locaux ou institutionnels.

D'un point de vue pratique, et suivant les recommandations nationales, on distingue deux groupes :

- Les **zones humides élémentaires** (ou effectives) qui sont pour l'essentiel bien connues et ont fait l'objet d'investigations plus ou moins détaillées. Une quinzaine sont d'ailleurs intégrées à des sites en bord de Garonne gérés par des acteurs locaux ;
- Les **zones humides potentielles** qui résultent d'une pré-localisation généralement par photo-interprétation permettant d'identifier des « corridors humides » à l'intérieur desquels peuvent se rencontrer des sols hydromorphes ou des espaces fréquemment inondés, et de localiser des zones humides probables. Le SMEAG a effectué une telle pré-localisation des zones humides probables qui correspond à l'ancien tracé du fleuve incluant les anciens bras du fleuve. Bien qu'ils correspondent souvent à des espaces situés dans la zone fréquemment inondée au sens de la CIZI, c'est surtout les apports de la nappe, les résurgences à l'interface entre deux terrasses alluviales, voire le réseau hydrographique superficiel qui sont susceptibles d'assurer le caractère humide actuel des ces zones humides. De fait, seules quelques zones de taille réduite s'avèrent être des zones humides potentielles à l'intérieur de cet espace pré-localisé, comme le montre le recensement des anciens bras par le SMEAG, l'inventaire mené par le Conseil Général de Tarn-et-Garonne sur son territoire et complété par Lindénia (numérotées de L01 à L25 sur les cartes suivantes).

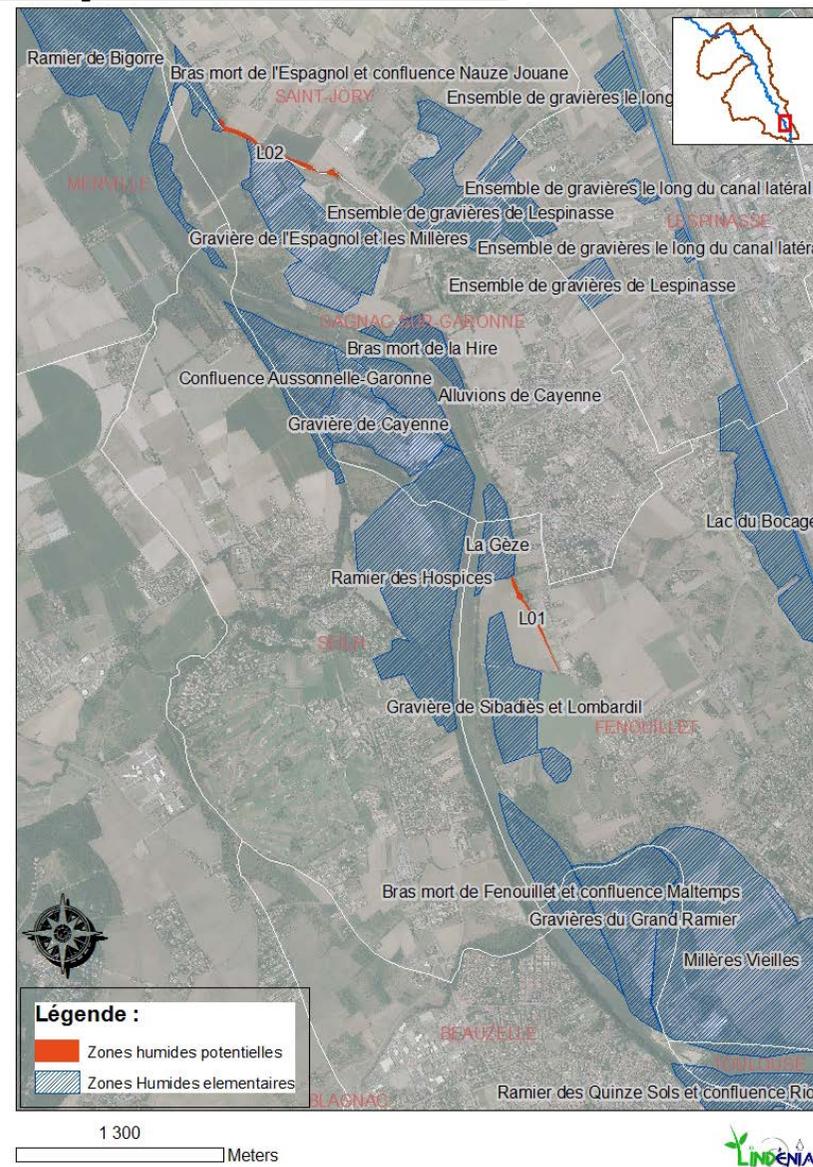
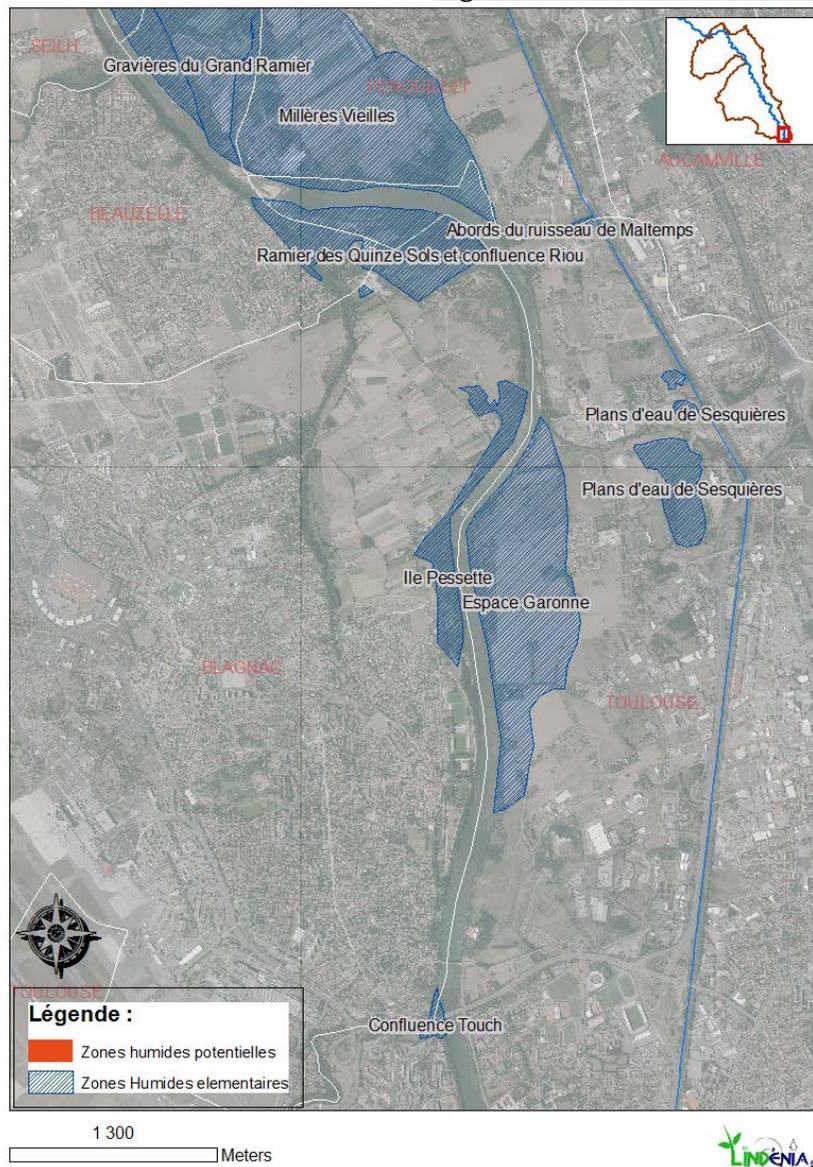
Pour mémoire, l'inventaire complémentaire des zones humides en Tarn-et-Garonne est accessible sur le site suivant : www.bdt.cg82.fr/WebZoneHumide/zone_humide_site.html.

Ce site montre non seulement la localisation des zones humides inventoriées dans le département, mais présente aussi leurs caractéristiques connues sous forme de fiches.

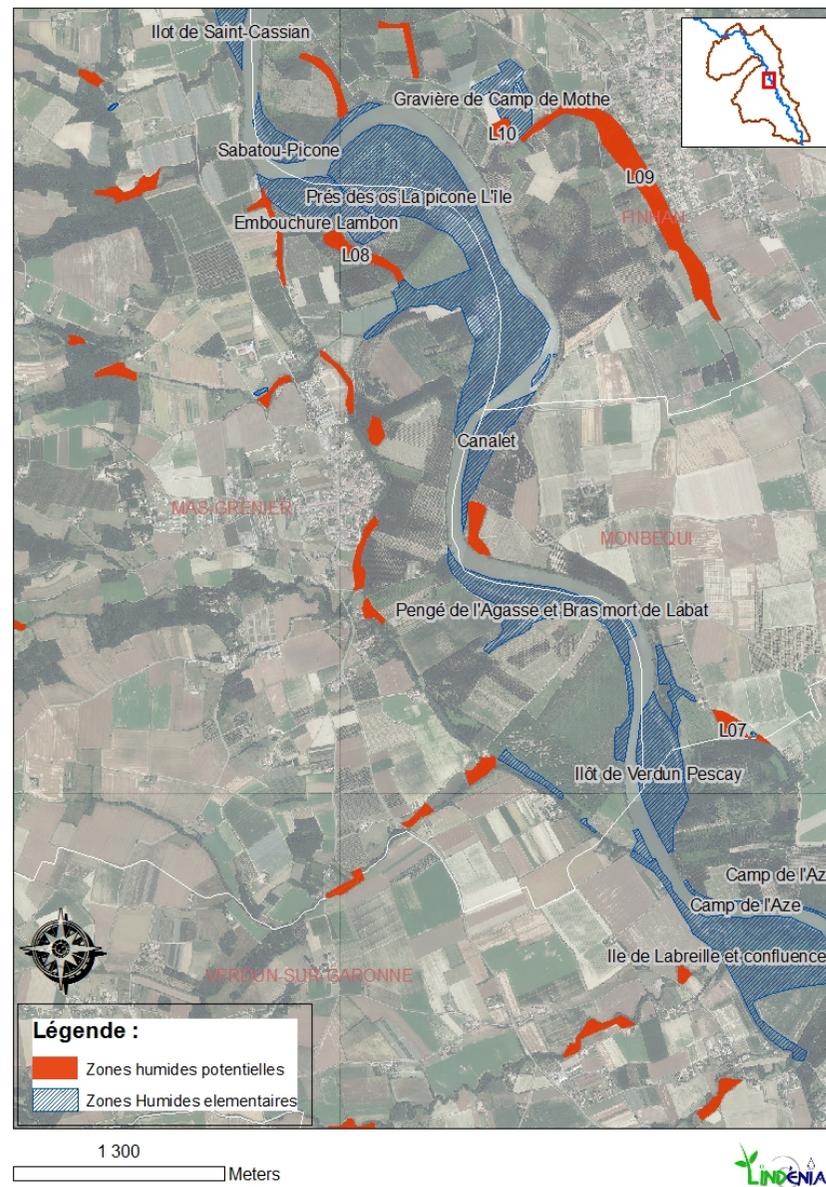
Ces inventaires mettent en évidence une cinquantaine de zones humides potentielles sur le territoire TFE situées loin du lit de la Garonne. Elles correspondent pour l'essentiel à des dépressions humides (souvent occupées par trois ou quatre rangs de peupliers), à des plans d'eau de gravières ou à des espaces de bords de ruisseaux, généralement de faibles superficies : ces zones humides potentielles apparaissent faiblement interconnectées.

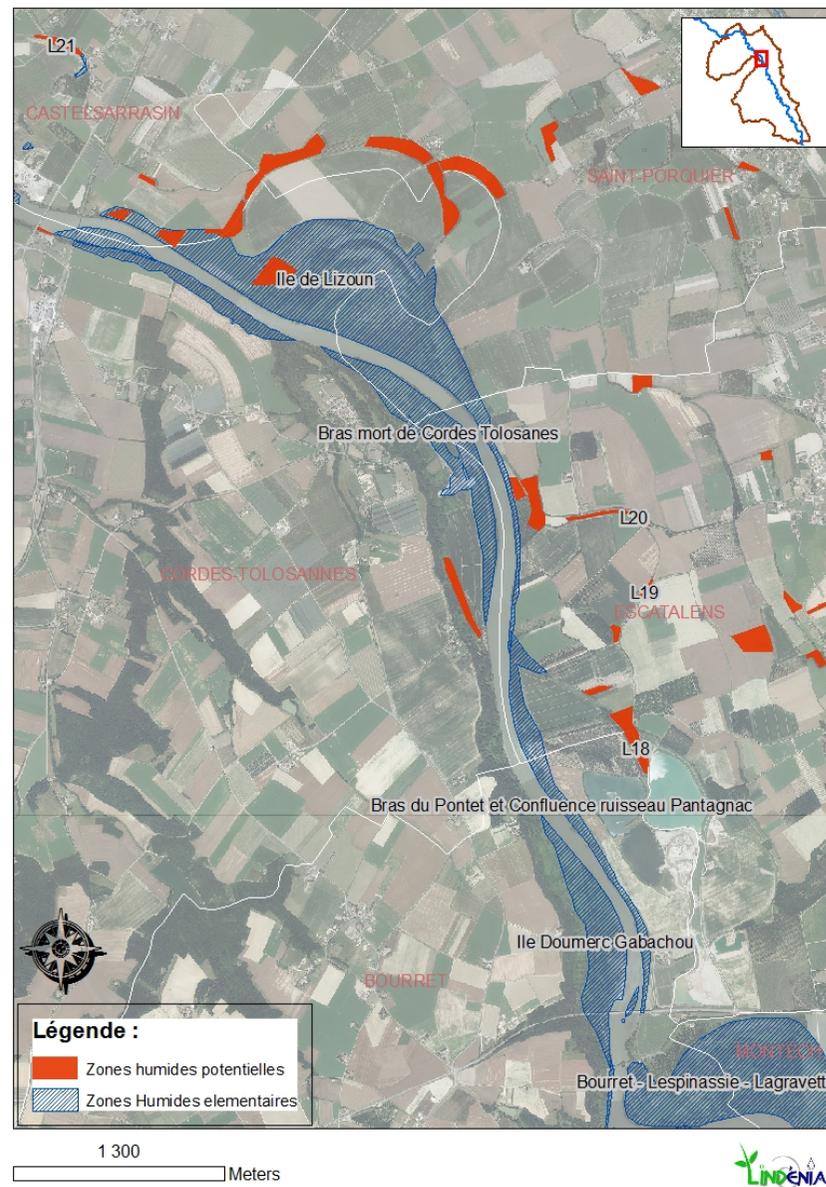
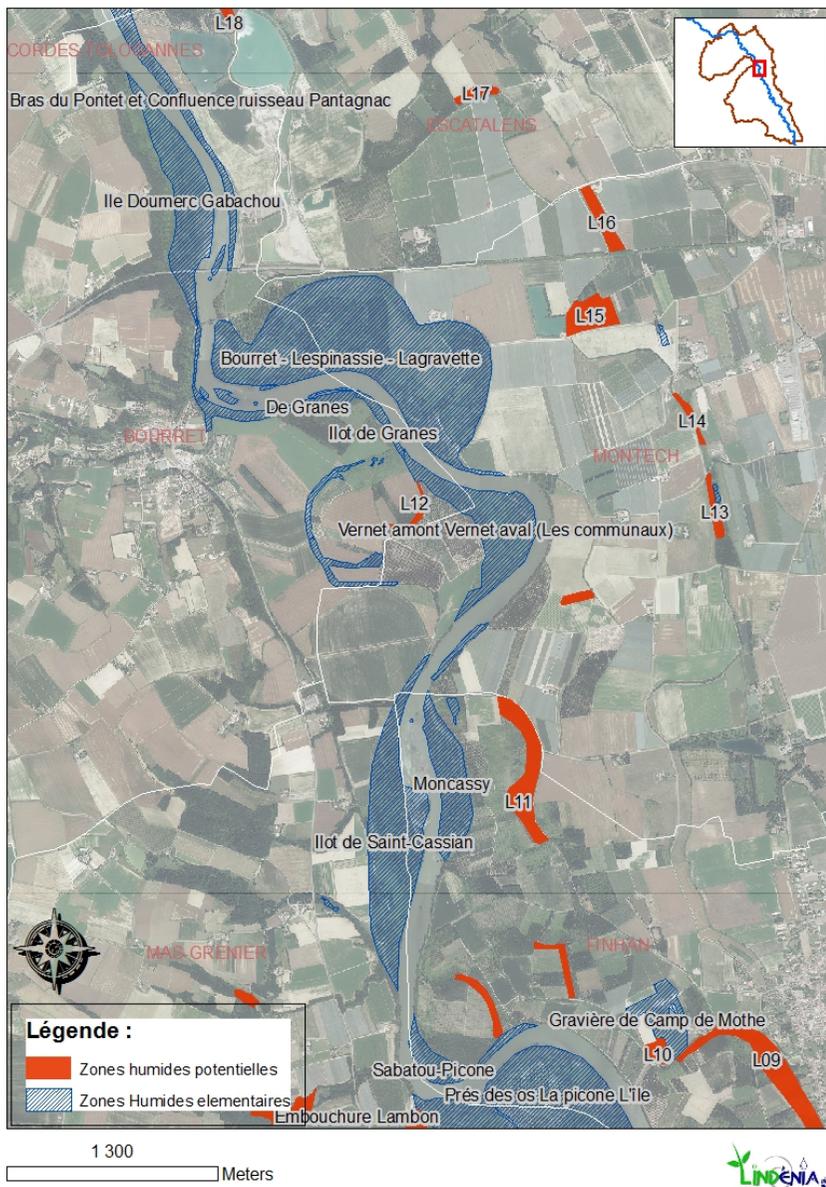
La compilation de ces éléments a permis d'établir une cartographie des zones humides élémentaires et potentielles sur le territoire TFE, telle que présentée ci-après.

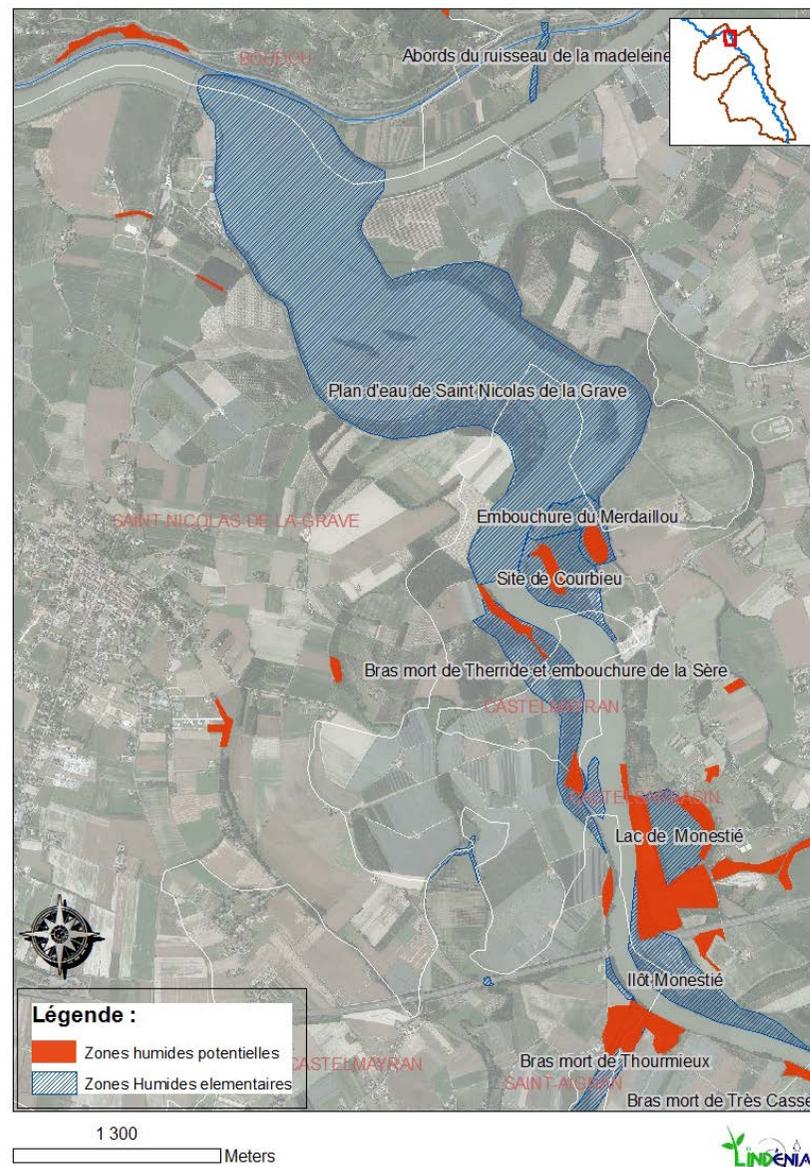
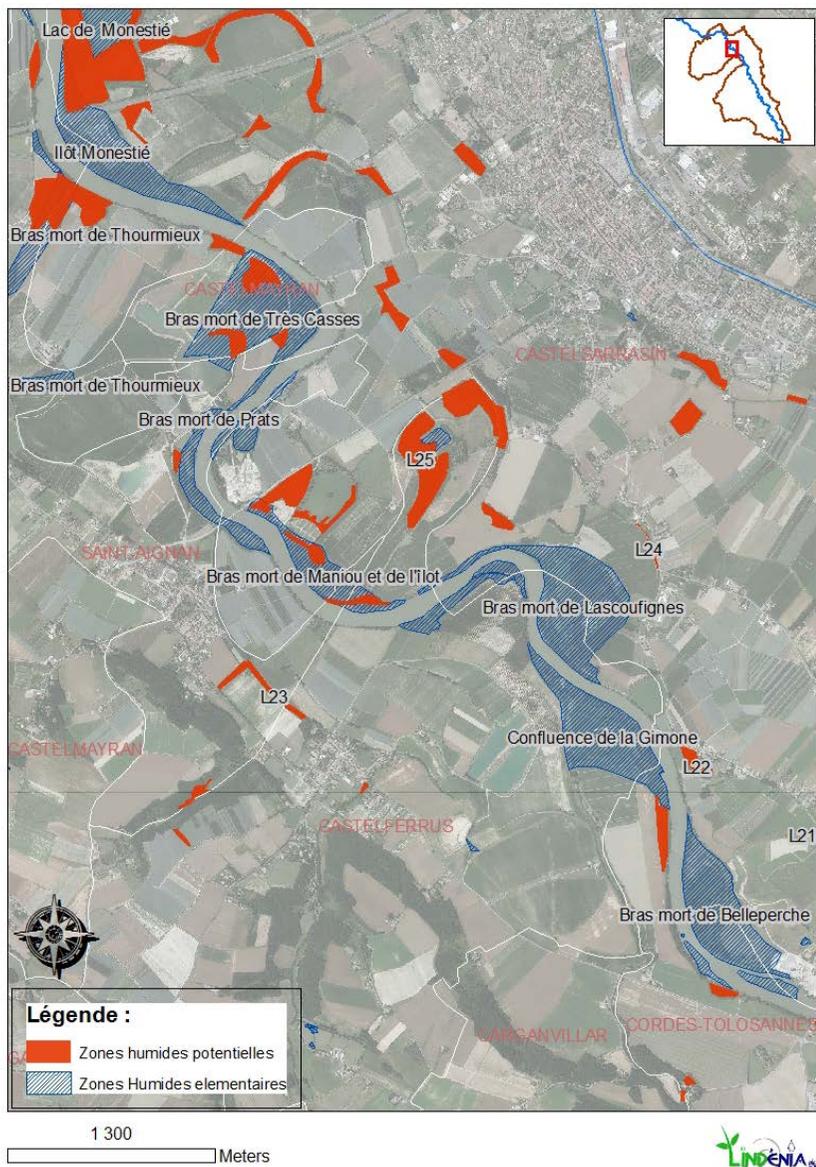
Figure 103 : Zones humides élémentaires et potentielles sur le territoire TFE











4.6.2 Niveau de connaissance des zones humides du territoire TFE

Le niveau de connaissance et de réflexion varie selon les zones humides du territoire TFE ; cette variabilité résulte de l'historique de la prise de conscience du rôle de ces milieux, du contexte humain et environnemental dans lequel ils s'inscrivent, mais aussi des menaces qu'ils supportent

On peut ainsi distinguer trois groupes de zones humides :

- **Les zones humides des bords de Garonne**, généralement situées en zone très fréquemment inondables. Ces espaces sont généralement bien connus au travers d'inventaires poussés et, pour une quinzaine de sites intégrant de telles zones humides, disposent même de plans de gestion.
- **Les zones humides de plaine en zone fréquemment inondable**. Ces espaces ont été jusqu'à récemment peu pris en compte.
- **Les zones humides hors de la zone fréquemment inondable de la Garonne**, majoritairement situées dans la zone inondable en crue exceptionnelle de la Garonne, mais dont l'alimentation ne dépend pas des crues du fleuve.

La connaissance a été développée à l'initiative de plusieurs maîtres d'ouvrage en réponse à une préoccupation particulière, comme par exemple le rôle du Canal de Garonne pour l'alimentation de zones humides de la plaine, ou encore les inventaires départementaux des zones humides (en cours).

Le tableau reproduit en Annexe 8 présente un bilan des connaissances en termes de principales caractéristiques des zones humides du territoire.

4.6.3 Hiérarchisation des zones humides

Le SMEAG a proposé une méthode de hiérarchisation des zones humides et son application entre Blagnac et Saint-Nicolas-de-la-Grave. Le principe de hiérarchisation consiste à classer les zones humides en fonction de l'intérêt de chaque site au regard d'une série de six enjeux correspondant à des services écologiques et fonctionnels susceptibles d'être rendus par les zones humides, le classement découlant de la note affectée (0, 1 ou 2 par enjeu). La hiérarchisation est alors établie selon le barème suivant :

- **Priorité 1 (zone humide prioritaire)** : note de 6 à 10
- **Priorité 2 (zone humide importante)** : note de 4 ou 5
- **Priorité 3 (zone humide intéressante)** : note de 1 à 3

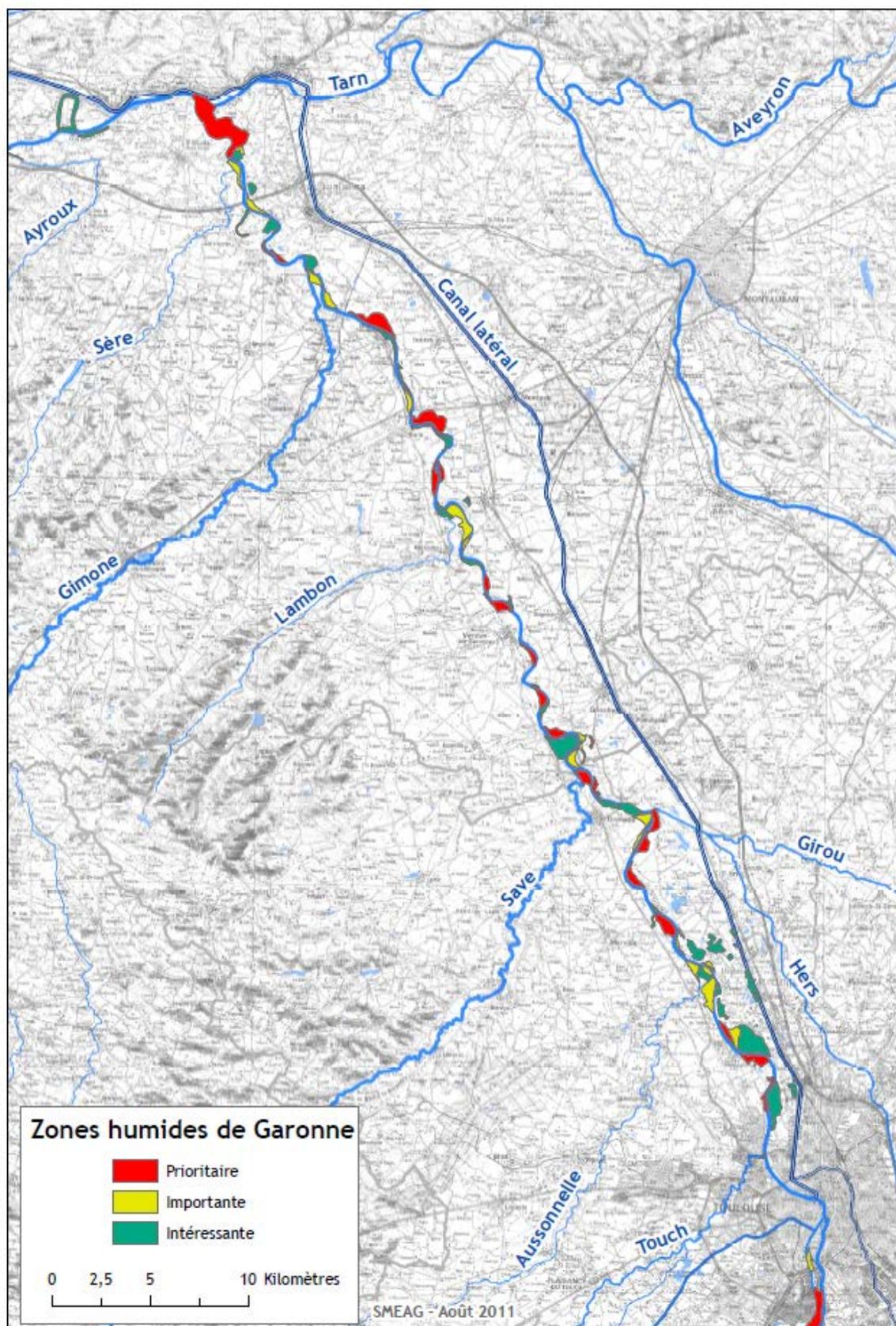
Les enjeux considérés pour cette analyse sont les suivants :

Tableau 25 : Enjeux de hiérarchisation des zones humides (source : SMEAG)

Enjeu	Critères d'analyse et de caractérisation
Dynamique fluviale	Expansion de crue : taux de zone fréquemment inondable en zone humide sur le tronçon et présence d'enjeux humains en aval Espace de mobilité : niveau de mobilité du lit et présence d'ouvrage fixant les berges
Biodiversité et habitats	Intégration de la zone humide en site remarquable (ZSC, ZPS, APPB, Oiseaux, ZNIEFF de type 1) ; habitat d'intérêts communautaires, habitats rares (roselière, bras mort)
Qualité des eaux, fonction d'épuration	Intérêt particulier des zones de confluence, tenant compte des activités agricoles et de l'urbanisation sur le bassin versant
Continuité écologique	Discontinuités et étendue de la ripisylve et des boisements alluviaux, interconnexions entre zones humides (notamment pour les plans d'eau de gravières)
Sensibilisation et découverte	Attrait pédagogique lié au patrimoine naturel, culturel et paysager, potentiel de fréquentation Présence de sensibilité écologique particulière (risque de dérangement de certains oiseaux)

NB : les zones humides ont en outre été appréciées au regard de leur attrait paysager ; ce critère n'a toutefois pas été utilisé pour la hiérarchisation des sites.

Figure 104 : Hiérarchisation des zones humides de bord de Garonne (source : SMEAG)



Remarque : Espaces Naturels Sensibles et Zones Humides

Il est à noter que quatre de ces zones humides sont des Espaces Naturels Sensibles sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de Tarn-et-Garonne :

- Le Plan d'eau de Saint-Nicolas-de-la-Grave
- Le bras mort de Bourret-Lespinassié (Bourret et Montech)
- L'îlot de Saint-Cassian (Mas-Grenier et Finhan)
- L'île de Labreille (Verdun-sur-Garonne)

Le département de la Haute-Garonne a décidé de ne pas percevoir de Taxe Départementale des Espaces Naturels Sensibles (TDENS) de sorte qu'il n'existe pas à ce jour de tels espaces dans ce département ; une réflexion est toutefois en cours pour engager la démarche.

L'inscription de zones humides de la Garonne en tant qu'Espaces Naturels Sensibles présente le double avantage de garantir la maîtrise foncière mais aussi de promouvoir un plan de gestion, de préservation et de valorisation de ces sites.

Les Espaces Naturels Sensibles – ENS (source : DREAL Midi-Pyrénées)

Les espaces naturels sensibles : une compétence des départements

Les espaces naturels sensibles (ENS) constituent un élément majeur de la politique d'aménagement du territoire et de développement durable des départements. La loi du 18 Juillet 1985 a confié aux Conseils Généraux la compétence pour élaborer et mettre en œuvre une politique en faveur de la préservation et de la valorisation des espaces naturels sensibles.

Les Conseils Généraux s'attachent à instaurer une gestion concertée de ces espaces, impliquant une protection réfléchie et adaptée aux spécificités locales. Les parcelles acquises grâce à cette politique sont protégées de toute aliénation pouvant porter préjudice aux ressources naturelles existantes sur le territoire.

Une maîtrise foncière est nécessaire pour répondre à deux objectifs :

- Préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs d'expansion des crues ; et assurer la sauvegarde des habitats naturels.
- Aménager ces espaces pour une ouverture au public, en tenant compte de la fragilité des milieux.

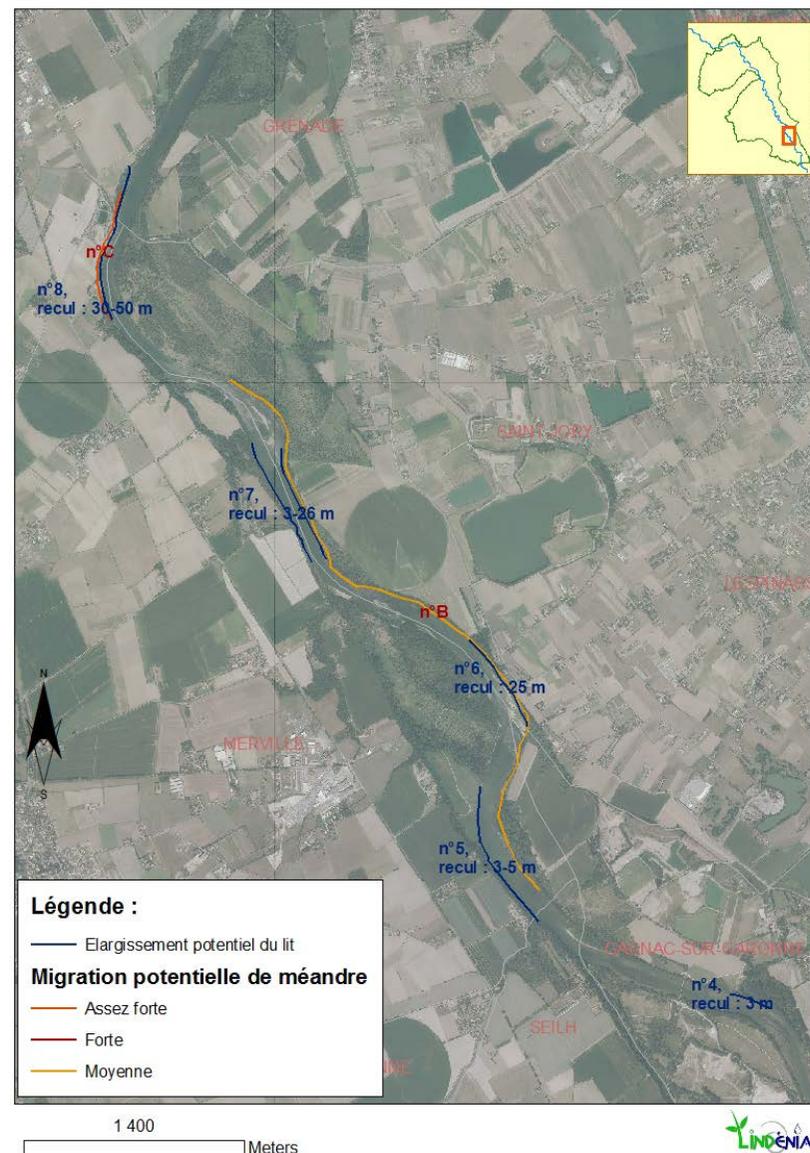
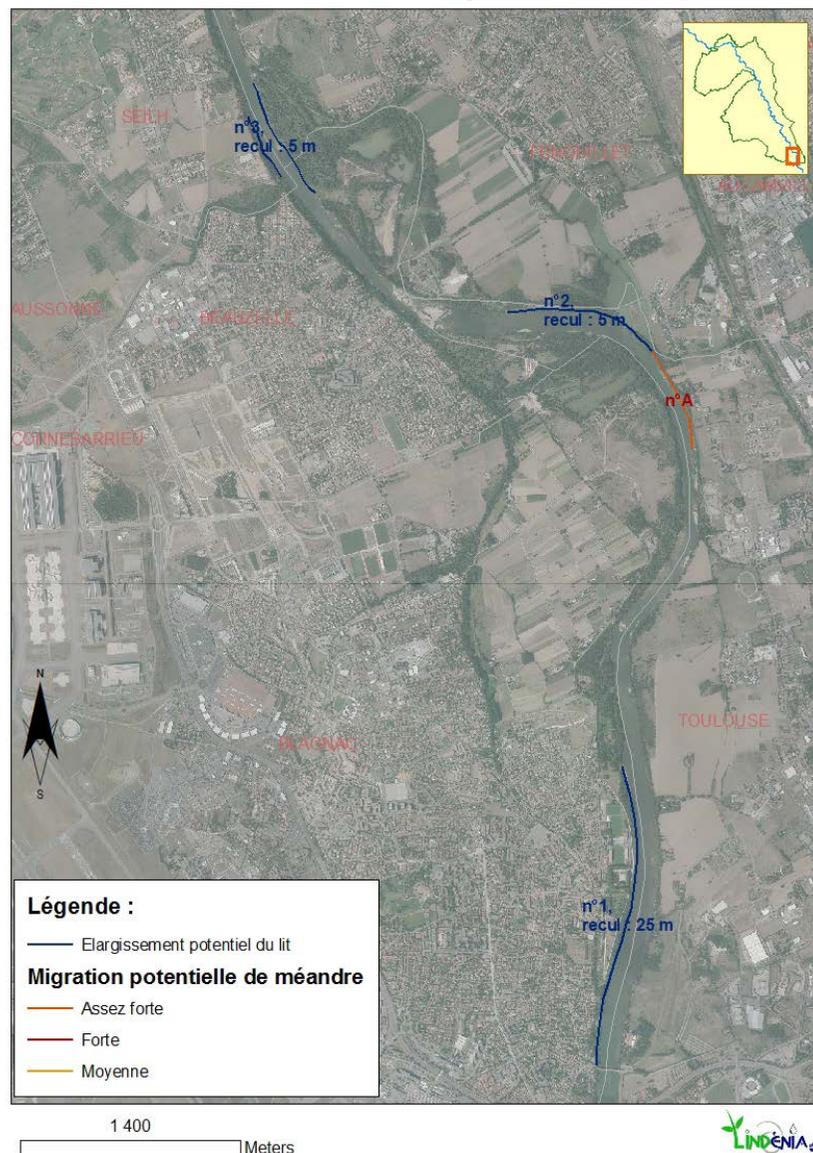
Pour mettre en place cette politique, les Conseils Généraux disposent de deux outils : le droit de préemption et la taxe départementale des espaces naturels sensibles.

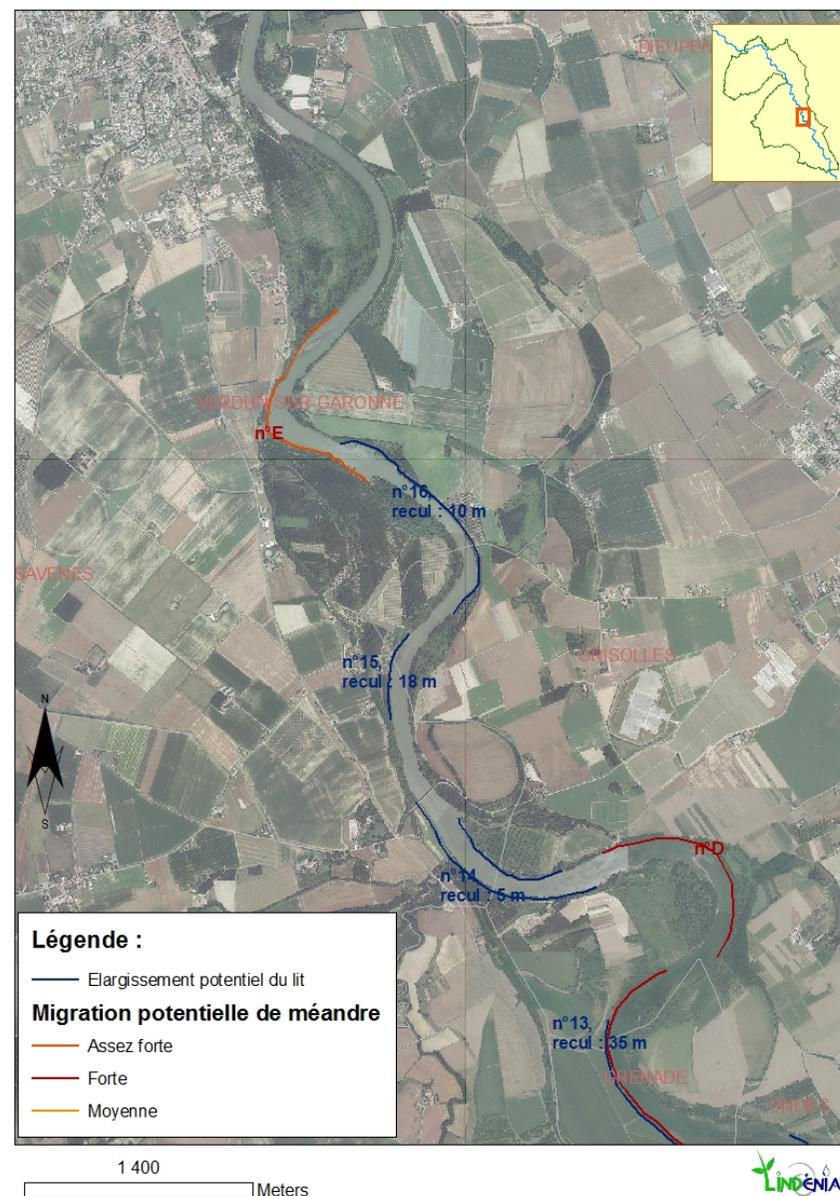
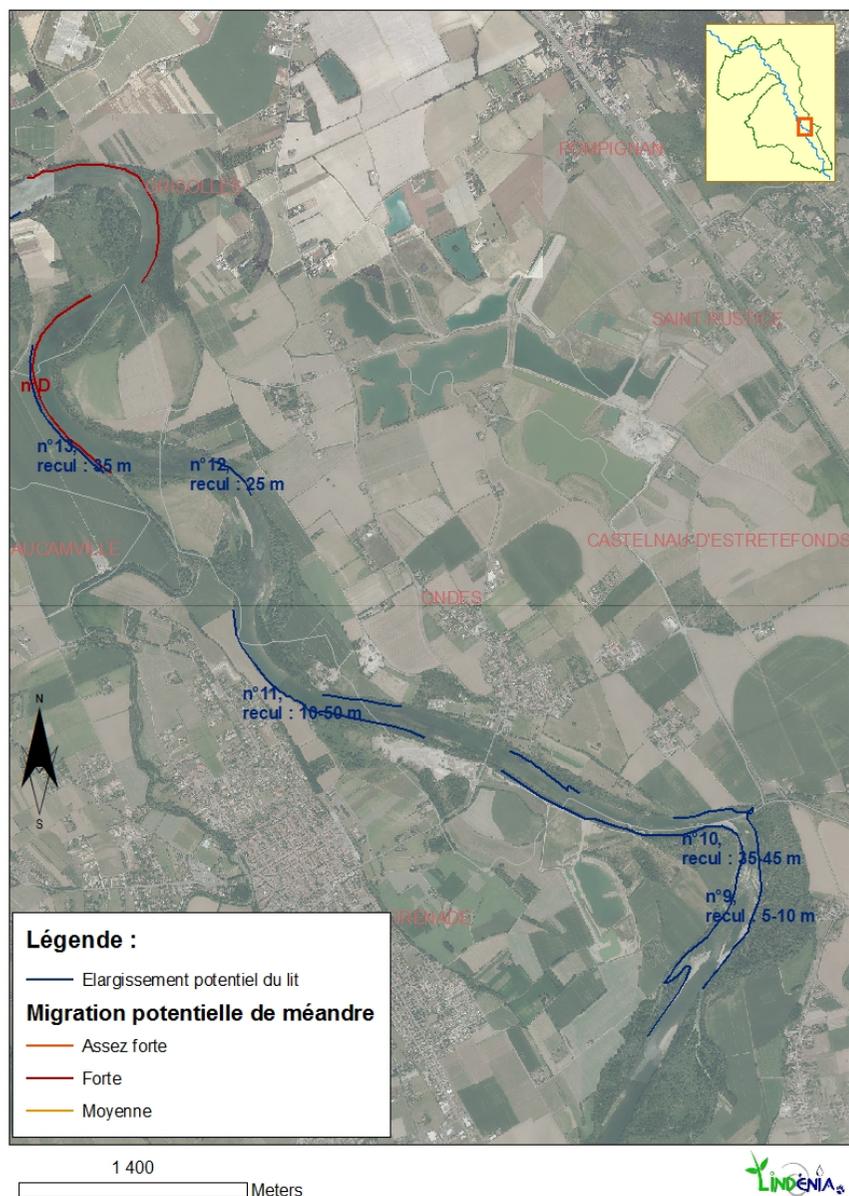
4.6.4 Prise en compte des potentialités de mobilité du lit de Garonne

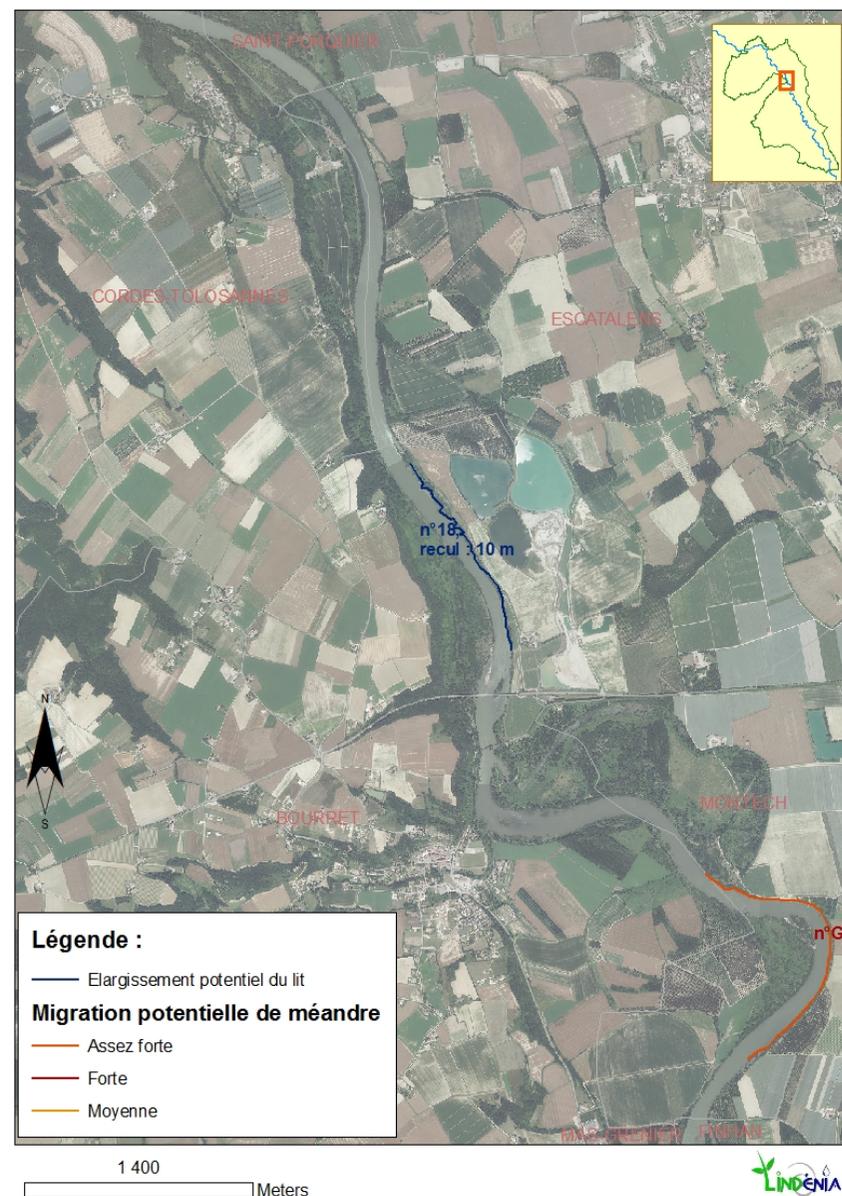
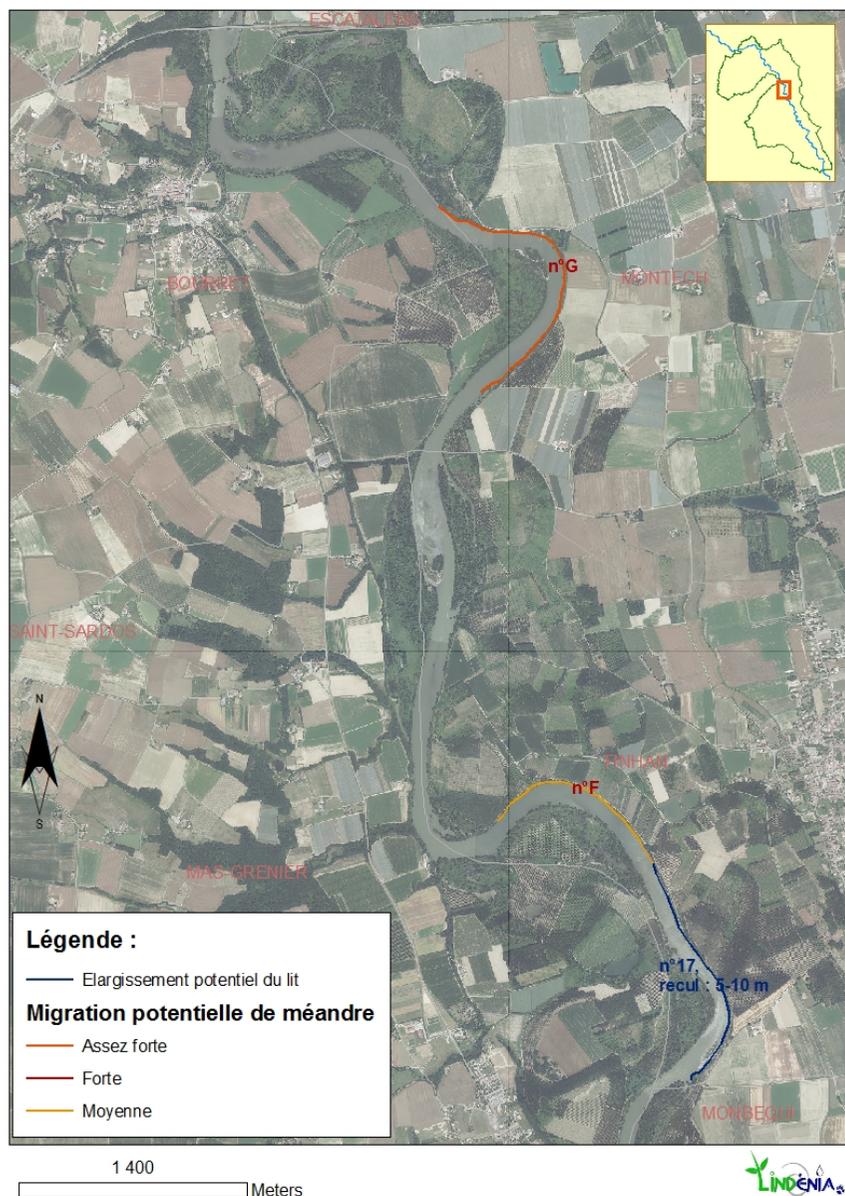
La mobilité latérale du lit du fleuve est un processus fondamental pour le maintien et la régénération des zones humides alluviales de la Garonne. La méthode proposée par le SMEAG pour la hiérarchisation des zones humides s'est initialement appuyée d'une part sur l'identification de sections dynamiques (à partir des données bibliographiques issues des travaux de la recherche et du schéma directeur d'entretien), et d'autre part sur les érosions constatées de berge de la Garonne et sur la présence d'encrochements et d'épis : l'analyse d'évolution morphologique permet de préciser le recul potentiel des berges par érosion latérale (et la mobilité de méandres) pour l'état actuel ou en cas de retrait des carapaces d'encrochements.

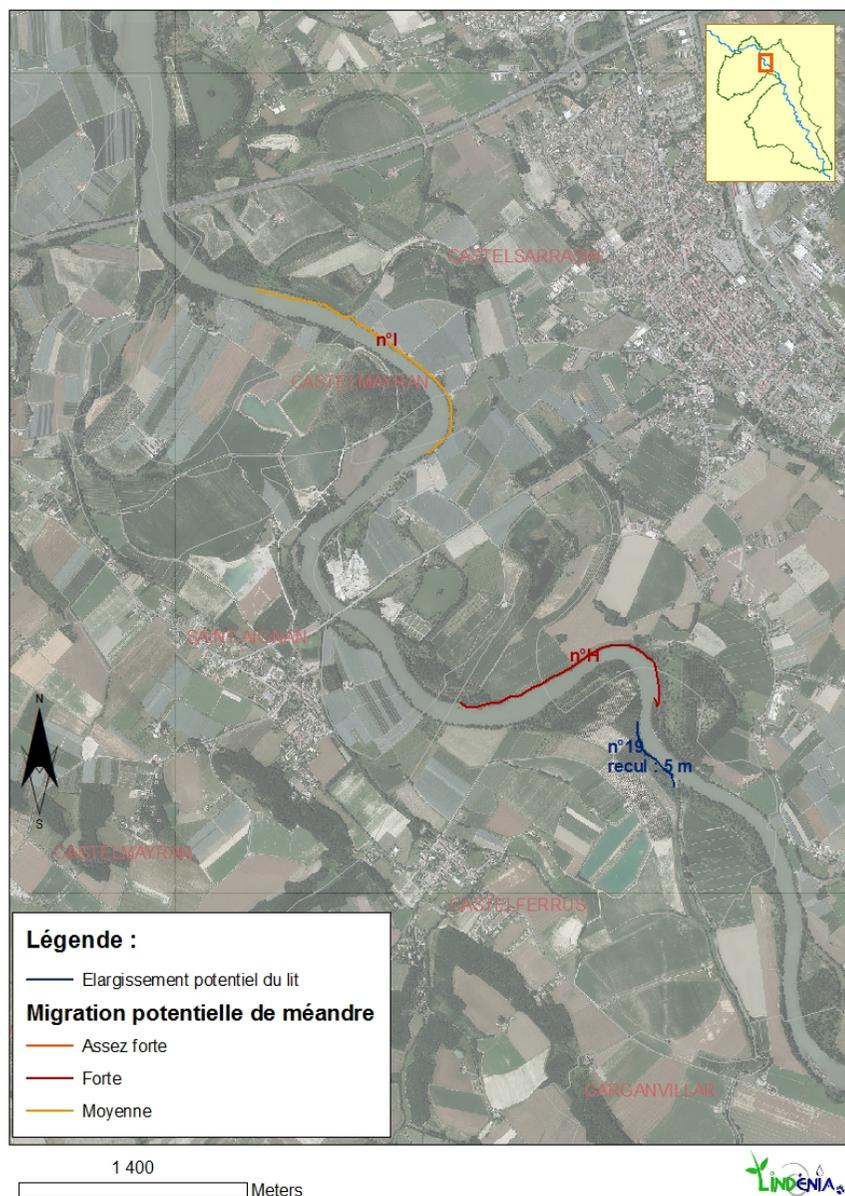
La figure suivante montre ainsi les zones humides qui sont potentiellement concernées par un tel recul de la berge du fleuve.

Figure 105 : Recul potentiel des berges près de zones humides de la Garonne









4.6.5 Bras morts de la Garonne

Les bras morts constituent des zones humides (ou des parties de zones humides) particulières dans la mesure où ils sont souvent en eau et jouent un rôle d'annexe hydraulique connecté au fleuve en permanence ou au moins en crue, permettant par exemple le frai de certaines espèces de poissons.

Sur le territoire TFE, on compte 55 bras morts (12 en Haute-Garonne, 43 en Tarn-et-Garonne), ce qui correspond à la grande majorité des bras morts de toute la Garonne de l'Espagne à l'océan. On constate que les bras morts sont une richesse de ce secteur, que leur déconnexion naturelle est accélérée par l'anthropisation du fleuve (chenalisation, enfoncement du lit mineur) qui en même temps limite la formation de nouveaux bras morts. De fait, le Schéma Directeur d'Entretien coordonné du lit et des berges de la Garonne (SMEAG, 2002) a proposé une hiérarchisation et des interventions dans l'objectif de restauration de leur fonctionnement hydraulique et écologique. Cependant, comme signalé plus haut, la question de la réouverture des bras morts reste en débat entre les divers acteurs.

Afin d'éclairer les échanges sur la politique de gestion de ces bras morts, un tableau rappelant leurs principales caractéristiques, complété par le niveau de connexion actuel (2012) est reporté ci-après. Ce tableau est à compléter par les experts partenaires du projet TFE en ce qui concerne les intérêts spécifiques de ces bras morts.

Par ailleurs, une cartographie spécifique a été élaborée pour repérer les bras morts et montrer le contexte dans lequel ils s'inscrivent en termes d'occupation des sols. Cette cartographie est reportée ci-après.

Enfin, la dernière figure montre l'intégration de bras mort de la Garonne dans les sites remarquables (zonages réglementaires ou porter-à-connaissance) le long du fleuve : Sites Natura 2000, ZNIEFF, APB...

Ces éléments permettront d'affiner et de poursuivre le travail de hiérarchisation des zones humides et des bras morts après mise au point de la méthode avec l'ensemble des partenaires du projet.

Tableau 26 : Caractéristiques et principaux intérêt des bras morts de Garonne sur le territoire TFE

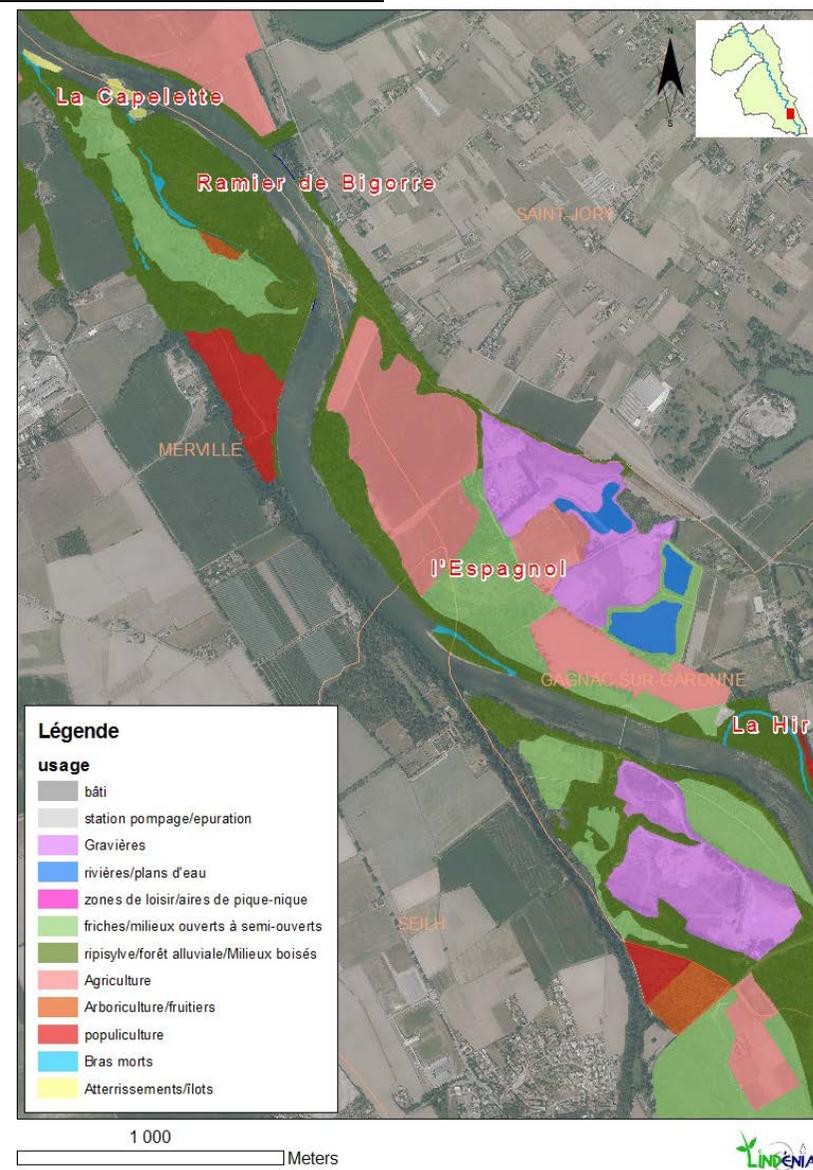
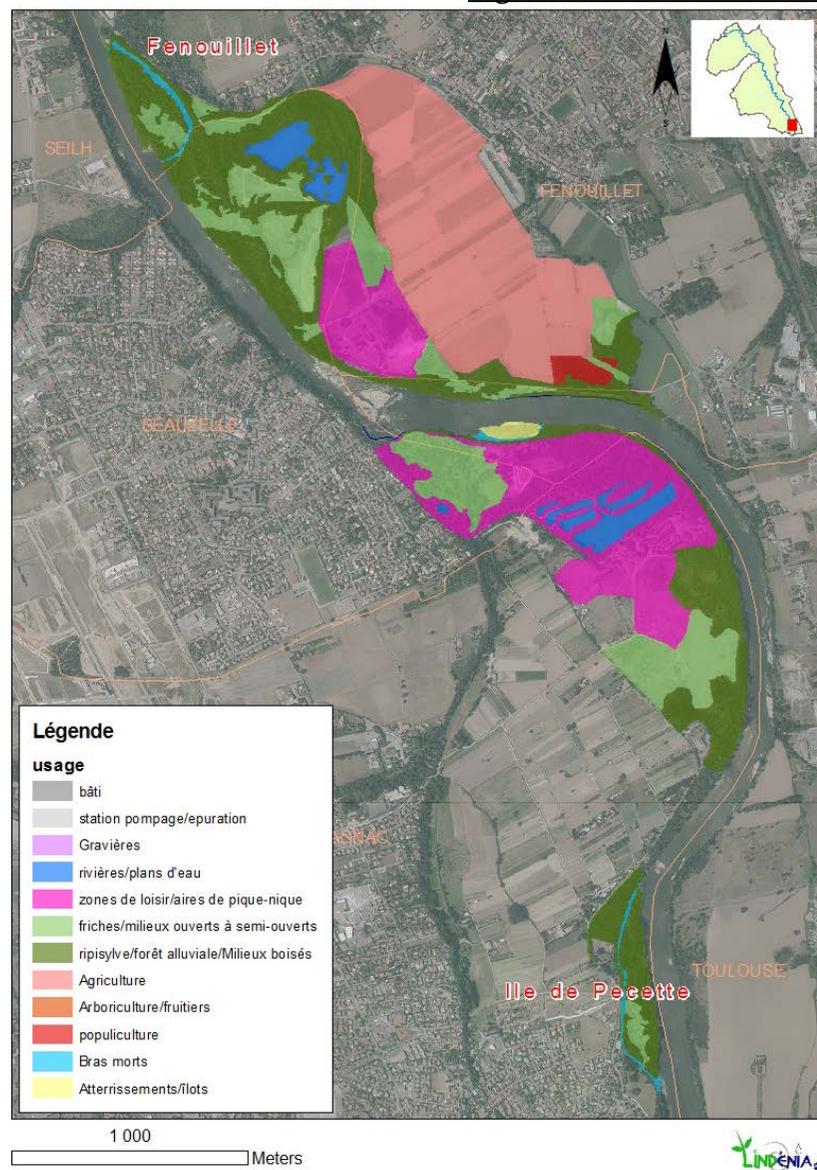
Nomenclature			Schéma Directeur d'Entretien			Connexion (2012)		Intérêts spécifiques		
N°	Nom	PK	Priorité d'action	Objectifs 2012	Plan d'action	amont	aval	Ichtyofaune	Avifaune	Autres
1	Ile de Pessette		np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	buse		Fort intérêt	Reproduction (milan noir, hérons...) et alimentation	Insectes. Boisement alluvial dégradé
2	Fenouillet		1	Restauration	Travaux lourds	par intermittence	buse	Frayères potentielle	Reproduction (hirondelle de rivage...) et alimentation	Cordulie à corps fin. Végétation variée (saulaie-frênaie, lit, aquatique), roselière
3	La Hire		np	Restauration	Travaux lourds	non	buse	Frayères potentielles		Boisement alluvial dégradé
4	Espagnol		np	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	oui	oui	Frayères potentielles		Insectes. Boisement alluvial dégradé
5	Ramier de Bigorre		np	Restauration	Travaux lourds	rare	par intermittence		Reproduction (milan noir, martin pêcheur...) et alimentation	Chiroptères, insectes, mosaïque d'habitats (prairie sèche, forêt alluviale...)
6	La Capelette		np	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui	Frayères potentielles		Insectes, frênaie
7	Port-vieux		1	Restauration	Travaux lourds	non	envasement			
8	Fontaine		1	Restauration	Travaux lourds	non	oui	Fort intérêt (bouvière...)	Reproduction (milan noir, hérons, aigrette...), alimentation	Ripisylve (frênaie-saulaie) et lit
9	Saint-Caprais - ile de Martignac		1	Restauration	Travaux lourds	non	envasement	Frayères potentielles	Reproduction (milan noir...)	Boisement alluvial dégradé
10	Saint-Caprais - confluence avec l'Hers		np	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui	Fort intérêt	Reproduction (milan noir, hérons...), alimentation	Chiroptères, Mosaïque d'habitats, saulaie-frênaie
11	Larroque (ruisseau)		np	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui			Ripisylve dégradée
12	Miquelis		1	Restauration	Travaux lourds	non	oui	Fort intérêt	Reproduction (milan noir), alimentation	Frênaie-Saulaie dégradée
13	La Barraque	718.95	2	Restauration	Travaux lourds		buse		Reproduction et alimentation (hérons)	Ripisylve (saule blanc) et lit
14	Brégnaygue	719.6	np	Restauration	Travaux lourds	non	non	Fort intérêt		Végétation variée (saulaie, lit, aquatique)

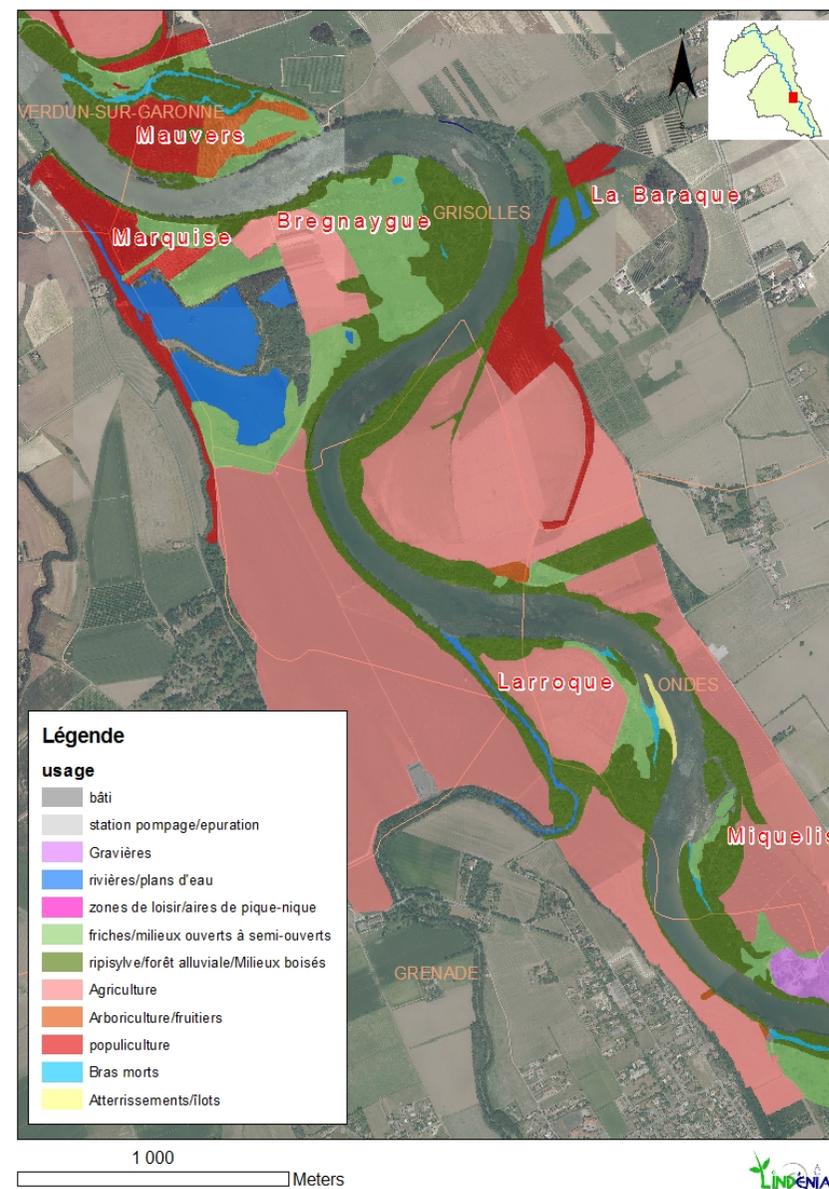
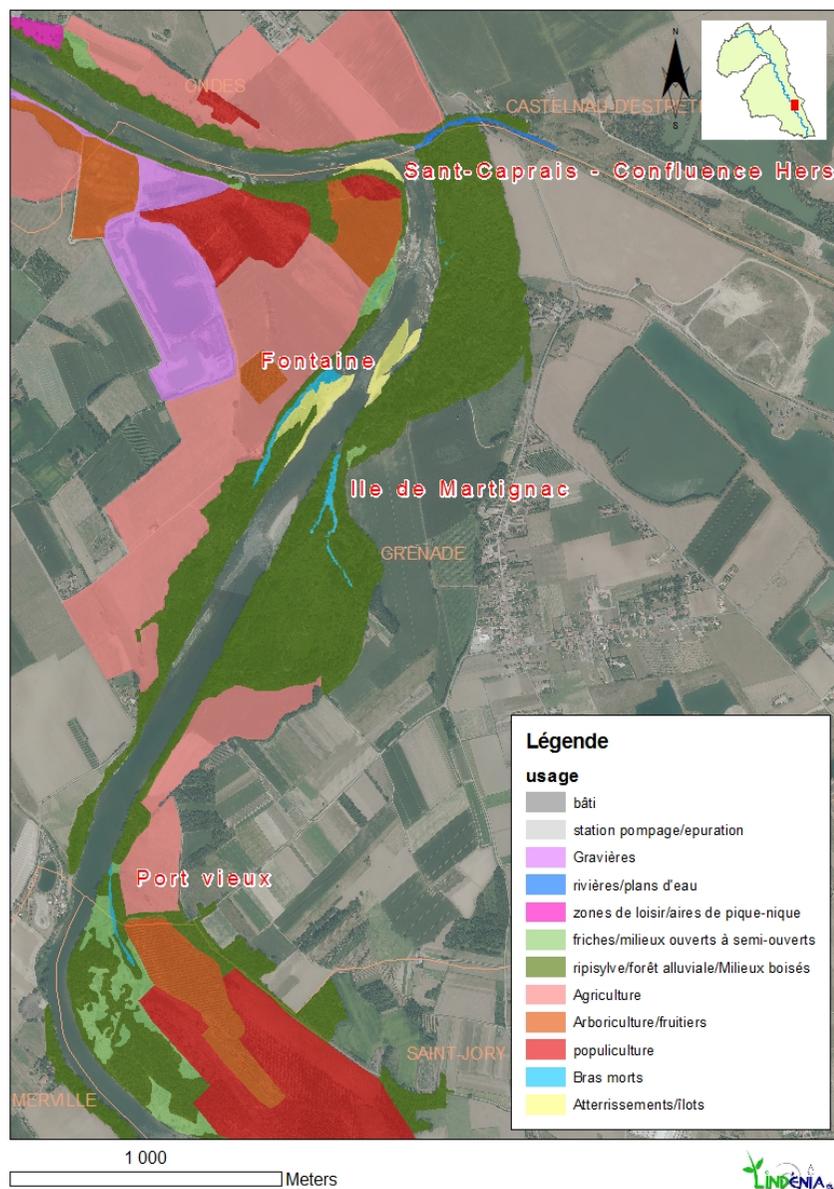
15	Marquise	720.4	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	buse	Frayères potentielles	Reproduction (hérons), alimentation (hérons, aigrettes)	Ripisylve (saule blanc)
16	Mauvers	720.8	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	vanne	oui	Frayères potentielles	Reproduction (milan noir), alimentation (hérons, aigrettes, anatidés)	Saule blanc, érable Négundo (+ lit et aquatique)
17	Charonne	722.3	1	Restauration	Travaux lourds	non	non			Végétation variée (saulaie-frênaie, lit, aquatique)
18	Verdun Saint Pierre	723.2	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui	Fort intérêt	Reproduction (milan noir...), alimentation (hérons, aigrettes)	Ecureuil, Végétation variée (aulnaie-saulaie-frênaie, lit, aquatique)
19	Saunac	723.5				non	oui	Alevins, refuge en hautes eaux		Ripisylve étroite
20	Guiraudis	726.25	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui	Zone fonctionnelle		Ripisylve dégradée, prairie sèche
21	Champ de l'Aze	728.75	2	Restauration	Travaux lourds	non	non			Ripisylve étroite
22	L'île de Labreille	729.38	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	oui	Frayère et refuge en hautes eaux		Ripisylve variée (frênaie-saulaie)
23	Verdun Pescay	730.83	2	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels		par intermittence	oui	Fort intérêt	Ecureuil, ripisylve moyenne (saule blanc, peuplier...), végétation du lit et aquatique
24	Labat	731.6								
25	Pengé de l'Agasse	732.46	np	Restauration	Travaux lourds	non	non	Potentiel, mais obstrué		Végétation variée (aulnaie-saulaie-frênaie, lit, aquatique)
26	Canalet	733.4	np	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	non	Fort intérêt		Saule blanc, érable Négundo
27	L'île	734.35				non	non			
28	Pré des os	734.7	np	Restauration	Travaux lourds	atterissement	non			
29	Picone	736.4	2	Restauration	Travaux lourds	non	non	Fort intérêt		Ripisylve dégradée, boisement alluvial rélictuel
30	Lambon	736.6	2	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui			
31	Saint Cassian	739.08	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	oui (bras	non	Refuge en hautes eaux, frayères potentielles,	Reproduction (hérons), nidification,	Végétation variée (saulaie-frênaie, lit,

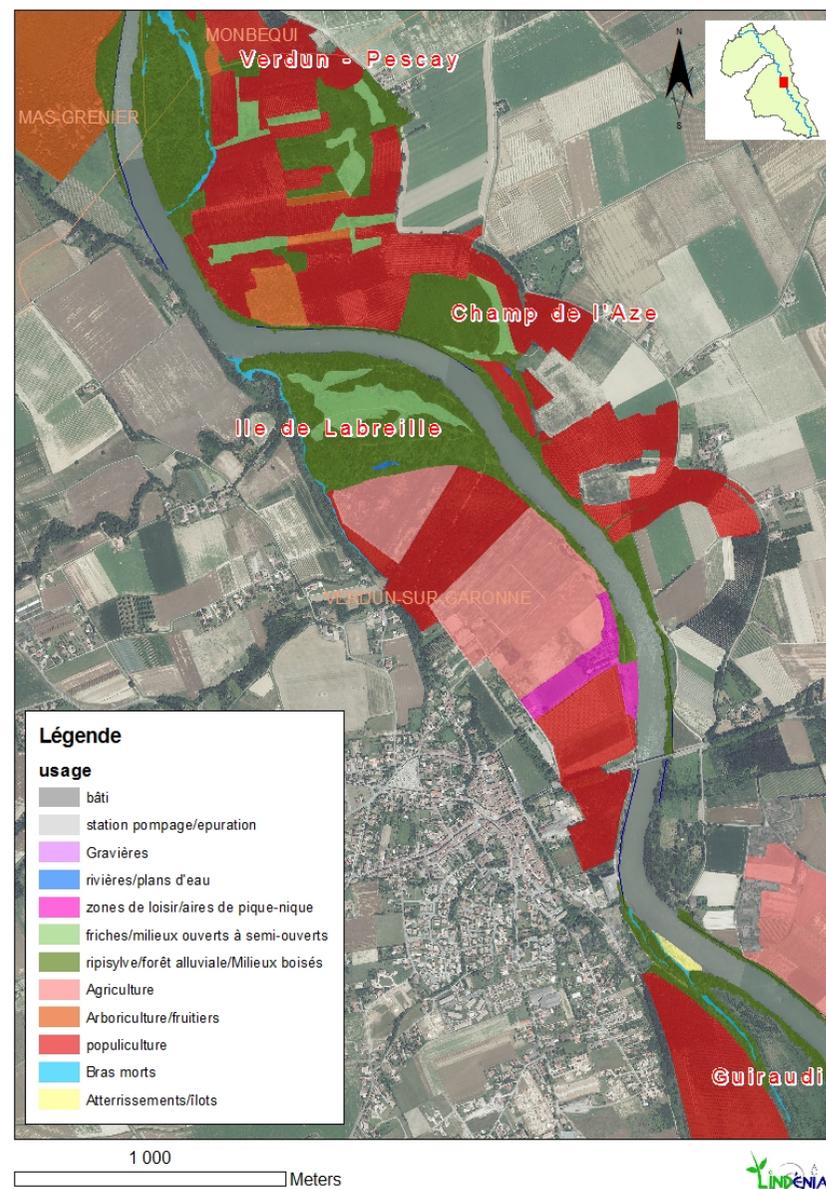
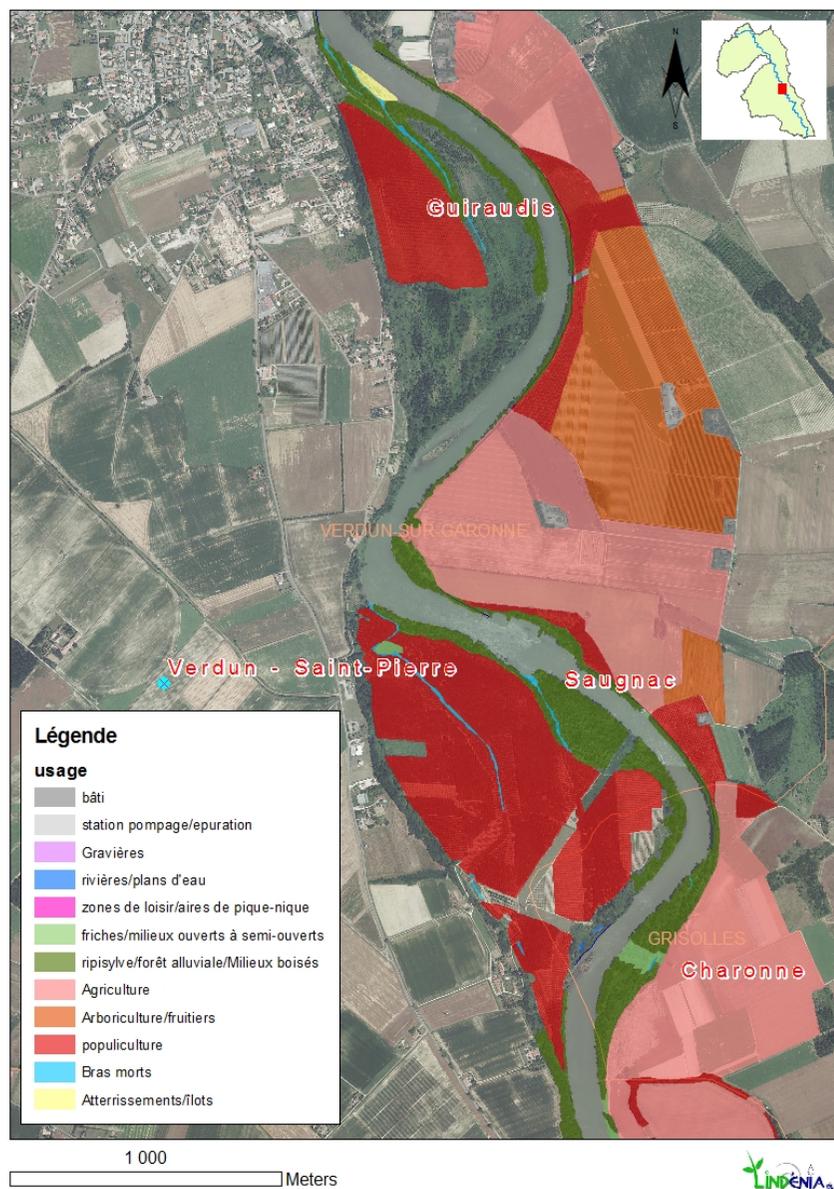
						mort canalisé)		alevins	alimentation (hérons)	aquatique)
32	Moncassy	739	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	oui	non	Refuge en hiver, frayères	Nidification (canard)	Végétation variée (aulnaie-saulaie-frênaie, lit, aquatique)
33	Vernet amont	741	np	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	non	Frayères	Reproduction et alimentation (faucon hobereau, grèbe castagneux)	Ripisylve variée (saulaie-frênaie...)
34	Vernet aval	741	2	Restauration	Travaux lourds	non	oui			
35	Lagravette	741.52								
36	Ilot de Granès	741.83	2	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels					
37	De Granès	742.3	3	Restauration	Travaux lourds	non	non			Ecureuil, Végétation variée (saulaie-frênaie, lit, aquatique)
38	Bourret Lespinassié	743.3	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	buse	Frayères potentielles	reproduction (milan noir...), alimentation (hérons, aigrette, anatidés)	Ecureuil, Végétation variée (aulnaie-saulaie-frênaie, lit, aquatique)
39	Gabachoux	744.68								
40	L'île Doumerc	745	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	envasement	Frayères potentielles	Reproduction, alimentation (hérons, aigrette...)	Végétation variée (aulnaie-saulaie-frênaie, lit, aquatique)
41	Bras mort de Pontet (ruisseau)					non	par intermittence			
42	Cordes Tolosannes	749.1	np	Restauration	Travaux lourds	non	non			Ripisylve variée (saulaie-frênaie...)
43	L'île de Lizoun	749.34	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	oui	Abris, nourrissage, grossissement d'alevins, frayères cyprinidés et carnassiers		Ecureuil, Végétation variée (saulaie-frênaie, lit, aquatique)
44	Belleperche	750.2	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	oui	Frayères potentielles	Reproduction (hérons, aigrette...), alimentation (hérons, aigrette, bécassine...)	
45	Lascoufignes	753.9				non	non	Poissons phytophiles ?		
46	Gimone	754.1	2	Restauration	Travaux lourds	non	oui	Frayères potentielles	Reproduction, alimentation (hérons,	Végétation variée (aulnaie-saulaie-

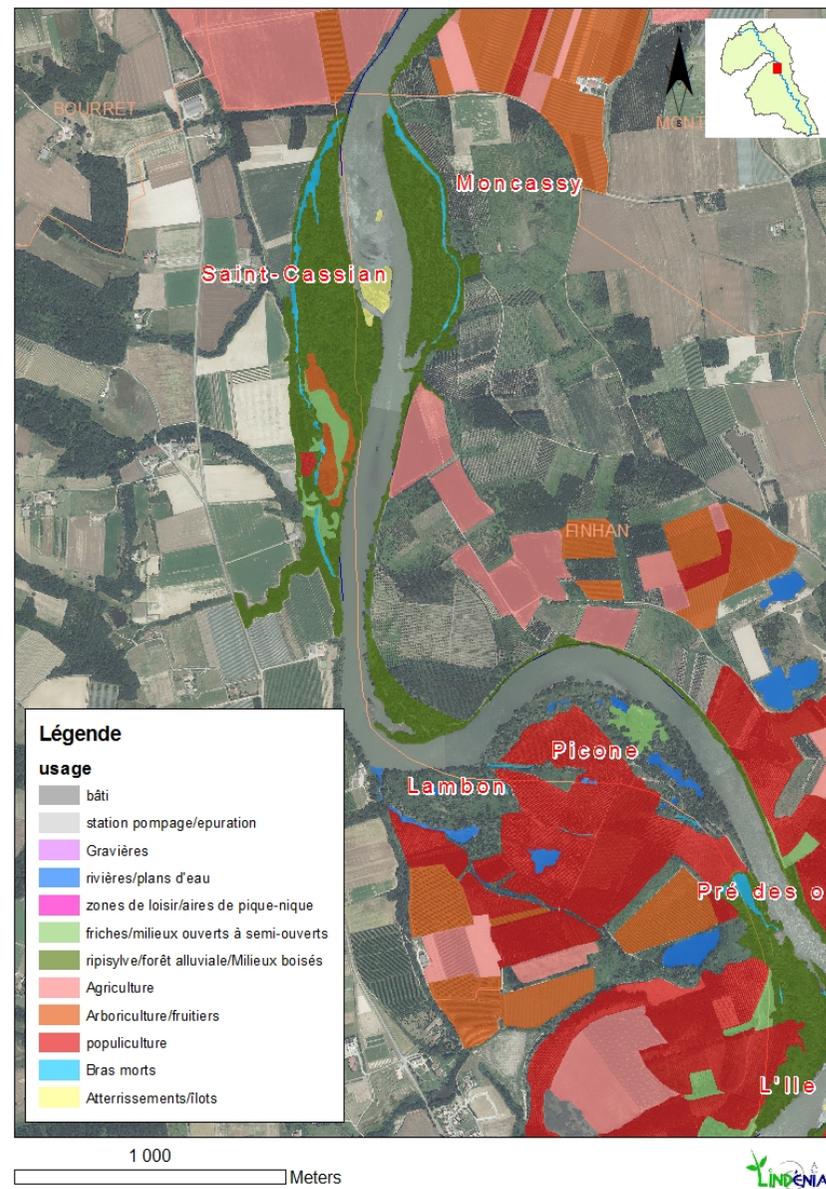
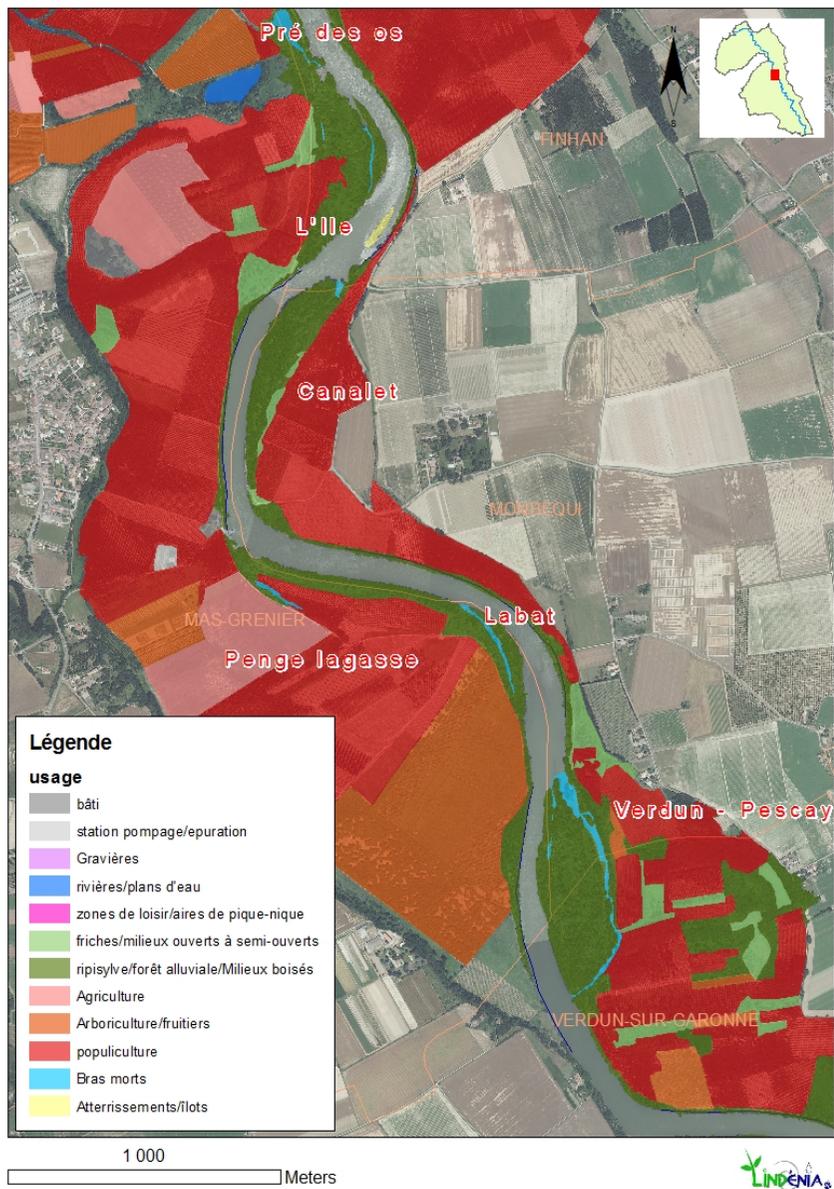
									aigrette...)	frêne, lit, aquatique)
47	Bras mort de l'Ilot	755.45								
48	Maniou	756.58	1	Restauration	Travaux lourds	non	envasement	Frayère pour espèces associées au brochet		Saulaie
49	Prats	757.36	2	Restauration	Travaux lourds	non	non			Ripisylve variée (saule blanc, frêne...)
50	Très Cassés	759.18	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	non			Saule blanc, érable Négundo...
51	Ilots Monestié	760.9	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	oui	oui		Reproduction (Sterne Pierregarin, goéland Leucophaea...)	Ripisylve variée (saule blanc, frêne...)
52	Lac Monestié	762	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	non			
53	Therride	763.4	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui			Végétation variée (aulnaie-saulaie-frêne, lit, aquatique)
54	Courbieu	763.85	1	Amélioration	Travaux assez légers ou ponctuels	non	oui	Abris, nourrissage, grossissement d'alevins, frayères cyprinidés et carnassiers	Hivernage anatidés	Végétation variée (saulaie-aulnaie, lit, aquatique)
55	Embouchure du Merdailou (ruisseau)	764.45	np	Privilégier les processus d'évolution naturels	Absence d'intervention autres que suivi et entretien	non	par intermittence		Reproduction (héron, faucon...), alimentation (milan noir, aigrette...)	Végétation variée (aulnaie-saulaie-frêne, lit, aquatique)

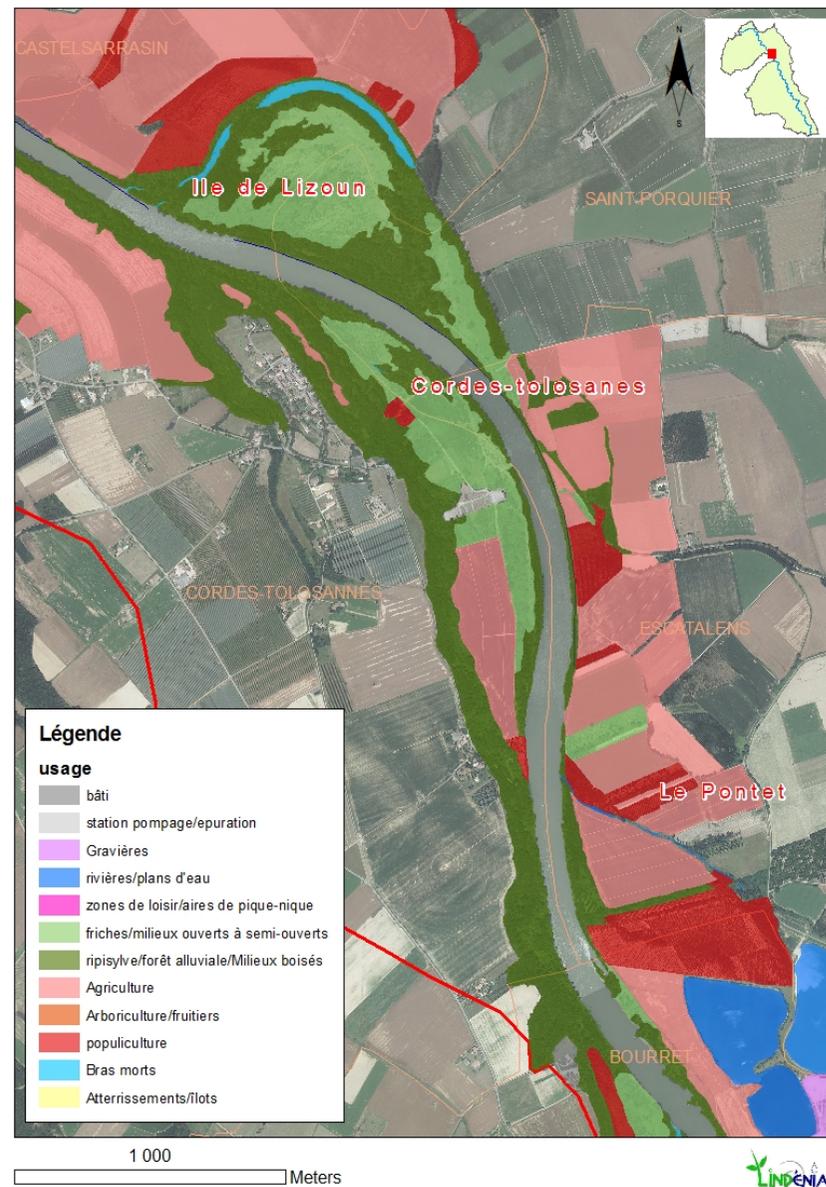
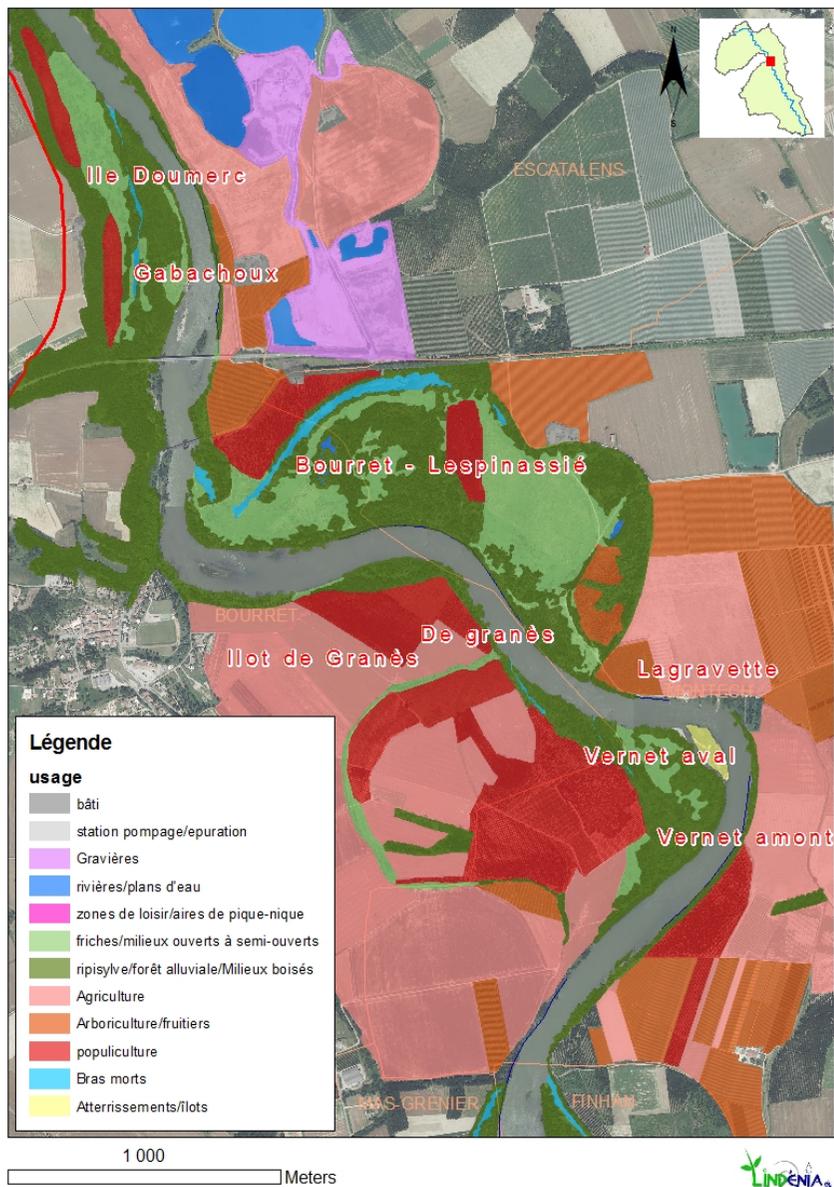
Figure 106 : Environnement actuel des bras morts de la Garonne

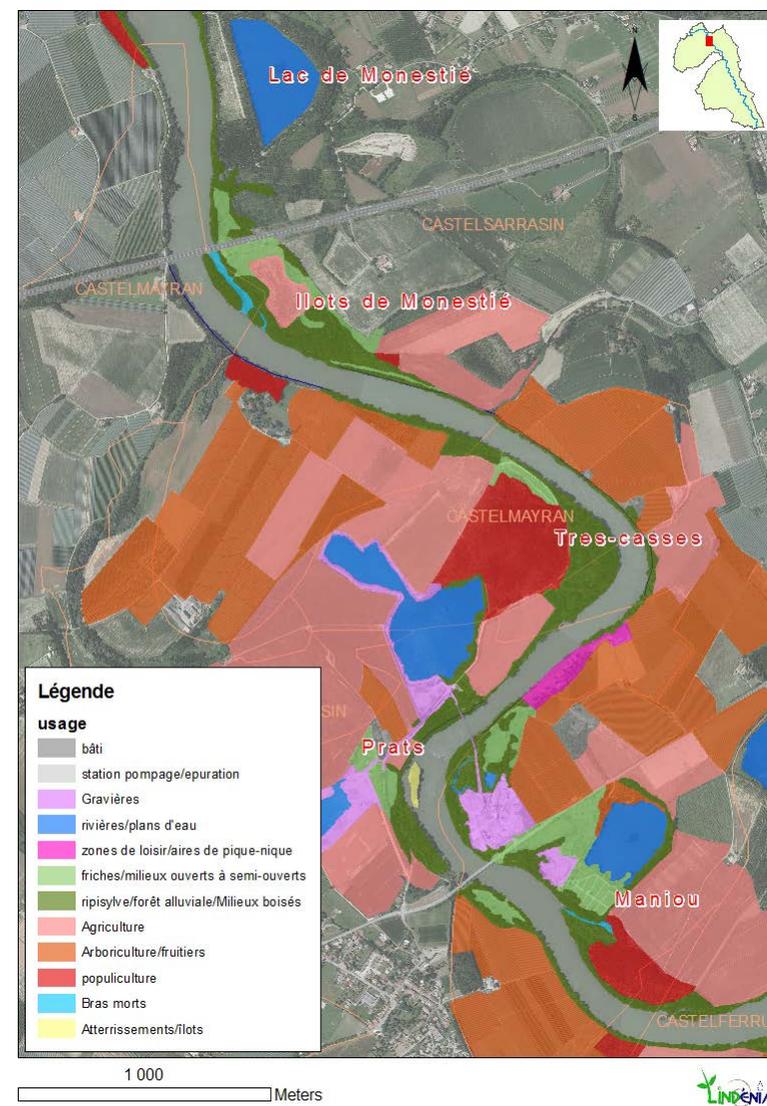
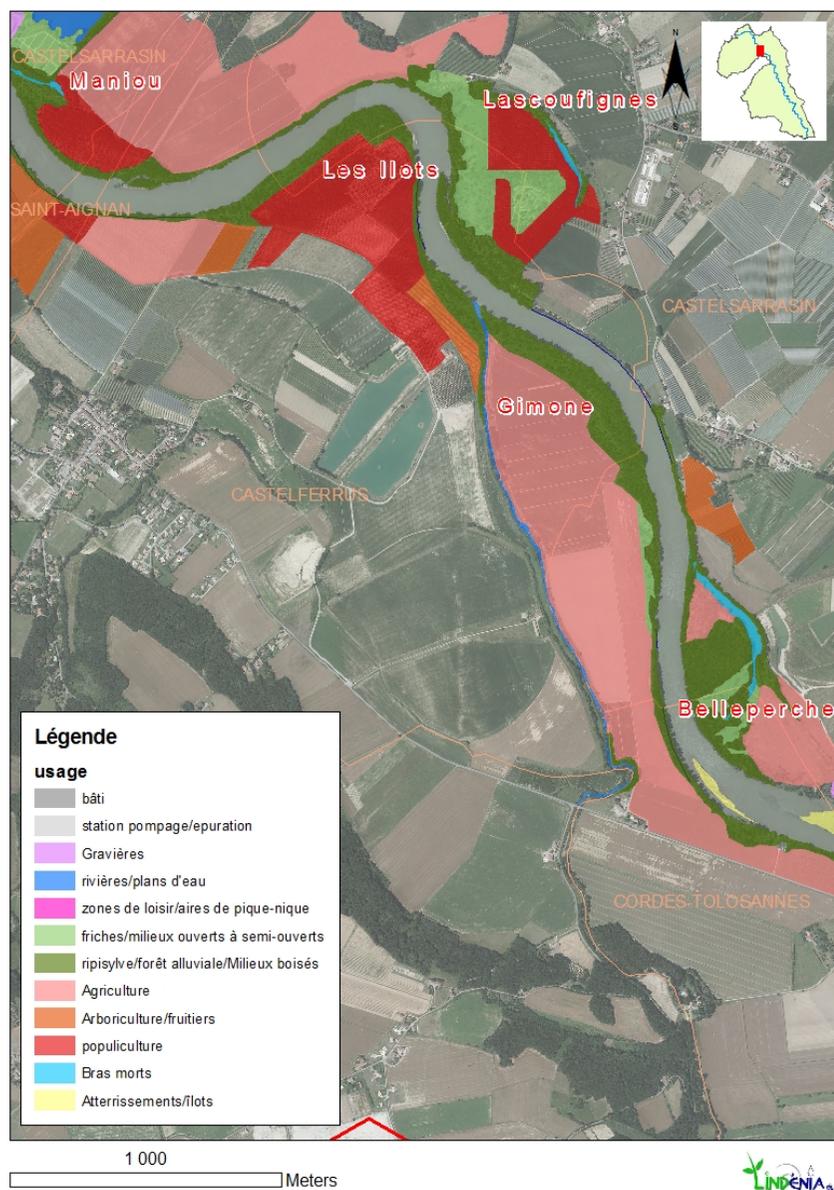












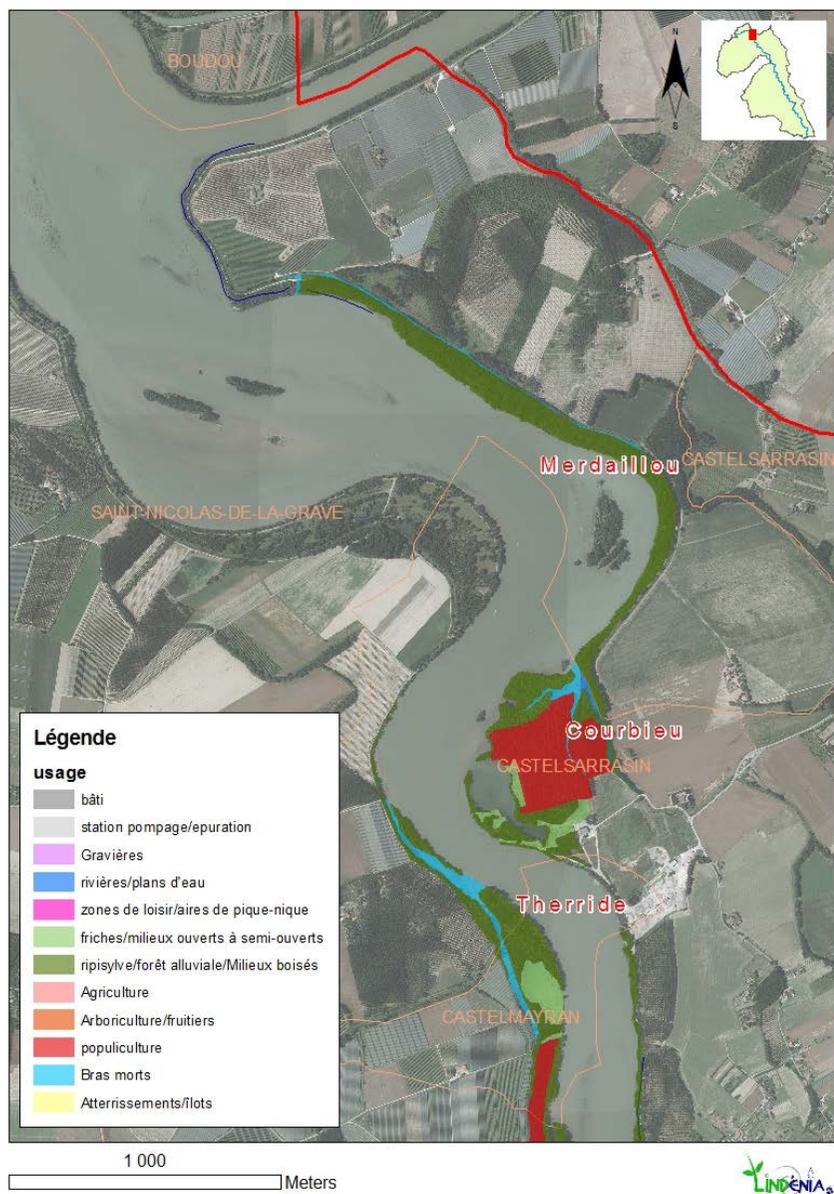
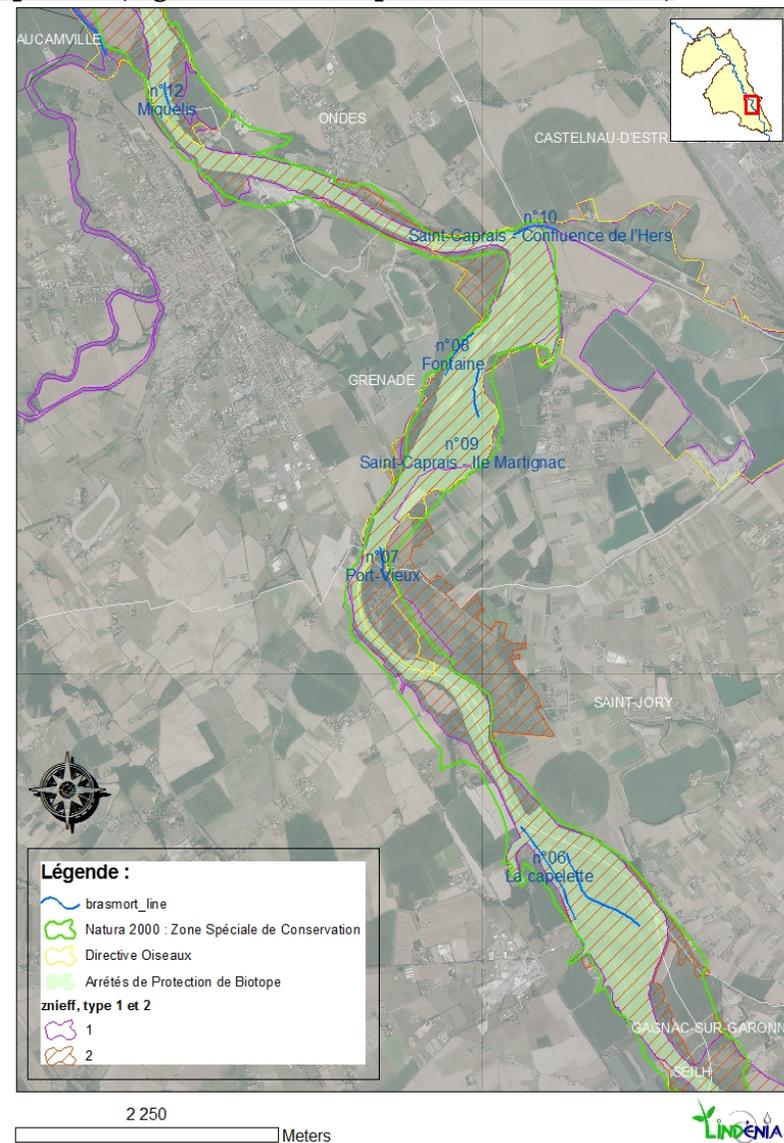
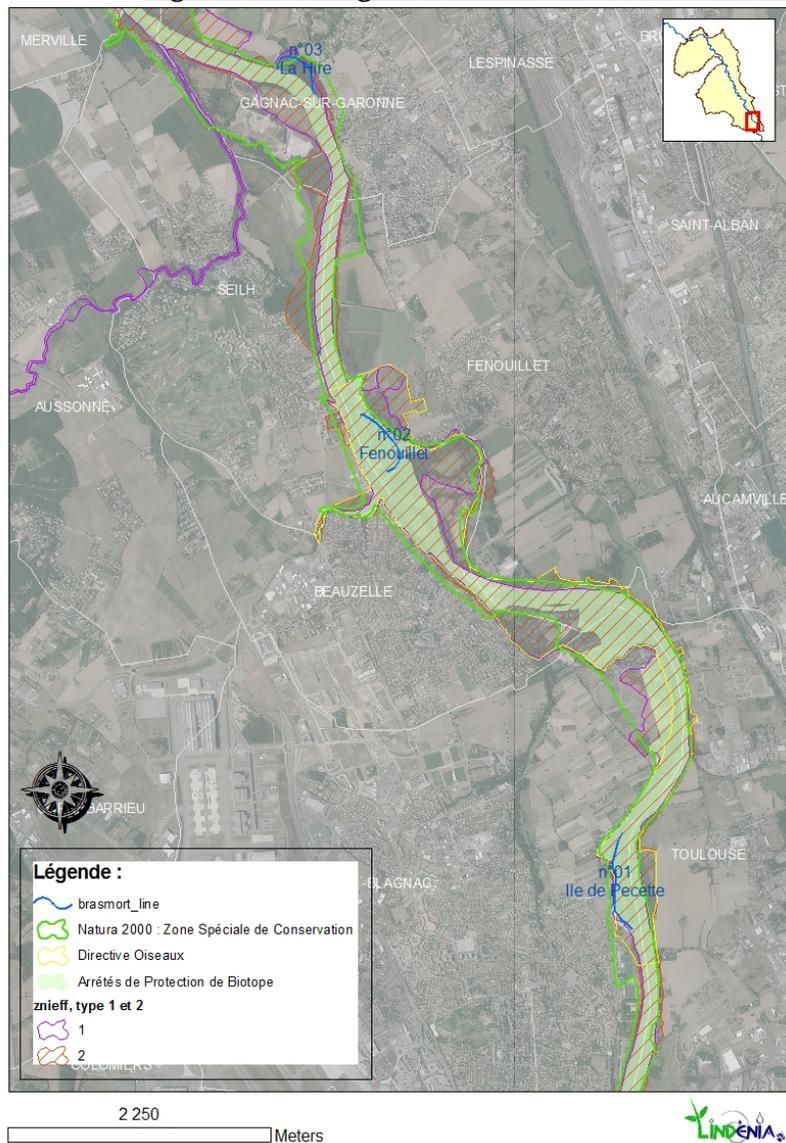
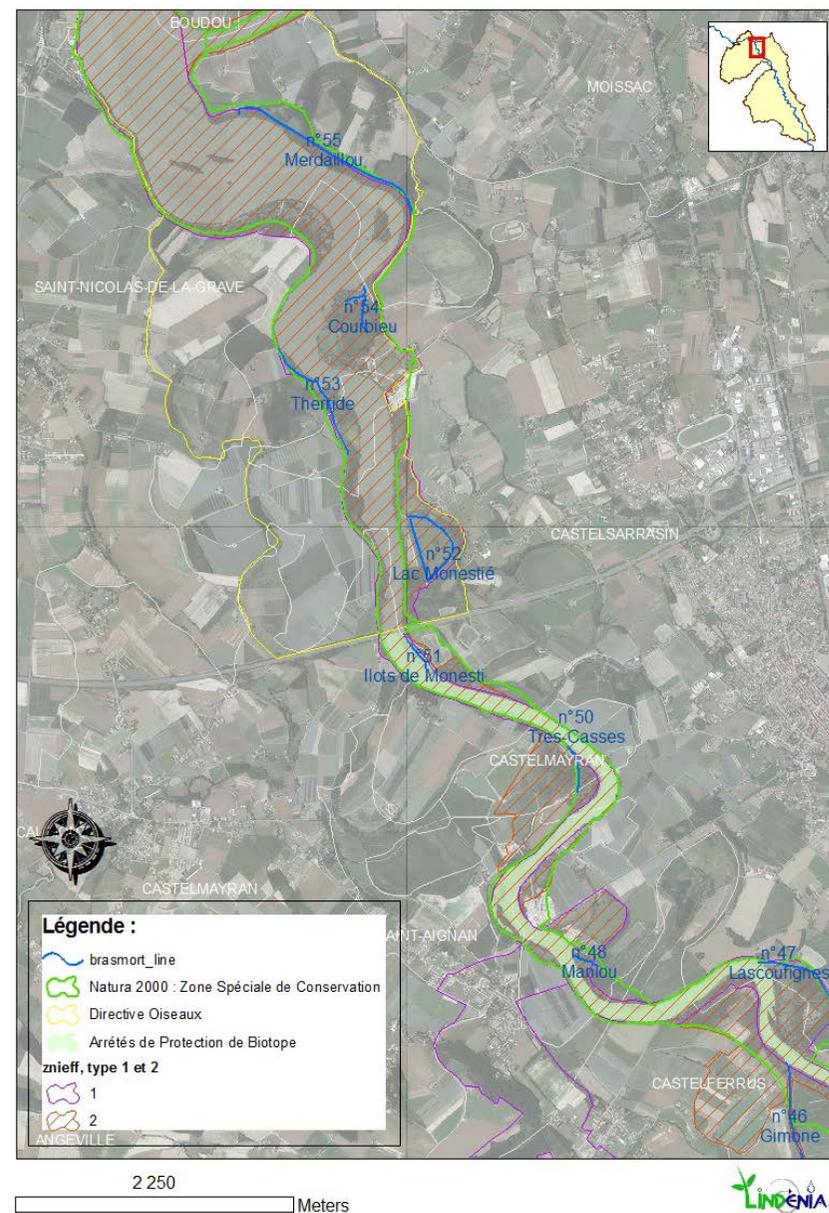
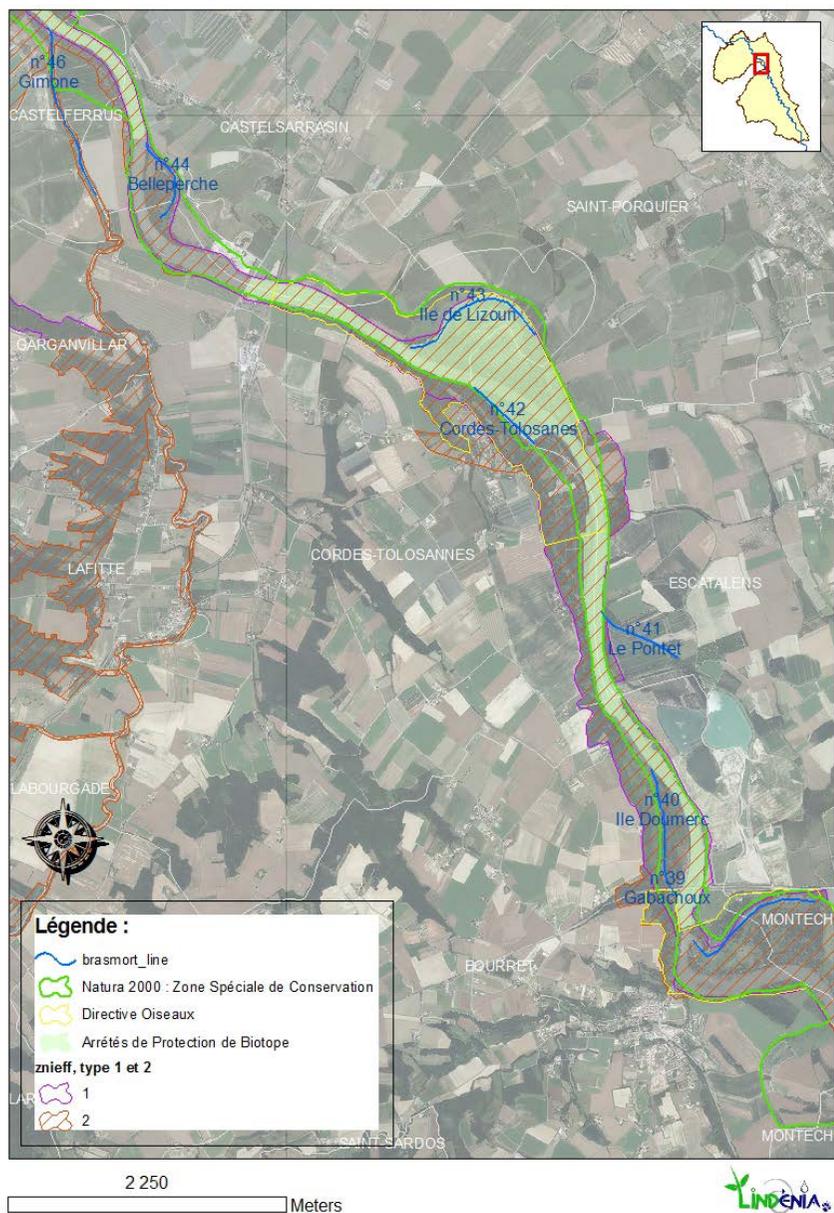


Figure 107 : Intégration des bras morts dans les zones remarquables (réglementaires ou porter-à-connaissance)





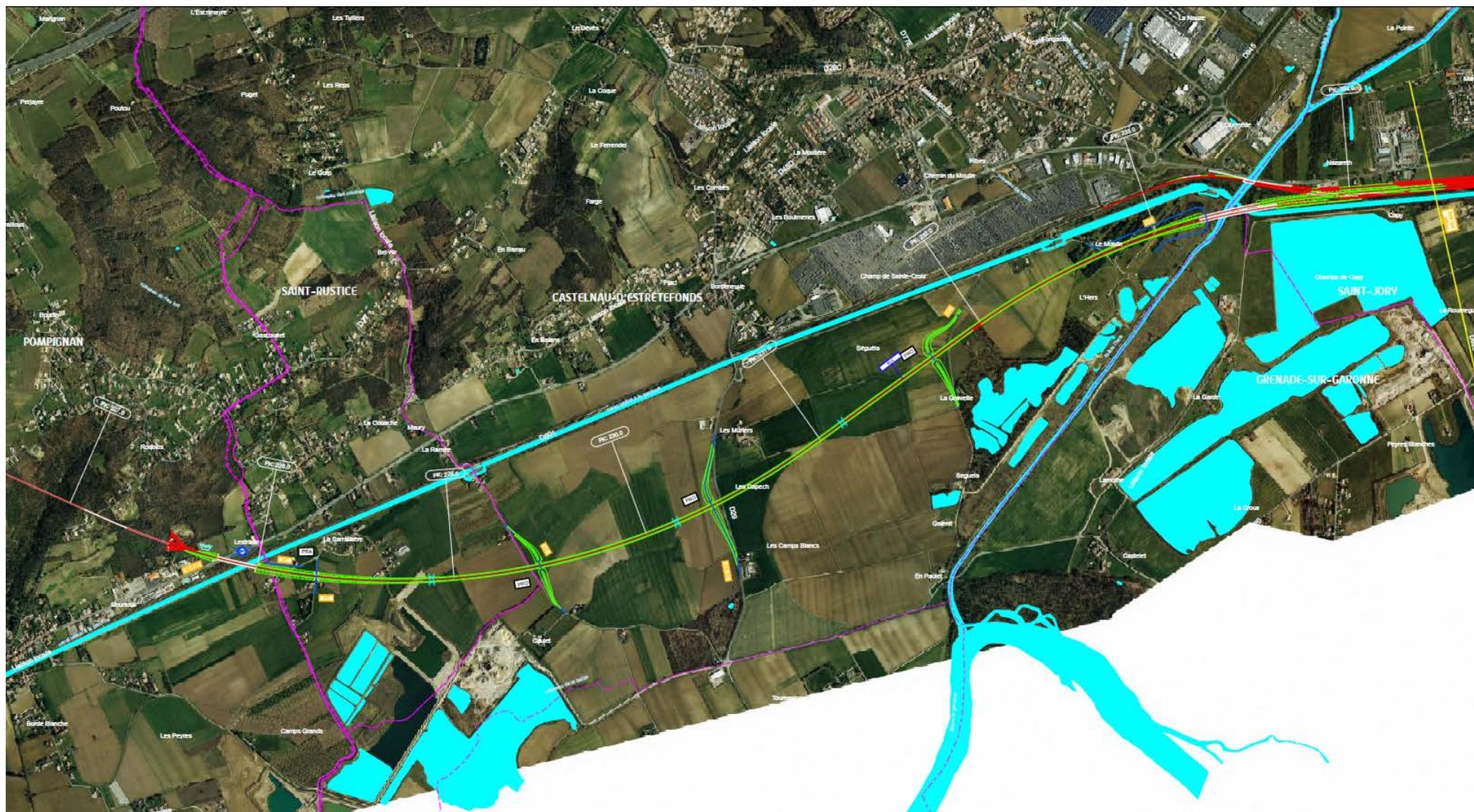
Annexes du diagnostic technique

**ANNEXE 1 : TRACE DE LA FUTURE LGV PROPOSEE PAR
LE COPIL LE 26 OCTOBRE 2012 (SOURCE : GPSO)**

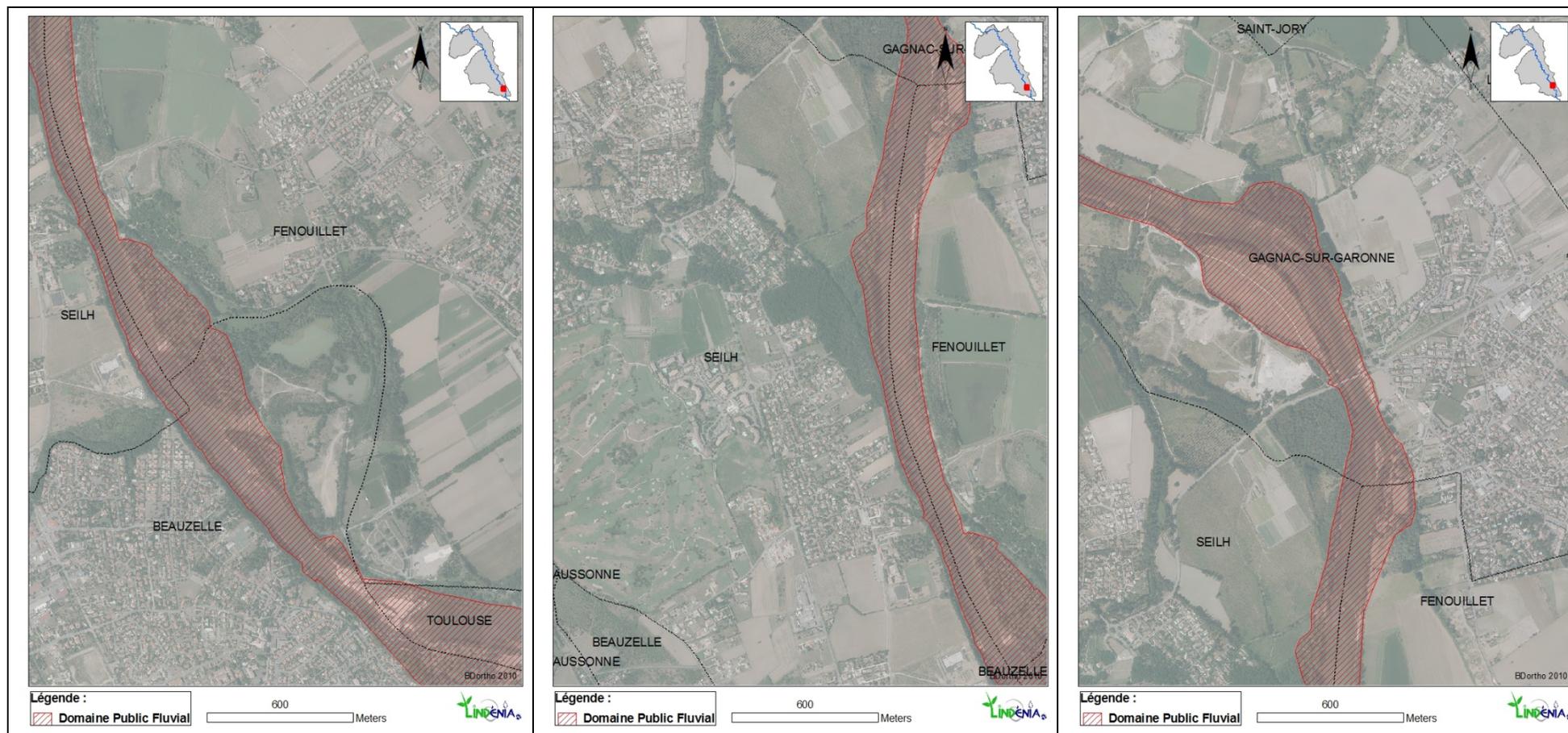
Secteur de Cordes-Tolosannes



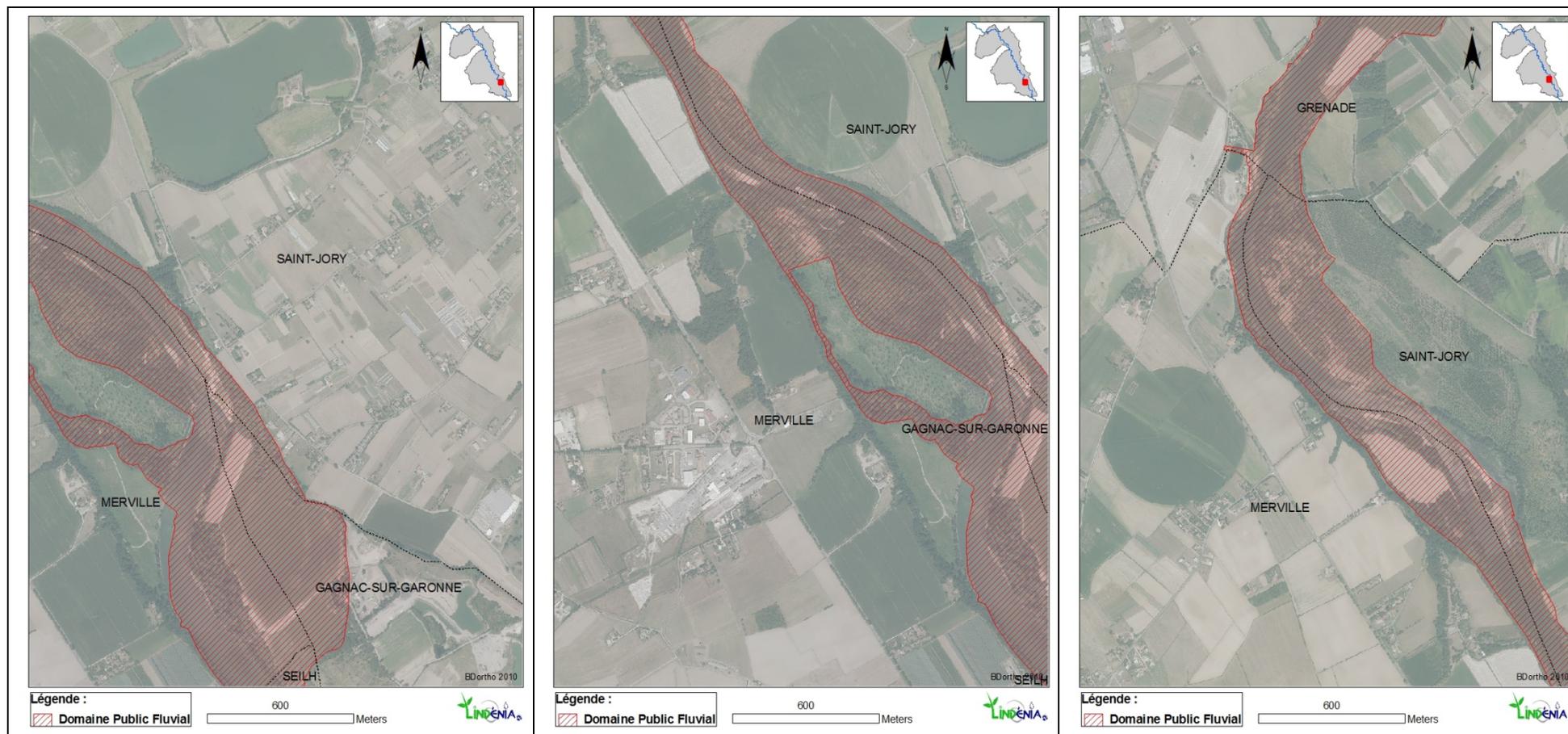
Secteur de Castelnau-d'Estrétefonds



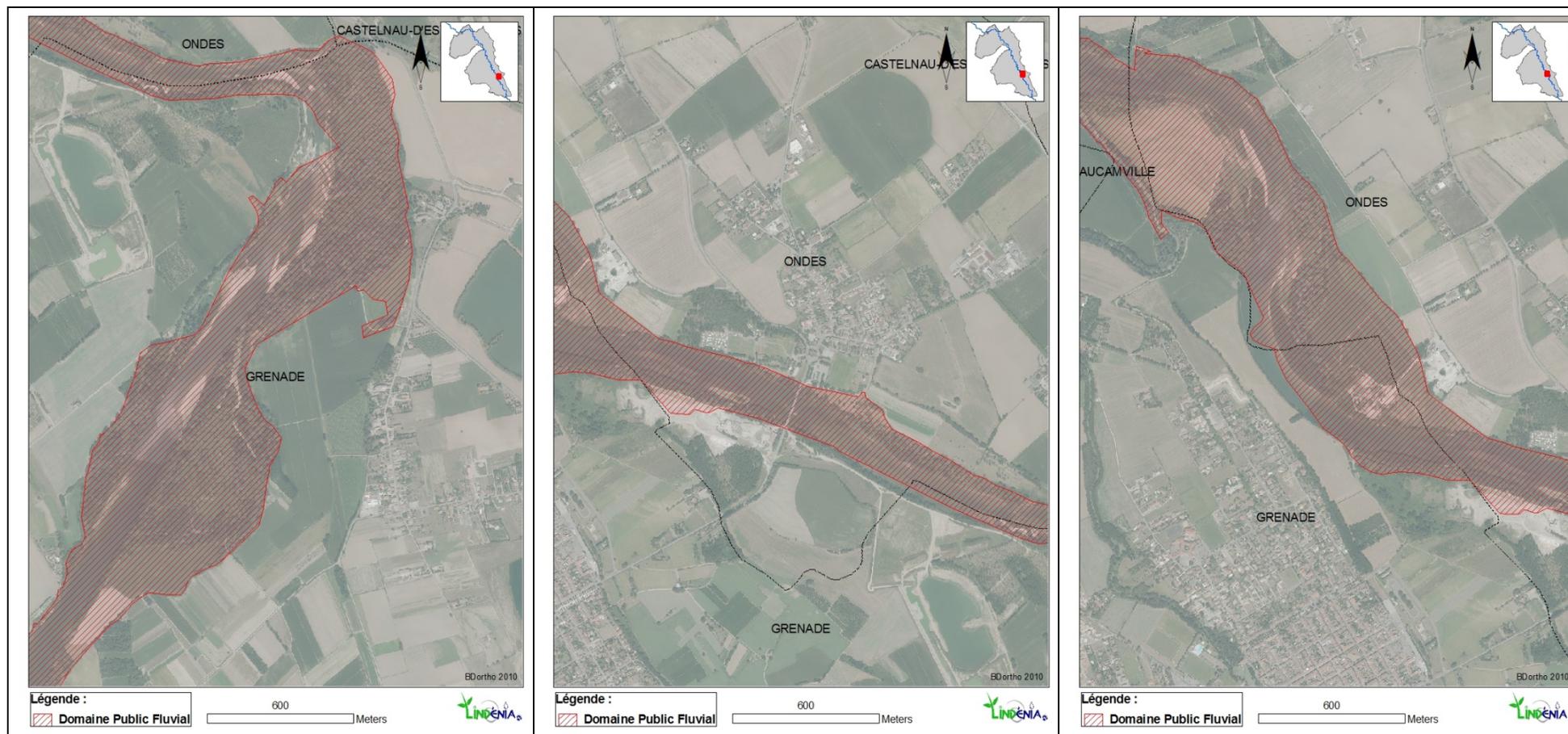
**ANNEXE 2 : TRACE DE LA LIMITE DU DPF PRES
DES ZONES URBAINES LE LONG DE LA GARONNE
(TRACE INDICATIF, NON VALIDE ET NON OFFICIEL
EN HAUTE-GARONNE)**



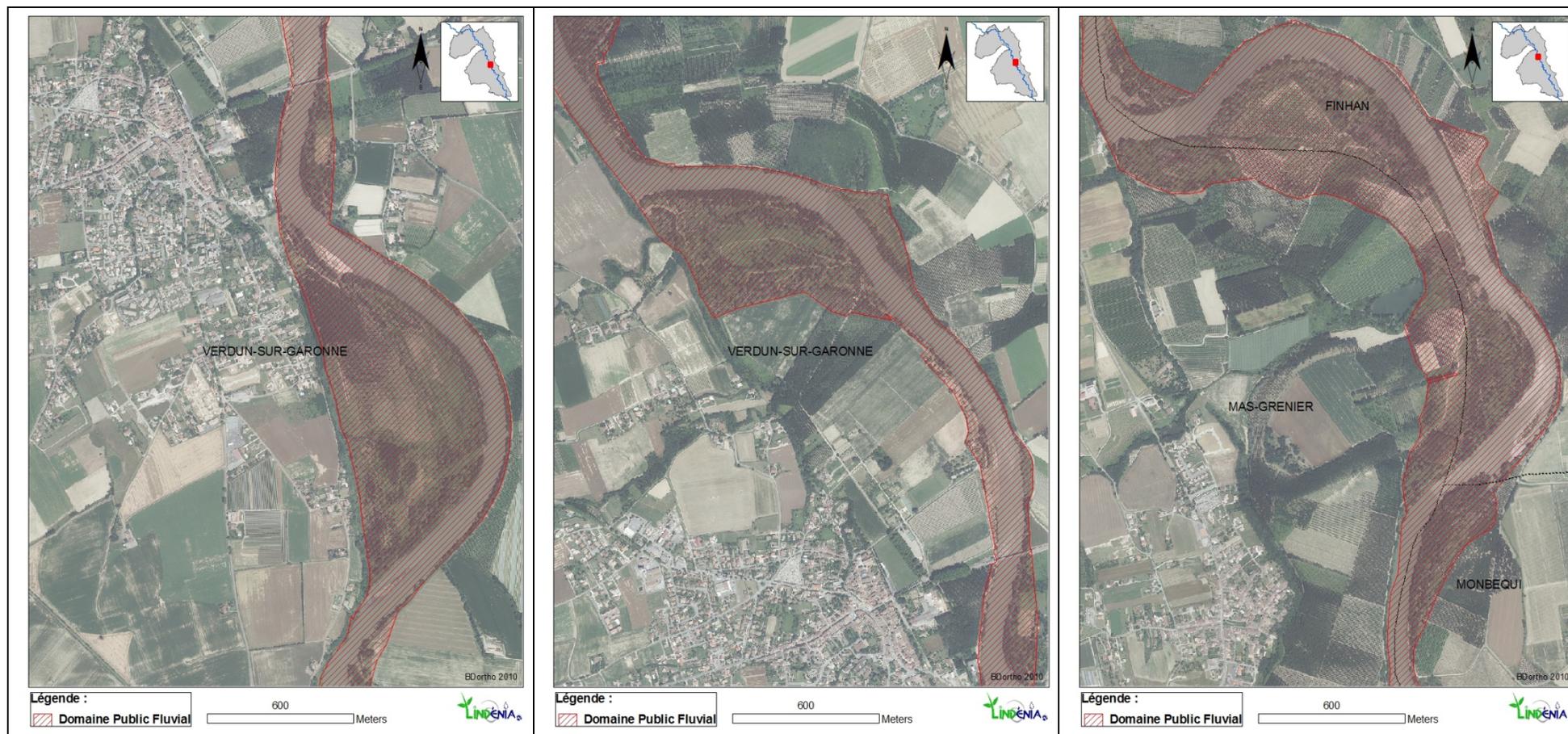
Tracé indicatif non officiel en Haute-Garonne

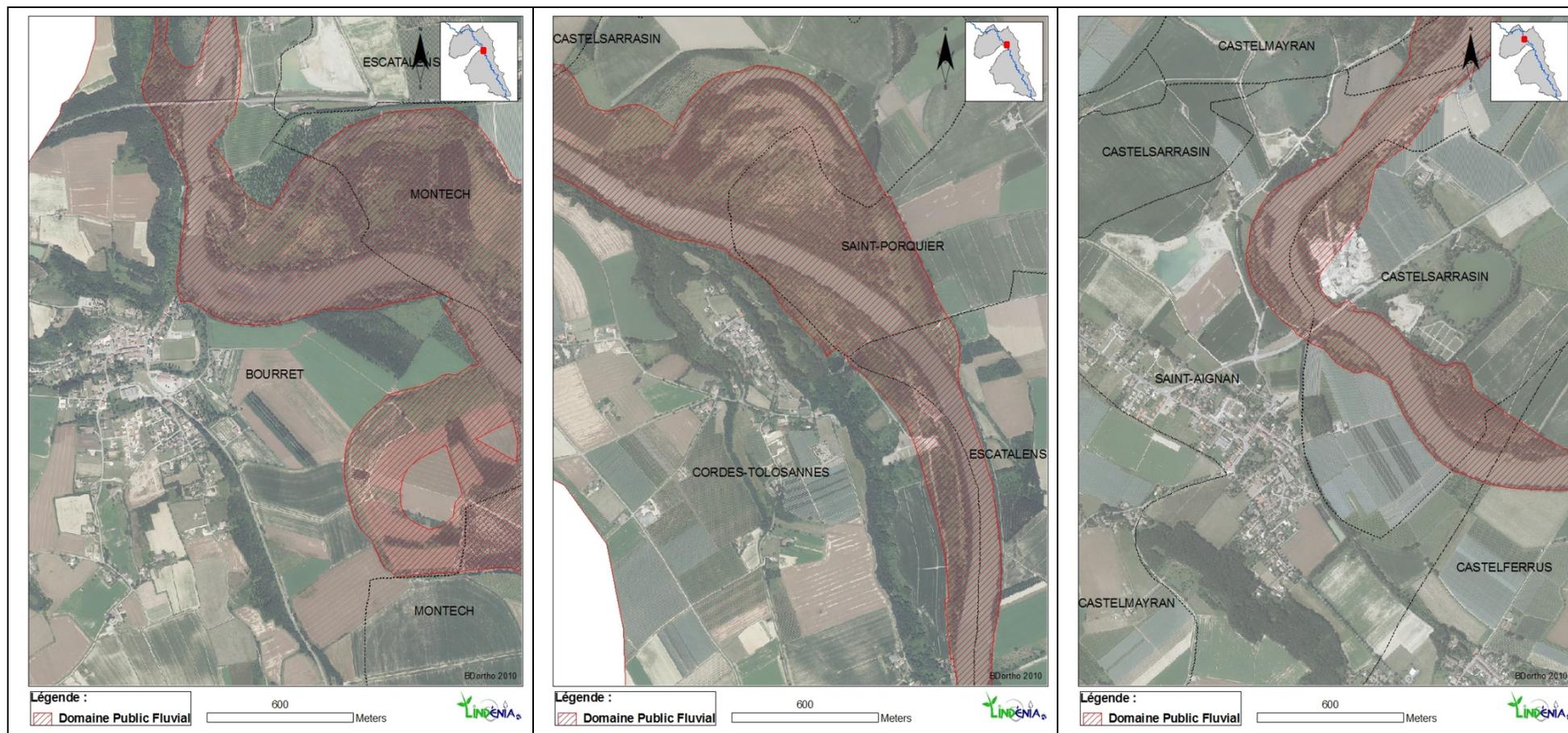


Tracé indicatif non officiel en Haute-Garonne



Tracé indicatif non officiel en Haute-Garonne

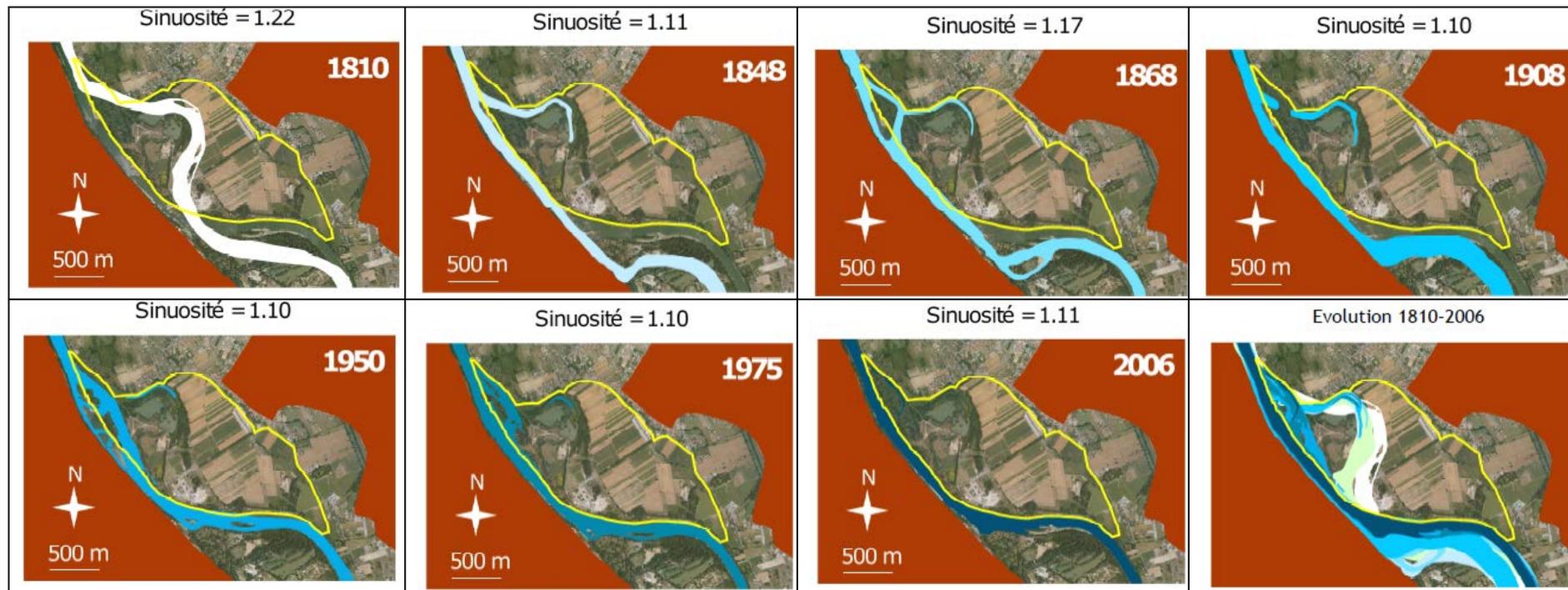




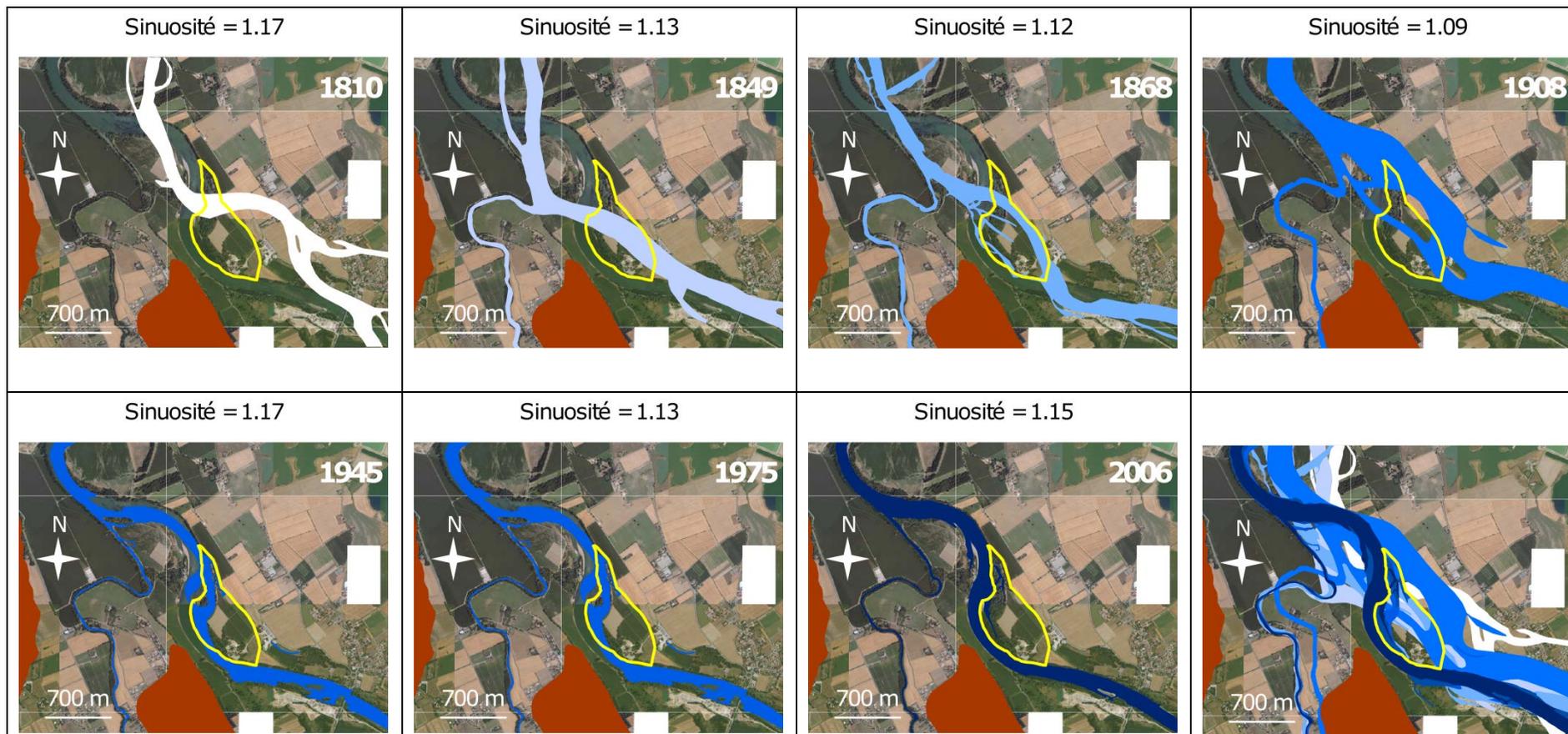
**ANNEXE 3 : TRACE HISTORIQUE DU LIT DE LA
GARONNE SUR SIX SITES DU TERRITOIRE TFE
(ECOLAB POUR LE PROJET SUD'EAU, 2011)**

Remarque : la zone marron sur les cartes suivantes montre la terrasse alluviale

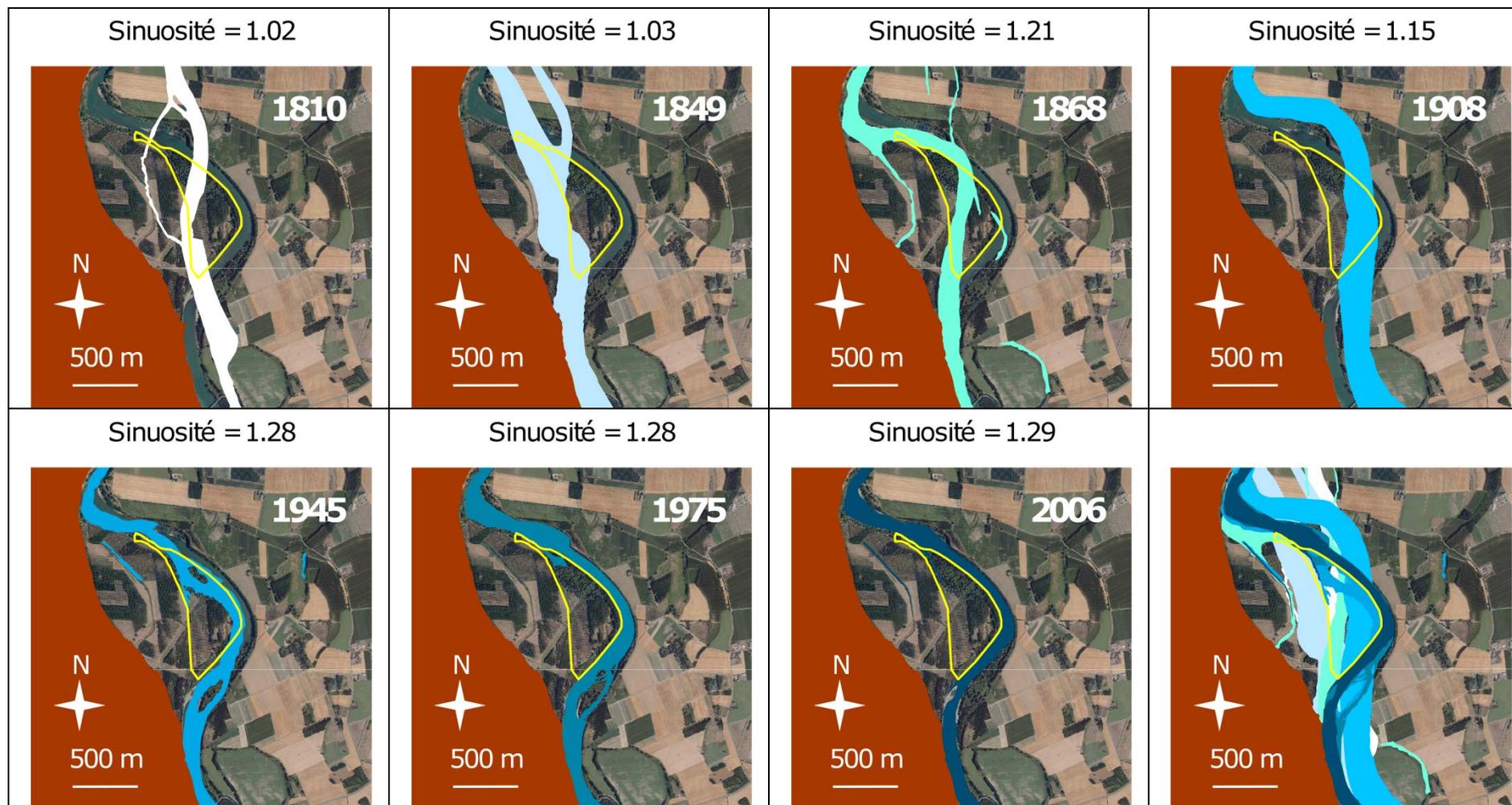
Site de Fenouillet (secteur de Millères Vieilles)



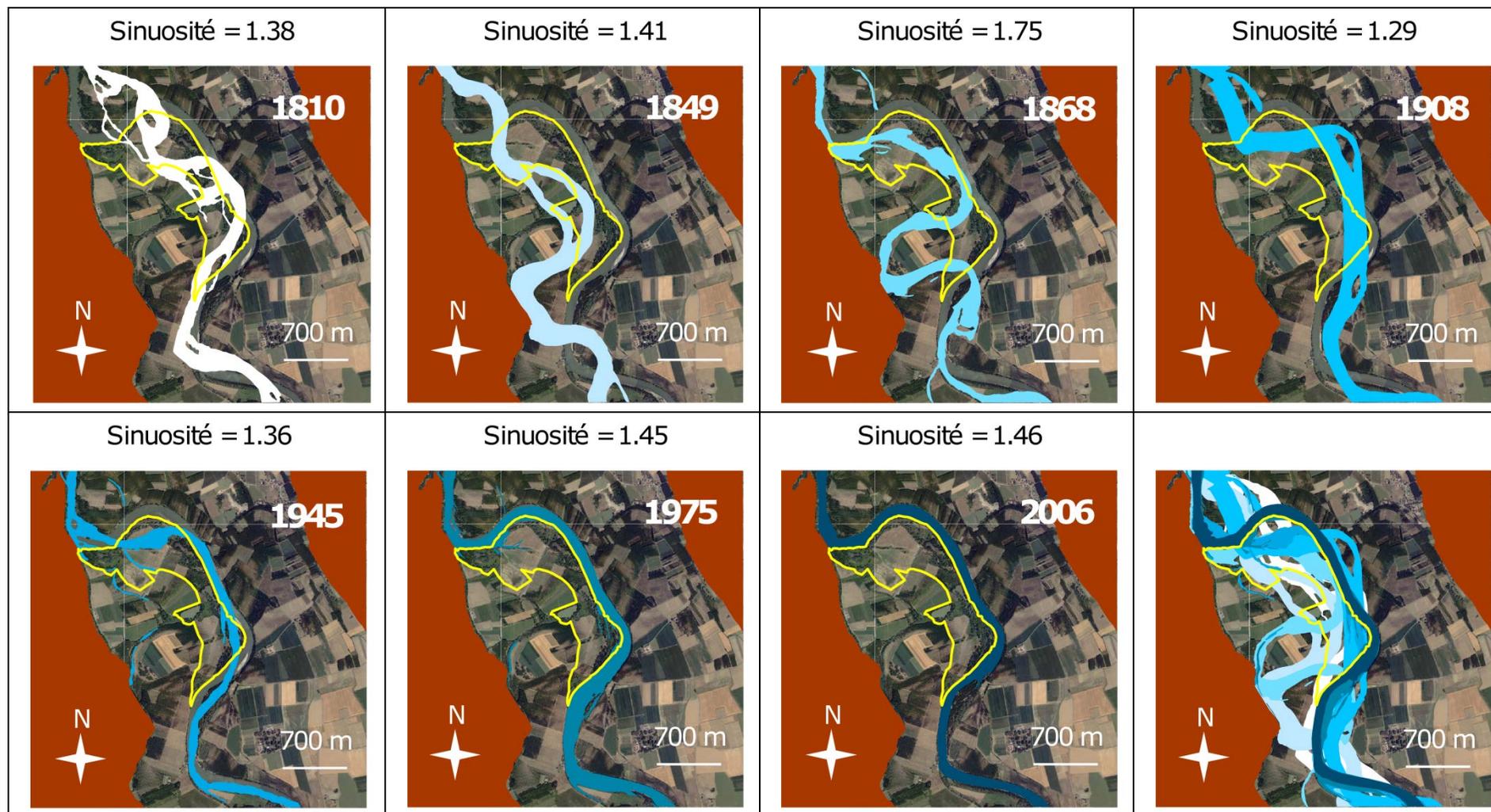
Site d'Ondes (secteur de Miquélis)



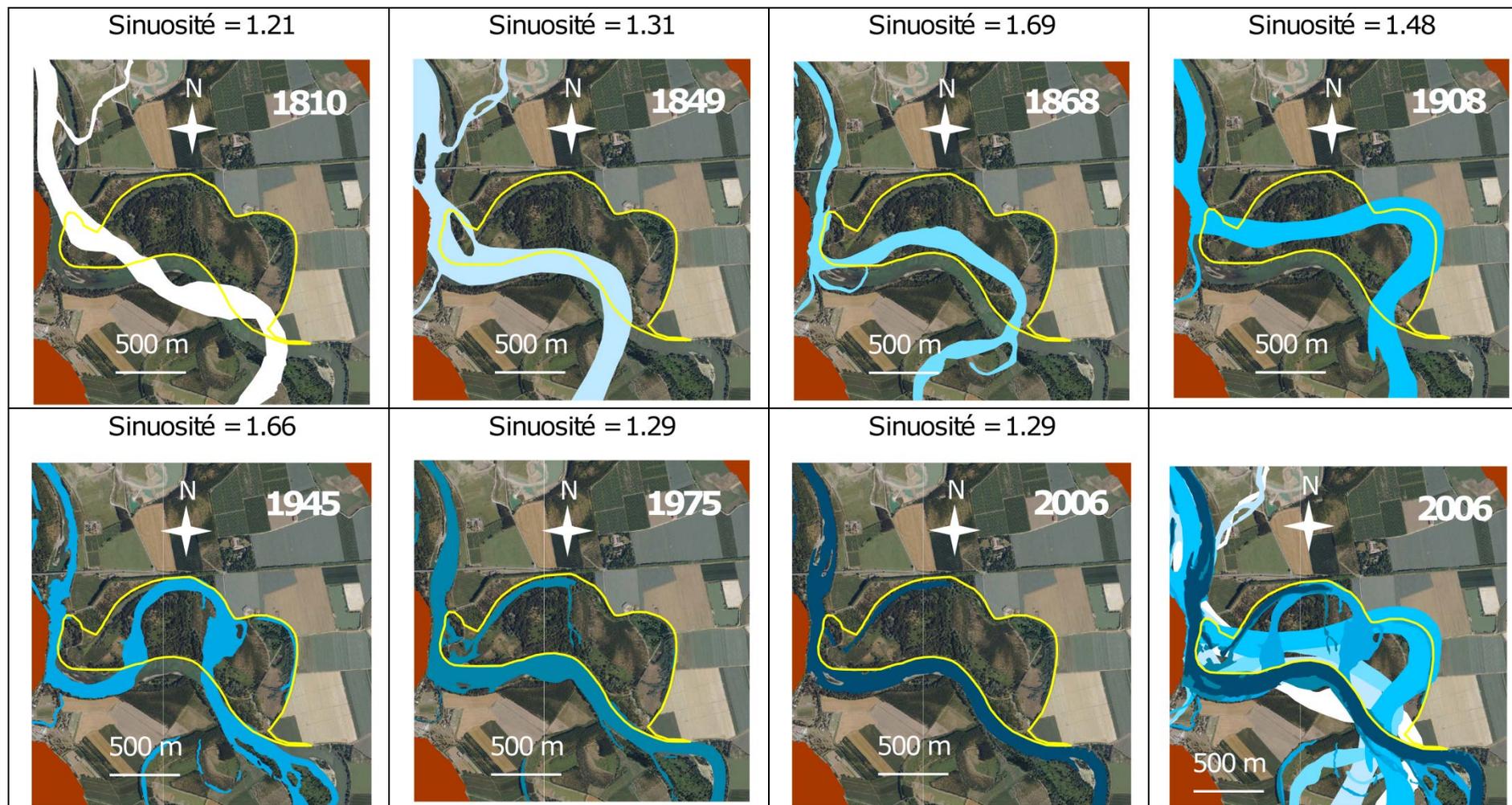
Site de Verdun-sur-Garonne (secteur de Saint-Pierre)



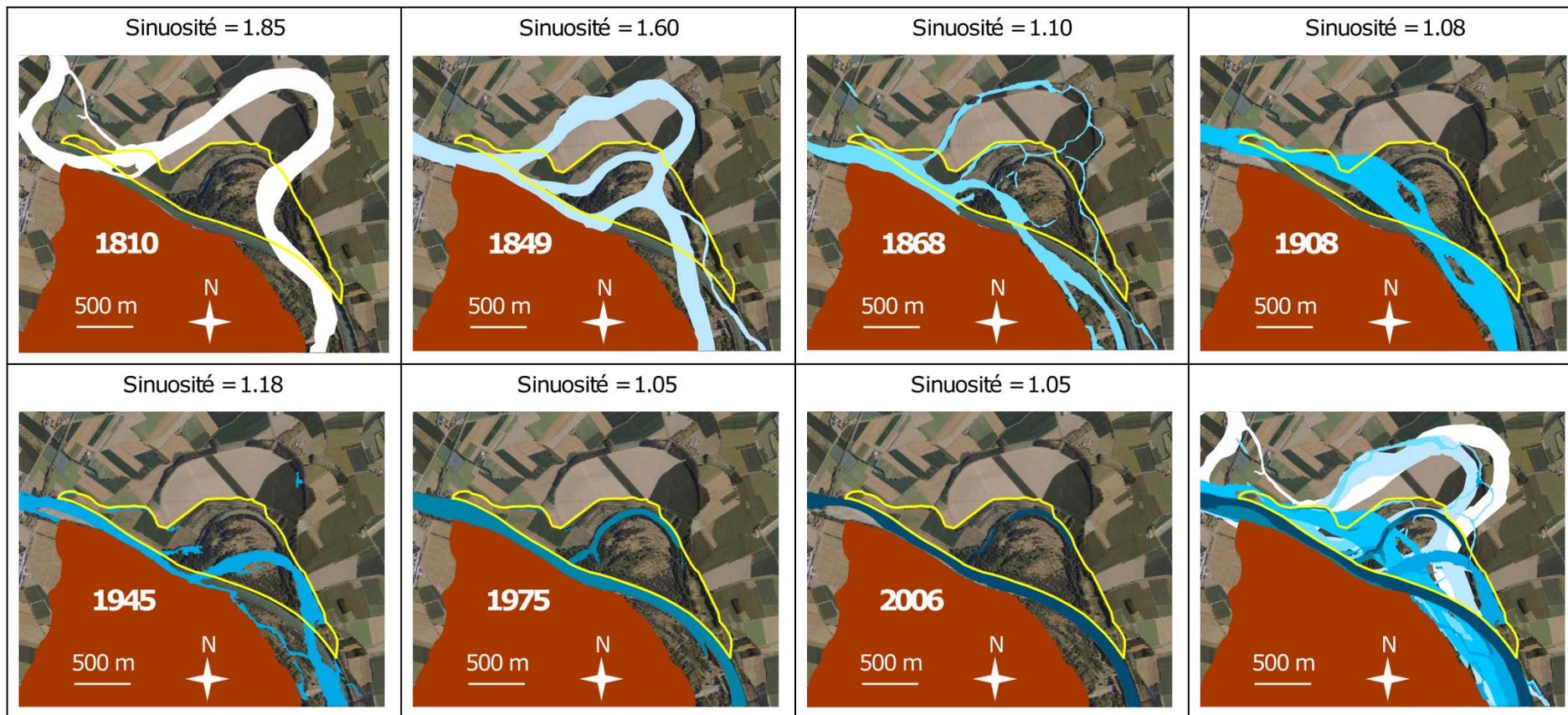
Site de Mas-Grenier (secteur de Sabatous)



Site de Bourret (secteur de l'Espinassié)



Site de Cordes-Tolosannes (île Lizoun)



**ANNEXE 4 : METHODE D'ANALYSE D'EVOLUTION
MORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU**

Méthode d'analyse d'évolution morphologique des cours d'eau

A - Origine de la méthode et conditions d'application

La méthode mise en œuvre pour l'analyse de dynamique fluviale correspond à une combinaison d'approche théorique et semi-qualitative issue des travaux de géomorphologue. Cette approche a fait l'objet d'une formalisation par J.R. Malavoi et J.P. Bravard, présentée dans le document intitulé « *Eléments d'hydromorphologie fluviale* » (2010) de la collection « Comprendre pour Agir » éditée et diffusée par l'ONEMA.

Parmi les éléments d'analyse et de caractérisation des évolutions à cours ou probable d'un cours d'eau de plaine, les éléments utilisés et leur mode d'application sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Il convient toutefois de noter un point majeur relatif à l'application de cette démarche d'analyse : les analyses fondées sur des gammes de valeurs de paramètres hydrauliques et morphologiques telles que précisées dans le guide diffusé par l'ONEMA supposent un fonctionnement naturel des cours d'eau et de leurs vallées. Elles permettent en particulier de décrire les évolutions en cours et la dynamique morphologique des berges et des méandres à l'intérieur de l'espace de mobilité. Or, dans le cas de la Garonne Débordante (entre Toulouse et le plan d'eau de Saint-Nicolas-de-La-Grave), le lit a subi une évolution majeure d'origine anthropique qui a modifié radicalement et rapidement (en quelques décennies) le fonctionnement morphodynamique et limite toute évolution selon un processus classique naturel au moins à moyen terme.

L'action anthropique majeure ayant affecté la Garonne possède en fait trois origines :

- Les opérations d'extraction de matériaux en lit mineur de la Garonne sur ce secteur ont induit un enfoncement considérable du lit par un phénomène d'érosion régressive à partir des fosses d'extraction : sur la zone d'étude, cet enfoncement est de l'ordre de 2 mètres (voire plus).
- Du fait de cet enfoncement du lit, les crues morphogènes (comme celle de 1977) ont accéléré les phénomènes d'érosion des berges fortement fragilisés par le sapement de pied induit par la « descente » du lit : des opérations de confortement par carapaces d'enrochements ont été mises en œuvre sur de longs linéaires tant en rive droite qu'en rive gauche.
- Les usines hydroélectriques au fil de l'eau qui barrent le lit moyen de la Garonne en amont de Toulouse, mais aussi de l'Ariège presque jusqu'à la confluence (avec deux barrages majeurs en amont et en aval immédiat de Foix) créent un effet d'atterrissement et d'accumulation des galets naturellement chargés par ces deux cours d'eau. Outre l'engravement des plans d'eau, ce fonctionnement supprime le transport solide en aval de l'agglomération toulousaine.

Le bilan sédimentaire est donc extrêmement et durablement déficitaire sur la Garonne Débordante : le déficit actuel de matériaux grossier dans le lit de la Garonne entre Toulouse et Bordeaux est évalué à 25 Mm³ et la recharge par l'amont est bloquée. Les possibilités de recharge par

érosion des berges restent aujourd'hui très fortement limitées par les protections en enrochement et plus généralement par la faible capacité d'érosion et de charriage du fleuve.

En conclusion à ce préambule, on retiendra donc que la méthode préconisée par l'ONEMA, par ailleurs très performante pour nombre de cours d'eau, s'applique relativement mal au cas de la Garonne Débordante sans expertise complémentaire au cas par cas, en ce sens que son fonctionnement est très loin d'une dynamique naturelle.

Elle a néanmoins été appliquée, avec quelques adaptations, et complétée par des analyses empiriques fondées sur des investigations de terrains et une analyse à dire d'expert.

B - Méthode d'interprétation hydromorphologique

Pour les détails de la méthode dans son ensemble, le lecteur est renvoyé à l'ouvrage de référence (« *Eléments d'hydromorphologie fluviale* ») diffusé par l'ONEMA. Les points clés d'identification des paramètres descriptifs de l'évolution hydromorphologique sont présentés de manière synthétique ci-après.

1) Principes de la démarche

La démarche d'analyse hydromorphologique consiste à déterminer les valeurs d'un ensemble de paramètres, ainsi que l'évolution spatiale et temporelle de ces valeurs, puis à interpréter ces valeurs en termes d'évolution en cours ou probable du lit mineur et du lit moyen à l'intérieur de son espace de mobilité.

La pertinence des paramètres étudiés comme les gammes de valeurs de ces paramètres associées à diverses familles d'évolution du lit (chenalisation, translation, migration ou recoupement de méandres...) ont été établies à partir de travaux de recherche menés au plan mondial, particulièrement sur la base d'observations en laboratoire et sur le terrain.

On retiendra que les deux variables majeures de contrôle du fonctionnement hydromorphologique d'un cours d'eau sont d'une part le **débit liquide**, avec des crues qui sont naturellement morphogènes pour des périodes de retour statistique variant de 2 à 5 ans, voire 10 à 20 ans sur un cours d'eau partiellement anthropisé (ce qui est toutefois le plus fréquent en France), d'autre part le **débit solide**, particulièrement la fraction la plus grossière transportée par charriage (la part la plus fine étant transportée par suspension). Dans un cours d'eau ayant un fonctionnement naturel, l'origine de ces deux débits est surtout exogène au cours d'eau, c'est-à-dire provenant du bassin versant ; le débit solide a aussi en général pour origine des apports internes, à partir de l'érosion des berges, de macro-formes alluviales voire du lit majeur, l'origine des matériaux étant souvent très ancienne, à savoir glaciaire ou sédimentaire...

On comprend donc que la réduction forte du stock de matériaux grossiers dans le lit du fleuve (par les extractions en lit mineur depuis les années 1950), le blocage du transport solide en amont de Toulouse (par les ouvrages de retenue) et la capacité d'érosion des berges fortement réduite du cours d'eau en crue courante (par enfoncement du lit et minéralisation des berges) induit un déficit majeur en débit solide et donc interdit toute évolution naturelle à grande échelle de la Garonne.

Par ailleurs, dans le document « *Eléments d'hydromorphologie fluviale* », les auteurs précisent qu'« *un tracé rectiligne est presque toujours indicateur d'une intervention anthropique (...) généralement synonyme d'altérations hydromorphologiques et écologiques* ».

Malgré ces réserves, la méthode d'interprétation hydromorphologique a été appliquée ici pour juger des évolutions naturelles de la Garonne dépendamment des actions anthropiques de ces dernières décennies mais aussi pour identifier les potentialités locales d'évolution des cinq sites pilotes. Il s'agit en particulier de préciser les potentialités d'érosion des berges et d'évolution écologique des sites.

2) Paramètres de l'évolution morphologique d'un cours d'eau

a. Variables primaires

Le fonctionnement hydro-géomorphologique et la dynamique d'évolution géomorphologique sont essentiellement contrôlées par deux variables primaires : **le débit liquide et le débit solide**.

En pratique, c'est à partir des valeurs et des évolutions de ces deux variables primaires que tout cours d'eau naturel ajuste sa morphologie pour se rapprocher d'un état d'équilibre (nécessairement instable).

On peut noter que le débit liquide comme le débit solide connaissent des variations notables à différentes échelles de temps :

- A l'échelle de la saison, voire de la semaine ou même de la journée, les variations rapides de débits lors de crue pouvant apparaître tout au long du cycle hydrologique annuel peuvent engendrer des perturbations suffisantes pour modifier de manière visible la morphologie fluviale (déplacement de bancs ou d'atterrissements, érosion des berges, voire coupure de méandres...). En général, ces variations rapides et relativement répétitives de débit solide s'accompagnent de variations du débit solide, du fait de la puissance du cours d'eau. Ces évolutions s'inscrivent toutefois dans une certaine continuité et apparaissent comme des manifestations chroniques d'une évolution générale tendancielle à plus grande échelle de temps.
- C'est à l'échelle de quelques décennies que peut se manifester effectivement une tendance globale d'évolution morphologique d'une rivière et de sa vallée. Cette évolution est plus ou moins rapide, susceptible de connaître des périodes d'activité faible ou intense au gré des crues, et s'observe au travers de facteurs indicateurs de tendances marquées, comme par exemple la réduction globale de la pente du cours d'eau ou encore des phénomènes de migration des méandres.

- A l'échelle de temps géologique, les évolutions sensibles du climat induisent des variations morphologiques nettes des vallées, du fait de l'action de glaciers par exemple (responsables de fortes érosions des versants mais aussi de leur potentiel morphogène). On observe par ailleurs que les longueurs d'onde des méandres actuels des vallées géologiques sont 10 fois supérieures à celles des méandres actuels : ce point confirme l'existence par le passé de débits beaucoup plus forts qu'aujourd'hui, sous un climat très nettement plus humide.

La première échelle de temps est celle qui est généralement prise en compte pour des interventions « dans l'urgence » (enrochement au niveau d'encoches d'érosion près une crue...), et que l'on considérerait pour des opérations de prévention d'érosion de berges dans les années 1970 à 2000, également par minéralisation des berges pour les fixer à un niveau déterminé par les usages des sols. Or, ces interventions ont souvent visé à bloquer et non à accompagner les évolutions naturelles du lit des cours d'eau, en agissant plus sur les « symptômes » plutôt que sur les évolutions elles-mêmes tendent alors à se manifester différemment : soit sur un secteur en aval du site « traité », soit par des effets sur le lit mineur plutôt que sur les berges. On a observé souvent à la suite de telles interventions des effets d'accélération locale aggravant l'effet d'incision et de sapement des pieds de berge, avec parfois pour conséquence un effondrement des carapaces minérales des berges...

C'est la deuxième échelle de temps, celle à laquelle s'expriment nettement les tendances de dynamique morphologique des cours d'eau qui doit être considérée pour accompagner au mieux l'évolution du lit des rivières et permettre une adaptation des usages.

b. Variables secondaires

On distingue classiquement trois familles de variables secondaires :

- **La puissance du cours d'eau** $W = \gamma \times Q \times J$ où γ représente le poids volumique de l'eau (9810 N/m³), Q le débit liquide (en m³/s) et J la pente d'énergie (en m/m). On utilise souvent aussi la puissance spécifique $\omega = W / L$ où L désigne la largeur du lit du cours d'eau ;
- **L'érodabilité des berges**, qui dépend essentiellement de la nature des matériaux constitutifs, particulièrement de leur taux en argiles et limons qui induit le degré de cohésion de ces matériaux (au sens de la mécanique des sols). Cette érodabilité est faible sur du rocher, forte sur du sable, mais elle dépend aussi de la forme et des pentes des berges ;
- **Les apports solides**, en termes d'importance (ou de flux) et de nature, particulièrement au travers de la granulométrie. On distingue les apports extérieurs à la rivière (provenant de l'érosion des sols sur le bassin versant ou des apports par des affluents) des apports internes qui proviennent directement des effets de l'érosion des berges et du fond.

Alors que le débit et le transport solide déterminent les tendances fortes et à grande échelle (tendances à l'érosion, à l'enfoncement, à la chenalisation...), ce sont bien ces variables secondaires qui induisent les caractéristiques géomorphologiques du cours d'eau, c'est-à-dire la géométrie du lit et des berges, le style fluvial (par exemple système à méandres, lit en tresses...), la nature et la granulométrie des substrats érodés et transportés, l'intensité des processus d'érosion... En outre, ils induisent aussi les caractéristiques écologiques globales par la nature ou la typologie des habitats naturels. Enfin, ils induisent également les capacités et vitesses d'ajustement géomorphologiques d'un cours d'eau à la

suite d'actions anthropiques, notamment des travaux de chenalisation artificielle ou l'inverse d'initiation d'une restauration géomorphologique et écologique des berges.

Ainsi, d'après Wasson (1998), si la puissance spécifique d'un cours d'eau est inférieure à 25 W/m^2 , la dynamique naturelle ne permet pas un retour à la morphologie primitive après une perturbation anthropique ; à l'opposé, une puissance spécifique de plus de 35 W/m^2 permet à un cours d'eau chenalisé de réajuster ses formes et de retrouver progressivement une géométrie plus naturelle. Ces valeurs restent toutefois critiquables et uniquement indicatives, dans la mesure où elles ne tiennent pas compte de deux autres variables secondaires.

3) Variables de réponse et d'ajustement géomorphologique

En général, plutôt que de mesurer les variables primaires et secondaires et de tenter d'en déduire l'évolution, on s'appuie plutôt sur une **interprétation de variables de réponse et d'ajustement géomorphologique**, en s'attachant à les suivre dans l'espace (d'amont en aval) et dans le temps (au niveau de stations de contrôle).

Cette approche permet d'établir des conclusions tant au plan local qu'au plan global. Elle permet également « d'isoler » les paramètres les uns par rapport aux autres : ce point est essentiel, dans la mesure où le principe général de l'analyse hydro-géomorphologique est le principe de similitude, selon lequel deux cours d'eau ayant la même valeur pour un paramètre normalisé (par exemple le rapport de la largeur sur la profondeur du lit) auront des réponses géomorphologiques identiques, sous réserve que les autres paramètres soient identiques : cette hypothèse, généralement vérifiée pour un nombre important de paramètres, permet de transposer des analyses d'un cours d'eau à un autre à partir de mesures et d'observation en vraie grandeur ou sur modèles réduits. Cette démarche est utilisée depuis longtemps en études hydrauliques et de transport sédimentaires (par exemple pour tester les aménagements autour du Mont Saint-Michel...).

Les variables de réponse et d'ajustement géomorphologiques couramment employées sont alors les suivantes :

- **Le profil en long** : on peut observer des ajustements globaux (par exemple du fait d'une modification à l'exutoire par ensablement ou par enfoncement du cours d'eau sous l'effet d'une érosion régressive de grande ampleur, comme sur la Garonne en aval de Toulouse), ou locaux à partir de points durs, ou points de contrôle comme le radier d'un pont ou un seuil rocheux naturel. Le moyen classique de suivre les évolutions du profil en long d'un cours d'eau et de comparer les profils en long à partir de levés bathymétriques effectués à différentes années.
- **La géométrie en travers à plein bord** : on exprime généralement l'évolution spatiale et temporelle de la géométrie d'un cours d'eau à partir de la largeur de son lit à plein bord, c'est-à-dire la largeur mesurée au niveau du haut de berge. Pour des rivières naturelles en équilibre morphologique, on observe en effet la relation statistique suivante entre cette largeur w et le débit de plein bord Q : $w = 3,15 \times Q^{0,49}$: un écart notable à cette relation indique un état de déséquilibre morphologique. Pour mémoire, des variantes de cette formule ont

été proposées par Hey et Thorne en 1986, sous la forme : $w = a \times Q^{0,50}$ et en introduisant quatre valeurs pour le coefficient a (entre 2,34 et 4,33) en fonction du degré de végétalisation des berges (la valeur la plus faible correspondant à l'absence de végétation rivulaire).

- **Le rapport entre largeur et profondeur du lit** : ce rapport est généralement considéré comme un indicateur majeur de l'activité géomorphologique. En effet, on observe qu'une croissance de ce paramètre accompagne une forte érosion latérale et/ou de forts apports solides. C'est aussi un bon indicateur de la cohésion des matériaux constitutif des berges : de fait, une valeur localement forte peut s'observer au droit d'un secteur d'enrochement pentu des berges si ces dernières présentent une faible cohésion en amont et en aval de la zone minéralisée. On notera toutefois qu'une faible valeur de ce rapport peut s'observer « naturellement » dans le cas de berges très cohésives voire rocheuses. Le tableau suivant indique des valeurs courantes de ce rapport en fonction du taux d'argile et de limons dans les matériaux des berges :

Teneur en argile et limons	≤ 1 %	2 à 3 %	6 à 8 %	10 %	20 %	100 %
Rapport largeur / profondeur	400	100	50	20	10	2 à 3

La bibliographie montre toutefois une forte dispersion des observations autour de ces valeurs moyennes...

- **La fréquence du débit de plein bord** : pour les cours d'eau naturels, le débit de plein bord correspond à une fréquence généralement comprise entre 0,5 et 1,8 an. Si cette fréquence est entre 2 et 5 ans, on peut affirmer que le cours d'eau a subi soit une forte incision, soit un recalibrage de son lit ; certains cours d'eau, comme l'Hers Mort en Haute-Garonne, ont même subi des recalibrages sur plusieurs dizaines de kilomètres avec une capacité calculée pour un débit de plein bord correspondant à un événement hydrologique d'une période de retour de plus de 30 ans !

4) Dynamique des méandres

a. Identification des dynamiques évolutives

Alors que les variables indiquées au paragraphe précédent concernent essentiellement l'évolution du fond et des berges pour un secteur donné, l'analyse géomorphologique doit aussi être faite à l'échelle de tronçons de rivière de plusieurs kilomètres en s'intéressant à la morphodynamique fluviale à l'intérieur de la vallée et pas simplement au lit mineur. **Dans le cadre de cette étude, le cas des lits en tresses est ignoré, car il ne concerne pas la Garonne : seule la question de la dynamique des méandres est donc présentée.**

Pour mémoire, une relation expérimentale permet de discriminer lits en tresses et lits en méandres : $S = 13 \times Q^{-0.44}$ où S est la pente de la vallée (en ‰) et Q le débit de plein bord.

L'étude de la dynamique des méandres se fait généralement sous forme d'une analyse diachronique, consistant à comparer la situation montrée par des séries de photographies aériennes (ou de cartes) établies à différentes époques, si possible en lien avec des événements importants susceptibles de modifications sensibles par « accélération » de processus naturels (par exemple une forte crue) ou par actions anthropiques (périodes d'extractions en lit mineur, enrochement de berges...). Il est à noter que deux incertitudes peuvent exister et sont à prendre en compte dans l'analyse :

- Les dates des cartes sont des dates d'édition, voire de réédition, pas nécessairement d'élaboration à partir d'observations : pour le cas de cartes anciennes, il y a donc un doute sur la période effective de la situation illustrée sur ces cartes ;
- Les effets liés à une action anthropique peuvent se manifester plusieurs années après les travaux et ne sont pas nécessairement visibles sur des photographies aériennes faiblement postérieures à ces interventions...

Par simple superposition, ces documents permettent alors de mettre en évidence et de préciser les évolutions des méandres à l'intérieur de la vallée. On identifie généralement quatre grands types d'évolution :

- 1) La translation : le méandre se déplace vers l'aval sans déformation notable de la sinuosité
- 2) L'extension : la sinuosité s'allonge transversalement à l'axe de la vallée
- 3) La rotation : la sinuosité « bascule » vers l'aval, sans allongement notable du lit mineur
- 4) La combinaison d'une rotation, d'une extension et d'une translation vers l'aval

D'autres classifications prennent en compte des mécanismes plus complexes : compte tenu des objectifs du présent projet, avec une faible évolution des méandres de la Garonne sur les secteurs d'étude, ces éléments ne seront pas détaillés ici.

b. Paramètres de la dynamique des méandres

A partir des cartes et photographies aériennes (ou satellitaires), on identifie généralement six paramètres utiles à l'interprétation de la dynamique géomorphologique :

- **La largeur à plein bord (w)** : mesurée au niveau des points d'inflexion des sinuosités, cette largeur de plein bord caractéristique des méandres permet de comparer les secteurs successifs et d'identifier ceux qui sont les plus actifs. Elle sert aussi à normaliser les autres paramètres pour les analyses en similitude.

- **Le coefficient de sinuosité** : ce coefficient noté SI mesure le rapport entre la longueur (développée du cours d'eau en suivant l'axe du lit mineur et de la longueur de vallée en suivant l'axe de cette dernière : une valeur proche de 1 caractérise la quasi-absence de méandres. Pour quelques auteurs, ce coefficient est relié à d'autres paramètres géomorphologiques par exemple au moyen des relations suivantes (Schum, 1963) :

$$SI = 3,5 (w/P)^{-0.27} \text{ où } w/P \text{ est le rapport entre largeur et profondeur à plein bord}$$

$$SI = 0,94 M^{0.25} \text{ où } M \text{ est la teneur des berges en argiles et limons (en \%)}$$

Par ailleurs, le coefficient de sinuosité peut exprimer à lui seul le style fluvial du tronçon de rivière considéré :

Valeur de SI	<1,05	1,05 à 1,25	1,25 à 1,5	> 1,5
Style fluvial du lit	Rectiligne	Sinueux	Très sinueux	Méandrique

- **La longueur d'onde LO de la sinuosité** : pour un cours d'eau naturel, le rapport entre cette longueur d'onde et la largeur à plein bord w varie entre 8 et 15, avec une valeur médiane entre 10 et 12. Une valeur faible de la longueur d'onde correspond à un cours d'eau très méandrique. Il existe diverses formules empiriques (tirées d'observations) reliant la longueur d'onde au débit de plein bord, comme par exemple la formule de Dury (1965) : $LO = 54 \times Q^{0.5}$ en exprimant la longueur d'onde LO en m et le débit de plein bord Q en m^3/s . Il est toutefois à noter que la longueur d'onde des sinuosités dépend fortement de la teneur des berges en matériaux cohésifs (argiles et limon) : plus cette teneur augmente, plus le cours d'eau est sinueux, étroit et profond...
- **L'amplitude des sinuosités** : cette amplitude se mesure entre deux sommets de phases opposées. On observe généralement, pour des cours d'eau naturels, un rapport entre cette amplitude est la largeur à plein bord w de l'ordre de 5 à 20, avec des valeurs médianes de 10 à 12. En général, une forte amplitude traduit une assez forte activité géomorphologique, qui se traduit par une faible sinuosité ; à l'opposé, une faible amplitude des méandres marque souvent une faible activité dans un lit fortement méandrique.
- **Le rayon de courbure Rc des méandres** : mesuré comme le rayon du cercle passant par les deux points d'inflexion d'un méandre, ce rayon de courbure est un indicateur de la maturité d'un méandre et de sa dynamique probable d'érosion. C'est dans les cas où le rapport entre le rayon de courbure Rc et la largeur à plein bord w a une valeur comprise entre 2 et 3 que le taux d'érosion est le plus fort.
- **La longueur d'arc des méandres** : également mesuré entre les deux points d'inflexion d'un méandre, cette longueur d'arc est normalisée par la largeur du lit à plein bord : le ratio varie couramment entre 5 et 30, considérant qu'un fort ratio accompagne généralement les méandres les moins actifs.

Ce sont ces paramètres qui sont utilisés en études de similitude, pour comparer des tronçons de cours d'eau entre eux ou avec des mesures effectuées sur modèles réduits.

C - Investigations et expertise complémentaire

La méthode d'interprétation hydromorphologique fournit des indices essentiels sur le fonctionnement et l'évolution du lit de la Garonne par grands secteurs mais aussi à l'échelle de chacun des sites considérés.

Cependant, des investigations de terrain restent nécessaires :

- pour relever des éléments correspondant à des paramètres morphologiques locaux (pente des berges, nature des matériaux et granulométrie, encoches ou traces d'érosion, état des enrochements...);
- pour identifier la nature, la densité et l'état de la ripisylve ainsi que son efficacité dans la tenue des berges ;
- pour identifier de visu les éléments montrant des signes d'évolution (par exemple d'anciennes protection de berge montrant un recul marqué du talus, inclinaison des arbres sur les berges...) ou à l'inverse les signes et facteurs d'une stabilité pérenne des berges (âge des ligneux, digues, constructions...);
- pour relever les éléments caractéristiques des usages et de définition des enjeux sociaux du site (équipements de pompage, infrastructures, digues de protection contre les crues, axes de randonnées, pêche, chasse, activités agricoles, zones de populiculture...);
- pour caractériser la végétation en zone inondable, dans le but non seulement de préciser les coefficients de frottement et la densité des obstacles aux écoulements de crue (pour modélisation) mais aussi d'appréhender le risque de « décapage » sous l'effet des vitesses en forte crue ;
- pour repérer les points de débordement, les axes d'écoulement, les chenaux de crue et plus généralement les conditions d'écoulement des crues débordantes et les potentialités d'érosion importante en lit majeur et de déplacement de l'axe hydraulique, par exemple de réactivation d'ancien bras ou de bras morts.

C'est donc aussi par interprétation directe sur site que l'expertise est menée quant aux évolutions morphologiques en cours ou potentielles.

D - Bibliographie et données utilisées

Outre les documents généraux fournissant des éléments méthodologiques (dont « Eléments d'hydromorphologie fluviale » diffusé par l'ONEMA, déjà cité), l'étude bibliographique menée sur les aspects relatifs à l'hydrodynamique et à la géomorphologie de la Garonne sont les suivants :

- « Etude de la dynamique fluviale de la Garonne en amont du plan d'eau de Saint-Nicolas de La Grave » GEODES, DDE 82, décembre 2006
- « Schéma directeur d'entretien coordonné du lit et des berges de la Garonne » EPTB Garonne, 2002-2007
- « Dynamique fluviale de la Garonne toulousaine » Agence de l'eau Adour Garonne, novembre 2000 (Steiger J. et Corenblit D.)

Ce dernier document présente en particulier les valeurs moyennes sur la Garonne Débordante de plusieurs des paramètres de suivi de l'évolution morphologique d'un cours d'eau tels que présentée au paragraphe précédent. Le premier document de la liste ci-dessus rappelle également ces valeurs caractéristiques.

Par ailleurs, l'analyse diachronique a nécessité l'utilisation de photographies aériennes de la vallée prises lors de différentes campagnes : 1941, 1958, 1966, 1983, 1994, 2001 en 2006 en particulier.

La bathymétrie de la Garonne a été caractérisée ici à partir d'éléments existants disponibles, sous forme de profils bathymétriques relevés entre 1995 et 2011, ainsi que sous forme de profil en longs anciens du fond de la Garonne, dont :

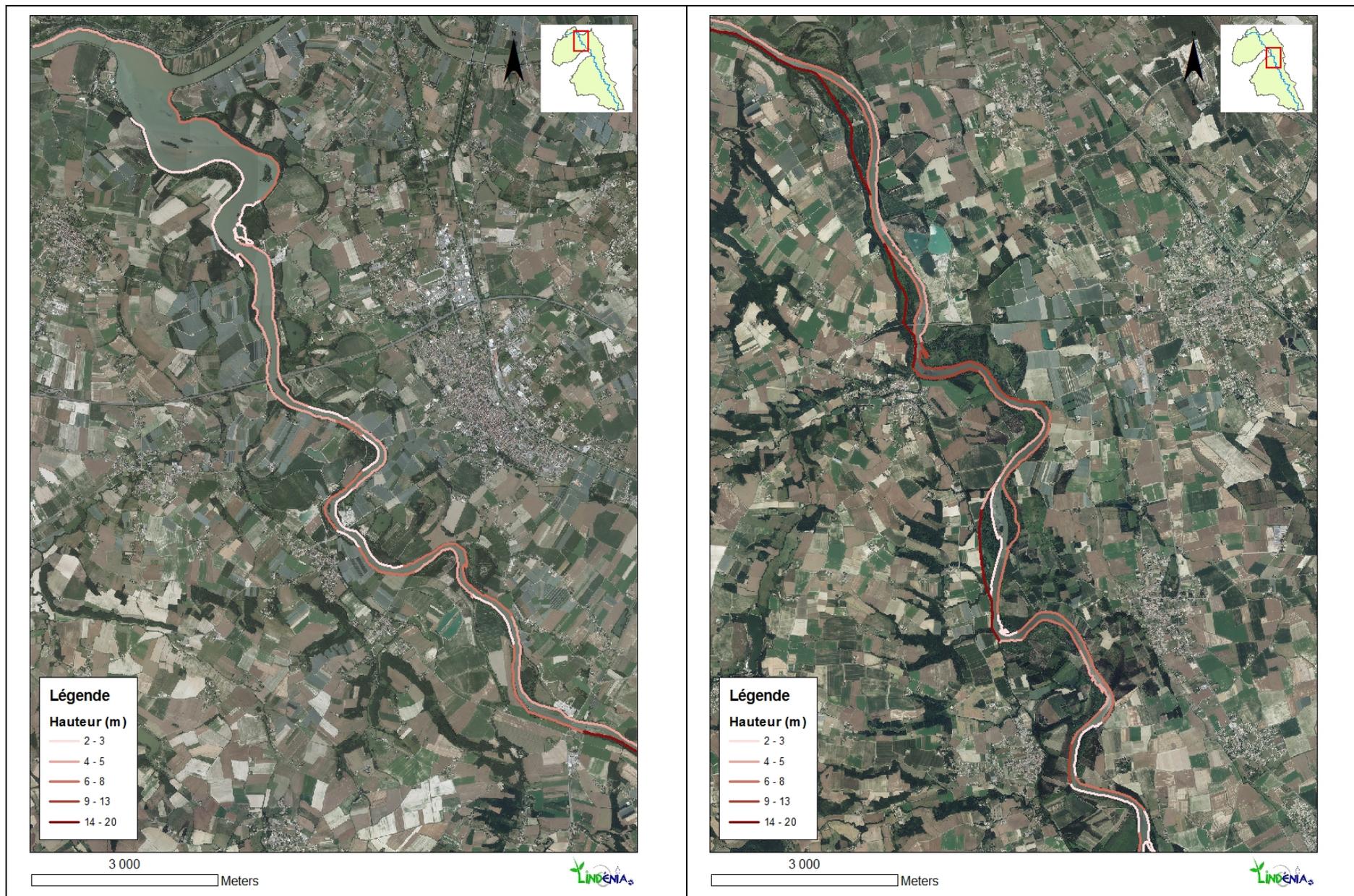
- Les profils en long historiques établis par l'IGN il y a plus de 60 ans : ces profils partiellement actualisée au cours des décennies suivantes sont des documents importants pour suivre l'évolution du profil en long, mais contient peu de points intermédiaires entre les ouvrages hydraulique (seuils) et les ouvrages d'art (ponts). Pour des analyses locales, ils introduisent alors une forte incertitude. En revanche, ils renseignent sur les ordres de grandeur des incisions du lit de la Garonne par comparaison avec des profils levés plus récemment : divers travaux universitaire ont mis ce point en évidence et ont permis de quantifier cet enfoncement (de l'ordre de 2 mètres sur les sites d'étude du présent projet).
- Les profils en travers et en long de la Garonne entre Toulouse et Verdun-sur-Garonne établis en 1996 pour le compte de la DDE 31 (pour la modélisation des crues de la Garonne sur ce secteur), réutilisés pour l'étude d'aléa intégrée au PPRI de Toulouse notamment.
- Quelques profils en travers de la Garonne sur le secteur de Verdun-sur-Garonne (pour un projet d'ouvrage de franchissement).
- Une série de trois ou quatre profils en travers de la Garonne (berges, haut de berge et premiers mètres du lit mineur depuis le pied de berge) levés à la demande de LINDENIA par un cabinet de géomètres-experts en mars 2011, de manière à préciser la géométrie des

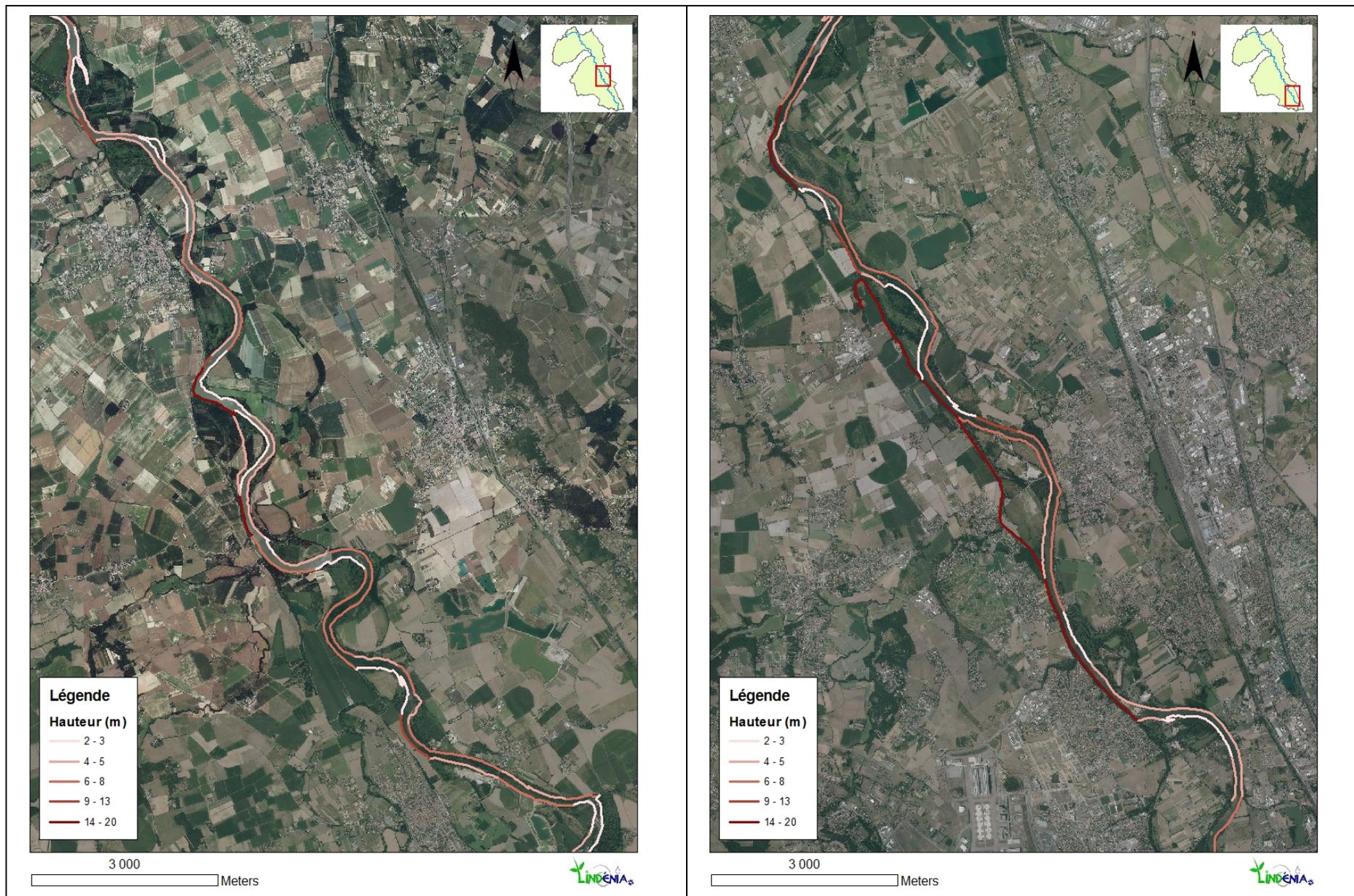
berges et à mesurer les paramètres de suivi de la morphodynamique de la Garonne sur les cinq sites d'étude du projet Sud'Eau (à Fenouillet, Verdun-sur-Garonne, Mas-Grenier, Bourret et Cordes-Tolosannes).

Par ailleurs, la connaissance des zones inondables et des conditions hydrauliques d'écoulement de crues provient de rapports d'études existants, en particulier :

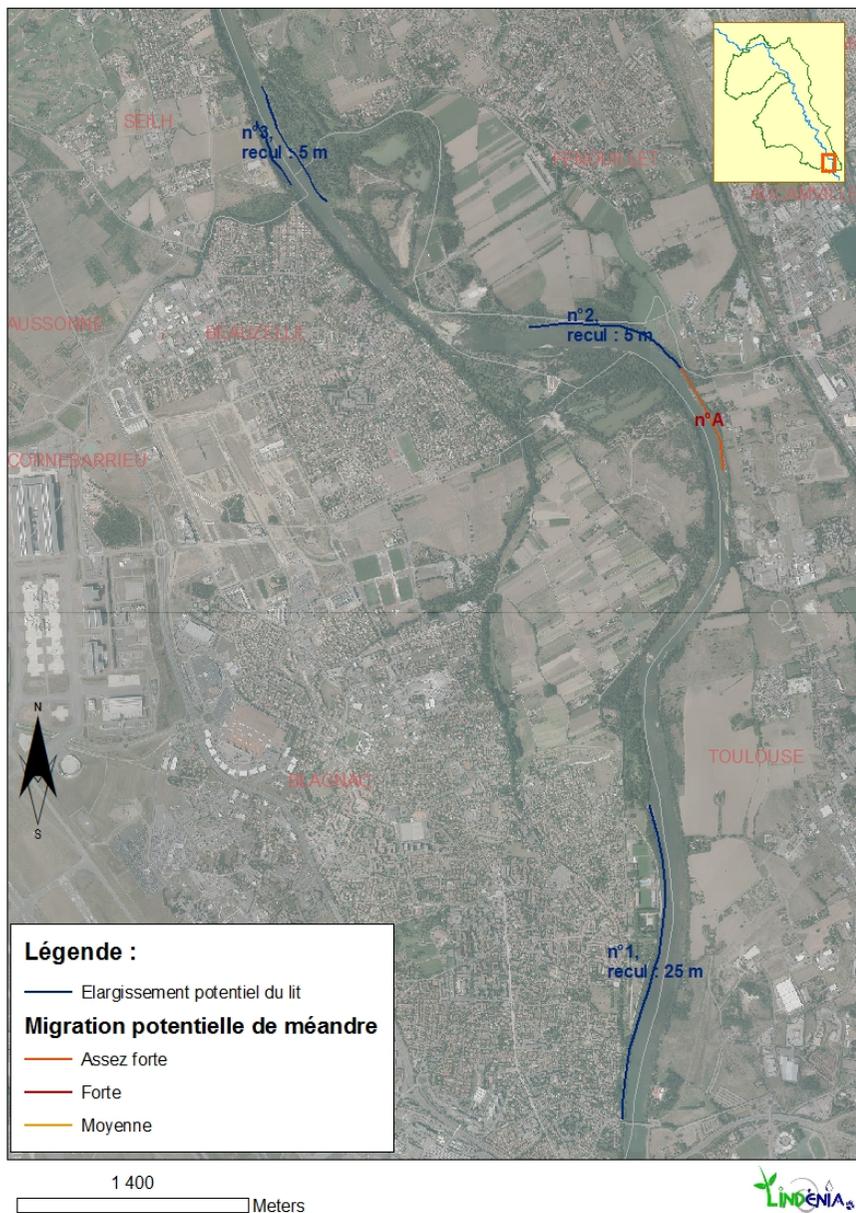
- « Vallée de la Garonne en aval de Toulouse – Cartographie des zones submersibles », SOGELERG-SOGREAH pour la DDE31, avril 1997
- « Détermination des zones inondables de la Garonne, secteur Grisolles - Escatalens », SOGELERG-SOGREAH pour la DDE82, décembre 1997
- « Atlas hydraulique de la Garonne (du Pont du Roy au Bec d'Ambès) », SMEPAG, février 1989
- Cartographie Informatrice des Zones Inondables, DREAL Midi-Pyrénées

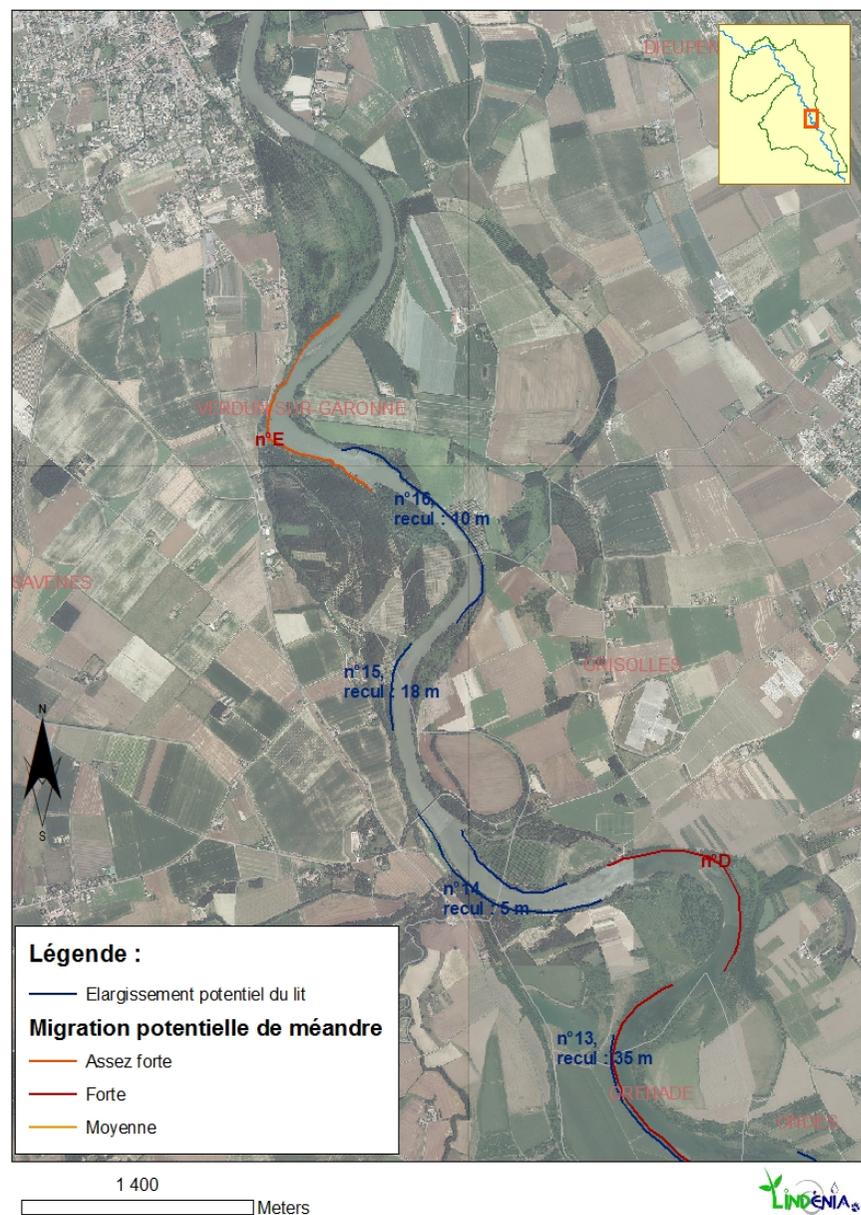
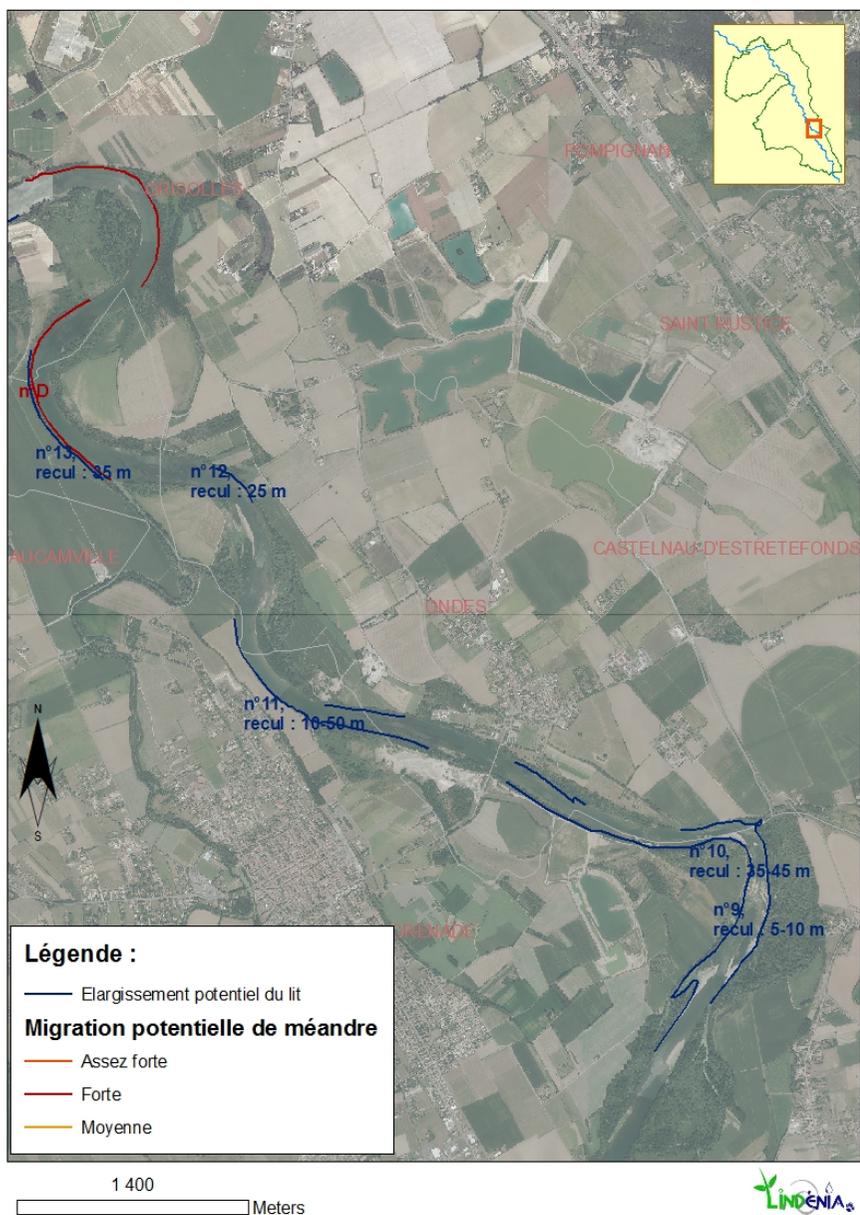
**ANNEXE 5 : HAUTEURS DE BERGES DE LA
GARONNE SUR LE TERRITOIRE TFE**

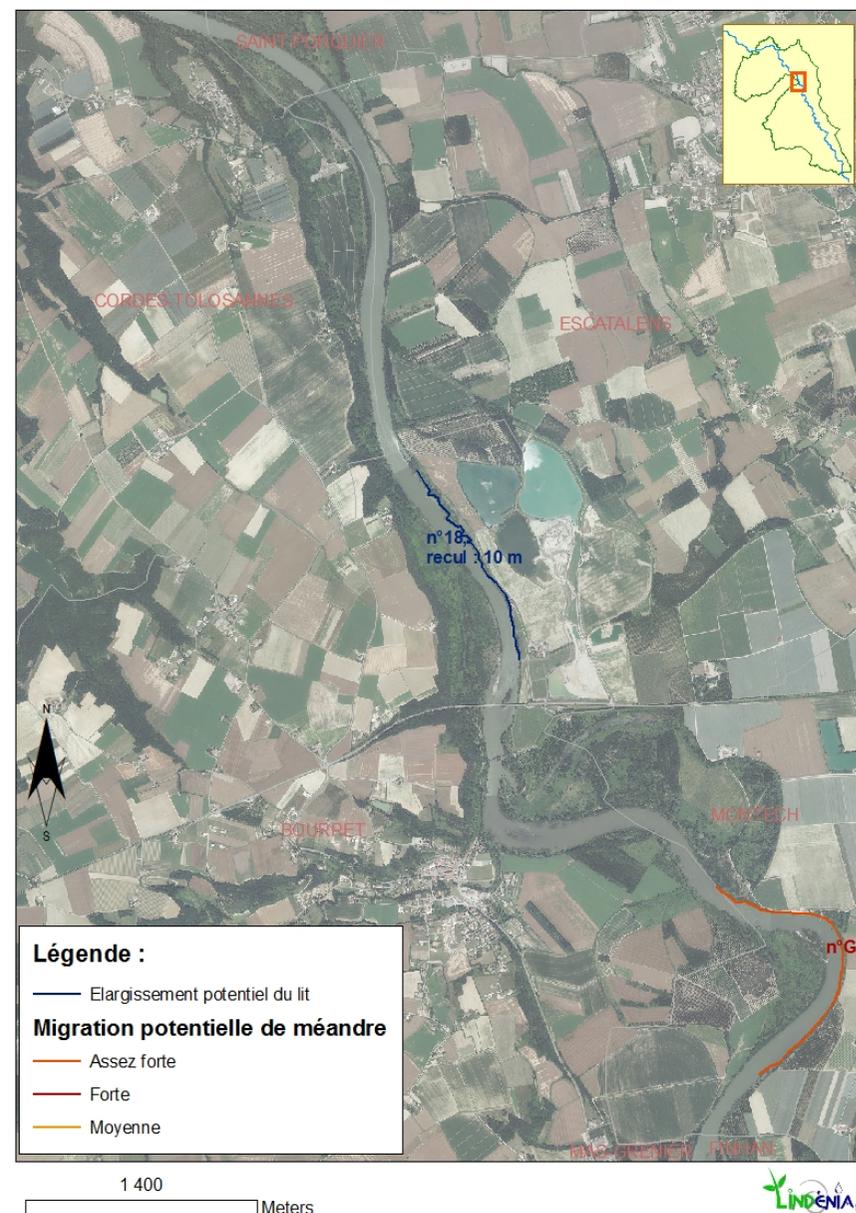
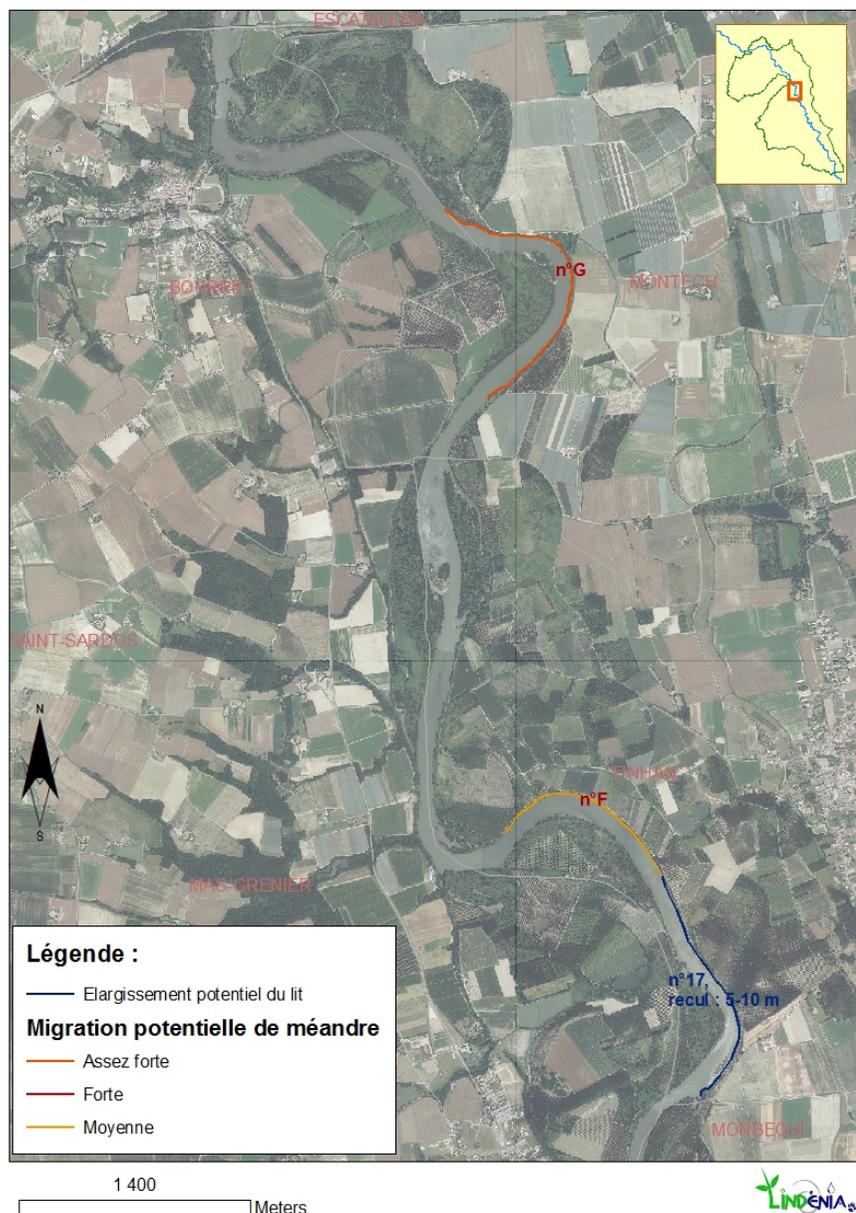


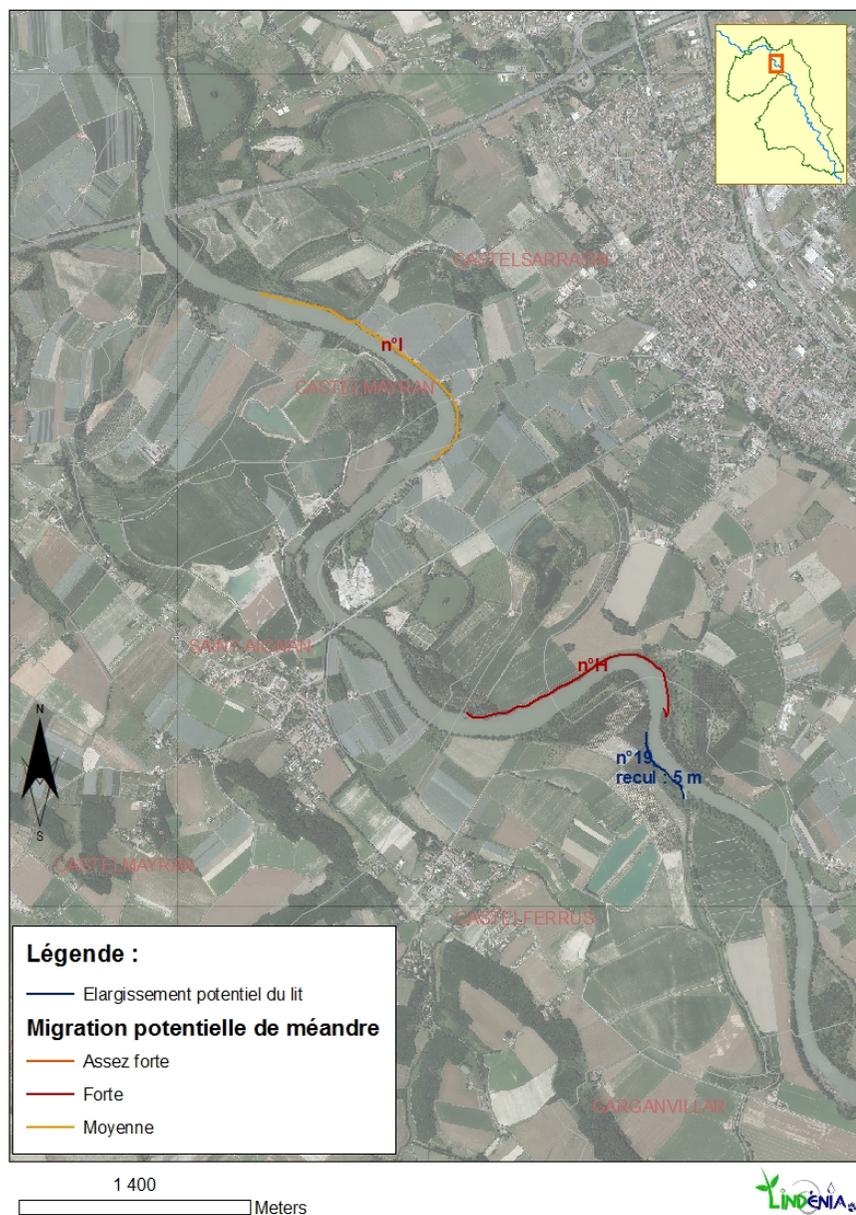


**ANNEXE 6 : LOCALISATION DES MEANDRES A
MOBILITE POTENTIELLE ET DES ZONES D'EROSION
LATERALE AVEC REcul DE BERGE POTENTIEL**









**ANNEXE 7 : ACTEURS DES PROGRAMMES
CONCERTES EN FAVEUR DES POISSONS
MIGRATEURS DE GARONNE**

Les financements proviennent de fonds européens, du ministère en charge de la biodiversité, des redevances d'usage gérées par l'agence de l'Eau, des collectivités territoriales du bassin et des organisations de pêche et d'EDF. Le SMEAG est l'animateur du groupe, qui pilote les déclinaisons sur la Garonne du plan général de restauration, a pour mission d'orienter, par la concertation, tous les travaux au mieux des réalités scientifiques et économiques et des intérêts locaux.

Le tableau suivant résume les actions des principaux acteurs, tous membres du groupe d'acteurs en faveur des poissons migrateurs de Garonne (PLAGEPOMI : Plan de gestion des poissons migrateurs du bassin Garonne, Dordogne, Charente, Seudre et Leyre).

Acteurs pour les poissons migrateurs de Garonne

Acteur	Actions
<i>La DREAL Aquitaine</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Secrétariat du COGEPOMI (Comité de gestion des poissons migrateurs) ➤ Coordonne dans ce contexte les travaux des différents groupes techniques dont le «Groupe Migrateurs Garonne» ➤ Contribue localement au plan Anguille national et pilote le plan d'action national pour l'esturgeon européen
<i>La DREAL Midi-Pyrénées</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garante de la cohérence du programme « migrateurs Garonne » avec les orientations du PLAGEPOMI ➤ Assure la gestion des crédits européens (FEDER) mis en œuvre sur ce programme
<i>L'Agence de l'eau</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Participe à la définition des programmes d'actions ➤ Propose les financements nécessaires aux actions ou aux études indispensables à l'atteinte des objectifs fixés par le COGEPOMI ➤ Suit et évalue les effets de ces opérations sur les populations de poissons migrateurs
<i>EDF</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Développement d'une expertise en R&D sur les techniques de franchissement des barrages ➤ Engagement dans l'amélioration du franchissement de ses barrages ➤ Construction d'ouvrages innovants à l'échelle européenne ➤ Utilisation des barrages pour le comptage et le suivi sanitaire des populations de migrateurs
<i>Le SMEAG</i>	<p>Le SMEAG s'occupe de la Garonne dans toutes ses dimensions</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Protection et restauration des habitats (concertation et la planification d'actions dans le cadre de Natura 2000) ➤ Soutien d'étiage /suivi de la mise en œuvre du plan de gestion d'étiage ➤ Qualité de l'eau : surveillance de l'évolution de paramètres vitaux (oxygène et température) ➤ Poissons migrateurs : pilote du programme migrateurs

Acteur	Actions
	Garonne co-construit par les membres de l'Alliance pour les Migrateurs en Garonne qu'il anime également
L'association Migado	<p>L'association Migrateurs Garonne D'ordogne, structure permanente la plus importante de tous les bassins français, assure la maîtrise d'ouvrage et/ou la maîtrise d'œuvre de la plupart des opérations dédiées aux espèces de poissons migrateurs amphihalins du bassin de la Garonne :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrôle en temps réel des populations par vidéo-comptage, piégeage ou piégeage-transport aux barrages ➤ Gestion de la production des jeunes saumons et du repeuplement de la Garonne ➤ Suivis biologiques des espèces (reproduction naturelle, suivi génétique, opérations de marquage...) ➤ Suivi des habitats et veille écologique des cours d'eau (potentialités piscicoles, fonctionnalité des milieux...) ➤ Conseil technique à divers organismes (Organisations professionnelles et Fédérations de pêche, collectivités territoriales ...) ➤ Sensibilisation événementielle à l'environnement par les migrateurs (accueil des scolaires sur les sites de production et les stations de comptages, colloques et journées pour l'environnement)
Les pêcheurs professionnels	<p>L'Association Agréée de Pêcheurs Professionnels en Eau Douce rassemble les pêcheurs professionnels de l'estuaire et de la Garonne :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ informe, sensibilise et implique ses adhérents (suivi des captures) dans la poursuite de la restauration ➤ participe à la mise en valeur culturelle des migrateurs vers le grand public au travers de la gastronomie locale
FDAAPPMA (les pêcheurs de loisirs)	<p>Elles représentent les 350 000 pêcheurs de loisir du bassin et apportent une expertise technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Protection et mise en valeur des milieux aquatiques (suivi et gestion des peuplements piscicoles, restauration, aménagements...) ➤ Promotion du loisir pêche et développement du tourisme halieutique ➤ Information et éducation pour sensibiliser le public au respect des espèces et des milieux aquatiques
L'IRSTEA (ex-CEMAGREF)	<p>Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement, il offre des solutions concrètes aux questions environnementales dont la restauration des poissons migrateurs dans le système estuarien et la Garonne :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Caractérisation des habitats, des migrations et des populations des migrateurs ➤ Développement d'ingénieries spécifiques (radiopistage des saumons...) ➤ Restauration de la continuité écologique des cours d'eau

Acteur	Actions
	(trames vertes et bleues)
L'ONEMA	<ul style="list-style-type: none">➤ Favorise la gestion globale et durable de la ressource en eau et des écosystèmes aquatiques pour atteindre les objectifs européens de bon état écologique➤ Développe la connaissance sur l'état et les usages des écosystèmes aquatiques, des ressources en eau et contribue à leur surveillance ainsi qu'au contrôle de leurs usages➤ Apporte un appui aux acteurs publics pour la conception et la mise en œuvre des politiques de l'eau, dont les orientations de gestion relatives aux poissons migrateurs

**ANNEXE 8 : CARACTERISTIQUES DE ZONES
HUMIDES ELEMENTAIRES DU TERRITOIRE TFE**

Tronçon de Blagnac à Seilh												
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Unités de gestion	Nom du Site	Niveau de Priorité	Surface et statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX				
								Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions Naturelles	Sensibilisation Découverte		
Secteur 6 Tronçon 17 de Blagnac à Seilh	Tronçon fonctionnel: confluence Touch au bras mort de Fenouillet Aire d'influence: cours d'eau (Touch, chausses, riou, garossos, maltempes) et gravières (millières vieilles, "fenouillet",...)	Confluence Touch (p)	3	3 ha	Toulouse Blagnac	G	Ripisylve - Confluence <u>Contraintes</u> : ripisylve réduite - pression urbaine - pression polluante (apport bv Touch)		Habitats Continuité écologique Epuraton			
		Ile de Pessette	1	22 ha 1 amodiation (Zone verte - 5,5 ha)	Blagnac	G	Boisement alluvial - Bras - Ile - Milieux ouverts <u>Atouts</u> : espace de mobilité (secteur dynamique) ZNIEFF, ZPS, APPB oiseaux, Habitats IC (frénaie) et PR (saulaie) - Mosaïque d'habitats (boisements et lisières humides), frayères potentielles à alose Grand intérêt oiseaux : site de reproduction du Milan noir, Bihoreau gris, Faucon hobereau, Mésange nonnette - Insectes potentiels : lucane cerf volant et grand capricorne (IC) - Poissons : bouvière, toxostome (IC) Potentiel pédagogique : sentiers et panneaux pédagogiques existants, fréquentation du public (proximité secteur urbain de Blagnac) - attrait paysager <u>Contraintes</u> : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - contexte urbain - bras busé à l'amont - boisement alluvial dégradé et réduit - espace vert, peupleraie à proximité immédiate - déchets - pression polluante (step) - pratiques motorisées - sensibilité oiseaux	Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation Découverte		
		Espace Garonne (p)	3	95 ha	Toulouse	D	Ripisylve <u>Atouts</u> : champ d'expansion de crue significatif - espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) Potentiel pédagogique (chemin piétonnier) <u>Contraintes</u> : ripisylve très réduite et dégradée ainsi que discontinu	Expansion de crue Espace de mobilité	Continuité écologique	Découverte		
		Plans d'eau de Sesquières (p)	3	18 ha	Toulouse	D	Ensemble de deux gravières réhabilitées en base de loisirs <u>Atouts</u> : potentiel pédagogique (canotage, ski nautique, maquettisme naval) <u>Contraintes</u> : site isolé - habitats très fortement dégradés (entretien de type "espaces verts") - écrevisse américaine, ragondin, carpe amour, poisson-chat, perche-soleil		Continuité écologique	Découverte		
		Ramier des Quinze Sols et confluence Riou	1	49 ha 1 amodiation (Zone verte - 16,5 ha)	Blagnac Toulouse Beauzelle	G	Boisement alluvial - Milieux ouverts - Anciennes gravières réhabilitées - Confluence <u>Atouts</u> : champ d'expansion de crue (enjeu : zone urbaine) - espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, ZPS, APPB oiseaux, Habitats IC (frénaie) - Mosaïque d'habitats (boisements, eaux stagnantes, lisières humides), frayères potentielles à alose Grand intérêt oiseaux : site de reproduction pour Bihoreau gris, Faucon hobereau, Mésange nonnette - Insectes potentiels : lucane cerf volant et grand capricorne (IC) Potentiel pédagogique : sentiers existants, fréquentation du public (proximité secteur urbain de Blagnac et Beauzelle) - attrait paysager, patrimoine bâti (moulin de Naudin) <u>Contraintes</u> : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - protection de berges - contexte urbain - boisement alluvial dégradé, discontinu, réduit - espace vert - pression polluante (apports bv Riou, déchets) - pratiques motorisées - sensibilité oiseaux	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuraton	Sensibilisation Découverte		
		Millières Vieilles (p)	3	145 ha	Fenouillet	D	Ripisylve - cultures <u>Atouts</u> : champ d'expansion de crue significatif (enjeu : urbain) - espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) <u>Contraintes</u> : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - enrochement berge - ripisylve réduite - décharges - peupleraie in situ	Expansion de crue Espace de mobilité	Continuité écologique			
		Gravières du Grand Ramier	2	36 ha	Beauzelle	D	Boisement alluvial - Gravières réhabilitées - Milieux ouverts <u>Atouts</u> : champ d'expansion de crue (enjeu : zone urbaine) ZNIEFF, ZPS, Habitats PR (saulaie) - Mosaïque d'habitats Oiseaux : site potentiel de reproduction du Blongios nain (IC) - Insectes potentiels : cordulie (IC) Potentiel pédagogique : aménagements existants, fréquentation du public (proximité secteur urbain de Fenouillet) <u>Contraintes</u> : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - saulaie réduite et dégradée - espaces verts - sensibilité oiseaux	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation Découverte		
		Bras mort de Fenouillet et confluence Maltempes	1	24 ha	Beauzelle Fenouillet	D	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence - Roselière <u>Atouts</u> : champ d'expansion de crue (enjeu : zone urbaine) ZNIEFF, ZPS, APPB oiseaux, Habitats IC (frénaie, lisières humides) et PR(saulaie) - Mosaïque d'habitats, roselière (rare) Oiseaux : site de reproduction de l'hirondelle de rivage, du grèbe castagneux, de la bouscaïte de Cetti, du blongios nain et de la mésange rémiz - Insectes potentiels : cordulie (IC) <u>Contraintes</u> : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - bras busé à l'aval - boisements fortement dégradés et réduits - plantes invasives - déchets - pression polluante (apports bv Maltempes)	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuraton			
		Gravières de Sibadiés et Lombardil	3	23 ha	Fenouillet	D	Anciennes gravières réhabilitées <u>Atouts</u> : Jonchaie et roselière Potentiel pédagogique : pêche <u>Contraintes</u> : site isolé - possibilité de mobilité réduite (risque de capture de gravière) - habitats fortement dégradés (végétation rudérales) - peupliers à proximité immédiate - plantes invasives (jussie) - myriophylle à épi - robiniers - ragondin, tortue de Floride, poisson-chat	(Espace de mobilité ?)	Habitats Continuité écologique	Découverte		
La Gêze	3	10 ha 1 amodiation (zone verte - 6ha)	Fenouillet / Gagnac-sur- Garonne	D	Ripisylve <u>Atouts</u> : Champ d'expansion de crue (enjeu : habitations) Habitat IC (frénaie) Potentiel pédagogique (sentier de promenade, parking) <u>Contraintes</u> : ripisylve réduite et discontinu - dépôts d'ordures - step - espaces	Expansion de crue	Continuité écologique	Découverte				

Habitat IC = habitat naturel d'intérêt communautaire; Habitat PR = habitat naturel prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000); ZNIEFF = zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Tronçon de Seilh à Gagnac/Garonne										
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Unités de gestion	Nom du Site	Niveau de Priorité	Surface et statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
								Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions naturelles	Sensibilisation Découverte
Secteur 6 Tronçon 18 de Seilh à Gagnac/Garonne	Tronçon fonctionnel: Ramier des Hospices au bras mort de l'Espagnol Aires d'influence: cours d'eau (Aussonnelle) et gravières en eau environnantes (Espagnol,...)	Lac du bocage (p)	3	38 ha	Fenouillet Lespinasse	D	Ancienne gravière réhabilitée Atouts : ZNIEFF 1 - Typhaie rare, jonchaies hautes Potentiel pédagogique (pêche et aviron, promenade, ski nautique, piste cyclable...) Contraintes : site isolé - habitats partiellement dégradés (végétation rudérale, plantation d'espèces ornementales) - Potamot crépu - Ragondin - Rejet de déchets		Habitats Continuité écologique	Découverte
		Ramier des Hospices (p)	2	72 ha	Seilh Gagnac/G	G	Boisement alluvial Atouts : champ d'expansion de crue (enjeu : zone urbaine) ZNIEFF - Habitats IC (frénaie) et PR (saulaie) Insectes potentiels : lucane cerf volant et grand capricorne (IC) - Poissons : bouvière, toxotome, lamproie de Planer (IC) Potentiel pédagogique (proximité secteur urbain de Seilh) Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - faible dynamique fluviale, érosions diffuses en amont et possibilité de mobilité du lit réduite (proximité pont) - boisements alluviaux réduits	Expansion de crue (espace de mobilité?)	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Découverte
		Bras mort de la Hire	2	9 ha	Gagnac/G	D	Boisements - Bras mort Atouts : Habitats IC (frénaie) - potentiel piscicole Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - faible dynamique fluviale, érosions diffuses et possibilité de mobilité du lit réduite (proximité step) - bras mort très déconnecté, en périphérie et busé à l'aval - pression sur la ressource (irrigation) - boisement alluvial très dégradé et isolé - ripisylve discontinue - plantes invasives - peupleraies - pression polluante (step et cultures intensives à proximité immédiate)	(espace de mobilité?)	Biodiversité Habitats Continuité écologique Ressource	
		Alluvions de Cayenne	2	14 ha 1 amodiation (renaturation du site - 12 ha)	Gagnac/G	G	Ripisylve - Friche - Cultures Atouts : champ d'expansion de crue (enjeu : STEP Gagnac) Habitat IC (frénaie) et PR (saulaie) - site expérimental agriculture raisonnée Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - faible dynamique fluviale, érosions diffuses - boisement alluvial fortement dégradé, saulaie très réduite et frange de ripisylve - ancienne culture	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique	
		Gravière de Cayenne	3	26 ha	Gagnac/G	G	Boisement alluvial - Milieux ouverts - Ancienne gravière Atouts : ZNIEFF - Habitat IC (frénaie) et PR (saulaie) Contraintes : boisement alluvial fortement dégradé - saulaie très réduite et frange de ripisylve - plantes invasives (buddleia) - friche industrielle - comblement		Biodiversité Habitats Continuité écologique	
		Confluence Aussonnelle - Garonne	2	26 ha	Gagnac/G Seilh	G	Ripisylve - Confluence - Milieux ouverts Atouts : ZNIEFF - Habitat PR (saulaie) - roselière Potentiel pédagogique (passerelle piétonne) Contraintes : pression urbaine - pression polluante (apport bv Aussonnelle) - saulaie très dégradée et très réduite - plantes invasives (buddleia)		Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuration	Découverte
		Gravières de l'Espagnol et Les Millères	3	45 ha	Gagnac/G St-Jory	D	Gravières Contraintes : site isolé - ragondins, poissons chat, tortues de Floride		Continuité écologique	
		Bras mort de l'Espagnol et confluence ruisseau de Nauze Joane	2	12 ha	Gagnac/G Seilh Merville St-Jory	D	Boisements - Bras mort - Confluence Atouts : ZNIEFF - Habitats IC (frénaie) Insectes potentiels : lucane cerf volant et grand capricorne (IC) - frayères potentielles à alose Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - faible dynamique fluviale, érosions diffuses - bras mort déconnecté et busé à l'aval - boisement alluvial très dégradé et réduit - plantes invasives -		Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuration	
		Ensemble de gravières de Lespinasse (p)	3	49 ha	Gagnac/G Lespinasse Saint-Jory	D	Gravières en exploitation et réhabilitées Atouts : potentiel pédagogique (pêche) Contraintes : sites isolés - habitats très fortement dégradés - gravières à l'abandon et en voie de comblement - potamot crépu - ragondin, écrevisse de Louisiane (comblement des plans d'eau prévu en partie - création d'un étang de pêche pour le reste)		Continuité écologique	Découverte
Ensemble de gravières le long du canal latéral (p)	3	10 ha	Lespinasse	D	Gravières Contraintes : sites isolés - Habitats partiellement dégradés (Végétation rudérale, peupliers de culture...)		Continuité écologique			

Habitat IC = habitat naturel d'intérêt communautaire; Habitat PR = habitat naturel prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000); ZNIEFF = zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Secteur de Merville à Saint-Jory										
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Unités de gestion	Nom du Site	Niveau de Priorité	Surface et statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
								Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions naturelles	Sensibilisation Découverte
Secteur 6 Tronçon 18	Tronçon fonctionnel: Ramier de Bigorre à la Capelette Aires d'influence: cours d'eau (la Capelette), lisières	Ramier de Bigorre	1	59 ha 1 amodiation (zone protection nature, animation pédagogique - 32 ha)	Merville	G	Boisement alluvial - Milieux ouverts - Bras morts Atouts : Champ d'expansion de crue significatif, espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, APPB, Habitats IC (alluvions, lisières humides, frênaie) - Mosaïque d'habitats (dont prairies sèches), boisement en cours de restauration, bras en cours de formation Grand intérêt oiseaux : site de reproduction du milan noir, du martin pêcheur, du faucon hobereau et de la mésange nonnette Chiroptères : Petit Murin et Barbastelle - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant - Poissons : bouvière Potentiel pédagogique (sentier de randonnée pédestre et VTT, aire pique-nique, parking) Contraintes : habitats moyennement dégradés - lit sur molasse (ancien site d'extraction) - Bras mort du Ramier très déconnecté - Peupleraie in situ et à proximité - sensibilité oiseaux	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats	Sensibilisation Découverte
		La Capelette	3	6,5 ha	Merville	G	Boisement alluvial - Confluence Atouts : Habitats IC (frênaie) Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Contraintes : habitats moyennement dégradés - lit sur molasse (ancien site d'extraction) - pressions polluantes (apport affluents Capelette et Cazevelle)		Biodiversité Epuraton	
Secteur 6 Tronçon 19-1	Tronçon fonctionnel: Chavet à Port Haut Aire d'influence: gravières	Site de Chalvet	3	6 ha	Saint-Jory	D	Boisement alluvial Atouts : Habitats IC (frênaie) Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Contraintes : habitats fortement dégradés - lit sur molasse (ancien site d'extraction)		Biodiversité	
		Saulaie de la Dupine et bras mort de Port Haut	1	37 ha 1 amodiation (Mise en valeur paysagère et éducative - 21 ha)	Grenade Saint-Jory	D	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue significatif, espace de mobilité potentiel ZNIEFF, ZPS - Mosaïque d'habitats, boisement et bras mort en cours de restauration Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant - Poissons : alose, bouvière, toxostome Potentiel pédagogique (sentier de randonnée) Contraintes : boisement réduit et dégradé - bras mort anciennement très déconnecté - hutte de chasse	Expansion de crue Espace de mobilité	Habitats Continuité écologique	Découverte

Habitat IC = habitat naturel d'intérêt communautaire ; Habitat PR = habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Secteur de Grenade en amont du confluent de l'Hers mort										
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Unités de gestion	Nom du Site	Niveau de Priorité	Surface et statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
								Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions naturelles	Sensibilisation Découverte
Secteur 6 Tronçon 19-2	Tronçon fonctionnel: Fontaine à Bagnols Aire d'influence: cours d'eau, gravrières	Ile de Martignac et saulaie de Saint Caprais	1	32,5 ha 1 amodiation (Gestion conservatoire et ancienne île alluviale - 29 ha)	Grenade	D	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue significatif ZNIEFF, ZPS, APPB, Habitats IC (alluvions, herbiers, lisières humides, frênaie) PR (saulaie) - Mosaïque d'habitats Grand intérêt Oiseaux : site de reproduction du milan noir, faucon hobereau, bihoreau gris, hironnelle de rivage - Poissons : alose Contraintes : bras mort très déconnecté et en périphérie - cultures intensives à proximité immédiate - boisement dégradé et réduit au niveau du bras mort - plantes invasives (jussie, balsamine, renouée, vigne vierge) - hutte de chasse - traces de feu - décharges sauvages - pompage pour l'irrigation en rivière - pratique motorisée - sensibilité oiseaux	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation Découverte
		Forêt alluviale et bras mort de Fontaine	2	16 ha 1 amodiation (Gestion conservatoire et ancienne île alluviale - 14 ha)	Grenade	G	Boisement alluvial - Bras mort Atouts : ZNIEFF, ZPS, Habitats IC (lisières humides, frênaie) et PR (saulaie) - Bras mort connecté Oiseaux : site de reproduction potentiel de l'aigrette garzette, du bihoreau gris, de la Grande aigrette, du héron pourpré et du milan noir (site avéré) - Poissons : alose, bouvière, toxostome Potentiel pédagogique (sentier de randonnée) Contraintes : bras mort en périphérie - cultures intensives à proximité immédiate - boisement dégradé et réduit au niveau du bras mort - plantes invasives (jussie, balsamine, renouée, vigne vierge) - pratique motorisée - huttes de chasse - sensibilité oiseaux		Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation Découverte
		La Guinguette	3	2 ha	Grenade	G	Ripisylve - Bras mort Atouts : ZPS, Habitats IC (frênaie) - bras mort restauré Contraintes : ripisylve étroite - bras mort en périphérie - cultures intensives à proximité immédiate		Habitats Continuité écologique	
		Bras mort de Saint Caprais Bagnols et Confluence Hers mort	1	34 ha 1 amodiation (Suivi ripisylve - 37 ha)	Ondes Castelnauds Grenade	DG	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence Atouts : Champ d'expansion de crue significatif (enjeux : habitations) ZNIEFF, ZPS, APPB, Habitats IC (herbiers, alluvions, lisières humides, frênaie) PR (saulaie) - Mosaïque d'habitats Grand intérêt Oiseaux : site de reproduction du milan noir, faucon hobereau, bihoreau gris, hironnelle de rivage et du martin pêcheur (potentiel) - Chiroptères : Murin à oreilles échancrées et Murin de Bechstein Potentiel pédagogique (sentier de randonnée) Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - boisement très dégradé - plantes invasives - bras mort déconnecté - pressions polluantes (apports affluents Hers mort) - huttes de chasse - pratique motorisée - dépôts	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Epuration	Découverte Sensibilisation
		Site de la Gargasse	2	29 ha	Grenade	G	Atouts : Champ d'expansion de crue significatif (enjeux : pont) / Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, Habitats IC (alluvions) Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - ripisylve étroite - peupleraie in situ et à proximité - huttes de chasses	Expansion de crue Espace de mobilité	Continuité écologique	

Habitat IC = habitat naturel d'intérêt communautaire ; Habitat PR = habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Secteur de Grenade en aval du confluent de l'Hers mort										
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Unités de gestion	Nom du Site	Niveau de Priorité	Surface et statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
								Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions naturelles	Sensibilisation Découverte
Secteur 6 Tronçon 19-3	Tronçon fonctionnel: Monges à Crespys Aire d'influence: cours d'eau, gravières, haies	Site des Monges	3	42,5 ha 2 amodiations (Pacage ovins - 3,75 ha et zone verte - 2 ha)	Grenade Ondes	DG	Boisement alluvial - Ripisylve Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont et habitations) Habitats IC (frênaie) Potentiel pédagogique (parcours de santé, proximité du lycée d'Ondes) Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - ripisylve étroite - décharges sauvages - espace vert - peupleraies in situ et à proximité - pompage pour l'irrigation en rivière	Expansion de crue	Biodiversité Continuité écologique	Découverte
		Bras mort de Larroque et gravières, la Nautique	3	24 ha 2 amodiations (stockage de matériaux - 10,5 ha)	Grenade Ondes	G	Ripisylve - Bras mort - Gravières - Milieux ouverts - Confluence Atouts : Espace de mobilité potentiel Habitats IC (lisières humides, végétations flottantes, frênaie) - Mosaïque d'habitats Potentiel pédagogique (proximité Grenade, mise à l'eau) Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - ripisylve réduite - bras mort déconnecté - risque de capture des gravières - peupleraies à proximité - pressions polluantes (apport affluents) - zone de stockage de matériaux - mise à l'eau	Espace de mobilité ?	Habitats Continuité écologique Epuraton	Découverte
		Bras mort de Miquelis	1	17 ha 3 amodiations (Suivi ripisylve - 10 ha et concassage 1,25 ha et une partie de Francs bords de 2	Grenade Ondes	D	Boisement alluvial - Bras mort Atouts : Espace de mobilité potentiel ZNIEFF, ZPS, Habitats IC (alluvions, lisières humides) PR (saulaie) - Bras mort connecté Oiseaux : site de reproduction du milan noir - Poissons : alose Potentiel pédagogique (sentier de randonnée) Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - boisement alluvial réduit et dégradé - décharges sauvages - huttes de chasse - pompage pour l'irrigation en rivière	Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation Découverte
		Confluence Save-Garonne	1	35,5 ha 2 amodiations (Francs bords - 15ha et Suivi ripisylve - 12,75 ha)	Grenade Ondes	G	Ripisylve - Confluence Atouts : Champ d'expansion de crue significatif - espace de mobilité potentiel ZPS, Habitats IC (alluvions, lisières humides, frênaie) PR (saulaie) Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant - Poissons : alose Contraintes : lit sur molasse (ancien site d'extraction) - ripisylve réduite - pressions polluantes (apport affluent) - huttes de	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Epuraton Continuité écologique	
		Saulaie de Crespys	2	38 ha 2 amodiations (Francs bords - 4 et 13 ha)	Grisolles Grenade Ondes	D	Ripisylve - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue significatif ZNIEFF, ZPS, Habitats IC (frênaie) Oiseaux : site de reproduction du milan noir Contraintes : ripisylve étroite et dégradée - peupleraies in situ - pompage pour l'irrigation en rivière	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique	

Habitat IC = habitat naturel d'intérêt communautaire ; Habitat PR = habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

Secteur de Grisolles à Verdun sur Garonne									
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Nom du Site	Niveau de Priorité	Statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
							Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions naturelles	Sensibilisation Découverte
Secteur 7 Tronçon 20 de Grisolles à Verdun sur Garonne	Rispou	2	13 ha dont 2 en DPF	Grisolles	D	Ripisylve - Bras mort - Plans d'eau - Roselière à proximité Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Grisolles, pont) ZNIEFF, ZPS, Habitat IC(frênaie) et PR(saulaie) – Roselière rare, mosaïque d'habitats, forte relation écologique avec le site de La Barraque Oiseaux : site de reproduction du Héron pourpré, du Blongios nain, et du Milan noir Contraintes : ripisylve dégradée - bras mort très déconnecté (buse) et en périphérie du	Expansion de crue	Biodiversité Habitats	Sensibilisation
	La Barraque	1	7 ha dont 4,5 ha propriété CREN	Grisolles	D	Ancien bras - roselière - saulaie Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Grisolles, pont) ZNIEFF, APPB oiseaux, ZPS - Roselière rare, mosaïque d'habitats - forte relation avec les sites de Rispou et de Brenaygue Grand intérêt oiseaux : site de reproduction du Héron pourpré (plus importante colonie de Midi-Pyrénées), du Blongios nain, et du Milan noir Contraintes : ancien bras en périphérie du site - cultures intensives à proximité	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation
	Brégnaygue Marquise	3	103 ha dont 31 en DPF 4 amodiations (ligne EDF)	Grisolles; Aucamville	G	Gravères - Boisement alluvial - Bras secondaire - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue significatif (enjeux : Grisolles, pont) ZPS, Habitat IC(lisière humide, frênaie) et PR(saulaie) - Mosaïque d'habitats - Forte relation écologique avec le site de Rispou Oiseaux : site de reproduction du Milan noir, de la Sterne pierregarin et de la Mouette mélanocéphale ; Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Potentiel pédagogique (aménagement pêche existant) Contraintes : Possibilité de mobilité réduite (risque de capture gravière ?) - Boisement	Expansion de crue (Espace de mobilité ?)	Biodiversité Habitats	Découverte
	Mauvers	1	33 ha dont 29 en DPF 1 amodiation (plantation de peupliers - 15ha - 2008-2022)	Grisolles; Verdun/G	D	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Grisolles, pont) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, ZPS, Habitat IC(frênaie) et PR(saulaie) - mosaïque d'habitats, frayères potentielles poissons phytophiles Potentiel pédagogique (bonne accessibilité, espace valorisé) Contraintes : possibilité de mobilité réduite	Expansion de crue (Espace de mobilité ?)	Biodiversité Habitats	Découverte
	Charonne	3	11 ha dont 10 en DPF	Grisolles; Verdun/G	D	Ripisylve - Bras mort Atouts : ZPS - Ripisylve dense et riche Contraintes : enrochements et épis - bras mort très déconnecté - dépôt d'ordures - ligne		Habitats	
	Verdun Saint-Pierre	1	28 ha dont 22 ha en DPF 1 amodiation (plantation de peupliers - 8ha - 2001-2015)	Verdun/G	G	Boisement alluvial - Bras mort - Milieu ouvert Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux: Verdun) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, APPB oiseaux, ZPS, Habitat IC(frênaie) et PR(saulaie) - Mosaïque d'habitats, frayère potentielle poissons phytophiles Grand intérêt oiseaux : site de reproduction du Héron pourpré, du Faucon hobereau, du Milan noir - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant, Poissons : Bouvière Contraintes : enrochement (amont) - déconnexion aval bras mort - saulaie sénescence - frange de ripisylve du bras mort et en amont - plantes invasives - peupleraie à proximité immédiate - sensibilité oiseaux	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Sensibilisation
	Sagnac	3	3 ha dont 2 ha en DPF	Verdun/G	D	Ripisylve - Bras mort Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, Frayère potentielle poissons phytophiles Contraintes : enrochements et épis en amont	(espace de mobilité en amont)	Habitats Continuité écologique	
	Guiraudis	1	23 ha en DPF 1 amodiation (plantation de peupliers - 5ha - 2002-2016)	Verdun/G	G	Boisement alluvial - Bras mort - Prairie sèche Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Verdun) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, Habitat IC(alluvions, frênaie) - Mosaïque d'habitats, prairie sèche rare, bras connecté et évolution aval, frayère potentielle poissons phytophiles Oiseaux : site de reproduction du Milan noir Potentiel pédagogique (proximité de Verdun/G) Contraintes : Frange de ripisylve - boisement dégradé - peupleraie à proximité immédiate -	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Découverte

Habitat IC = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire ; Habitat PR = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire Prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Secteur de Verdun sur Garonne à Mas Grenier									
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Nom du Site	Niveau de Priorité	Statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
							Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions écologiques	Sensibilisation Découverte
Secteur 7 Tronçon 21 de Verdun sur Garonne à Bourret	Camp de L'Aze	3	8 ha dont 4 en DPF 1 amodiation (plantation de peupliers - 1ha - 2010-2024)	Verdun/G	D	Ripisylve - Bras mort Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS - Frayère potentielle poissons phytophiles Contraintes : Enrochements (en amont et en aval) Frange de ripisylve - bras très déconnecté - peupleraie à proximité immédiate	(espace de mobilité en aval)	Habitats Continuité écologique	
	Ile de Labreille et confluences	1	37 ha dont 34 en DPF 1 amodiation (espace naturel - 27ha - 2009-2023)	Verdun/G	G	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts - Confluence Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, Habitat IC(alluvions, lisière humide, frênaie) - Mosaïque d'habitats Oiseaux : site de reproduction du Bihureau gris, de l'Aigrette garzette, de la Grande aigrette, et du Héron pourpré - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant, poissons : Bouvière Potentiel pédagogique (proximité Verdun, bonne accessibilité, observatoire ornithologique)	Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Epuration	Sensibilisation /Découverte
	Îlot de Verdun Pescay	1	19 ha dont 18 ha en DPF	Verdun/G; Mas Grenier; Monbéqui	D	Boisement alluvial - Bras mort - Ile Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIIEFF, APPB oiseaux, ZPS, Habitat IC(alluvions) et PR(saulaie) - Frayères potentielles poissons phytophiles Grand intérêt oiseaux : site de reproduction du Petit Gravelot, Faucon hobereau - Poissons : Alose Contraintes : enrochement (en amont) - bras déconnecté - plantes invasives - sensibilité	Espace de mobilité	Biodiversité Habitats	Sensibilisation
	Pengé de l'Agasse et bras mort de Labat	3	18 ha en DPF 6 amodiations (plantations de peupliers - 5ha - 2006/2013 - 2005/2019 - 2008/2022 - 2003/2007)	Mas Grenier	G	Boisement alluvial - Bras morts Atouts : Frayère potentielle poissons phytophiles (Labat) Contraintes : frange de ripisylve - bras mort très déconnecté (Pengé) - peupleraie à proximité immédiate		Habitats Continuité écologique	
	Canalet	2	9 ha en DPF 1 amodiation (expérimentation environnementale - 9,5ha - 2001-2010)	Mas Grenier; Finhan	D	Boisement alluvial - Bras mort Atouts : Potentiel pédagogique (panorama, pêche) Contraintes : épis en sortie de bras - boisement alluvial sénescents - bras déconnecté - plantes invasives		Habitats	Découverte
	Prés des os La picone L'île	2	78 ha dont 74 ha en DPF sur 9 amodiations (plantation de peupliers - 15ha - 2003/2007 - 1999/2013 - 2001/2015 - 2005/2011 - 2005/2009))	Mas Grenier; Finhan	G	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts - Gravières Atouts : Champ d'expansion de crue significatif (enjeux : Finhan) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, Habitat IC(alluvions) et PR(saulaie) - Mosaïque d'habitats, bras vif en formation, frayère potentielle poissons phytophiles Potentiel pédagogique (sentier de randonnée existant) Contraintes : enrochements et épis - boisement dégradé - bras mort très déconnecté - site isolé	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Découverte
	Gravière de Camp de Mothe	3	8 ha	Finhan	D	Gravières - Boisement - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Finhan) Mosaïque d'habitats Potentiel pédagogique (site aménagé, proximité Finhan) Contraintes : possibilité de mobilité du lit réduite (risque de capture gravière ?) - Boisement dégradé - peupleraie à proximité immédiate - site isolé	Expansion de crue (Espace de mobilité ?)	Continuité écologique	Découverte
	Embouchure Lambon	3	15 ha dont 10 en DPF	Mas Grenier	G	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence Atouts : ZPS, Habitat IC(frênaie) - Frayères potentielles poissons phytophiles Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Contraintes : boisement dégradé - bras déconnecté - site isolé		Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuration	
	Sabatou-Picone	3	6 ha en DPF	Finhan	D	Boisement alluvial - Bras - Ile Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) Habitat IC(alluvions, frênaie) Potentiel pédagogique (sentier de randonnée existant) Contraintes : (enrochement en amont) - boisement dégradé et réduit - peupleraie à proximité	(espace de mobilité)	Continuité écologique	Découverte

Habitat IC = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire ; Habitat PR = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire Prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Secteur de Mas Grenier à Bourret									
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Nom du Site	Niveau de Priorité	Statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
							Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions écologiques	Sensibilisation Découverte
Secteur 7 Tronçon 21 de Verdun sur Garonne à Bourret	Ilot de Saint-Cassian	1	38 ha dont 35 en DPF amodiation CG82	Mas Grenier	G	Boisement alluvial - Bras mort - Milieu ouvert Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Bourret) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, APPB oiseaux, ZPS, Habitat IC(alluvions, frénaie) et PR(saulaie) - Mosaïque d'habitats Grand intérêt oiseaux : site de reproduction du Bihoreau gris, du Petit gravelot, du Faucon hobereau, de l'Aigrette garzette et du Héron pourpré - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Potentiel pédagogique (site ENS) Contraintes : enrochement (bras mort) - saulaie sénescence - bras mort déconnecté en périphérie- cultures intensives à proximité - plantes invasives - station de pompage CACG dans bras mort amont -	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats	Sensibilisation /Découverte
	Moncassy	1	15 ha dont 12 en DPF	Finhan	D	Boisement alluvial - Bras - Ile - Confluence Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux: Bourret) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, ZPS, Habitat IC(frénaie) - Mosaïque d'habitats - Frayères potentielles poissons phytophiles, forte relation écologique avec le site de Saint Cassian Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Potentiel pédagogique (sentier de randonnée existant) Contraintes : épis et enrochement (amont) -	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Epuraton	Découverte
	Vernet amont Vernet aval (Les communaux)	3	23 ha DPF	Bourret; Montech	G	Boisement alluvial - Roselière - Bras - Ile Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux: Bourret) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) Habitat IC(herbier,alluvions) - Mosaïque d'habitats, roselière et habitats aquatiques rares, bras en formation Potentiel pédagogique (proximité Bourret) Contraintes : boisement dégradé - peupleraie à proximité immédiate - bras très déconnecté	Expansion de crue	Biodiversité Habitats	Découverte
	Ilot de Granes	3	2 ha en DPF	Montech	G	Ripisylve - Bras mort Atouts : ZPS - Habitat IC (herbiers) Contraintes : frange de ripisylve - peupleraie à proximité immédiate - bras très déconnecté		Habitats Continuité écologique	
	De Granes	3	7ha dont 5 ha en DPF	Bourret	G	Boisement alluvial - Bras mort Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS - Ripisylve importante Contraintes : frange de ripisylve - peupleraie à proximité immédiate - bras déconnecté	Espace de mobilité	Habitats Continuité écologique	
	Bourret - Lespinassie - Lagravette	1	98 ha dont 97 en DPF 2 amodiations (espace naturel - 70ha - 2009- 2011 Et plantation de peupliers - 5 ha - 2002/2016)	Bourret; Montech	D	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : Bourret, ponts) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, ZNIEFF, Habitat IC(lisière humide) et PR(saulaie) - Boisement en cours de restauration - l'un des 2 plus grands bras morts - frayères potentielles poissons phytophiles Oiseaux : site de reproduction du Bihoreau gris, de l'Aigrette garzette, de la Grande aigrette, du Héron pourpré, et du Milan noir (relation avec Saint Cassian) - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant, poissons : Bouvière Potentiel pédagogique (sentier et panneaux pédagogiques existants) Contraintes : enrochements, possibilité de mobilité réduite (route et pont) - saulaie dégradée - plantes invasives - peupleraie à proximité immédiate - bras déconnectés - sensibilité oiseaux	Expansion de crue (Espace de mobilité ?)	Biodiversité Habitats	Sensibilisation /Découverte
	Ile Doumerc Gabachoux	2	24ha dont 13 en DPF 1 amodiation (chemin de randonnée - 2ha - 1996/2013)	Bourret	G	Boisement alluvial - Bras mort - Ile Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont) Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZPS, ZNIEFF, Habitat IC(frénaie) et PR (saulaie) - Bras mort connecté Oiseaux : site de reproduction du Milan noir - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant, chiroptères : Barbastelle (effet lisière), poissons : Alose Potentiel pédagogique (sentier de randonnée existant, proximité Bourret) Contraintes : enrochements (amont), possibilité de mobilité réduite (pont) - boisement dégradé	Expansion de crue (Espace de mobilité ?)	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Découverte
	Bras du Pontet et Confluence du ruisseau de Pantagnac	3	11 ha dont 7,5 en DPF	Bourret; Montech	D	Ilot - Bras en cours de formation - Confluence Atouts : Habitat IC(frénaie) et PR(saulaie) Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Contraintes : Ripisylve dégradée et étroite - Peupleraies in situ et à proximité immédiate - Pression polluante (apport affluent) -		Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuraton	

Habitat IC = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire ; Habitat PR = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire Prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Secteur de Bourret à Castelsarrasin									
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Nom du Site	Niveau de Priorité	Statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
							Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions écologiques	Sensibilisation Découverte
Secteur 7 Tronçon 22 de Bourret à Castelsarrasin	Bras mort de Cordes Tolosanes	3	23 ha dont 22 en DPF 1 amodiation (activités militaires – 3,4ha – 2005/2009)	Cordes Tolosannes - Saint Porquier	G	Boisement alluvial - Bras mort - Prairie Atouts : ZPS, Habitat IC(frênaie) – Mosaïque d'habitats, prairie sèche rare Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf- volant Contraintes : boisement très dégradé en partie - bras mort très déconnecté - dépôt d'ordures - activité militaire		Biodiversité Habitats	
	Ile de Lizoun	1	92 ha dont 83 en DPF 7 amodiations (culture annuelle – 1ha – 2010/2011 et une jachère – 1ha – 2010/2014 et et une plantation de peupliers – 0,2 ha – 1999/2013 et une prairie - 3ha – 2007/2011 et une culture annuelle hors maïs – 5,5ha – 2009/2010 et Activités militaires -1,5ha – 2005/2009 et une prairie – 0,5ha – 2004/2018)	Cordes Tolosannes - Saint Porquier - Escatalens	D	Boisement alluvial - Bras mort - Prairie sèche - Confluence Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) - l'un des 2 plus grands bras morts ZNIEFF, APPB oiseaux, ZPS, Habitat IC(frênaie) et PR(saulaie,peupleraie sèche) - Mosaïque d'habitat, prairie sèche et peupleraie sèche rares Grand intérêt oiseaux : site de reproduction pour Bihoreau gris, Aigrette garzette, Grande aigrette, Héron pourpré - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant, poissons : Bouvière Potentiel pédagogique (sentier de randonnée depuis Escatalens) Contraintes : enrochement - bras mort perché et en périphérie du site - boisement sénescant (saulaie) ou réduit (frênaie) - enrichissement - plantes invasives - peupleraies et cultures intensives à proximité du bras - pression	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Epuraton	Sensibilisation/ Découverte
	Bras mort de Belleperche	2	26 ha en DPF 2 amodiations (expérimentation environnementale Cemagref – 0,5ha - 2009/2010 et une plantation de peupliers – 4,5ha - 1999/2013) + réserve CG82	Cordes Tolosannes - Castelsarrasin	D	Boisement alluvial - Bras mort - Milieux ouverts Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux: pont, Castelsarrasin) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) ZNIEFF, Habitat IC(frênaie) - Mosaïque d'habitats Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf- volant, chiroptères : Barbastelle, Grand et Petit rhinolophe, Minioptère de Schreibers (effet lisière), poissons : Alose Potentiel pédagogique (proximité abbaye de Belleperche) Contraintes : bras mort en périphérie du site - boisement dégradé, réduit en amont et aval - cultures intensives et extraction de granulats à proximité immédiate - peupleraie in situ	Expansion de crue Espace de mobilité	Biodiversité Habitats	Découverte

Habitat IC = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire ; Habitat PR = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire Prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Secteur de Castelsarrasin									
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Nom du Site	Niveau de Priorité	Statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
							Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions écologiques	Sensibilisation Découverte
Secteur 7 Tronçon 23 Castelsarrasin	Confluence de la Gimone	2	27 ha en DPF 2 amodiations (culture annuelle - 13,5ha – 2010/2011 et un espace naturel - 1ha - 2010/2024)	Castelferrus	G	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence Atouts : Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) Habitat IC (frênaie) Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant, poissons : Alose Contraintes : zone humide déconnectée du champ d'expansion de crue (merlon) - boisement alluvial dégradé - bras très déconnecté - pression polluante (apport affluent) - culture intensive in situ	Espace de mobilité	Biodiversité Habitats Epuraton	
	Bras mort de Lascouignes	3	33 ha dont 31 en DPF 4 amodiations (plantations de peupliers - 4,5ha - 2000/2014 et 3,80 ha 2002/2016 et 0.18ha - 1996/2010)	Castelsarrasin Castelferrus	D	Ripisylve - Bras mort - Milieux ouverts Atouts : Habitats IC(alluvions, lisière humide, frênaie) - Mosaique d'habitats, frayère potentielle poissons phytophiles Contraintes : enrochement en amont - ripisylve dégradée - bras déconnecté - peupleraie in situ	Expansion de crue	Habitats	
	Bras morts de Maniou et de l'ilot	1	15 ha dont 11 en DPF 2 amodiations (une réouverture du bras mort - 3ha – 2002/2016 et une plantation de peupliers - 6ha - 2002/2016)	Castelsarrasin Castelferrus	D	Boisement alluvial - Bras mort Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont, Castelsarrasin) Habitat IC(alluvions) - Bras restauré - Frayère poissons phytophiles Potentiel pédagogique (sentier pédagogique existant à proximité de Castelsarrasin) Contraintes : possibilité de mobilité réduite (pont) - boisement réduit - bras mort en périphérie du site - cultures intensives et	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Découverte
	Bras mort de Prats	1	8ha dont 5 en DPF 1 amodiation (espace naturel - 1,5ha - 2006/2020)	Saint Aignan Castelsarrasin	G	Boisement alluvial - Bras mort - Ile Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont, Castelsarrasin) Habitat IC(alluvions) et PR(saulaie) - Evolution aval du bras mort Chiropières : Murin à oreilles échancrées et Petit rhinolophe (effet lisière) - Potentiel pédagogique (proximité Castelsarrasin) Contraintes : Enrochements - possibilité de mobilité réduite (habitations) - boisement dégradé et réduit - bras mort très déconnecté et en périphérie du site - cultures intensives à proximité immédiate - ball trap	Expansion de crue (Espace de mobilité ?)	Biodiversité Habitats Continuité écologique	Découverte
	Bras mort de Très Casses	3	34 ha dont 7 en DPF	Castelmayran; Castelsarrasin	G	Boisement alluvial - Bras mort - Gravières Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont, Castelsarrasin) - Espace de mobilité potentiel (secteur dynamique) Habitat IC(lisière humide) Contraintes : Epis - boisement dégradé - bras mort déconnecté - dépôt d'ordures	Expansion de crue Espace de mobilité	Habitats	
	Méandre de Thourmieux	3	35 ha	Castelmayran; Castelsarrasin	G	Ancien bras mort Atouts : Champ d'expansion de crue (enjeux : pont, Castelsarrasin) ZNIEFF Contraintes : Site isolé - bras mort en périphérie - cultures intensives à proximité	Expansion de crue	Habitats Continuité écologique	
	Ilôt Monestié	2	26 ha dont 24 en DPF 2 amodiations (plantation de peupliers - 7,5ha – 2007/2011 et 1999/2013)	Castelmayran; Castelsarrasin	D	Boisement alluvial - Bras mort -Ile Atouts : ZNIEFF, ZPS, Habitat IC(alluvions, frênaie) - Bras connecté Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Potentiel pédagogique (proximité de Castelsarrasin) Contraintes : Possibilité de mobilité réduite (Contrainte de gestion du pont A62) - boisement dégradé - dépôt d'ordures	(Espace de mobilité ?)	Biodiversité Habitats	Découverte

Habitat IC = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire ; Habitat PR = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire Prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Secteur de Saint Nicolas de la Grave									
Localisation Schéma Directeur d'Entretien	Nom du Site	Niveau de Priorité	Statut foncier	Territoire communal	Rive	Caractéristiques	ENJEUX		
							Dynamique fluviale	Biodiversité Fonctions écologiques	Sensibilisation Découverte
Secteur 8 Tronçon 24 Saint Nicolas de la Grave	Lac de Monestié	3	16ha	Castelsarrasin	D	Ancienne gravière aménagée <u>Atouts</u> : Champ d'expansion de crue (enjeux habitats) ZPS Potentiel pédagogique (aménagement pédagogique et pêche existant)	Expansion de crue		Découverte
	Bras mort de Theride et embouchure de la Sère	2	30 ha dont 20 en DPF 1 amodiation : ligne électrique - 0,16ha – 2009/2023)	Castelmeyran; Castelsarrasin	G	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence <u>Atouts</u> : Champ d'expansion de crue (enjeux : base de loisirs, ouvrages hydroélectriques) ZNIEFF, ZPS - Forte relation avec le plan d'eau de Saint Nicolas Potentiel pédagogique (proximité de la base de Saint Nicolas de la Grave) Contraintes : Enrochement de la Serre - bras mort déconnecté - boisement réduit - bras mort en périphérie - cultures intensives à proximité - peupleraie in situ - pression polluante (apport affluents) - dépôt d'ordures	Expansion de crue	Habitats Continuité écologique Epuraton	Découverte
	Site de Courbieu	3	17 ha en DPF 1 amodiation (plantation de peupliers - 7ha – 1995/2009)	Castelsarrasin	D	Ancienne gravière non aménagée <u>Atouts</u> : Champ d'expansion de crue (enjeux : base de loisirs, ouvrages hydroélectriques) ZPS Connexion au fleuve <u>Contraintes</u> : Berges abruptes - dépôt d'ordures	Expansion de crue	Habitats	
	Embouchure du Merdaillou	2	12 ha dont 10 ha en DPF 1 amodiation : plantation de peupliers - 1,5ha – 2007/2021	Castelsarrasin; Saint Nicolas de la Grave	D	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence <u>Atouts</u> : Champ d'expansion de crue (enjeux : base de loisirs, ouvrages hydroélectriques) ZNIEFF, ZPS, Habitat IC(lisière humide,frênaie en bon état) - Bras connecté - Boisement alluvial en bon état - Forte relation avec le plan d'eau de Saint Nicolas Oiseaux : site de reproduction du Bihoreau gris, de l'Aigrette garzette, de la Grande aigrette, du Héron pourpré et du Milan noir - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Contraintes : Pression polluante (apport affluents) - dépôt d'ordures - sensibilité oiseaux	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuraton	Sensibilisation/Déc ouverte
	Plan d'eau de Saint Nicolas de la Grave	1	320 ha dont 288 en DPF	Castelsarrasin; Saint Nicolas de la Grave	D G	Boisement alluvial - Bras mort - Confluence <u>Atouts</u> : Champ d'expansion de crue (enjeux : base de loisirs, ouvrages hydroélectriques) ZNIEFF, ZPS, Habitat IC(lisière humide, frênaie) et PR (saulaie) Grand intérêt oiseaux : site de reproduction de la Sterne pierregarin et site d'hivernage d'importance régionale - Insectes : Grand Capricorne et Lucane Cerf-volant Contraintes : Frange de ripisylve - déchets flottants - pression polluante (apport affluents) - sensibilité oiseaux	Expansion de crue	Biodiversité Habitats Continuité écologique Epuraton	Sensibilisation/Déc ouverte

Habitat IC = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire ; Habitat PR = Habitat Naturel d'Intérêt Communautaire Prioritaire (au titre de la Directive Habitats Natura 2000) ; ZNIEFF = Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Statut des zones humides potentielles identifiées par Lindénia (2012)

ZH_POT	commune	surface (m ²)	Znieff (m ²)	directive oiseau (m ²)	directive habitat (m ²)	dpf (m ²) - indicatif
L01	Fenouillet	9839.21	14132.60	0.00	805.20	0.00
L02	Saint-Jory/Gagnac sur Garonne	16266.80	2172.05	0.00	1191.92	2661.91
L03	Verdun sur Garonne/Grisolles	31372.20	0.00	1611.87	0.00	0.00
L04	Verdun sur Garonne	91298.30	0.00	0.00	0.00	0.00
L05	Verdun sur Garonne	60233.90	0.00	0.00	0.00	0.00
L06	Verdun sur Garonne	78673.20	0.00	0.00	0.00	0.00
L07	Monbequi	24691.60	0.00	0.00	0.00	0.00
L08	Mas-Grenier	34831.80	0.00	25269.70	0.00	0.00
L09	Finhan	186699.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L10	Finhan	16837.60	0.00	0.00	0.00	0.00
L11	Finhan	101031.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L12	Bourret	11693.50	0.00	0.00	11693.50	11693.50
L13	Montech	18606.30	0.00	0.00	0.00	0.00
L14	Montech	12795.10	0.00	0.00	0.00	0.00
L15	Montech	55441.20	0.00	0.00	0.00	0.00
L16	Montech	33127.80	0.00	0.00	0.00	0.00
L17	Escatalens	14768.40	0.00	0.00	0.00	0.00
L18	Escatalens/Bourret	19155.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L19	Escatalens	3172.19	0.00	0.00	0.00	0.00
L20	Escatalens	11797.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L21	Castelsarrasin	10347.80	0.00	0.00	0.00	0.00
L22	Castelsarrasin	19462.30	0.00	0.00	0.00	0.00
L23	Castelferrus/Saint-Aignan	16847.40	0.00	0.00	0.00	0.00
L24	Castelsarrasin	3392.51	0.00	0.00	0.00	0.00
L25	Castelferrus	86275.30	0.00	0.00	0.00	0.00