



Université de Toulouse

MASTER 2 GEOMATIQUE

« **S**cience de l'**I**nformation **G**éoréférencée pour la **M**aîtrise de l'environnement et l'**A**ménagement des territoires » (**SIGMA**)

<http://sigma.univ-toulouse.fr>

RAPPORT DE STAGE

Identification et caractérisation des retenues à usage irrigation sur le bassin Adour-Garonne

CHALABERT Nadine

Institut National de Recherche en Agronomie

UMR Agrosystèmes et agricultures, Gestion des ressources, Innovations & Ruralités



Maître de stage : Maud BALESTRAT

Tuteur-enseignant : Claude MONTEIL

Septembre 2013

RESUME

La **directive-cadre sur l'eau** (2000/60/CE) impose une connaissance accrue des retenues à usage irrigation en vue de pouvoir mesurer leur impact cumulé sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau. Ainsi, la nécessité **d'acquérir des données précises sur ce type de retenue** est devenue l'un des enjeux actuels des acteurs en charge de la gestion de la ressource sur le bassin Adour-Garonne.

Le travail mené durant ce stage, réalisé à l'INRA, consiste à **enrichir la table des surfaces en eau de la Bd Topo®**, produite par l'Institut Géographique National, afin de pouvoir extraire plus spécifiquement **les retenues à usage irrigation**, ceci à l'échelle d'un grand bassin hydrographique.

La méthode adoptée s'appuie d'abord sur l'élaboration d'une **typologie générique des retenues**, indispensable pour classer les surfaces en eau de la Bd Topo®. Elle s'appuie ensuite sur un ensemble de **traitements géomatiques basés sur l'exploitation et le croisement de données multi-sources de nature très hétérogènes**. Enfin, **plusieurs démarches d'estimation de la capacité des plans d'eau** ont été explorées.

Le contenu de ce rapport montre la **difficulté d'une approche géomatique de masse** pour identifier les retenues irrigation. Pour obtenir une connaissance fiable et pérenne sur cette thématique, il semble nécessaire de coordonner et d'homogénéiser les méthodes de production de données à l'échelle des territoires de gestion. Aussi, l'intérêt d'un éventuel partenariat entre les différents acteurs producteurs de données est-il conforté.

Mots clés : retenue, irrigation, plan d'eau, surface en eau, bassin Adour-Garonne, caractérisation, identification

ABSTRACT

The water framework directive (2000/60/CE) requires increased knowledge of water impoundments for irrigation use to measure their cumulative impact over the hydrologic functioning of the streams . Thus, the necessity to obtain accurate data on such water impoundment has become one of the current challenges of the actors in charge of resource management on the Adour-Garonne basin.

The work done during this training period, carried out at INRA consists in expanding the table surfaces with Bd Topo® water, produced by the National Geographic Institute in order to extract more specifically the water impoundments for irrigation use, this on a large hydrologic basin scale.

The method used is based, first, on the development of a generic type of water impoundments required to classify Bd Topo® water surfaces. It relies on a set of geospatial processings based on the exploitation and the crossing of mixed multi-sources data. Finally, several approaches for estimating the capacity of lakes have been explored.

The content of this report shows the difficulty of a mass geomatic approach used to identify the irrigation impoundments. For a reliable and perennial knowledge on this topic, it seems necessary to coordinate and make the methods of data production coherent on a territorial management scale. Also, the interest of a potential partnership between the different actors data producers is confirmed.

Keywords: impoundment, irrigation, lakes, water surface, Adour-Garonne basin, characterization, identification

REMERCIEMENTS

Je remercie Monsieur Olivier Théron de m'avoir accueillie au sein de l'Unité Mixte de Recherche Agrosystèmes, agricultures, Gestion des ressources, Innovations et Ruralités de l'INRA de Toulouse et Madame Maud Balestrat pour m'avoir encadrée durant ce stage.

Merci également à Maroussia Vavasseur, informaticienne à l'INRA pour son aide précieuse.

Je tiens à remercier les personnes des Directions Départementales des Territoires ainsi que les collaborateurs de l'agence de l'eau Adour-Garonne, et tous ceux qui m'ont apporté de précieux éléments pour mener à bien mon travail. En particulier, je remercie Régis Haubourg (Administrateur de données Géographiques à l'agence de l'eau Adour-Garonne) et Céline Dupuis (Chargée d'étude Gestion Quantitative à l'agence de l'eau Adour-Garonne) qui ont tous deux assuré un suivi ponctuel de mon stage.

Je remercie Monsieur Claude Monteil pour ses conseils avisés, son encadrement ainsi que l'ensemble du corps enseignant du Master SIGMA pour la qualité de leur formation.

ACRONYMES

AEAG	Agence de l'eau Adour-Garonne
AEP	Alimentation en Eau Potable
AERMC	Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
AGIR	Agrosystèmes, agricultures, Gestion des ressources, Innovations et Ruralités
ASP	Agence de Services et de Paiement
BAG	Bassin Adour-Garonne
BD	Base de données
BDRHF	Référentiel Hydrogéologique Français
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CACG	Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne
DCE	Directive Cadre Européenne
DEB	Direction de l'Eau et de la Biodiversité
DREAL	Direction Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
IGN	Institut Géographique National
HER	Hydro-écorégion
MAGE	Modélisation Appliquées à la Gestion de l'Eau
MISE	Mission Inter Services de l'Eau
MNT	Modèle Numérique de Terrain
ONEMA	Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques
PNR	Parc Naturel Régional
PPA	Point de prélèvement agricole
ROE	Référentiel des Obstacles à l'écoulement
RPG	Registre Parcellaire Graphique
SANDRE	Service d'Administration Nationale des données et des Référentiels sur l'eau
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIE	Système d'Information sur l'Eau
SIGMA	Science de l'Information Géoréférencée pour la Maîtrise de l'environnement et l'Aménagement des territoires
SWAT	Soil and Water Assessment Tool
UMR AGIR	Unité mixte de recherche Agrosystèmes et agriculture, Gestion des ressources, Innovations et Ruralités
VP	Volume prélevable

SOMMAIRE

RESUME	
ABSTRACT	
REMERCIEMENTS	
ACRONYMES	
INTRODUCTION	1
1. CONTEXTE, PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF DU STAGE	2
1.1. Cadre de réalisation du stage	2
1.2. Cadre réglementaire et problématique	2
1.2.1. Cadre réglementaire relatif aux plans d'eau et acteurs publics impliqués	2
1.2.2. Problématique : flou sémantique autour des notions « retenue collinaire » et « retenue à usage irrigation »	4
1.3. Objectif et planification du stage	6
2. MATERIEL, LOGICIELS ET DONNEES	7
2.1. Données Bd Topo® « SURFACE_EAU » : base de travail	7
2.1.1. Description	7
2.1.2. Contraintes de modélisation et biais relatifs à la digitalisation	8
2.1.3. Essai de caractérisation par l'AEAG	9
2.2. Collecte et structuration des données	10
2.2.1. Données génériques BAG collectées	10
2.2.2. Données départementales / locales collectées	11
2.2.3. Structuration des données	12
2.2.3.1. Dans une base de données PostgreSQL / PostGIS	12
2.2.3.2. Dans une table shapefile	12
3. METHODE	14
3.1. Démarche méthodologique	14
3.2. Définition d'une typologie générique	16
3.2.1. Un langage sémantique commun ciblant les retenues : définition	16
3.2.2. Structuration des données	16
3.2.2.1. Mode de stockage : différents types de retenues	17
3.2.2.2. Usage	19
3.2.2.3. Fonctionnement hydrologique	19
3.2.2.4. Type de remplissage	21
3.2.2.5. Fonctionnement hydraulique	21
3.2.3. Synthèse des caractéristiques des retenues permettant le classement par type de stockage	22
3.3. Traitements mis en œuvre mis en œuvre pour enrichir la BD Topo	22
3.3.1. Identification des surfaces en eau hors usage irrigation	23
3.3.2. Classification des plans d'eau usage irrigation (potentiel) selon la typologie générique	25
3.3.3. Estimation de la capacité des plans d'eau pour affiner la classification des plans d'eau usage irrigation	26
3.3.3.1. Méthode d'estimation du fond de vallée (MNT 25m) et statistiques zonales	27
3.3.3.2. Méthode avec la formule validée par le CEMAGREF	27
3.3.3.3. Méthode avec coefficient de proportionnalité	28
3.3.3.4. Comparaison des méthodes de calculs : MNT, formule DDT, coefficient de proportionnalité	30

3.3.3.5.	Rapprochement des retenues aux points de prélèvement agricole	32
4.	RESULTATS	32
4.1.	Enrichissement des données des plans d'eau de la Bd Topo® : résultats de la typologie INRA	33
4.2.	Analyse et caractéristiques des retenues à usage irrigation	36
4.2.1.	Répartition des retenues à usage irrigation identifiées	37
4.2.1.1.	Par département	37
4.2.1.2.	Selon le contexte géomorphologique	38
4.2.2.	Appariement avec les PPA (données du SIE)	39
4.2.2.1.	3 705 retenues à usage irrigation supplémentaires identifiées	39
4.2.2.2.	Comparaison entre les capacités déclarées (SIE vs DDT)	40
4.2.3.	Estimation de la capacité des plans d'eau	43
4.2.3.1.	Éléments impactant sur le calcul de la capacité des retenues	43
4.2.3.2.	Estimation de la capacité selon la connexion au cours d'eau	43
4.2.3.3.	Relation entre capacité déclarée, hauteur de digue et surface de la retenue	44
4.2.3.4.	Répartition des volumes DDT par superficie des retenues	46
5.	DISCUSSION, PERSPECTIVES ET BILAN PERSONNEL	47
5.1.	Discussion	47
5.1.1.	Une appréhension du réel au travers de données hétérogènes	47
5.1.2.	La nécessité de définir un langage commun	47
5.1.3.	Des capacités des plans d'eau difficile à estimer	47
5.2.	Perspectives	48
5.2.1.	De nombreuses sources de données encore à fiabiliser et à exploiter	48
5.2.2.	Limiter les risques d'artefacts	48
5.3.	Bilan personnel	49
	CONCLUSION	50
	BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE	51
	➤ Annexe 1 Extraits du SDAGE Adour-Garonne 2010-2015	55
	➤ Annexe 2 Synthèse des différentes approches de la retenue collinaire	56
	➤ Annexe 3 Contrainte et biais de digitalisation de la Bd Topo : exemples de plans d'eau multipolygones à considérer	60
	➤ Annexe 4 Traitements préalables réalisés sur la couche SURFACE_EAU de la Bd Topo® version 2011	62
	➤ Annexe 5 Description des données source collectées structurées dans la BBD PostgreSQL / PostGIS	63
	➤ Annexe 6 Description des métadonnées de la table surface_eau_enrichie_bdtopo	66
	➤ Annexe 7 Description du contenu de la table surface_eau_enrichie_bdtopo	68
	➤ Annexe 8 Diagrammes de processus des traitements mis en œuvre selon la nature (ponctuel, polygone, linéaire) des données traitées	70
	➤ Annexe 9 Procédure de calcul des statistiques zonales sous PostGIS et scripts SQL	72
	➤ Annexe 10 Procédure croisement des PPA et retenues irrigation potentielles	74
	➤ Annexe 11 Répartition par type d'usage de la classification « mode de stockage » identifié sur le bassin Adour-Garonne (typologie INRA)	75
	➤ Annexe 12 Retenues à usage irrigation identifiées après rapprochement avec les PPA	76
	➤ Annexe 13 Contrainte liée à la bd topo impactant sur la capacité : cas de la retenue du Mialet	77
	➤ Annexe 14 Carte de pente et retenues irrigation potentielles sur le BAG	78
	➤ Annexe 15 Extrait du rétroplanning (historique des tâches et traitements)	79
	➤ Annexe 16 Diagramme de Gantt	80

INTRODUCTION

Dans le Sud-Ouest de la France, en période estivale, les gestionnaires des ressources en eau sont régulièrement confrontés à des étiages marqués. Parmi les différents usages de l'eau (alimentation en eau potable, usage industriel, usage agricole), les prélèvements d'eau destinés à l'irrigation représentent la part la plus importante. En effet, en France, le bassin Adour-Garonne comptabilise la plus importante surface irriguée en grandes cultures. La multiplication des retenues à usage irrigation s'est opérée dès le début des années 1960¹, pour faire face à l'augmentation des surfaces irriguées et répondre aux besoins de stocker de la ressource en eau.

En 2010, les prélèvements en retenue représentent 24% du volume total prélevé pour l'irrigation² et 157 Mm³ ont été prélevés (soit 16,5% du volume total en prélèvement en retenue) dans 6 384 retenues irrigation³. Ces retenues interceptent l'eau quelle que soit son origine (pluie, cours d'eau, nappe) et même si, la grande majorité sont de tailles très petites, **leur nombre et leur densité peuvent être à l'origine d'un impact non négligeable sur le milieu qui reste à mesurer.**

L'un des enjeux actuels des gestionnaires de l'eau est de disposer de connaissances fines sur ces retenues à usage irrigation afin notamment de comprendre et de mesurer leur impact sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau, objectif fixé par la DCE et également affiché dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de la Gestion de l'Eau (SDAGE) Adour-Garonne 2010-2015 pour mieux gérer l'implantation de futures retenues.

A l'échelle nationale, la Bd Topo[®] produite par l'Institut Géographique National (IGN) fournit de l'information sur les surfaces en eau **mais ne permet pas de localiser spécifiquement les retenues à usage irrigation**. L'un des besoins actuels **consiste donc à améliorer le niveau d'information sur la nature et la distribution spatiale de ce type de retenues.**

Mon stage de six mois à l'Institut National de Recherche en Agronomie (INRA) de Toulouse a eu pour finalité **d'identifier et de caractériser les différents types de plans d'eau à l'échelle du bassin Adour-Garonne sur la base des informations fournies par la BD Topo[®]** et de produire **des données structurées concernant plus spécifiquement les retenues à usage irrigation**. L'agence de l'eau Adour-Garonne, initiatrice d'un premier travail sur ce sujet a, à ce titre, assuré un suivi ponctuel de mon stage à travers des points d'étape et la mise en place d'un comité de pilotage.

La première partie de ce rapport présente le **cadre de réalisation** du stage **ainsi que le contexte, la problématique et l'objectif de mon sujet d'étude**. La seconde partie s'attache à présenter **le matériel et les données mobilisées**. La troisième partie décrit la méthode mise en œuvre afin d'enrichir la BD Topo[®]. Celle-ci se base, dans un premier temps, sur la **mise en place une typologie générique permettant notamment de clarifier la notion de retenue, et dans un second temps, sur la mise en œuvre d'un ensemble de traitements pour identifier et caractériser les différents types de plans d'eau** au sein du thème « Hydrographie » de la Bd Topo[®]. La quatrième partie répertorie et évalue les **résultats issus du travail de caractérisation des différentes classes**. Enfin, une dernière partie propose de discuter du travail réalisé pour aboutir à **d'éventuelles perspectives** de recherche, et expose mon bilan personnel.

¹ Les retenues collinaires en Adour-Garonne. Didier Meillon. Agence de l'eau Adour-Garonne.2008

² Rapport irrigation. Campagne 2010. Agence de l'eau Adour-Garonne.Février 2012

³ Ce chiffre correspond aux retenues irrigation redevable auprès de l'AEAG car soit le montant de leur redevance est supérieur à 100 euros (seuil financier) , soit le volume prélevé est supérieur à 7 000 m³ (seuil technique). Rapport irrigation. Campagne 2010. Agence de l'eau Adour-Garonne.Février 2012

1. Contexte, problématique et objectif du stage

1.1. Cadre de réalisation du stage

Mon stage de six mois s'est déroulé au centre toulousain de l'Institut National de Recherche Agronomique, à Castanet-Tolosan, dans l'Unité Mixte de Recherche (UMR) « Agrosystèmes, agricultures, Gestion des ressources, Innovations et Ruralités » (AGIR). J'ai été accueillie au sein de l'**équipe de recherche « Modélisations Appliquées à la Gestion de l'Eau » (MAGE)** qui traite « des questions liées à la **gestion quantitative de la ressource en eau et aux méthodologies** qu'il est nécessaire de développer pour améliorer cette gestion.⁴

L'un des projets de recherche suivi par l'équipe MAGE est le projet **MAELIA** (Multi-Agent for Environmental Norms Impact Assessment, Gaudou et al., 2013)⁵ lequel porte sur le développement d'une **plateforme de simulation multi-agents**. La plateforme doit notamment permettre d'évaluer les impacts sociaux, économiques et environnementaux de différents dispositifs réglementaires en matière de définition et de gestion des volumes prélevables et des changements sociétaux et environnementaux (changements climatiques). L'implémentation de la plateforme nécessite le développement d'une méthode d'intégration destinée à produire un système d'information représentant les relations (structurelles et annuelles) entre systèmes de culture et de production, prélèvements en eau pour l'irrigation agricole et ressources en eau disponibles (cours d'eau, retenues, nappes)⁶.

L'objectif de ce stage est de participer au développement de la méthode d'intégration en produisant une donnée spatiale permettant de caractériser les ressources en eau de type retenue.

Afin de répondre aux dispositions C20, C23 et E19 du SDAGE Adour-Garonne, en lien avec la problématique de l'impact cumulé des plans d'eau sur le BAG, l'AEAG a constitué en janvier 2013 un groupe technique rassemblant la DREAL de bassin, l'ONEMA, les DDT du Gers et du Tarn et Garonne. Dans ce cadre, un **comité de pilotage a été initié** afin de suivre les différents travaux conduits sur la thématique des retenues à l'échelle du BAG et de s'assurer de la mise en cohérence des ces études. Début 2013, trois **stages complémentaires ont été** mis en œuvre pour traiter de cette problématique:

- le travail que j'ai mené, destiné à l'identification et à la caractérisation des retenues à usage irrigation ;
- le travail réalisé par Joël Payoux (ECOLAB) portant sur l'intégration des retenues à usage irrigation au sein du modèle hydrologique SWAT (destiné à implémenter la plateforme MAELIA – cf.1.1.) afin d'évaluer l'impact de ces ouvrages sur le fonctionnement des cours d'eau ;
- et le travail réalisé par Léa Dominique (DDT 82) dont l'objet a porté sur l'impact cumulé des retenues sur le fonctionnement hydrologique des bassins versants.

Une réunion s'est tenue le 11 avril 2013 rassemblant les membres du groupe technique pour faire le point sur l'avancée de ces travaux. Une seconde réunion est planifiée pour octobre 2013.

1.2. Cadre réglementaire et problématique

1.2.1. Cadre réglementaire relatif aux plans d'eau et acteurs publics impliqués

Les plans d'eau sont régis par la **Loi sur l'eau⁷ et le code de l'environnement**. Ils relèvent également de critères de déclaration d'une masse d'eau, et font l'objet d'une typologie nationale.

Le **Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Adour-Garonne 2010-2015⁸**, dans le cadre de ses objectifs de préservation de la ressource en eau et l'atteinte du bon état écologique, précise les orientations fondamentales notamment au travers des dispositions C20, C21, E18 et mesure 11 (pression de

⁴ Site internet UMR AGIR <http://www.wagir.toulouse.inra.fr/agir/>

⁵ Site Internet du projet MAELIA <http://maelia1.wordpress.com/>

⁶ BALESTRAT M., THEROND O. Une méthode d'intégration de Bases de Données Géographiques pour analyser les interactions entre agriculture et ressources en eau sur le bassin Adour-Garonne. Communication orale au colloque « Dynamiques environnementales, politiques publiques et pratiques locales: quelles interactions? », Toulouse, UMR GEODE, du 4 au 7 juin 2013

⁷ Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006

⁸ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Adour-Garonne 2010-2015.

prélèvements). Ces dernières visent à éviter la prolifération des petits plans d'eau sur les têtes de bassin versant, et à réduire les nuisances et les impacts cumulés. (cf. **Annexe 1 « Extrait du SDAGE Adour-Garonne »**) Pour cela, les travaux de création de plan d'eau permanent ou non sont encadrés et doivent faire l'objet d'une procédure de déclaration ou d'autorisation au titre de la législation sur l'eau conformément aux rubriques de l'article R. 214-1 du **Code de l'Environnement (CE)**⁹ : « la création des plans d'eau de moins de 3 ha, souvent à usage particulier est soumise à déclaration, ils sont désignés par « petits plans d'eau » dans le SDAGE 2010-2015. La préservation de la ressource en eau et l'atteinte du bon état écologique impliquent de contrôler la création de ces plans d'eau sur les têtes de bassin. Les plans d'eau dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha sont quant à eux soumis à autorisation ». Le guide de construction des retenues¹⁰ décrit la procédure d'instruction.

La **typologie nationale des eaux de surface**¹¹ concerne les plans d'eau supérieurs à 50 hectares qui font l'objet d'un suivi de la qualité de l'eau imposé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Cette typologie est fondée principalement sur l'origine naturelle ou non des plans d'eau, l'appartenance à une hydro-écorégion de rang 1¹², la forme de la cuvette et le fonctionnement hydraulique. Basée sur des critères naturels, cette typologie ne fait pas référence aux usages dans les définitions des différents types de plans d'eau même si le type et l'usage sont parfois liés¹³ (par exemple, un bassin d'épuration aura un usage assainissement »). Cette typologie est reprise dans le référentiel masses d'eau du SANDRE (Système d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau)¹⁴.

A l'échelle du BAG, divers acteurs publics sont concernés par la problématique de l'impact cumulé des plans d'eau sur le milieu :

- **l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA)** qui a pour mission de « favoriser une gestion globale et durable de la ressource en eau et des écosystèmes aquatiques. Elle s'inscrit dans l'objectif de reconquête de la qualité des eaux et d'atteinte des objectifs de bon état écologique fixés par la directive cadre européenne sur l'eau du 23 octobre 2000 »¹⁵ ;
- **les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL)**, et spécifiquement la DREAL du bassin Adour-Garonne (DREAL Midi-Pyrénées) qui assure notamment le suivi de la situation hydrologique du bassin Adour-Garonne ;
- **les Directions Départementales des Territoires (DDT)** sont le relai des DREAL pour le déploiement de la politique du ministère en matière d'autorisation de prélèvements. Les **Missions Inter-Services de l'Eau (MISE)**, instances de coordination, visent à renforcer la cohérence de l'action de l'Etat sous l'autorité des préfets ;
- **l'agence de l'eau Adour-Garonne (AEAG)** a pour mission de lutter contre la pollution et de protéger l'eau et les milieux aquatiques, de faire appliquer les objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), ainsi que les objectifs spécifiques au bassin au travers notamment de la mise en œuvre du SDAGE sur le bassin Adour-Garonne. Elle perçoit également des redevances, dont la redevance irrigation et attribue des aides.

La connaissance des plans d'eau à usage irrigation sur le bassin constitue l'un des objectifs du SDAGE. Aussi, l'AEAG a engagé en 2009 un essai de caractérisation des plans d'eau sur la base de la Bd Topo® à l'échelle du bassin Adour-Garonne dans le but de pouvoir estimer la capacité des plans d'eau. Le travail de typologie entamé en 2009 n'a pu être finalisé et comporte en outre quelques biais (surestimation des plans d'eau en gravière...).

⁹ Code de l'environnement R. 214-1

¹⁰ Guide juridique pour la création de retenues. Direction de l'Eau et de la Biodiversité. Mars 2012.

¹¹ Circulaire DCE 2005/11 relative à la typologie nationale des eaux de surface, en application à la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 et l'arrêté du 12 janvier 2010 relatif à la délimitation et le classement des masses d'eau

¹² Au total, 22 Hydro-écorégions de niveau 1 (HER-1) ont été identifiées sur des critères combinant la géologie, le relief et le climat, considérés de manière universelle comme les déterminants primaires du fonctionnement des écosystèmes d'eaux courantes à l'échelle du 1/1000000ième. Dictionnaire des données : référentiel des masses d'eau. SANDRE. Version 2011-1.2

¹³ Dictionnaire des données : description des données sur les plans d'eau. SANDRE. Version 2005-1

¹⁴ Dictionnaire des données : référentiel des masses d'eau. SANDRE. Version 2011-1.2 beta

¹⁵ Site Internet de l'ONEMA <http://www.onema.fr/-Missions->

Ces institutions produisent des bases de données selon différents niveaux d'organisation (national, régional, départemental, bassin versant, local) et suivent une logique propre à leur domaine d'action respectif et à leur besoin. Aussi, les **bases de données actuelles sont non interopérables** et ne permettent pas de recenser précisément et de façon exhaustive les retenues à usage irrigation constituées sur le bassin Adour-Garonne depuis les années 50.

A ce jour, à l'échelle du bassin Adour-Garonne, il n'existe pas de données géolocalisées qui caractérisent de façon précise les différents types de plans d'eau.

Ce défaut de données en matière des plans d'eau réside notamment dans la difficulté à établir une définition du terme de « retenue collinaire » qui soit commune à l'ensemble des acteurs, terme souvent employé de façon abusive pour désigner l'ensemble des plans d'eau à usage irrigation d'une manière générale. La grande diversité des usages (irrigation mais aussi pêche, pisciculture, loisir, énergie etc.), l'usage privé et très localisé, la taille (par exemple, il peut s'agir de très petite retenue non déclarée) sont autant de facteurs qui justifient les difficultés à les identifier, les définir et les caractériser.

1.2.2. Problématique : flou sémantique autour des notions « retenue collinaire » et « retenue à usage irrigation »

Il existe un flou sémantique autour de la notion « retenue collinaire ». Les interprétations sont multiples voire parfois contradictoires et il n'existe aucune notion communément admise des retenues à usage irrigation souvent appelées abusivement « retenues collinaires ».

J'ai d'abord dû me familiariser avec les différentes notions pour essayer de circonscrire le périmètre de l'étude : « retenue à usage irrigation », et je me suis heurtée en particulier à la complexité technique d'approche entre la retenue à usage irrigation et la retenue collinaire (terme technique associé).

La retenue considérée comme un plan d'eau artificiel

Dans la plupart des documents officiels, comme par exemple dans les documents de déclaration d'un plan d'eau¹⁶, **la retenue est considérée comme un ouvrage.**

Le Ministère de l'environnement définit comme « retenue », « toutes les installations ou ouvrages permettant de stocker de l'eau (réserve, stockage d'eau, plan d'eau, étang, retenue collinaire, retenues de substitution) quel que soit leur mode d'alimentation (pour un cours d'eau, une nappe, par une résurgence karstique ou par ruissellement) et quelle que soit leur finalité (agricole, soutien à l'étiage, usage AEP, maintien de la sécurité des personnes, autres usages économiques). »¹⁷

Le terme de « retenue » est associé à celui de « plan d'eau artificiel » considéré dans cette étude comme synonyme.

Les positions possibles d'une retenue sur le réseau hydrographique et les modes d'alimentation associés sont les suivants :

- ➔ **au fil de l'eau**, soit positionnée directement sur le cours d'eau (pérenne ou intermittent) et donc alimentée gravitairement par le cours d'eau,
- ➔ **en dérivation du cours d'eau**, avec ou sans **pompage**, alimentée par le cours d'eau,
- ➔ **déconnectée du cours d'eau**, sur un talweg alimenté essentiellement par des eaux de ruissellements, des sources ou alimenté par une nappe alluviale ou de type réservoir (notion définie en partie 3.2.2.1).

Focus sur la définition kaléidoscopique de la retenue collinaire

Comme l'indique la Direction de l'eau et de la biodiversité¹⁸, il n'existe pas de définition technique, hydrologique ou littéraire précise sur les retenues collinaires. Chaque bassin concerné par le développement de ces retenues a fixé au fil des années ses propres définitions.

En effet, la définition d'une retenue collinaire est différente selon les corps de métiers auxquels on s'adresse : géographes, agronomes, hydrologues, hydrogéologue, gestionnaires de l'eau, scientifiques, acteurs du monde agricole... ce sont autant de visions différentes que d'individus interrogés, y compris au sein d'une même discipline ou d'un même organisme.

La définition d'une retenue collinaire fait débat autour de trois points principaux : la connexion au réseau hydrographique et par conséquent au mode d'alimentation, l'usage et la capacité.

¹⁶ Fiche de déclaration d'un plan d'eau existant. Service Départemental de Police de l'Eau de Maine-et-Loire

¹⁷ Le guide juridique pour la construction de retenues. MEDDTL. 2011.

¹⁸ Note de réflexion sur les retenues collinaires. DEB. 2004

➔ **Par rapport à la connexion au réseau hydrographique et par conséquent au mode d'alimentation**

- **tous les modes d'alimentation** peuvent alimenter une retenue collinaire.

Cette approche considère l'adjectif « collinaire » comme étant une composante du paysage. La retenue collinaire est localisée dans un paysage de collines, il ne qualifie pas le mode d'alimentation.

- **seul le mode d'alimentation ruissellement ou/et source peut alimenter une retenue collinaire.**

Cette approche constitue une vision théorique restrictive. Le terme de « collinaire » est associé au contexte géomorphologique de la retenue située en fond de vallée dans un thalweg.

➔ **Par rapport à l'usage**

- Une retenue collinaire a un **usage unique irrigation** : elle ne garantit que les besoins d'irrigation, partiels ou totaux, d'une ou plusieurs exploitations ;
- Une retenue collinaire a des **usages multiples** : elle possède un usage irrigation mais peut également avoir d'autres usages (hydroélectricité, soutien d'étiage...). Dans le cas de soutien d'étiage, elle peut posséder une très grande capacité de stockage de 1 à 2 Mm³.

➔ **Par rapport à la capacité**

La capacité d'une retenue collinaire peut, selon les organismes, atteindre 200 000 m³, 1 Mm³, 2Mm³. Dans le cas de gros volume, les organismes considèrent que la retenue collinaire peut posséder plusieurs usages, notamment de soutien d'étiage et qu'elle peut être alimentée par tous les moyens pour pouvoir ainsi justifier de cette capacité. D'autres considèrent que la retenue collinaire alimentée par ruissellement et/ou source peut avoir une capacité de quelques milliers de m³. Cependant aucun chiffre n'est réellement avancé.

Il apparaît difficile d'élaborer une typologie qui se fonderait sur des critères de capacité déjà très controversés.

L'annexe 2 intitulée « Synthèse des différentes approches sur la retenue collinaire » met en lumière les différentes interprétations de la retenue collinaire, que j'ai synthétisées dans le tableau n°2 ci-après.

Tableau de synthèse analysant la multiplicité des approches des éléments d'organismes étudiés

Le tableau n°1 dresse la synthèse des caractéristiques d'une retenue collinaire.

Organisme	Mode d'alimentation	Usage	Capacité	Retenue de substitution
CACG	Multiple	Irrigation et soutien d'étiage	<2 Mm ³	associée
DEB	Multiple	Unique (irrigation)	< 1 Mm ³	associée
AERMC	Multiple	Unique (irrigation)	< 1 Mm ³	-
AEAG	Multiple	Unique (irrigation)	> 2 000 m ³ et < 200 000 m ³	distinguée
DREAL de bassin	Unique (ruissellement, source)	Usage irrigation	-	associée
DDT Cantal 1996	Unique (ruissellement, source)	Unique irrigation	-	-
GRAIE 2006 ¹⁹	Unique (ruissellement, source)	Unique irrigation	-	-

Figure 1 Caractéristiques d'une retenue collinaire selon différents organismes

Ces approches multiples voire contradictoires ne permettent pas de proposer une définition simplifiée de la « retenue collinaire ». C'est pourquoi, j'ai proposé une typologie générique qui permet de s'en abstraire. Cette dernière est décrite en partie 3.1.

Définition adoptée de la « retenue collinaire »

Nous retiendrons la définition restrictive et théorique d'une retenue collinaire qui considère cette dernière alimentée par les seuls ruissellements ou source et ayant pour usage unique l'irrigation.

A noter que le terme de « lac » dans cette étude est associé au caractère naturel d'un plan d'eau. Ainsi, dans ce rapport, l'appellation « lac collinaire » n'est pas utilisée car elle peut prêter à confusion même si l'on peut la retrouver dans de nombreuses études ou documents d'organisation. En effet, les définitions issues des glossaires de l'AEAG²⁰ ou de l'ONEMA²¹ indiquent que le lac possède une origine naturelle.

¹⁹ Groupe de Recherche Rhone-Alpe sur les Infrastructures et l'eau. 2006

²⁰ AEAG. Glossaire <http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/informations-et-donnees/glossaire.html>

1.3. Objectif et planification du stage

A l'échelle nationale, la Bd Topo® comme la Bd Carthage®, produites par l'Institut Géographique National (IGN), fournissent de l'information sur les surfaces en eau pour localiser les plans d'eau sans, toutefois, en apporter une caractérisation fine, comme par exemple la précision du type, de l'usage ou de la capacité. Les données attributaires ne permettent pas de distinguer les retenues à usage irrigation.

Afin de pallier le manque de données structurées concernant les plans d'eau, mon travail consiste à **identifier et caractériser les surfaces en eau de type retenue à usage irrigation au sein du thème 'Hydrographie' de la Bd Topo®** à l'échelle du bassin Adour-Garonne.

Pour répondre à cet objectif, il m'a fallu, dans un premier temps, **élaborer une typologie des plans d'eau artificiels. Cela passe notamment par une définition des différents types de plans d'eau à usage irrigation** et une clarification du terme ambigu de « retenue collinaire ». Dans un deuxième temps, j'ai cherché à **enrichir les données de surfaces en eau dans la Bd Topo®** (hors cadre DCE, c'est-à-dire, inférieurs à 50 hectares) **en identifiant et caractérisant les surfaces en eau à l'aide de différentes sources de données.**

Enfin dans un dernier temps, j'ai **exploré différentes méthodes pour évaluer la capacité des plans d'eau. Puis, un rapprochement des points de prélèvement agricole aux retenues** a été réalisé notamment pour **comparer les capacités déclarées des deux sources (SIE et DDT) dans le but de vérifier la cohérence de l'appariement.**

Ainsi, les quatre grandes étapes de ma méthodologie sont :

1. **établir une typologie des plans d'eau artificiels (ou retenues) ;**
2. **identifier et caractériser les plans d'eau en ciblant les retenues à usage irrigation ;**
3. **estimer les volumes des plans d'eau à usage irrigation pour valider le travail d'identification ;**
4. **analyser les résultats obtenus.**

Le tableau n°2 reprend ces éléments et présente, de manière simplifiée, le calendrier de réalisation du stage. Le diagramme de Gantt que j'ai mis en place pour la gestion du projet figure en annexe 16.

En outre, durant toute la durée de mon stage, j'ai tenu à jour un **rétro-planning** dont un extrait est présenté en annexe 15. Il constitue un élément de traçabilité de l'ensemble tâches et des traitements que j'ai réalisés.

Mois	Mars				Avril				Mai				Juin				Juillet				Août				Sept			
Semaine	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
Phase 1 Elaboration d'une typologie des plans d'eau																												
- Recherches bibliographiques et analyse sémantique																												
- Définition de la typologie générique																												
Phase 2 Identification et caractérisation des plans d'eau																												
- Collecte et structuration des données																												
- Traitement des données multi-sources																												
Phase 3 Estimation de la capacité des retenues																												
- Estimation des volumes																												
- Rapprochement retenues/PPA																												
Phase 4 Analyse des résultats																												
Comparaison des capacités déclarés du SIE vs DDT																												
Etapes intermédiaires																												
Rédaction rapport																												
Réunion acteurs publics																												
Points d'étape AEAG																												
Présentation stage/ réunions																												
Soutenance																												

Figure 2 Planification : calendrier de réalisation du stage

²¹ ONEMA. Glossaire <http://www.glossaire.eaufrance.fr/concept/lac>.

2. Matériel, logiciels et données

Cette partie s'attache à décrire les données mobilisées et leur structuration au sein d'un Système d'Information Géographique (SIG).

2.1. Données Bd Topo® « SURFACE_EAU » : base de travail

Les données de plans d'eau du thème hydrographie de la Bd Topo® sont regroupées dans la classe des surfaces en eau. Les **eaux de surface** comprennent les cours d'eau, les réservoirs, les masses d'eau d'origine artificielle (créées par l'homme), les masses d'eau fortement modifiées (MEFM, par suite d'altérations physiques dues à l'activité humaine), les masses d'eau d'origine naturelle (non généré ou faiblement modifié par un ouvrage)²².

A l'échelle nationale, deux bases de données produites par l'Institut Géographique National (IGN), offrent une description spatiale des surfaces en eau au sein d'un thème « Hydrographie » : la Bd Topo® et la Bd Carthage® enrichie par le ministère en charge de l'environnement et les Agences de l'Eau (AE). Cependant, seule la Bd Topo® a été retenue comme base de travail pour l'identification des plans d'eau à usage irrigation. En effet, celle-ci présente une approche de recensement et de digitalisation des surfaces en eau beaucoup plus fine et exhaustive avec près de 133 000 objets (cf. figure n°4) contre 5 000 objets pour la Bd Carthage® (cf. figure n°5) sur l'emprise du bassin Adour-Garonne, avec une mise à jour départementale réalisée tous les 5 ans.

2.1.1. Description

La couche SURFACE_EAU de la Bd Topo® représente les surfaces d'eau terrestres, naturelles ou artificielles. Elle est digitalisée sur la base de l'orthophotographie de l'IGN et est mise à jour de façon départementale tous les 5 ans. Elle comprend « toutes les surfaces d'eau de plus de 20 m de long, ainsi que les cours d'eau de plus de 7,5 m de large. Tous les bassins maçonnés de plus de 10 m sont inclus. Les zones inondables périphériques (zone périphérique d'un lac de barrage, d'un étang à niveau variable) de plus de 20 m de large sont incluses (attribut régime = intermittent).

Elle se compose de six champs attributaires :

Nom champ	Description champ
ID	Identifiant stable
PREC_PLANI	Précision géométrique planimétrique
PREC_ALTI	Précision géométrique altimétrique
NATURE	Nature de la surface
REGIME	Caractérisation de l'objet hydro selon le régime de ses eaux
Z_MOYEN	Altitude moyenne des points composants la géométrie de l'objet à la saisie photogrammétrique (surface)

Figure 3 Structure de la couche SURFACE_EAU au de la Bd Topo® version 2011

Le champ « Nature » possède les attributs :

- **surface d'eau** : surface d'eau non marine : large canal, étang, large fleuve, lac, mare, large rivière,
- **bassin** : construction non couverte destinée à recevoir de l'eau temporairement ou de manière permanente. Tous les bassins à ciel ouvert de plus de 10 m de long et 5 m de large. Les bassins de natation des piscines découvertes sont exclus. Sont regroupés dans cette catégorie les bassins d'élevage piscicole, bassins d'épuration, bassins de décantation, bassins de filtrage, bassins de lagunage, bassins de rétention, bassins ostréicole, cressonnière, excréteur de crues, réservoirs d'eau à ciel ouvert, viviers.

Le champ « Régime » possède les attributs : **permanent** ou **intermittent**.

²² Méthodes et procédures pour l'état des lieux des districts Rhin et Meuse – Sambre. Partie française. Document de référence. Directive Cadre Européenne sur l'eau. Février 2005.

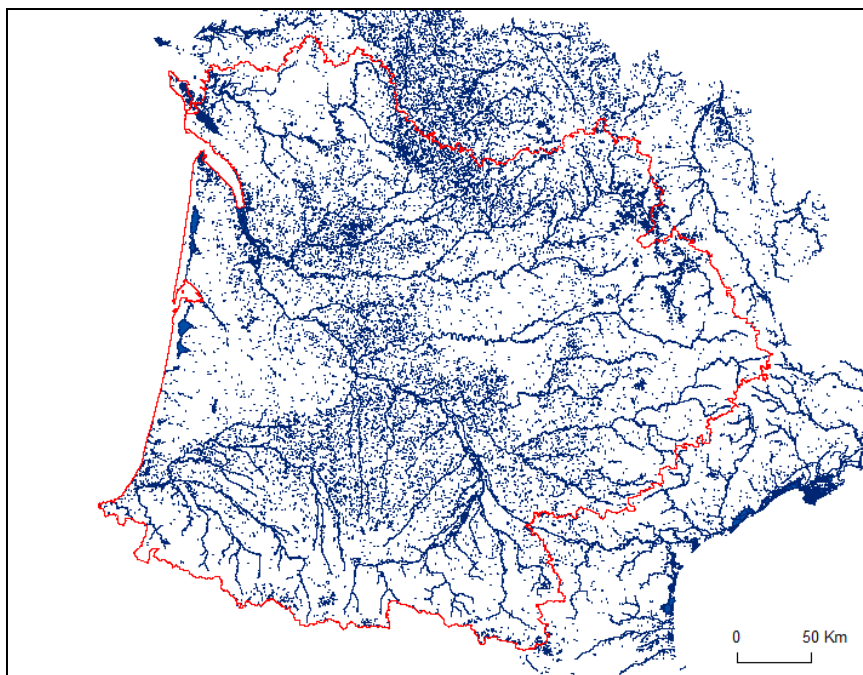


Figure 4 Surface en eau de la classe surface_eau du thème hydrographie de la Bd Topo®

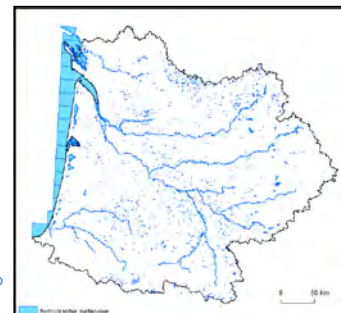


Figure 5 Hydrographie surfacique du thème hydrographie de la Bd Carthage®

2.1.2. Contraintes de modélisation et biais relatifs à la digitalisation

L'analyse des objets de la Bd Topo® m'a permis de détecter quelques biais souvent liés à la procédure de digitalisation. Certains **plans d'eau sont constitués de plusieurs polygones**.

L'**annexe 3 donne des exemples de plans d'eau multipolygones à considérer** Ils **concernent les points suivants** :

- Les surfaces permanentes et intermittentes d'un plan d'eau sont distinguées (exemple A);
- Un même plan d'eau peut être constitué de plusieurs polygones (intermittents ou permanents) en raison d'un biais de digitalisation (exemple B);
- Un même plan d'eau peut être scindé par un objet linéaire (voie de communication, cours d'eau) (exemple C);
- Certains polygones de plan d'eau ne sont pas raccordés au plan d'eau en raison d'une digitalisation imprécise (exemple D).

Ceci peut avoir une influence sur l'estimation de la capacité des retenues en générant selon les cas des surestimations ou sous-estimations des volumes calculés. C'est pourquoi, j'ai opéré un traitement préalable de la couche source SURFACE_EAU de la bd Topo® pour les deux premiers cas observés afin de fusionner les polygones multiples adjacents qui constituent un même plan d'eau dans le but d'**obtenir un seul polygone pour représenter un plan d'eau**. La fusion des surfaces intermittentes et permanentes sur critère spatial est justifiée dans la mesure où les volumes déclarés par les propriétaires doivent inclure les surfaces intermittentes pour fournir la capacité maximale de la retenue. Ces traitements ont permis de corriger 4 728 polygones et sont décrits dans l'**annexe 3 « Traitements préalables réalisés sur la couche SURFACE_EAU de la Bd Topo® version 2011 »**.

Les deux derniers cas n'ont pas été traités car il s'agit de cas marginaux. Ce biais a un impact mineur sur le travail d'estimation de la capacité des retenues (cf. partie correspondante) puisque ces objets ne représentent que deux cas identifiés visuellement sur le nombre total des plans d'eau (cas difficiles à quantifier).

L'**annexe 4 décrit les traitements préalables réalisés sur la couche SURFACE_EAU de la Bd Topo® version 2011** réalisés sous ArcGIS 10 et sous PostgreSQL 9.1/PostGIS 2.0.

La couche résultante constitue la couche de base pour la poursuite des traitements de catégorisation des plans d'eau. Elle comprend 211 308 objets représentant chacun un plan d'eau sur l'emprise du bassin Adour-Garonne **et de ses départements limitrophes** et 132 968 objets sur l'emprise stricte du bassin Adour-Garonne.

2.1.3. Essai de caractérisation par l'AEAG

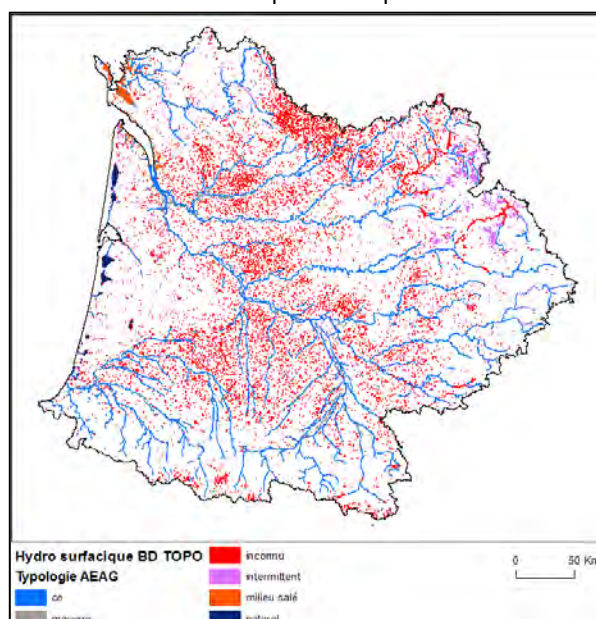
L'AEAG, initiatrice du projet de caractérisation des plans d'eau, a entrepris ce travail sur la base de la Bd Topo^{®23} (version 2009) à l'échelle du bassin Adour-Garonne dans le but de pouvoir estimer la capacité des plans d'eau. Le travail de typologie entamé en 2009 n'a pu être finalisé et comporte, en outre, quelques biais (surestimation des plans d'eau en gravière...).

La classification obtenue est restituée dans le tableau n°6.

Classes	Définitions	Nb d'objets	Surfaces cumulées en ha
ce	Surfaces de cours d'eau représentés en surfacique	10 021	46 059
milieu salé	Surfaces identifiées en milieux salés (marais via l'étude Paysages à Dominante Humide AEAG 2012)	10 441	5 364
inconnu	Surfaces non classées	78 479 (61%)	42 005
gravière	Surfaces identifiées en gravières (retenues sur masses d'eau de type alluviales), assimilable à des zones humides	10 632 (8%)	7 427
intermittent	Caractère « intermittent » hérité de Bd Topo [®]	19 732 (15%)	8 009
naturel	Caractère de retenue « naturelle » hérité de Bd Carthage [®]	36	19 096
Total :		129 341	127 960

Figure 6 Typologie AEAG de la classe surface en eau du thème hydrologie de la Bd Topo[®] (version 2009) sur le bassin Adour-Garonne

La carte n°7 illustre la répartition spatiale de ces différentes classes sur le bassin Adour-Garonne.



Les retenues à usage irrigation sont contenues dans la classe « inconnu » représentant les plans d'eau non classés, mais également dans les classes « intermittent » et « gravière » ; ce qui constitue un biais de caractérisation.

En effet, le caractère « intermittent » ne devrait pas constituer une classe car un même plan d'eau peut posséder une zone intermittente et une autre permanente alors qu'il s'agit bien du même plan d'eau.

Figure 7 Représentation de la classification des surfaces en eau de la Bd Topo[®] issue de la typologie AEAG sur le BAG

Le classement en « gravière » opéré dès les premiers traitements conduit à surestimer le nombre d'objets dans cette classe. D'autres types de plans d'eau, comme par exemple, les réservoirs ou retenues sur cours d'eau, également situés en nappe alluviale, ne sont donc pas identifiés. Au final, 84% des surfaces en eau de cette classification sont non-classées ou mal classées. De plus, aucune retenue à usage irrigation n'a été spécifiquement identifiée.

Ma tâche consiste notamment à reprendre et à affiner le travail engagé par l'AEAG en enrichissant les données attributaires de la couche des surfaces en eau de la bd topo[®] version 2011.

²³ Bd Topo[®] IGN 2009

2.2. Collecte et structuration des données

Comme nous l'avons vu (cf. 2.1.1.), les données contenues dans la couche SURFACE_EAU de la Bd Topo® ne permettent pas de distinguer les différents types de plans d'eau.

Dans un premier temps, j'ai identifié et collecté les données susceptibles de pouvoir être exploitées pour permettre cette distinction. Dans un second temps, j'ai structuré ces données sources dans une base de données sous PostgreSQL 9.1 / Postgis 2.0. Puis, j'ai réalisé la majorité des traitements sous ArcGIS 10 et structuré les données issues de ces traitements dans une table en format ESRI Shapefile.

J'ai mené un **important travail de collecte des données** notamment **auprès des DDT** du bassin Adour-Garonne (soit 21 départements contactés), de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, de l'IGN et de l'ONEMA.

Les données structurées au sein d'un SIG sont présentées à deux niveaux d'emprises :

- bassin Adour-Garonne ;
- départemental ou local.

La projection utilisée est le Lambert RGF 93. Ces **données multi-sources sont de nature très hétérogène et par conséquent s'avèrent non interopérables** : aucun identifiant unique, données point/polygone, formats divers (Excel, MapInfo), projections différentes (Lambert II étendu, Lambert 93).

(cf. Annexe 5 « Description des données source collectées structurées dans la BBD PostgreSQL / PostGIS »)

2.2.1. Données génériques BAG collectées

Trois types de données ont été mobilisées: des données vecteur, des données raster et des données attributaires. Les données collectées et structurées à l'échelle du BAG sont décrites succinctement dans le tableau n°8. Une description plus précise figure dans l'**annexe 5 « Description des données source collectées structurées dans la BBD PostgreSQL / PostGIS »**.

Thématique	Description des données	Producteur / Gestionnaire	Emprise	Version
Données vecteur				
Ouvrages	barrages	SIE	BAG	2013
	obstacles en rivières (ROE version 5)	ONEMA	BAG	2013
	stations d'épuration	AEAG / SIE	BAG	2013
	hydrogéologie	BRGM		
Contexte géomorphologique	hydroécocorégion	IRSTEA / SANDRE	France	2011
	îlots irrigués	ASP ²⁴	BAG	2006 à 2010
Données agricoles	points de prélèvement agricole (PPA)	AEAG / SIE	BAG	2013
Entités administratives	départements	IGN Bd Carto®	BAG	2008
	bassin Adour-Garonne	IGN Bd Topo®	BAG	2012
Entités hydrographiques	surfaces en eau	IGN / AEAG Bd Carthage®	BAG	2011
	surfaces en eau	IGN Bd Topo®	BAG	2011
	tronçons de cours d'eau	IGN Bd Topo®	BAG	2013
	tronçons de Sthraler – Horton			
	Masses d'eau plans d'eau	SIE	BAG	2009
Réseau routier	routes primaires	IGN Bd Topo®	BAG	
Zones à dominantes humides		étude Asconit	BAG	2011
Toponymes	toponymes des lieux dits	IGN Bd Nyme®	BAG	2004
Données raster				
Altimétrie	MNT 25 mètres	IGN Bd Alti®	BAG	-
Image satellite	Orthophotographie (résolution de 50 ou 40 cm)	IGN Bd Ortho®	BAG	-
Image topographique	Scan25 topographique (résolution 2,5m)	IGN Bd Topo®	BAG	-
Données attributaire				
Hydrographie	Lacs DCE	AEAG	BAG	2103

Figure 8 Synthèse des données raster, vecteur, attributaires collectées

²⁴ Agence de Services et de Paiement

2.2.2. Données départementales / locales collectées

Le tableau n°9 dresse un état des lieux de la collecte que j'ai réalisée auprès des DDT du BAG. Il met en évidence les contraintes d'hétérogénéité des données fournies par les DDT : dates des inventaires, structuration, projection, format de fichier, type de données.

Il est à préciser que lorsque certaines données sont indiquées comme étant fournies 'oui', cela signifie qu'un champ existe et peut être renseigné. **Cependant, les données sont rarement exhaustives.** Le champ « exhaustivité » concerne les plans d'eau irrigation sur le département concerné.

dept	Mise à disposition	Format	Projection	Type géométrie	Géoréférencement	Exhaustivité (ret. Irri)	Capacité déclarée	Mode d'alimentation	Usage précisé	Date / période de l'inventaire	Nb plans d'eau / prises d'eau / barrages	Nb plans d'eau irrigation / prises d'eau
09	Transmis	.xls	Lambert 93	point	oui	oui	oui	oui	irrigation	2000 à 2005	130	130
12	Transmis	.xls - .tab	Lambert II étendu	point	oui	non	oui	oui	oui	2004 à 2011	1595	1595
15	Rien										867	-
16	Transmis	.xls - .tab	Lambert 93	polygone	oui	-	non	non	oui	2005	3600	225
17	Transmis	.xls	-	point	non (lieu-dit)	non	oui	oui	irrigation	-	55	55
19	Transmis	.xls	Lambert II étendu	point	oui	oui	oui	oui	oui	2013	3955	178
24	En attente		Lambert 93	polygone	oui	non		non	non		8886	-
31	Rien											-
32	Transmis	.tab	Lambert 93	polygone	oui	non	oui	non	oui	-	2837	2000
33	Rien											-
40	Transmis	.tab	non traité	polygone	oui	oui	oui		partiel		?	
46	Transmis	.xls	Lambert II étendu	point	parfois	-	oui	non	non	-	1086	-
47	Transmis	.xls	Lambert II étendu	point	oui	non	oui	non	irrigation	-	1720	1720
48	En attente					oui		oui			-	4
64	Transmis	.xls	non traité	point	non (lieu-dit)	non	oui	non	irrigation	-	307	307
65	Transmis	.xls	Lambert II	point	oui	oui	oui	oui	oui	2000, 2005, 2012	119	119
79	Transmis	.tab	Lambert 93	point	oui	non	oui	non	Irri en attente	maj quotidienne	7152	?
81	REFUS				oui	non			oui		1500	-
82	Transmis	.xls	Lambert 93	point	oui	oui	oui	non	oui	2013	1922	1922
86	Transmis	.xls	Lambert 93	point	non	non	oui	non	oui	En cours	74	8
87	Transmis	.tab	Lambert 93	point	oui	oui	non	non	Irri en attente	2013	12799	-

Figure 9 Tableau dressant l'état des lieux des données collectées auprès DDT du bassin Adour-Garonne

Il a été souvent nécessaire de prendre contact avec les personnes référentes pour avoir des précisions (description des champs, des attributs, origine des données, date de l'inventaire, et coetera) concernant les données car, généralement, aucune métadonnée n'accompagne les fichiers transmis. Ainsi, j'ai constitué un premier fichier Excel qui recense les précisions qui m'ont été apportées par les différents interlocuteurs et un second qui répertorie les coordonnées de toutes les personnes ressources contactées. Ces dernières informations ne figurent pas dans ce rapport pour des raisons de confidentialité.

D'autres données complémentaires qui concernent plus spécifiquement les étangs du Limousin ont été transmises par l'AEAG et proviennent des services de police de l'eau à la DDT19, la DDT87, la DD23, la DDT24, la DDT15 et la DDT46, de la DREAL Limousin et du PNR²⁵ Périgord Limousin. En effet, les étangs sont particulièrement localisés sur les territoires du nord du bassin Adour-Garonne.

Ces données sont décrites plus spécifiquement dans l'**annexe 4 « Description des données source contenues dans la BDD PostgreSQL / PostGIS »**.

2.2.3. Structuration des données

L'ensemble des données multi-sources collectées ont été structurées dans une base de données PostgreSQL / PostGIS intitulée « retenue ». Un travail d'enrichissement de la couche SURFACE_EAU de la Bd Topo® au sein de la table « surface_eau_enrichie_bdtopo » basé sur l'exploitation de ces données a ensuite été réalisé.

2.2.3.1. Dans une base de données PostgreSQL / PostGIS

L'ensemble des données ont été intégrées dans une base de données PostgreSQL 9.1 . L'extension PostGIS 2.0 a été utilisée pour la réalisation de géo traitements et la manipulation de données raster.

Les données sources sont stockées dans les schémas mentionnés sur la figure n°10. Le contenu de chacun de ces schémas est décrit dans l'**annexe 5 « Description des données source collectées structurées dans la BDD PostgreSQL / PostGIS »**.

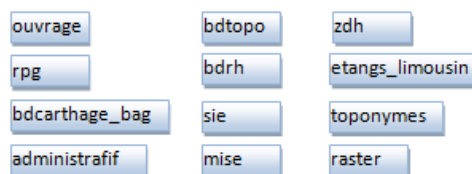


Figure 10 Schémas de la base de données « retenue » sous PostgreSQL / PostGIS

2.2.3.2. Dans une table shapefile

La table Shapefile nommée « surface_eau_enrichie_bdtopo.shp » est le résultat de croisements (rapprochement de données) avec d'autres sources de données et de géotraitements ayant pour but d'enrichir la Bd Topo®.

Les métadonnées de cette table sont décrites dans l'**annexe 6 « Description des métadonnées de la table surface_eau_enrichie_bdtopo »** tandis que l'**annexe 7 « Description du contenu de la table surface_eau_enrichie_bdtopo »** vise à décrire le contenu de la table : liste des libellés des champs, description des champs, détail des attributs ou renvoi vers un descriptif détaillé dans le rapport, type de données.

Dans l'**annexe 7, je décris les 41 champs que j'ai rajoutés à la table d'origine**. Certains **champs relatifs à la traçabilité des données ou des traitements** sont détaillés plus amplement ci-dessous :

- « **source** » : précise la source principale de caractérisation.
- « **fiabilite** » : constitue l'indice de confiance de la caractérisation réalisée. Ce champ donne une information sur la fiabilité globale concernant les champs "type_inra", "fonct_hydro" et les 4 champs d'usages (usage1_inra, usage2_inra, usage3_inra, usage4_inra).

Trois niveaux sont utilisés

- **1** = fiabilité bonne : données fiables car validées par données étangs BW, DDT, données issues de croisement avec des données de référence...

²⁵ Parc Naturel Régional

- **2** = fiabilité moyenne : données issues de critères contextuels, géographiques... (exemple nappe alluviale...)
- **3** = fiabilité faible : données issues de critères avec seuils, données non validées
- **0** = fiabilité non renseignée, pas d'information sur la fiabilité.

Un croisement avec un indice de confiance de niveau 3 peut nécessiter un contrôle car il peut correspondre au fait qu'une partie des données associées à l'enregistrement d'une retenue soit en contradiction avec les données utilisées pour la caractérisation.

La traçabilité des traitements peut aider à la compréhension des résultats obtenus lors de l'analyse (cf. partie 4).

Selon le type d'objets traités (polygone ou point), **les croisements réalisés n'ont pas le même niveau de fiabilité**. En effet, la géolocalisation des données fournies est parfois approximative lorsqu'il s'agit de ponctuels (comme des prises d'eau) et les traitements sont moins fiables lorsqu'ils impliquent l'utilisation d'un buffer. Les traitements entre polygones sont plus fiables car il s'agit généralement des mêmes objets de plans d'eau.

- « **grp_method** » : informe sur la méthode de croisement réalisée.
 - **Traitement point** : croisement point/polygone
 - **Traitement polygone** : croisement polygone/polygone
 - **Photo-interprétation** : identification manuelle sur l'orthophotographie

Le tableau n°11 donne un exemple des différents types de traitements réalisés selon les sources de données.

<i>Traitement points</i>	<i>Traitements polygones</i>
<i>DDT 09 – 12-17-19-46-47-65-79-82-86-87</i>	<i>DDT 16-32 – (40 non réalisé)</i>
<i>Données ouvrages (ROE, BA, STEP)</i>	<i>Lacs DCE</i>
<i>Données étangs 15 -19</i>	<i>Données étangs 46</i>

Figure 11 Synthèse des types de croisements opérés selon différentes sources de données

3. Méthode

3.1. Démarche méthodologique

La mise en exergue des éléments de divergence sur le concept de « retenue collinaire » m'a conduit à **élaborer une typologie générique des retenues**. Celle-ci propose une définition des différents concepts destinée à fournir un langage commun à l'ensemble des acteurs (ONEMA, DREAL de bassin, DDT, Agence de l'eau Adour-Garonne, INRA...) [cf. partie 3.2. Phase 1].

Sur la base de cette typologie générique et grâce à l'ensemble des données récoltées, j'ai alors réalisé une **approche géomatique via des traitements afin d'identifier et de caractériser les différents types de plans d'eau** au sein du thème « Hydrographie » de la Bd Topo® version 2011. J'ai d'abord appliqué des **traitements génériques pour extraire les plans d'eau hors usage irrigation**. Puis, **pour extraire les plans d'eau usage irrigation, j'ai utilisé plus spécifiquement les données des DDT** car ces dernières fournissent parfois une information concernant l'usage de la retenue, si difficile à obtenir par d'autres moyens. [cf. parties 3.3.1 et 3.3.2. Phase 2].

La caractérisation vise également à **estimer les capacités des retenues** car le volume intercepté est une information importante à connaître dans le cadre de l'impact cumulé des retenues irrigation sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau. **Aussi, j'ai exploré différentes méthodes**. Puis j'ai mis en œuvre un **rapprochement des points de prélèvement agricole (PPA) aux retenues** avec l'aide de l'équipe afin, notamment, d'associer la capacité déclarée des données du SIE à une retenue. La comparaison entre la capacité déclarée des données des DDT et celle des données du SIE est un moyen de valider la classification des plans d'eau usage irrigation [cf. partie 3.3.3. Phase 3].

Le schéma n°12 présente la démarche méthodologique globale.

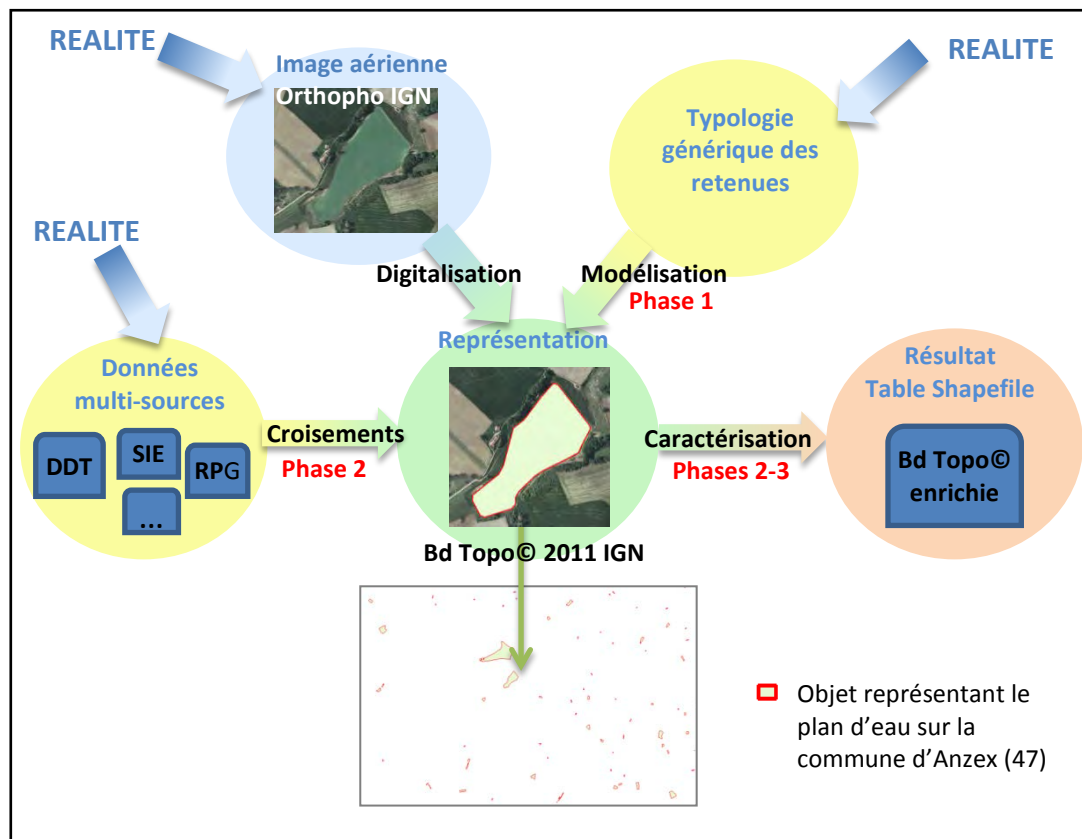


Figure 12 Schéma de synthèse de la démarche méthodologique globale

Il s'avère que la mise en œuvre de **géotraitements de masse pour identifier les retenues à usage irrigation est particulièrement compliquée**. En effet, en raison de la multiplicité des cas de figures observés sur le terrain, il est **peu pertinent d'établir des règles générales fixant des critères de seuils** (par exemple: de surface, de volume, de proximité, de forme...).

Cependant, certains éléments constitutifs d'**un contexte favorable (géologie, relief et climat) à l'implantation de retenues à usage irrigation** ont été définis à dire d'experts (cf. encadré ci-dessous). Certains peuvent même être utilisés comme **critères d'identification** ou comme **moyen de validation**.

Contexte favorable à la construction de retenue à usage irrigation

L'eau est stockée pour irriguer seulement:

- à proximité de cultures irrigables (pas la vigne, par exemple, sauf cas très particulier et/ou aspersion antigel). En Corrèze, il y a beaucoup de plans d'eau mais ce sont en majorité des étangs de pêche au milieu de près fauchés, de landes ou de bois. Ce ne sont pas des retenues à usage irrigation s'il n'y a pas de cultures irrigables;
- sur les zones où l'on a besoin d'irriguer en raison du climat avec de faibles pluies ; par exemple, sur les zones sèches comme les molasses. En effet, sur les zones où il pleut régulièrement, il y a moins voire aucune retenue à usage irrigation comme en Ariège de l'ouest, Pays Basque... ;
- s'il n'y a pas n'a pas d'eau à proximité comme une nappe ou une rivière. Par exemple, dans le sable des Landes où il y a plus de 4000 forages d'irrigation, il n'est pas utile de construire des retenues ;
- si l'on peut faire des retenues à un prix raisonnable :
 - dans le sable des Landes, il faut étancher avec des géotextiles (là où la nappe n'est pas facile d'accès, sinon les forages sont privilégiés) ;
 - dans les zones assez plates, il faut faire une digue sur au moins trois côtés, et ces constructions sont coûteuses, il y en a moins, et de forme spécifique.

Cependant, malgré ces critères, des retenues à usage irrigation sont construites en Adour-Garonne y compris dans des contextes topographiques et géologiques défavorables (possibilité de 80% d'aide publique à la construction).

3.2. Définition d'une typologie générique

Au regard de la multiplicité des définitions qui ont été passées en revue dans les points précédents autour de l'exemple des « retenues collinaires » et du manque de référentiels permettant de caractériser les plans d'eau artificiels, j'ai choisi d'élaborer une typologie générique. Il s'agit d'une **classification opérationnelle qui permet d'identifier spécifiquement les retenues à usage irrigation**.

3.2.1. Un langage sémantique commun ciblant les retenues : définition

L'objectif de cette typologie est d'**établir un langage sémantique commun à tous les acteurs** afin d'éviter les éventuelles confusions en matière de langage et de **structurer les données en matière de plans d'eau**.

Cette typologie permet de s'abstraire du choix d'une définition plutôt que d'une autre concernant la « retenue collinaire ». En effet, dans le cadre de ce travail, il n'est pas possible de trouver un consensus rapide pour établir des définitions qui devraient requérir l'adhésion de l'ensemble des acteurs (DREAL, DEB, ONEMA, AE, INRA...). **Dans cette typologie, chacun pourra appliquer sa propre définition à la retenue collinaire**.

Dans ce rapport, **la définition que j'ai adoptée pour qualifier une retenue collinaire est la suivante** : plan d'eau artificiel en talweg alimenté par des eaux de ruissellement ou source uniquement. Il est déconnecté du réseau hydrographique. Généralement de petite capacité et ayant un usage irrigation exclusivement, il peut être utilisé pour l'irrigation individuelle ou d'un petit collectif (2 à 3 agriculteurs).

Les critères subjectifs sont exclus des définitions des plans d'eau artificiels : **la surface** (à l'exception des retenues de 50 ha dont la connaissance est imposée de par la DCE), **le volume et la hauteur de barrage**. Ces paramètres ne permettent pas de classer les plans d'eau au regard de la multitude de cas de figure existants sur le terrain.

Les différents types de retenues sont définis en partie 3.2.2.1.

3.2.2. Structuration des données

La typologie des retenues que je propose se divise en cinq classifications :

- le mode de stockage ;
- l'usage (unique ou usages divers) ;
- le fonctionnement hydrologique ;
- le type de remplissage ;
- le fonctionnement hydraulique.

Le schéma conceptuel ou figure n°13 illustre ces classifications et a pour but d'identifier les entités logiques et les dépendances logiques entre ces entités.

Description des relations entre les classifications :

- Le **mode de stockage** qui caractérise le type de retenue est **alimenté par un à plusieurs modes de fonctionnement hydrologique** qui lui-même peut alimenter zéro à plusieurs modes de stockage.
- Un **mode de stockage peut posséder un à plusieurs usages**. Un usage est possédé par un ou plusieurs modes de stockage.
- Un mode de stockage est équipé par un à plusieurs modes de fonctionnement hydraulique qui, lui-même, peut équiper un à plusieurs modes de stockage.
- Un mode de fonctionnement hydraulique est rempli par un seul type de remplissage qui, lui-même, peut remplir un à plusieurs modes de fonctionnement hydraulique.

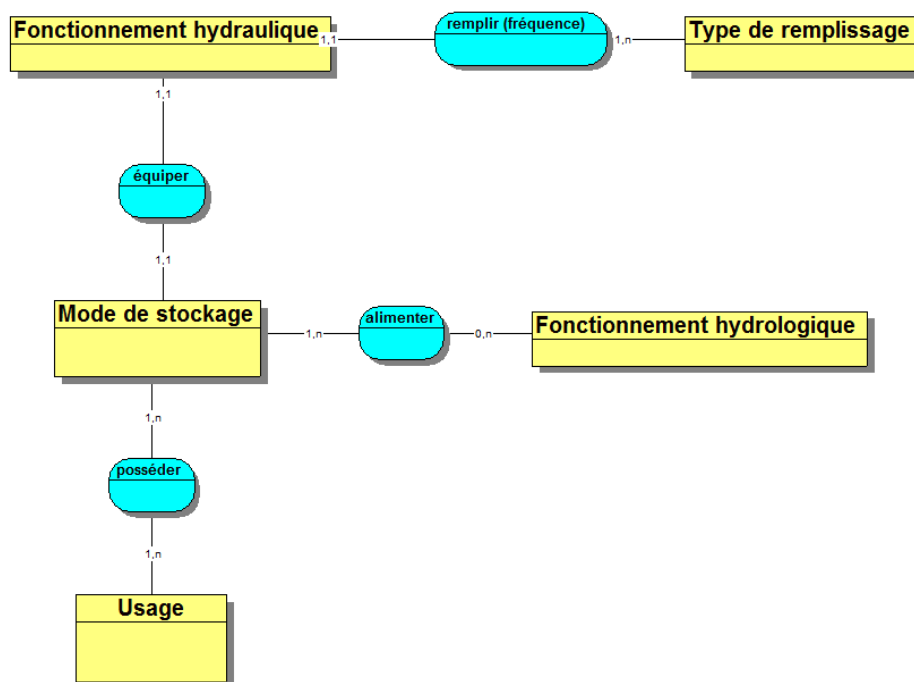


Figure 13 Schéma conceptuel des données relatif aux retenues²⁶

3.2.2.1. Mode de stockage : différents types de retenues

Les différents modes de stockage sont définis comme suit :

Grande retenue (DCE) : Cette catégorie correspond aux plans d'eau artificiels **supérieurs à 50 hectares** déjà bien identifiés dont la DCE impose un suivi via un réseau de surveillance depuis 2007 ainsi qu'un rapportage au niveau européen. Ces retenues peuvent posséder différents usages et sont alimentées par un cours d'eau.

Retenue de barrage : plan d'eau artificiel hors classe DCE. Ces retenues peuvent avoir différents usages et être alimentées par un cours d'eau, par pompage ou dérivation, par ruissellement ou source. Les retenues de réalimentation ou retenues de soutien d'étiage²⁷ figurent dans cette catégorie. Elle comprend également les retenues collinaires caractérisées par une alimentation par ruissellement et/ou source.

Gravière : plan d'eau obtenu par creusement en lit majeur d'un cours d'eau, en relation avec la nappe, profond ou peu profond²⁸.

« Excavation créée par l'exploitation de granulats dans la plaine alluviale d'un cours d'eau et plus ou moins alimentée en eau par la **nappe alluviale. De même, il pourra s'agir d'un ensemble d'excavation faisant partie d'une même exploitation.** Au sens de la codification hydrographique, les gravières ne sont plus en exploitation 2 - plan d'eau d'origine artificielle créé par extraction de granulats et alimenté essentiellement par la nappe souterraine. »²⁹. A l'origine, une gravière n'est pas destinée à l'irrigation. Cependant, certaines gravières peuvent être reconverties pour un usage irrigation. En Adour-Garonne, c'est par exemple le cas de la retenue dite des Falquettes dans le Tarn-et-garonne à Montalzat (réalimentation de la Lère), dont la capacité est de 800.000 m³ pour une superficie de 3 hectares. Elle a été financée par l'agence de l'Eau Adour-Garonne.

²⁶ Réalisé avec le logiciel Looping

²⁷ Retenue de soutien d'étiage ou retenue de réalimentation : ouvrage de stockage de taille moyenne ou grande, multi-usages (AEP, agriculture, industrie, canaux, tourisme,...) dont la fonction principale est de réalimenter une rivière ou une partie de rivière. Cette réalimentation permet de compenser en partie ou en totalité les prélèvements à usage économique ou domestique, tout en maintenant un débit suffisant pour l'équilibre biologique de la rivière. (Source glossaire SDAGE 2010-2015)

²⁸ Circulaire sur la typologie nationale DCE (typologie A15 ou A16)

²⁹ Glossaire SDAGE Adour-Garonne 2010-2015

Retenue de substitution : plan d'eau artificiel terrassé et étanchéifié situé **en dehors du lit majeur du cours d'eau**. « Ouvrage de plus petite taille que la retenue de soutien d'étiage, généralement « mono-usage » (agriculture ou AEP), dont la fonction unique est de substituer tout ou partie des prélèvements en rivière ou nappe pour diminuer la pression exercée sur ces ressources. Le stockage doit s'effectuer en période de hautes eaux, pour limiter l'impact sur les écoulements des rivières et sur le remplissage des nappes en relation. Les prélèvements estivaux initialement autorisés en rivière ou en nappe sont effectués directement dans cette retenue »³⁰.

En Adour-Garonne, la majorité de ces retenues sont situées en région Poitou-Charentes où les besoins en eau importants de la culture du maïs coïncident avec la période d'étiage et où le contexte géomorphologique n'est pas favorable à d'autres types de retenues comme les retenues sur cours d'eau ou les retenues collinaires (« retenues de barrage »). Remplies par pompage l'hiver, elles n'interceptent pas les réseaux d'écoulements naturels³¹. Elles ne restituent pas l'eau directement dans le cours d'eau comme les retenues de réalimentation.

Réservoir : plan d'eau artificiel possédant le plus souvent un usage spécifique. Il comprend les bassins d'élevage piscicole, bassins d'épurations, bassins de décantation, bassins de filtrage, bassins de lagunage, bassins de rétention, bassins ostréicole, cressonnières, excréteurs de crues, réservoirs d'eau à ciel ouvert, vivier³². Il comprend également les bassins d'orage, bassins de stockage incendie. Ces réservoirs ne possèdent pas d'usage irrigation.

Mare, étang :

- ⇒ Etang : plan d'eau peu profond et peu étendu, généralement creusé par l'homme (Source glossaire SDAGE Adour-Garonne 2010-2015), de « faible profondeur sans stratification thermique stable. Il est alimenté essentiellement par son bassin pluvial, et est généralement caractérisé par une forte productivité végétale et animale (poissons, batraciens, reptiles, oiseaux sédentaires et migrateurs...).³³ Dans la plupart des cas, sa vocation première est ou a été piscicole³⁴.
- ⇒ Mare : point d'eau dormante, le plus souvent autrefois créé par l'homme ; par exemple, pour faire boire les volailles ou le bétail. La mare peut être assimilée à un très petit étang.³⁵

Les étangs sont localisés essentiellement en Limousin (Corrèze, Creuse et Haute-Vienne)³⁶ et dans l'Armagnac (Gers, Landes). Ils sont intégrés dans cette typologie d'une part, historiquement, en raison de leur origine artificielle, et d'autre part, parce que dans les régions où ils sont très fréquents, il s'agit du terme communément utilisé pour désigner parfois la plupart des retenues.

Les retenues sont regroupés selon leur mode de stockage dans les classes décrites ci-après.

Mnémonique	Libellé
inconnu	inconnu
grande retenue (DCE)	grande retenue (> à 50ha – classe DCE)
retenue de barrage	retenue de barrage (dont retenue de réalimentation/soutien d'étiage et retenue collinaires)
gravière	gravière
substitution	retenue de substitution
reservoir	réservoir
mare, etang	mare, étang

³⁰ Glossaire SDAGE Adour-Garonne 2010-2015

³¹ RECAMIER Emmanuel. *Les retenues de substitution*. 2008. ENGREF

³² Bd Topo® Descriptif de contenu. Version 2. 2011. IGN. (Couche SURFACE_EAU)

³³ ONEMA. <http://www.glossaire.eaufrance.fr/concept/etang>

³⁴ Dictionnaire des données : description des données sur les plans d'eau. SANDRE. Version 2005-1

³⁵ Glossaire du site de l'agence de l'Eau Adour-Garonne

³⁶ Inventaire cartographique des étangs en Limousin. DIREN Limousin. 2004.

3.2.2.2. Usage

Définition

Cette classe correspond à la nature de l'usage associée au plan d'eau et décrit les différentes utilisations qui en sont régulièrement faites. Il est possible d'attribuer à un même plan d'eau un ou plusieurs usages, sans attribuer un ordre d'importance.

La liste administrée dérivée de la nomenclature des usages pour les dispositifs de collectes est administrée par le Sandre. Elle comprend deux niveaux hiérarchiques. Le premier niveau correspond aux principales catégories d'usage. Le second niveau spécifie davantage les activités sous-jacentes de certaines catégories d'usage³⁷.

Cette liste a été adaptée : les codes '4 Loisirs' et '6 Activités aquacoles' ont été simplifiés et les codes '7 Assainissement' et '11 Inactif' ont été rajoutés.

Nomenclature des types d'usage du plan d'eau du Sandre adaptée :

Code	Mnémonique	Libellé
0	Non renseigné (vide)	Inconnu
1	AEP	Alimentation en eau potable
2	Industrie	Industrie
2.1	Extractions de granulats	Extractions de granulats
3	Agriculture	Agriculture (irrigation, abreuvage)
4	Loisirs	Loisirs et sports aquatiques
5	Energie	Energie et hydroélectricité
6	Activités aquacoles	Activités aquacoles (activités économiques)
7	Assainissement	Assainissement
8	Transports	Transports et soutien de navigation
10	Sécurité	Sécurité des biens et des personnes
10.1	Défense contre les crues	Défense contre les crues
10.2	Soutien d'étiage	Soutien d'étiage
10.3	Stockage incendie	Stockage de l'eau pour l'incendie
11	Aucun	Aucun usage ³⁸

3.2.2.3. Fonctionnement hydrologique

Définition

Le fonctionnement hydrologique du cours d'eau dépend du mode d'alimentation du plan d'eau, lié directement au positionnement de ce dernier par rapport au réseau hydrographique.

Les principales catégories de fonctionnement hydrologique des retenues sont :

Sur cours d'eau : alimentation gravitaire du plan d'eau par un cours d'eau. Le plan d'eau est situé au fil de l'eau sur le cours d'eau qui peut être permanent ou intermittent (Figure n°14. a.). Les retenues avec cours d'eau dérivé figurent dans cette catégorie (Figure n°14. f.).

Sur cours d'eau permanent : alimentation gravitaire du plan d'eau par un cours d'eau permanent, précision selon le type de cours d'eau (Figure n°14. a.)

Sur cours d'eau intermittent : alimentation gravitaire du plan d'eau par un cours d'eau intermittent, précision selon le type de cours d'eau. (Figure n°14. a.).

Pompage, dérivation : alimentation du plan d'eau par pompage et/ou en dérivation (Figure n°14. b. et c.). La retenue de substitution est comprise dans cette catégorie (Figure n°14. d.).

Ruissellement, source : alimentation du plan d'eau pour les eaux de ruissellement ou/et par une source. Le plan d'eau est déconnecté du cours d'eau. Il s'agit du cas des retenues collinaires si la définition théorique et restrictive est adoptée (Figure n°14. e.).

Nappe alluviale : alimentation du plan d'eau par la nappe alluviale. Le plan d'eau est déconnecté du cours d'eau. Les retenues concernées sont généralement des gravières. (Figure n°14. f.)

³⁷ Dictionnaire de données - Description d'un plan d'eau. SANDRE. 2005-1

³⁸ Peut signifier également « Inactif » ou « agrément »

Liste attributaire

Libellé
inconnu
sur cours d'eau
sur cours d'eau permanent
sur cours d'eau intermittent
pompage, dérivation
ruissellement, source
nappe alluviale

La figure n°14 décrit les schémas de principe des différents types de fonctionnement hydrologique par rapport à la position sur le réseau hydrographique :

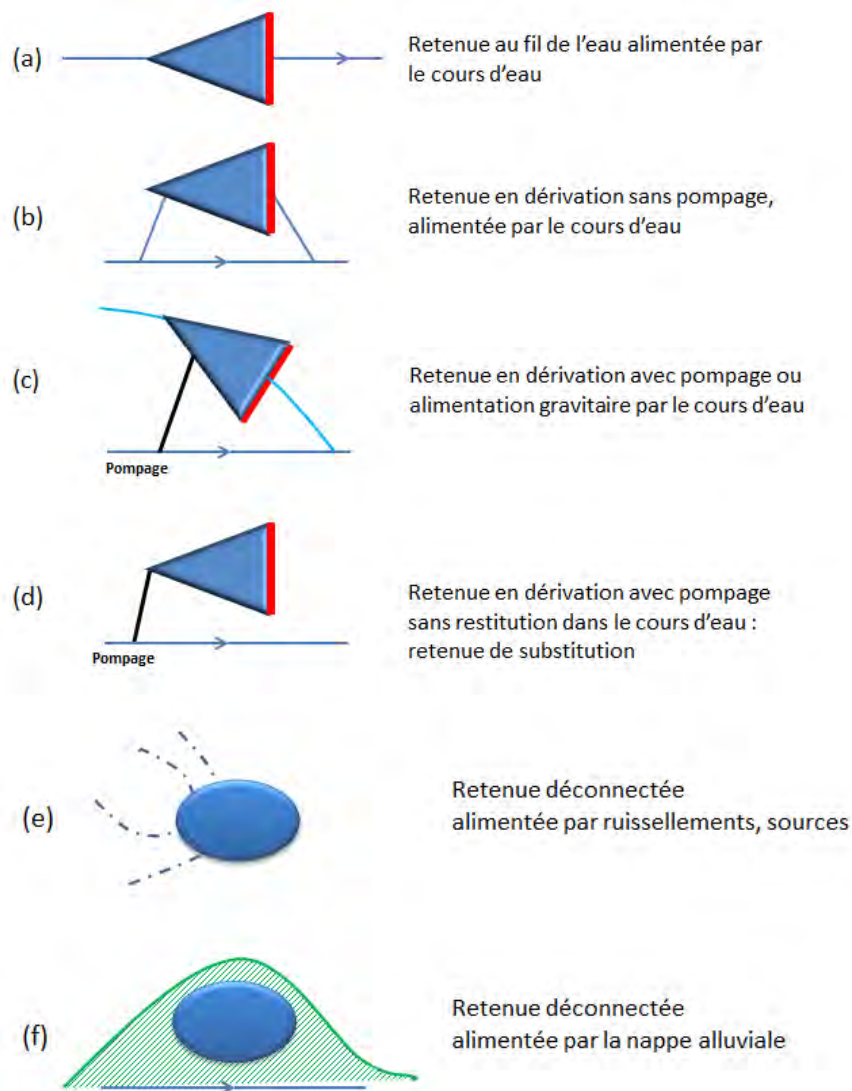


Figure 14 Schémas de principe des principaux modes d'alimentation d'une retenue

Il est à noter deux autres cas de figure concernant les retenues au fil de l'eau. Elles peuvent être également alimentées par une source (Figure n°15. g.). Il convient également de ne pas confondre les retenues en dérivation avec les **retenues avec cours d'eau dérivé** (Figure n°15. h.) positionnées sur le cours d'eau principal. Dans le cadre de ce travail, ces cas de figures sont intégrés dans le schéma de principe (Figure n°15.a).

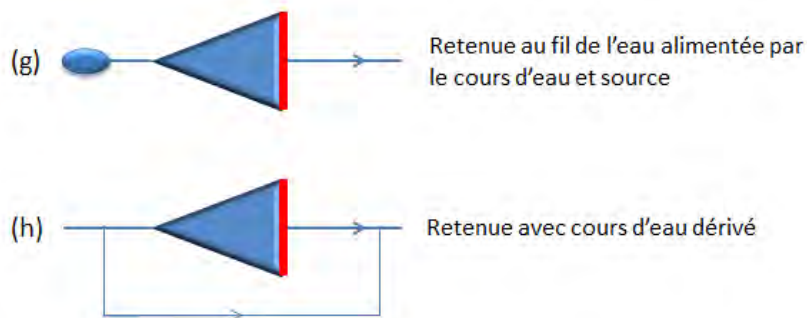


Figure 15 Schémas de principe d'autres modes d'alimentation d'une retenue

3.2.2.4. Type de remplissage

Définition

Une retenue étant définie par son artificialité, elle nécessite par conséquent un remplissage.

Cette classification donne des précisions sur le mode (naturel ou artificiel) et la fréquence (annuelle ou plusieurs fois dans l'année) de remplissage et la retenue.

Cette classification ne peut s'appliquer actuellement qu'aux grandes retenues (classe DCE). En effet, il est impossible de renseigner au cas par cas les autres types de retenues au regard de la connaissance actuelle. Des hypothèses simplifiées pourraient être mises en œuvre.

Classes

Libellé
Remplissage naturel
Remplissage annuel artificiel
Remplissage multiple artificiel

3.2.2.5. Fonctionnement hydraulique

Définition

Le fonctionnement hydraulique permet de caractériser les plans d'eau supérieur à 50 ha et constitue un critère spécifique à certains plans d'eau d'origine anthropique. Il concerne les possibilités de vidange de la cuvette, la fréquence et l'intensité des vidanges et les éventuelles relations avec la nappe.³⁹

L'équipement du plan d'eau (type de déversoir...) peut avoir un effet sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau. Aussi, cette classification serait idéalement à renseigner.

Toutefois dans le cadre de ce travail, elle ne sera pas traitée par manque de données.

Cette classification devra comporter notamment la classe « debit_reserve » qui a pour vocation d'indiquer si l'équipement d'un plan d'eau est adapté pour assurer le débit réservé dans le cours d'eau. Le débit réservé ne concerne que les retenues en barrage de cours d'eau.

Classes

Libellé
Type évacuateur
Vidange
Largeur déversoir
Hauteur déversoir
Débit réservé

Attributs Vidange
inconnu
vanne
bonde
buse
tuyau pvc
aucun

Attributs Type évacuateur
inconnu
déversoir
surverse
buse
vanne guillotine
crête déversante
moine
tuyau pvc
aucun

³⁹ Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement. Annexe 2 Typologie des masses d'eau plans d'eau

3.2.3. Synthèse des caractéristiques des retenues permettant le classement par type de stockage

Le tableau n°16 synthétise les classifications pour l'identification des différents types de retenue.

Libellé du mode de stockage	Usages divers ou spécifique	Usage	Fonctionnement hydrologique	Exemple de type de retenue
Grande retenue (DCE)	Usages divers		Sur cours d'eau permanent	
Retenue de barrage	Usages divers	Soutien d'étiage	Sur cours d'eau permanent	Retenue de réalimentation / soutien d'étiage
			Sur cours d'eau intermittent	
		Majoritairement irrigation	Ruissellement, Source	Retenue collinaire
			Pompage, dérivation	
Gravière	Usage généralement spécifique	Extractions de granulats, Agriculture	Nappe alluviale	
Mare, étang	Usage spécifique	Majoritairement aquacole. Agriculture / Aucun (agrément)	Déconnecté du cours d'eau ou pompage, dérivation	
Retenue de substitution	Usage unique	Agriculture	Pompage, dérivation	
Réservoir	Usage généralement spécifique	AEP/ Industrie/ Loisirs / Sécurité/ Défense contre les crues/ Stockage incendie/ Activités aquacoles Assainissement	Aucun	

Figure 16 Synthèse des caractéristiques des retenues permettant le classement par mode de stockage

La typologie générique ciblant les plans d'eau artificiels définie dans cette partie a pour finalité de poser un langage commun à l'ensemble des acteurs.

Il s'agit désormais d'aborder l'étape d'identification et de caractérisation des retenues à l'échelle du bassin Adour-Garonne sur la base de la Bd Topo®, à l'aide d'outils et de critères géomatiques.

3.3. Traitements mis en œuvre mis en œuvre pour enrichir la BD Topo

Les **classifications de la typologie générique** ciblées dans mon travail de caractérisation visant à enrichir la Bd Topo® concernent principalement le **mode de stockage** (type de retenue), le **fonctionnement hydrologique** (mode d'alimentation en rapport à la position sur le réseau hydrographique) et l'**usage**.

Les classifications relatives au **type de remplissage** et au **fonctionnement hydraulique** décrites dans la typologie générique ne pourront être renseignées qu'a posteriori dans le cadre d'une éventuelle acquisition de données. En effet, les données disponibles à ce jour ne permettent pas de le faire dans le cadre de ce travail.

Certaines précautions sont prises pour pallier les biais liés aux croisements de données :

- une vigilance particulièrement accrue est apportée à l'**ordre des croisements** car ces derniers impactent sur la caractérisation des objets. En effet, plusieurs croisements peuvent être réalisés sur le même objet (procédure itérative) avec des sources de données différentes ; ceci dans le but de récupérer un maximum d'information en vue de qualifier l'objet et d'enrichir la table attributaire.

Ainsi, les croisements sont appliqués selon un certain ordre : d'abord, les traitements polygones ou points qui intersectent, puis les traitements moins fiables des objets éloignés qui nécessitent l'usage d'un buffer.

- La **vérification par une approche géographique** (qui consiste à vérifier les cohérences avec l'orthophotographie par exemple) est nécessaire pour vérifier les croisements car la justesse des données n'est pas toujours satisfaisante. En effet, dans certains cas, un enregistrement de la table des surfaces en eau pourra être associé à un enregistrement différent dans la réalité par rapport aux données sources exploitées. Cependant, cette vérification à l'échelle d'un grand bassin hydrographique comme le bassin Adour-Garonne ne peut pas être réalisée de façon aussi pertinente que sur de petites surfaces (bassin-versant...).

L'annexe 8 présente les **diagrammes de processus simplifiés des traitements mis en œuvre selon la nature (ponctuel, polygone, linéaire) des données à traiter.**

3.3.1. Identification des surfaces en eau hors usage irrigation

La typologie générique est élargie à l'ensemble des objets composant la couche SURFACE_EAU du thème hydrographie de la Bd Topo® qui constitue la table base de travail pour l'identification des retenues à usage irrigation. En effet, pour identifier les différents types de retenues à usage irrigation, il est nécessaire de pouvoir caractériser les autres objets afin de les exclure, comme les cours d'eau, les plans d'eau naturels ou les milieux salés. Ces derniers apparaissent en jaune sur la figure n°17 car ils ne font pas partie de la typologie générique. L'identification des réservoirs sont également abordés dans cette partie, même s'ils sont dans la typologie générique des plans d'eau artificiels, car ils ne possèdent pas un usage irrigation.



Figure 17 Modes de stockage issues de la typologie générique intégrée à la typologie des surfaces en eau

Les trois types de surfaces en eau (en jaune sur la figure n°17) ont été identifiés comme suit avec un niveau de confiance de la caractérisation de niveau 1 (champs « fiabilité »).

- **Cours d'eau** : le type « cours d'eau » de l'essai de caractérisation par l'AEAG a été récupéré. Cette caractérisation a été opérée par requêtes SQL par identification des objets de forme allongée, inférieurs à 4m de largeur et selon des critères de connexité. Cependant, une autre méthode qui consiste à utiliser le nombre de vertex permet de façon moins complexe à parvenir au même résultat. Cette dernière est abordée plus loin dans cette même partie ;

- ➔ **Milieus salés** : localisés à la frange littorale, ils ont été essentiellement identifiés à l'aide des données issues de l'étude sur les zones à dominantes humides⁴⁰. L'attribut "Marais salant" du champ "type" de la couche HYDROGRAPHIE_SURFACIQUE de la Bd Carthage® a contribué à l'identification dans une moindre mesure (57 objets);
- ➔ **Lacs naturels** : seuls les lacs naturels supérieurs à 50 ha et donc connus en raison de l'obligation de suivi régulier imposé par la DCE ont été identifiés grâce à l'attribut « naturel » du champs « type » des données de masse d'eau plans d'eau (couche LwBody) ;
- ➔ **Réservoirs** : ils ont pu être identifiés selon plusieurs méthodes, outre la récupération du caractère «bassin» de la Bd Topo®,
 - A l'aide de données ponctuelles représentant les stations d'épuration du BAG. Cependant, peu d'objets ont pu être caractérisés en raison d'un manque de précision de la géolocalisation des stations d'épuration. Selon le traitement réalisé, l'indice de confiance est de niveau 1 si l'intersection se fait sans l'aide d'un buffer, sinon de niveau 2 ;
 - proximité au réseau routier : identification du type « réservoir » comme les bassins d'orage (drainage routier) par la proximité à une autoroute (usage « Sécurité ») avec un buffer de 20m ;

Identification des surfaces en eau selon la forme : nombre de vertex

J'ai cherché à déterminer s'il pouvait y avoir une corrélation entre le nombre de vertex de chaque polygone de plan d'eau et la forme de ces derniers.

L'hypothèse étant que plus la forme est complexe, plus le nombre de vertex est important. Avec cette méthode, j'ai pu caractériser les polygones ayant des objets de forme parfaitement rectangulaire (plus de 13000 objets) supposés être des réservoirs comme, par exemple, des piscicultures ou bassins d'épuration qui sont généralement des constructions très géométriques.

Pour les formes triangulaires, j'ai utilisé les données des DDT pour lesquelles j'avais des informations sur le mode d'alimentation ("ruissellement, source") ou l'usage ("irrigation") afin d'estimer le nombre de vertex de ces retenues dans le but d'identifier les formes triangulaires. Les résultats n'ont pas permis d'établir une corrélation. Pour les formes circulaires, cette méthode ne fonctionne pas. La construction des polygones en est à l'origine.

J'ai pu remarquer, néanmoins, qu'au-delà de 400 vertex, les tronçons de cours d'eau ressortent nettement comme le montre la représentation ci-dessous qui fait apparaître les cours d'eau en vert. **Ainsi, cette méthode pourrait servir à identifier les surfaces en eau de type « cours d'eau ».**

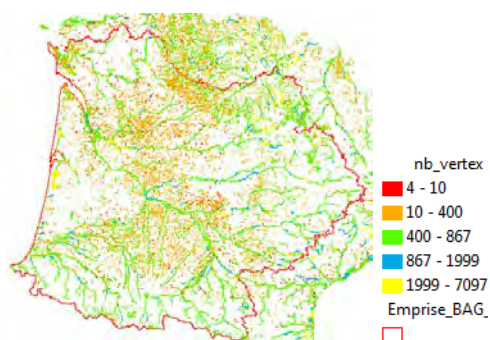


Figure 18 Surface en eau de la Bd Topo® selon le nombre de vertex des polygones sur le BAG

Sur des polygones déjà identifiés en retenue à usage irrigation, j'ai analysé le nombre de vertex afin d'établir un seuil maximal et minimal pour identifier des plans d'eau selon ce critère. La valeur maximale du nombre de vertex correspond à 352 et la concentration la plus grande de retenue irrigation figure en dessous de 50 vertex. Cependant, cette approche est trop approximative au regard de la multitude de formes possibles que les retenues à usage irrigation peuvent revêtir. L'approche cartographique ne permet pas de confirmer cette hypothèse.

⁴⁰ Cartographie des zones à dominante humide été enjeux des politiques publiques associées. Rapport méthodologique. Etat d'avancement. Agence de l'eau Adour-Garonne. 12/2011.

3.3.2. Classification des plans d'eau usage irrigation (potentiel) selon la typologie générique

Une grande partie des données multi-sources collectées ont permis l'identification des retenues. Les données des DDT de onze départements (09, 12, 16, 32, 46, 47, 65, 82, 86, 87, 19, 17 (partiellement fait)) ont été traitées. Les données de certains départements (40, 64) n'ont pas pu être traitées par manque de temps (cf. Tableau n°9. partie 2.2.2). Ces données sont précieuses pour l'identification des retenues à usage irrigation mais aussi pour l'identification des autres types de retenues. Cette étape est particulièrement chronophage compte tenu de l'hétérogénéité des données.

Caractérisation du mode de stockage

- **Retenues de barrage:** des croisements avec les données relatives aux ouvrages comme notamment les barrages (SIE), les obstacles à l'écoulement (ROE) complémentaires aux données des barrages du SIE. Les données d'usage et/ou de capacité sont récupérées si elles existent. Selon les traitements réalisés, l'indice de confiance est de niveau 1 si l'intersection se fait sans l'aide d'un buffer de 20 mètres, sinon de niveau 2 ;
- **Grandes retenues (DCE) :** comme pour les lacs naturels, les grandes retenues DCE d'origine artificielle ont été identifiées grâce au caractère « artificiel » des données des masses d'eau plans d'eau. Certaines données associées ont été récupérées (nom de la retenue, usages, capacité). L'indice de confiance est de niveau 1.
- **Etang, mare :** l'identification des étangs et des mares est particulièrement difficile par une approche géomatique même si le contexte géologique indique que ces plans d'eau se situent majoritairement dans le nord du BAG (Massif Central). Les données fournies par l'AEAG provenant de différentes sources ont été utilisées (départements 15, 19 et 47).
- **Gravière :** les gravières ont été identifiées à l'aide des données du BRGM. Cette identification est le dernier traitement réalisé car il s'agit d'un croisement avec des polygones englobants (l'emprise des nappes alluviales englobe les polygones de plans d'eau). En effet, il s'agit au préalable d'identifier tous les autres types de surfaces en eau pour ne pas caractériser en « gravière » tous les plans d'eau qui se situent en nappe alluviale.
- **Retenue de substitution :** j'ai identifié ces retenues par photo-interprétation sur l'orthophotographie à une échelle approximative de 1:50000^{ème}. Ce type de retenue possède des caractéristiques spécifiques qui permettent de les repérer sur l'image satellite grâce à la couleur de l'eau, la construction de la retenue en ciment dont le bord est particulièrement bien visible, une forme parallélipédique et une zone de localisation spécifique limitée à la région Poitou-Charente.



Figure 199 Exemples de retenues de substitution identifiées par photo-interprétation sur l'orthophotographie de l'IGN

Caractérisation du fonctionnement hydrologique

Les cours d'eau ont été exclus de ce traitement pour ne conserver que les plans d'eau dans le but de leur assigner un mode de fonctionnement hydrologique (cf. partie 3.2.2.3). Ainsi les plans d'eau :

- intersectant directement un cours d'eau acquièrent l'attribut « sur cours d'eau ». Quand la précision concernant la nature permanente ou intermittente du cours d'eau est disponible, elle est précisée ;
- intersectant avec l'usage d'un buffer de 30m acquièrent l'attribut « pompage, dérivation » ;
- non concernés par une intersection, les retenues dont le volume déclaré est inférieur à 10 000 m³ acquièrent l'attribut « ruissellement, source » .

Pour valider ce traitement, j'ai vérifié la cohérence des résultats obtenus avec les plans d'eau déjà caractérisés grâce aux données « Etangs du Limousin » où j'ai pu récupérer ces mêmes informations sur le fonctionnement hydrologique. La comparaison des résultats a permis d'observer une bonne cohérence.

Mode d'alimentation	Résultats issus du traitement	Données Etangs du Limousin (département 46)	Taux de corrélation
Sur cours d'eau	45	59	76%
En dérivation	41	79	56%
Ruissellement, source	189	273	69%

Figure 20 Schémas de principe d'autres modes d'alimentation d'une retenue

Le taux le moins fiable concerne les retenues en dérivation, en raison de critères arbitraires (distance au cours d'eau). On constate qu'un plan d'eau situé à 5 mètres du cours d'eau est en 'pompage, dérivation' dans les données de validation. La dérivation est une caractéristique du cours d'eau très difficile à identifier de façon fiable par une approche géomatique contrairement au deux autres modes d'alimentation.

3.3.3. Estimation de la capacité des plans d'eau pour affiner la classification des plans d'eau usage irrigation

Les DDT peuvent fournir plusieurs types de données concernant la capacité des plans d'eau qu'il est important de bien distinguer :

- la « **capacité déclarée** » d'un plan d'eau correspond à la capacité (ou volume) du plan d'eau qui peut être soit fournie par le propriétaire lors du remplissage d'un questionnaire non obligatoire à la demande des DDT, soit issue des données relatives aux ouvrages (obstacles à l'écoulement, barrages...) et qui correspond à la capacité déclarée au moment de la construction de l'ouvrage. Ces données non exhaustives sont à considérer avec beaucoup de précautions en raison parfois de leur manque de fiabilité (communication personnelle DDT, AEAG).
- la « **capacité autorisée** » correspond au volume d'eau maximum pouvant être prélevé dans le plan d'eau pour un usage irrigation selon un seuil fixé par la police de l'eau (Mission interservices de l'eau (MISE) confiée aux DDT).
- le « **volume prélevé** » correspond au volume prélevé par le propriétaire de la retenue pour un usage irrigation. Ce volume peut être parfois supérieur à la capacité déclarée car la retenue peut faire l'objet de multiples remplissages. Le propriétaire s'acquitte d'une redevance auprès de l'agence de l'eau Adour-Garonne si la redevance est supérieure à 100 euros (seuil financier) ou si le volume prélevé atteint le seuil de 7 000 m³. Cette donnée provient du Système d'Information sur l'Eau et est rattachée non pas à un plan d'eau mais à un point de prélèvement agricole (PPA) géolocalisé à la commune.

Dans le cadre de ce rapport, seules les capacités déclarées par les propriétaires et issues des sources de données SIE et des DDT seront mises en perspective (partie 4.2.2.2). En effet, même si j'ai entamé un travail de mise en perspective des capacités déclarées avec les volumes prélevés, ce travail n'est pas suffisamment abouti.

Les données de capacité déclarée collectées n'étant pas exhaustives, j'ai exploré différentes méthodes d'estimation de la capacité des plans d'eau. Les données MISE et données du SIE sur la capacité des retenues sont utilisées par la suite comme des données de validation des résultats obtenus.

Les deux paramètres à connaître pour calculer la capacité d'un plan d'eau sont la hauteur de l'obstacle⁴¹, que l'on appellera « hauteur de digue », et la superficie du plan d'eau.

Pour estimer la hauteur de digue, plusieurs pistes sont énoncées dans un rapport du CEMAGREF⁴².

Définition de la hauteur de digue : « la hauteur de l'ouvrage exprimée en mètres et définie comme la plus grande hauteur mesurée verticalement entre le sommet de l'ouvrage et le terrain naturel à l'aplomb de ce sommet »⁴³.

⁴¹ Hauteur de digue en dessus du point le plus bas du terrain naturel dans l'axe de la crête exprimée en mètres

⁴² Méthodologie pour le recensement d'un parc de nombreux petits barrages et d'établissement d'un ordre de priorité en vue de leur classement. Royet P., Degoutte G., Mériaux P. (CEMAGREF). 2009. 21p.

⁴³ Le guide juridique pour la construction de retenues. MEDDTL. 2011.

Présentation des données utilisées pour la validation du calcul du volume

Les graphiques présentés dans cette partie portent sur **1364 plans d'eau, lesquels possèdent à la fois des données de volume déclaré et de hauteur de digue** fournies par les DDT 12, 19, 46, 79 ou issues des données d'ouvrages du ROE ou des barrages du SIE.

3.3.3.1. Méthode d'estimation du fond de vallée (MNT 25m) et statistiques zonales

Cette méthode via ArcGIS 10 nécessite de connaître l'altitude de chaque plan d'eau.

Même si les surfaces en eau de la Bd Topo® possèdent des données d'altitude moyenne, celles-ci ne sont pas exhaustives.

Aussi, l'objectif est de calculer sous PostgreSQL /PostGIS 2.0 les statistiques zonales d'altitude des plans d'eau utilisées pour l'estimation des volumes

De plus, **l'altitude minimale et maximale sont utilisées pour le calcul de la hauteur de plan d'eau décrit dans la partie 3.3.3.3 lorsque les hauteurs de digue sont manquantes.** Ces statistiques permettent de **déterminer un seuil d'altitude des retenues à usages irrigation au regard de l'altitude maximale des îlots irrigués.**

Des précisions sur la procédure d'import du raster sous PostGIS et les requêtes mises en œuvre sont décrites dans **l'annexe 9 « Procédure d'import de raster et scripts SQL de calcul des statistiques zonales sous PostGIS».**

Le MNT 25m est converti en TIN (outil "raster vers tin" de 3D Analyst). L'objectif est de générer une surface de réseau triangulé irrégulier (TIN) qui est une représentation polygonale de la zone d'interpolation extraite du MNT. Ceci permet de créer des polygones de découpage malléable.

Puis l'outil "volume du polygone" de 3D Analyst permet de calculer le volume et la surface entre un polygone et une surface de TIN, avec le paramétrage 'Below'. Cet outil nécessite des données d'altitude des polygones de surface en eau en entrée (les cours d'eau ont été exclus).

Les calculs de volume sont faits uniquement pour les portions des polygones en entrée et la surface du TIN en superposition. Le temps d'exécution a été de 2h55. Le champ de la table Bd Topo® enrichie « **Vol_inra1b** » contient les résultats.

L'analyse des résultats ne permet pas de retenir cette méthode car pour 68% des plans d'eau, même si la donnée d'altitude est fournie, le volume du plan d'eau retourné est égal à zéro. Pour les données issues du calcul, on observe de très rares corrélations.

Ce même traitement réalisé le MNT 25 ré-échantillonné à 2m (champ « **Vol_inra1b** ») n'apporte pas plus de résultats.

3.3.3.2. Méthode avec la formule validée par le CEMAGREF

La formule suivante est utilisée par certaines DDT et adaptée en fonction des données qu'elles possèdent.

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{hauteur digue (m)} \times \text{surface en eau (m}^2\text{)} / 3$$

En effet, certaines DDT possèdent des données de hauteur de digue plus ou moins exhaustives. Par exemple, pour la DDT 82, lorsque la hauteur de digue n'est pas connue, celle-ci est fixée à 2m car il s'agit du seuil au-delà duquel l'ouvrage doit être déclaré⁴⁴.

La DDT 12 possède en plus une donnée de hauteur du déversoir (valeur C sur la figure n°21) qu'elle utilise en appliquant la formule suivante qui intègre également un coefficient de proportionnalité, ici « 0,4 » :

$$\text{Volume} = \text{surface} * 100000 * 0.4 * (\text{hauteur de digue} - \text{hauteur du déversoir})$$

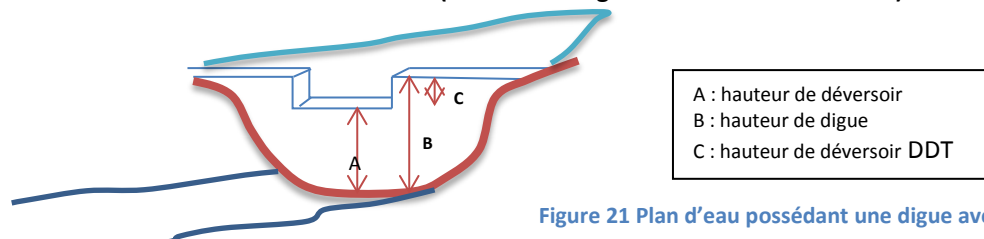


Figure 21 Plan d'eau possédant une digue avec déversoir

⁴⁴ Guide juridique de construction d'une retenue. Direction de l'eau et de la biodiversité. 2011

Le champ « **Vol_inra2** » de la table Bd Topo® enrichie contient les résultats obtenus avec la première formule appliquée par la DDT 82, avec une valeur par défaut fixée à 2 lorsque la hauteur de digue n'est pas connue. Les résultats sont plus cohérents et plus proches des volumes déclarés fournis par les DDT en comparaison avec la première méthode présentée avec l'outil ArgGIS mais ils comportent cependant beaucoup trop d'incohérences. C'est pourquoi, je vais tenter d'affiner ces résultats avec un coefficient de proportionnalité.

3.3.3.3. Méthode avec coefficient de proportionnalité

Dans un premier temps, j'estime la hauteur de digue, puis je calcule la capacité de chaque retenue en utilisant la valeur de hauteur de digue obtenue. Après avoir confronté les capacités issues de ces calculs et les capacités déclarées fournies par les DDT, un coefficient de proportionnalité à appliquer est déterminé dans le but de réajuster les capacités calculées pour qu'elles se corrént davantage avec les capacités des DDT.

1. Estimation de la hauteur de digue

Les données de hauteur de digue fournies par les DDT ne contiennent jamais de données exhaustives. Aussi, dans la méthode suivante, j'ai tenté d'estimer **une hauteur de digue lorsque cette dernière est manquante**. Je l'appellerai « **hauteur du plan d'eau** » pour éviter les confusions avec les hauteurs de digue réellement fournies.

J'ai calculé la hauteur du plan d'eau avec les statistiques zonales obtenues lors du calcul de l'altitude de chaque plan d'eau.

hauteur plan d'eau = altitude maximale - altitude minimale
 champs : « **delta_max_min** » = « **MAX_alti** » – « **MIN_alti** »

Ce calcul permet d'obtenir une hauteur de plan d'eau qui permet d'affecter une valeur à tous les plans d'eau pour le calcul du volume.

En effet, les données de hauteur de digue fournies par les DDT concernent seulement 2202 plans d'eau à ce stade du travail. Ce manque de données implique d'assigner une valeur par défaut lorsque la hauteur de digue n'est pas connue comme la DDT 82 qui assigne la valeur « 2 » par défaut. Cependant, cette valeur est trop imprécise pour l'appliquer de façon généralisée à tous les plans d'eau pour lesquels la capacité doit être calculée.

Je tente ici de trouver une valeur plus précise de hauteur de plan d'eau plutôt que d'attribuer une valeur par défaut.

Comparaison entre hauteur de digue déclarée et hauteur de digue calculée sur l'échantillonnage de 1364 plans d'eau)

Le graphique ci-dessous montre que le calcul conserve une cohérence entre le résultat obtenu (en bleu, la hauteur du plan d'eau estimé) et les données de validation (en rouge, la hauteur de digue fournie par les DDT).

Moyenne = 2.82 (Moyenne du delta hauteur observée (hauteur de digue DDT) et hauteur calculée (hauteur du plan d'eau) en valeur absolue)

Ecart-type = 3.35 Variance = 11.24

L'écart entre les deux modes de calcul est très hétérogène.

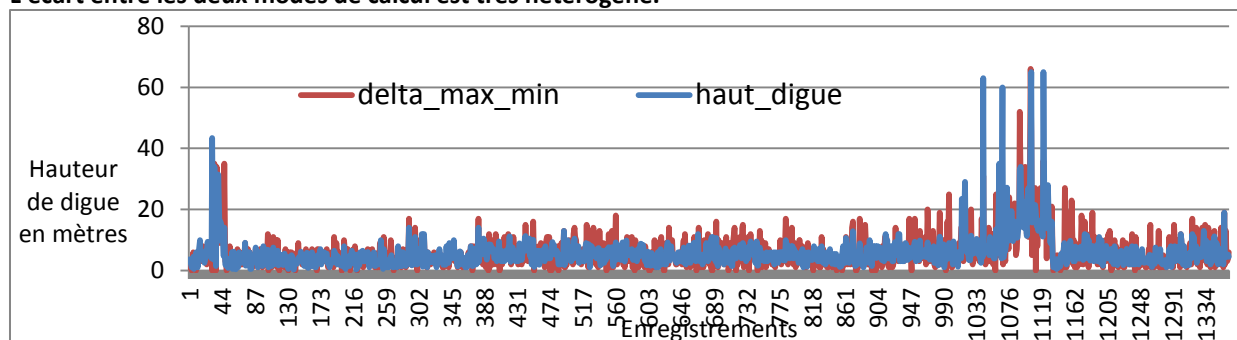


Figure 22 Comparaison entre la hauteur de digue (données DDT) et hauteur du plan d'eau estimée

Il est observé une légère corrélation entre les deux courbes mais cependant une forte surestimation de la hauteur de plan d'eau calculée (en rouge).

Le graphique ci-dessous montre une forte dispersion entre les hauteurs de digue déclarées par les DDT et les hauteurs de plans d'eau calculées dans cette étape.

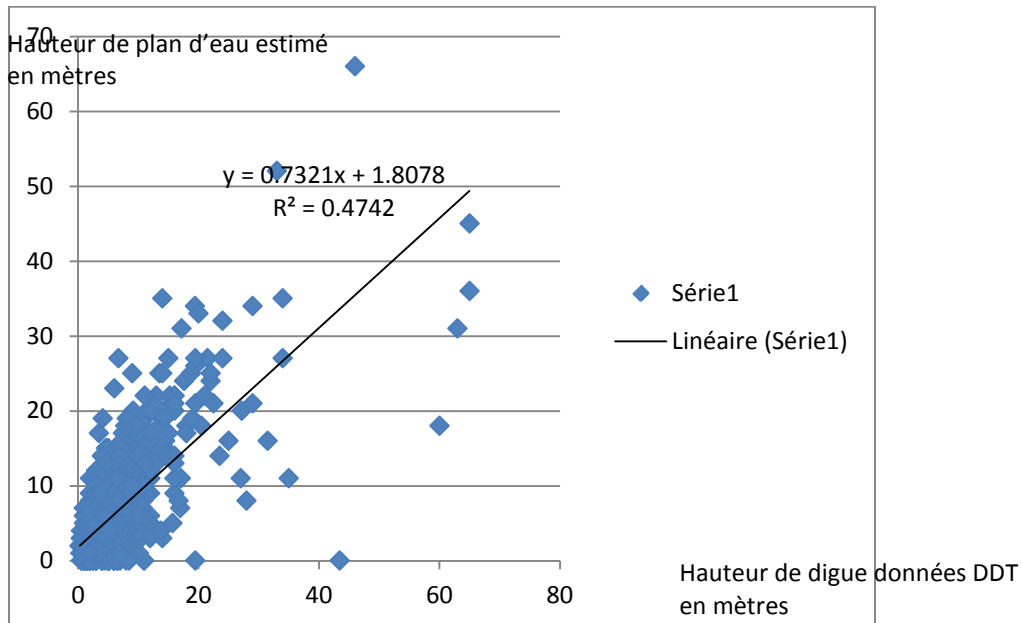


Figure 23 Comparaison entre la hauteur de digue (données DDT) et hauteur du plan d'eau estimée

2. Calcul du volume avec les données de hauteur du plan d'eau obtenue et de surface

J'applique ici la formule permettant de calculer le volume.

volume calculé = surface du plan d'eau * hauteur plan d'eau
 champs : « `surface*deltaMinMaxAlti` » = « `area_m2` » * « `delta_max_min` »

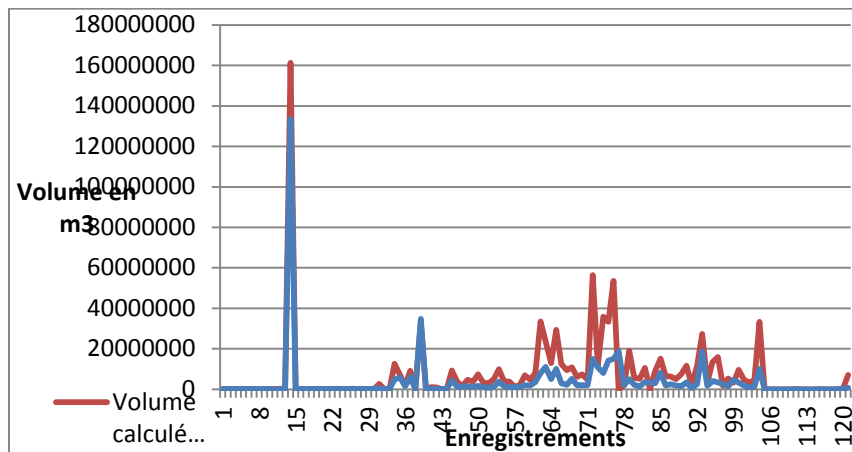


Figure 24 Comparaison entre le volume fournis par les DDT et le volume calculé - (Zoom sur un échantillonnage des valeurs 1030 à 1150)

Il est observé une légère corrélation entre les deux courbes mais cependant une forte surestimation de volume calculé (en rouge).

L'objectif est de déterminer un coefficient de proportionnalité ayant pour but d'ajuster le volume à calculer afin de corriger cette surestimation.

3. Calcul du coefficient de proportionnalité entre le volume déclaré (DDT) et le volume calculé

Pour le calcul, je pars de l'hypothèse que toutes les retenues ont la même forme de cuvette.

Je calcule alors un coefficient de proportionnalité à partir du volume fourni par les DDT et du volume calculé.

Les 140 valeurs supérieures à 5 et égales à zéro susceptibles de biaiser le calcul du coefficient de proportionnalité sont supprimées car je pars du postulat que la forme de la cuvette est la même pour tous les plans d'eau.

$$\text{coefficient de proportionnalité} = \text{volume des ddt} / \text{volume calculé}$$

champs : « `volume_mut/vol_calcule (<5)` » = « `volume_mut` » / « `surface*deltaMinMaxAlti` »

Il en ressort un coefficient de proportionnalité égal à **0,84** correspondant à la moyenne des valeurs obtenues.

4. Calcul du volume réajusté

$$\text{volume réajusté} = \text{volume calculé} * \text{coefficient de proportionnalité}$$

champs : « `vol_reajuste` » = « `surface*deltaMinMaxAlti_vol_inra3` » * 0.84

3.3.3.4. Comparaison des méthodes de calculs : MNT, formule DDT, coefficient de proportionnalité

Ci-dessous, l'on peut comparer les résultats des trois méthodes avec les données de volume fournies par les DDT sur un échantillonnage de données.

L'on constate qu'il y a une meilleure corrélation sur le quatrième graphique qui correspond à la méthode retenue calculant un volume réajusté.

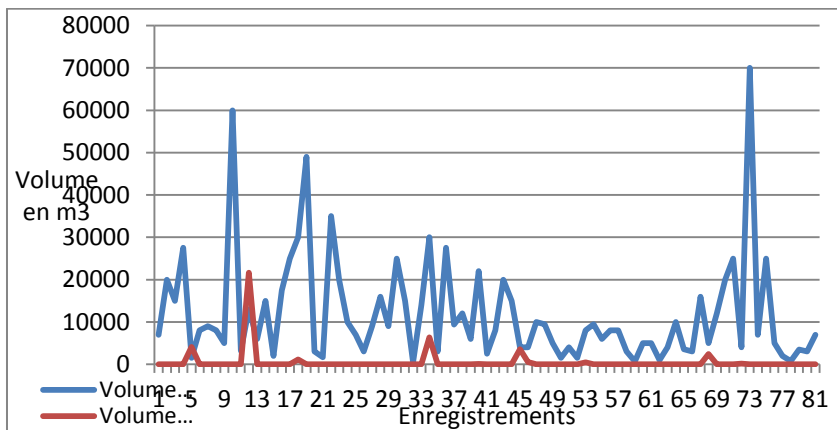


Figure25 Comparaison des méthodes de calcul du volume avec ArcGIS (MNT 25m) vs Volume déclaré (DDT)

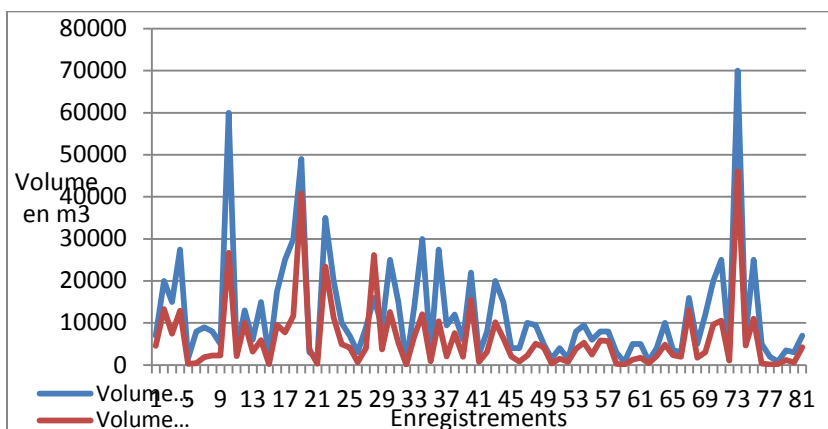


Figure26 Comparaison des méthodes de calcul du volume avec la formule DDT vs Volume déclaré (DDT)

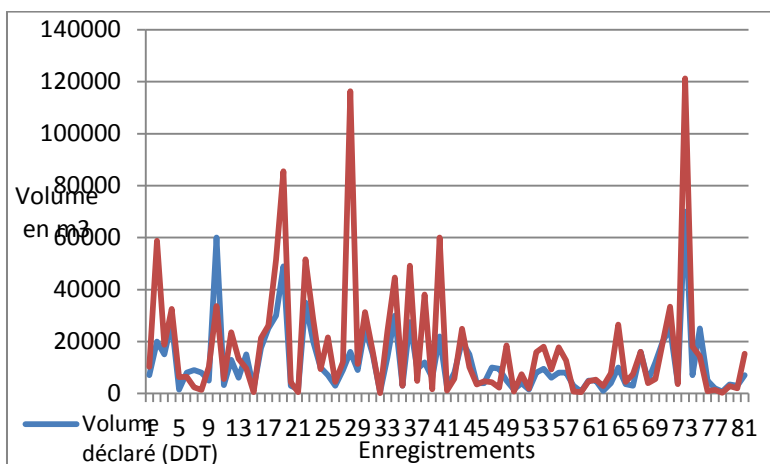


Figure27 Comparaison des méthodes de calcul du volume réajusté vs Volume déclaré (DDT) (1)

Le graphique de régression linéaire ci-dessous démontre la corrélation entre le volume calculé et les données des DDT (R^2 est proche de 1). Il montre également que les valeurs du volume calculé sont encore un peu surestimées ($a > 1$ (soit = 1.4004)).

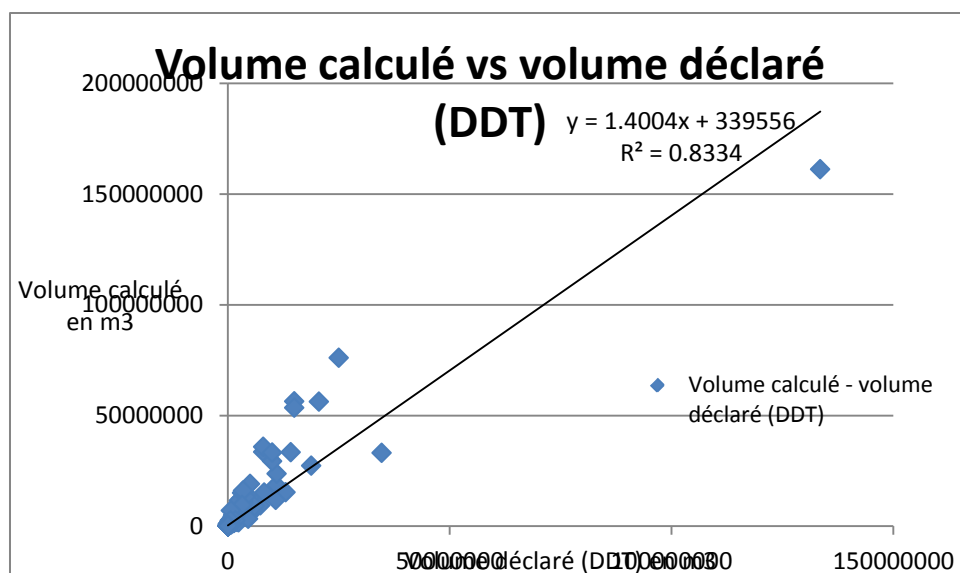


Figure28 Comparaison des méthodes de calcul du volume réajusté vs Volume déclaré (DDT) (2)

Le calcul volume réajusté figure dans la table de données dans le champ «[vol_inra3](#)» de la table Bd Topo® enrichie.

Liste des champs de la table Bd Topo® enrichie concernant les capacités déclarées et calculées (cf. Annexe 7):

[Volume_mut](#) : capacité déclarée provenant des données DDT ou de barrages (SIE)

[Vol_inra1](#) : capacité calculée avec ArcGIS sur le MNT 25m ré-échantillonné à 2m

[Vol_inra2](#) : capacité calculée avec la formule des DDT

[Vol_inra1b](#) : capacité calculée avec ArcGIS sur le MNT 25m

[Vol_inra3_0,84](#) : capacité calculée avec le coefficient de proportionnalité

Le graphique n°22 confronte sur un échantillonnage de 200 valeurs les méthodes de calculs de capacité des retenues explorées. Il s'avère que, sur certains points, la méthode du Cemagref est plus en corrélation avec la capacité fournie par les DDT. Cela s'explique car il s'agit de la méthode utilisée par les DDT. En effet, ces dernières utilisent une valeur par défaut de hauteur de digue fixée à 2, tandis que la méthode avec le volume réajusté (« [Vol_inra3_0,84](#) ») utilise une hauteur de digue qui a été estimée. Ceci peut expliquer les surestimations importantes observées sur ce graphique.

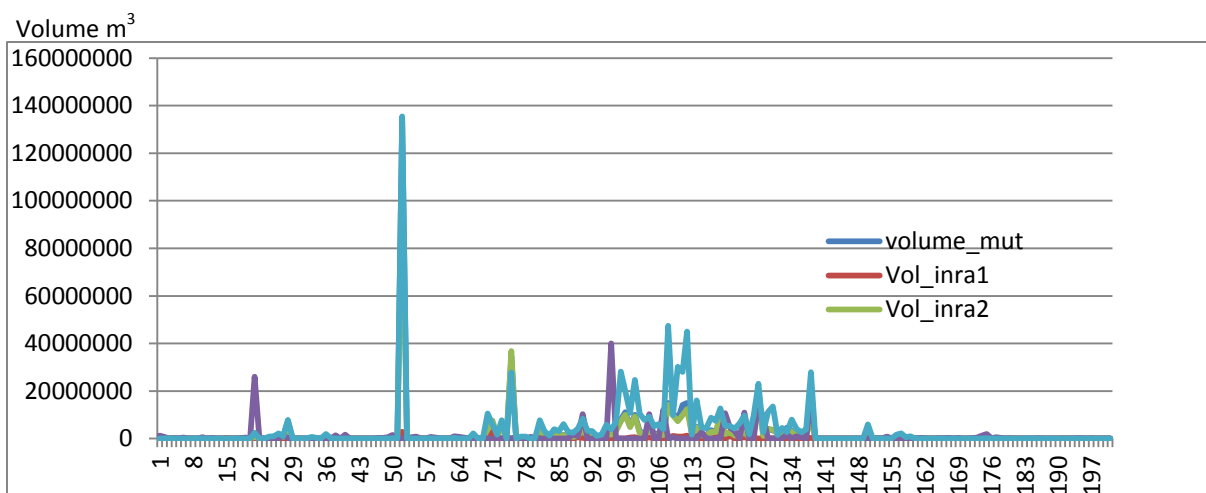


Figure 29 Comparaison des 3 méthodes de calcul de la capacité avec la capacité déclarée des DDT Enregistrements

3.3.3.5. Rapprochement des retenues aux points de prélèvement agricole

Cette étape vise à rapprocher les données du SIE, c'est-à-dire les points de prélèvement agricole (PPA) en retenue (couche "PPA_capacites_retenues.shp" qui contient les points de prélèvement agricole en retenue avec des données de capacité (10333 objets)), et la ressource en eau de la Bd Topo® qui correspond aux retenues irrigation potentielles du BAG. Par principe, l'on peut attribuer plusieurs PPA à une même retenue.

L'objectif est d'identifier davantage de retenues à usage irrigation et de rapprocher les données de prélèvements avec les données de ressources en eau. L'intérêt de ce rapprochement a pour finalité de concourir à répondre à la question suivante : qui (quelle exploitation) prélève quoi (volume prélevé) dans quelle ressource (retenue) ?

Retenues irrigation potentielles

Le croisement est réalisé sur une sélection des surfaces en eau correspondant aux retenues irrigation potentielles afin de limiter les erreurs d'appariement. Ainsi, 6341 objets dont l'altitude est supérieure à 1000 m (seuil d'altitude maximal fixé pour une retenue à usage irrigation) et 15694 objets classés en type 'ce', 'milieu sale', 'naturel' ou 'reservoir' sont exclus de la couche de données avant de réaliser le croisement. Les communes hors bassin sont conservées. Il en résulte un allègement de 23% de la couche à croiser avec les PPA. Les très petites retenues à usage irrigation n'ont pas été exclues car il existe, par exemple, des retenues de 1000 m³ à usage irrigation. De plus, les PPA (données SIE) ne concernent pas seulement les irrigants redevables mais tous les agriculteurs qui possèdent un PPA. Les points de prélèvement ne sont donc pas toujours sur des retenues déclarées (> à 0,1 ha).

Méthode de croisement des PPA et retenues irrigation potentielles

Avec l'aide de l'équipe, un script qui permet d'associer les lieux-dits des PPA et ceux des retenues grâce à la Bd Nyme® a été mis en place. En effet, si les PPA possèdent un lieu-dit, pour les retenues, l'information est rarement disponible.

Le PPA est déplacé sur la retenue la plus proche du lieu-dit sur la même commune. Dans le cas où il n'y a qu'une seule retenue sur la commune, le PPA sera associé à cette dernière, selon des règles respectant un ordre de priorité en fonction de l'équivalence phonétique ou orthographique entre les deux lieux-dits comparés.

Ainsi, le script tient compte des différences d'orthographe des libellés des lieux dits à la fois de la Bd Nyme® et des données PPA. La comparaison des chaînes de caractères est réalisée à l'aide de l'algorithme du "Double Métaphore". Cet algorithme est basé sur la recherche phonétique, il utilise la distance de Levenshtein pour indexer les mots selon leur sonorité et ainsi limiter les erreurs d'orthographe.

L'annexe 10 « Procédure de croisement des PPA et retenues irrigation potentielles » décrit brièvement la procédure mise en œuvre.

Pour améliorer les croisements et limiter les risques d'erreur, il serait intéressant **d'intégrer le paramètre de la capacité du plan d'eau** lors du rapprochement PPA / retenues. Le rajout de ce critère permettrait de comparer en plus du toponyme, la capacité de la retenue des données de prélèvement avec la capacité déclarée des DDT pour affiner l'appariement.

4. Résultats

4.1. Enrichissement des données des plans d'eau de la Bd Topo® : résultats de la typologie INRA

Le travail de caractérisation réalisé a permis d'identifier les différents types surfaces en eau de la Bd Topo® qui apparaissent en couleur sur la carte n°30.

Le tableau n°31 détaille les différents modes de stockage issus de la typologie mise en place dans le cadre de ce travail. Le détail est donné pour les deux emprises : « BAG+ » qui correspond au bassin Adour-Garonne élargi à ses départements limitrophes et « BAG » qui se limite à l'emprise stricte du bassin Adour-Garonne.

La catégorie « efface » correspond aux retenues en cours d'effacement sur le département de la Haute-Vienne (source DDT 87) et la trace de ces retenues est conservée dans la couche enrichie livrée.

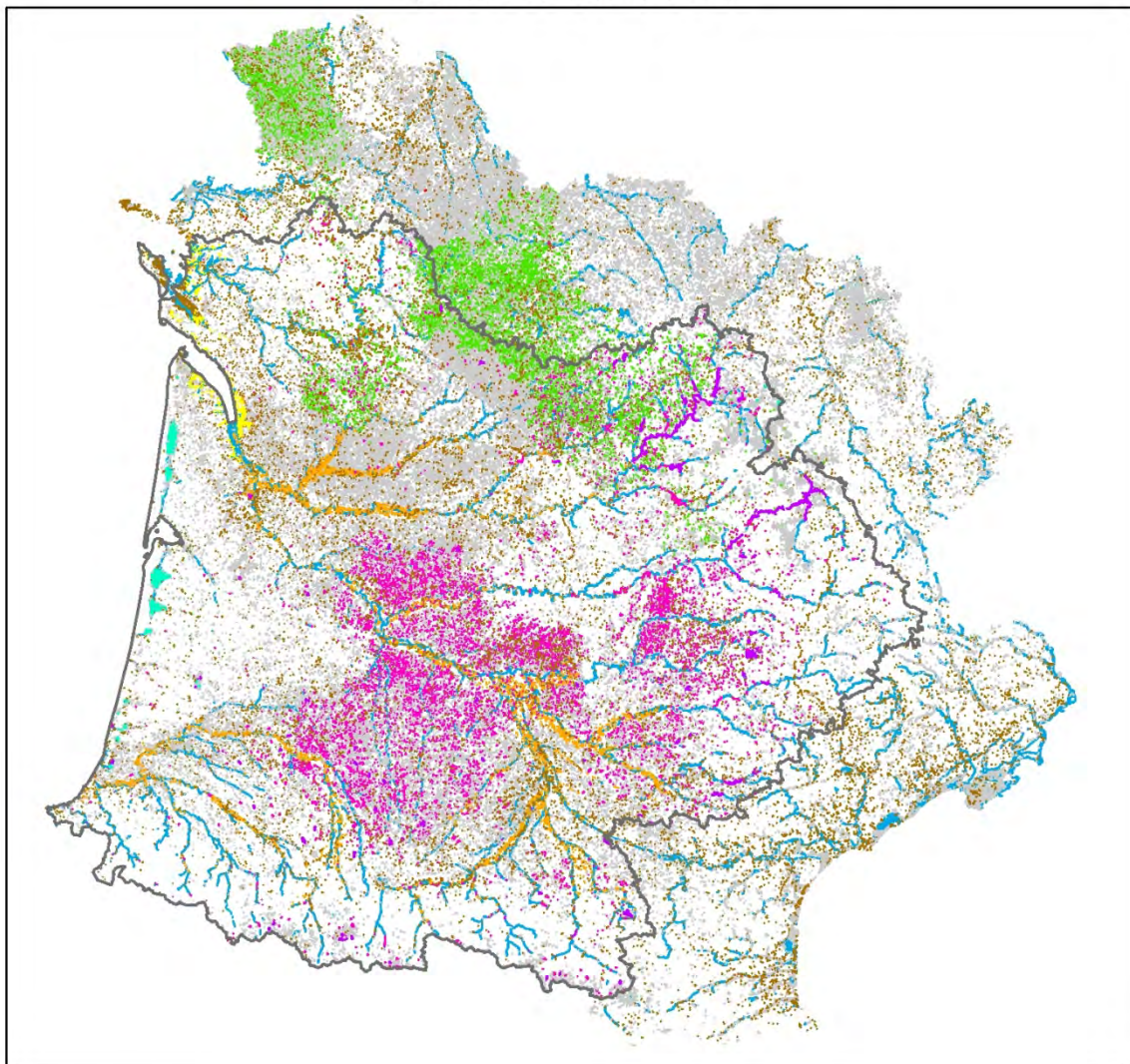
Il en ressort que sur le bassin Adour-Garonne, 52% des surfaces en eau représentant 16% des surfaces cumulées n'ont pas été à ce stade identifiées. Il apparaît que ce sont les très petites retenues qui sont le plus difficilement identifiables.

Le tableau de l'annexe 11 montre la répartition de la classification « mode de stockage » selon les usages sur le bassin Adour-Garonne.

Au total, 8741 retenues irrigation ont été identifiées sur le bassin Adour-Garonne. Parmi ces dernières figurent **8726 retenues à usage irrigation hors retenue de soutien d'étiage**, dont elles se distinguent par leur caractéristique de fonctionnement, soit 7% sur le nombre total d'objets de la bd Topo®.

Les retenues à usage irrigation se répartissent essentiellement dans la classe « retenue de barrage » mais également dans les classes « grandes retenues », « mare, étang », « substitution ».

Répartition des différents types de surface en eau identifiées sur le BAG



▭ Limite du BAG

Typologie des surfaces en eau identifiées (mode de stockage)

type_inra

	efface (55)
	ce (15694)
	grande retenue (DCE) (90)
	graviere (7452)
	inconnu (118187)
	mare, etang (16059)
	milieu sale (3022)
	naturel (60)
	reservoir (38559)
	retenue de barrage (12091)
	substitution (39)



Source : Bd Topo. IGN. 2011. Réalisation : Nadine Chalabert 08/2013

Figure 30 Répartition des différents types de plans d'eau identifiés sur le BAG

Classes	Définitions	Nb d'objets BAG +	Surfaces cumulées en ha BAG +	Nb d'objets BAG	Surfaces cumulées en ha BAG
ce	Surfaces de cours d'eau représentés en surfacique	15 694	89 560	9 880	46 106
milieu salé	Surfaces identifiées en milieux salés (marais via l'étude Paysages à Dominante Humide AEAG 2012 et caractère « marais salant » Bd Carthage®)	3 022	1 603	2 989	1 587
naturel	Surfaces supérieures à 50 ha d'origine naturelle issues de la typologie nationale DCE	60	18 732	60	18 732
réservoir	Bassin du type pisciculture, station d'épuration, bassin d'orage. Pas d'usage Agriculture (usages Assainissement, Stockage incendie, AEP, Aquacole essentiellement)	38 559	9 246	25 696	5 519
gravière	Surfaces identifiées en gravières (retenues sur masses d'eau de type alluviales)	7 452	5 529	7 434	5 526
grande retenue (DCE)	Surfaces supérieures à 50 ha d'origine artificielle issues de la typologie nationale DCE	90	14 335	90	14 335
mare, étang	Surfaces identifiées comme mares ou étangs (plus spécifiquement localisés dans certains départements comme Corrèze, Haute-Vienne....)	16 059	10 428	6 088	4 241
substitution	Retenues de substitution	39	62	31	54
retenue de barrage	Surfaces inférieures à 50 ha identifiées en retenues de barrage. Comprennent les retenues de réalimentation, retenues collinaires notamment.	12 091	14 312	12 044	14 224
efface	Plans d'eau en cours d'effacement (données DDT87)	55	14	9	6
inconnu	Surfaces non classées	118 187 (56%)	57 213 (26%)	68 647 (52%)	20 764 (16%)
Total		211 308	221 034	132 968	131 094

Figure 31 Typologie INRA issue des données « surface en eau » du thème hydrologie de la BD Topo® sur le bassin Adour-Garonne

4.2. Analyse et caractéristiques des retenues à usage irrigation

Le tableau n°32 précise quelques caractéristiques de la couche de la Bd Topo® enrichie, cette dernière intègre davantage de données de hauteur de digue (*un enrichissement des données a été opéré chemin faisant*) comparé à l'échantillonnage de la partie 4.2.3.3 sur lequel a porté l'analyse de l'estimation des volumes (relation avec la hauteur de digue).

Critères type de plans d'eau	Population totale BAG+		Retenues identifiées irrigation (hors usage soutien d'étéage) BAG		
	Nb	Volume total (m³)	Nb	Volume total (m³)	Surface totale (ha)
Total individus	211 308	-	8726	-	10 447
Capacité déclarée	13 497	2 777 947 711	7 992	463 817 336	8 968
Sans capacité déclarée	-	-	734	-	1 479
Hauteur de digue déclarée	4763	-	3 481	-	-
Hauteur de digue + capacité déclarée	4 040	-	3 260	313 491 163	4 929
Sans de hauteur de digue déclarée	-	-	5 245	-	-
Connecté au cours d'eau	-	-	3 690	-	8 038
Déconnecté au cours d'eau	-	-	4 741	-	2 109
En nappe alluviale	17 271		295	-	300
Fiabilité 1	34 912 (sans ce)	-	5 583	-	-
Fiabilité 2	18 178	-	1 935	-	-
Au moins un usage	18 290		8 726	-	-

Figure 32 Analyse et caractéristiques des retenues à usage irrigation identifiées

4.2.1. Répartition des retenues à usage irrigation identifiées

4.2.1.1. Par département

La carte n°33 montre la répartition des retenues irrigation identifiées sur le bassin AG par département.

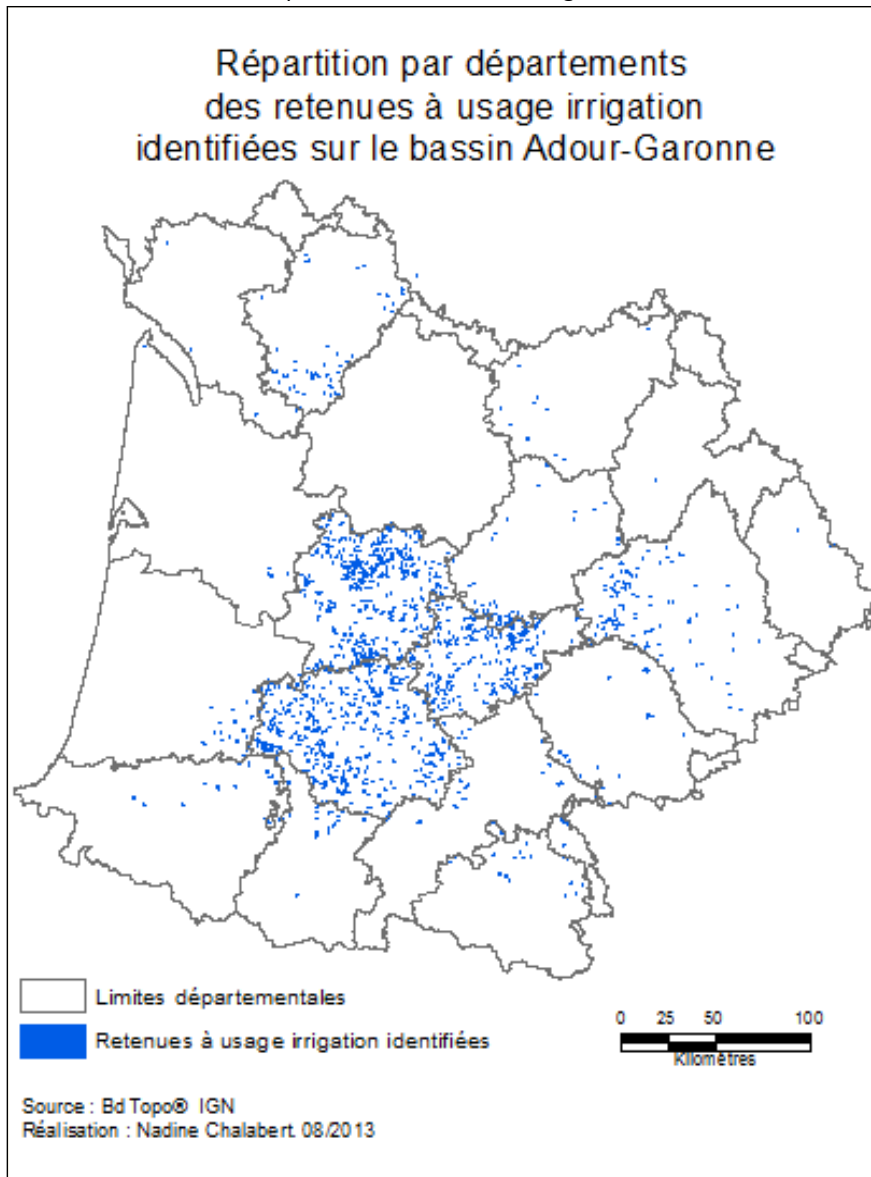


Figure 33 Répartition par départements des retenues à usage irrigation identifiées sur le BAG

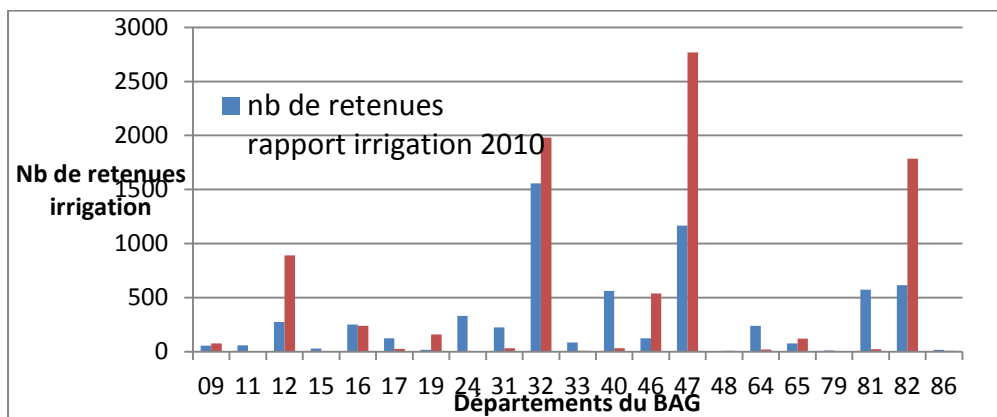


Figure 34 Comparaison entre le nombre de retenues irrigation issue du « Rapport irrigation 2010 » et le nombre de retenues identifiées par l'INRA

Cet histogramme permet de comparer le nombre de retenues irrigation par département sur le BAG comptabilisées dans le rapport Irrigation de la campagne 2010⁴⁵ avec le nombre de retenues irrigation identifiées dans le cadre de ce travail. Au total, 6397 retenues à usage irrigation sont comptabilisées dans le rapport irrigation 2010 et 8726 retenues à usage irrigation ont été identifiées. Cependant, il convient de préciser que le rapport de l'AEAG recense uniquement les retenues de propriétaires redevables contrairement à l'identification menée dans le cadre de ce travail.

Les départements pour lesquels les DDT ont fourni des données intègrent les retenues irrigation déclarées mais également, une grande proportion de retenues irrigation dont les propriétaires ne sont pas redevables, comme pour les départements 12, 32, 46, 47 et 82.

Même si les données collectées sur ces départements ont permis d'identifier un plus grand nombre de plans d'eau, il n'en demeure pas moins que le contexte géomorphologique explique également ces localisations comme le montre la carte des hydroécocorégions dans la sous-partie suivante.

4.2.1.2. Selon le contexte géomorphologique

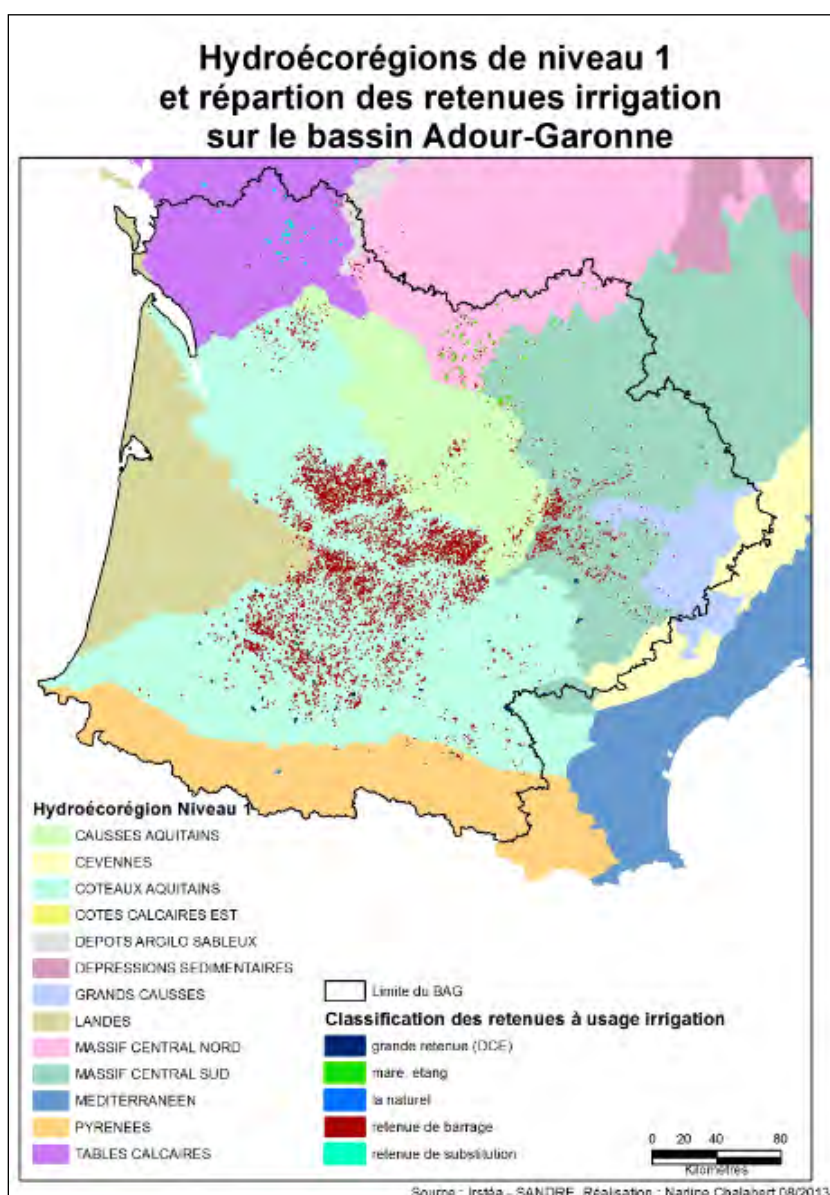


Figure 35 Zonages des hydroécocorégions de niveau 1 sur le bassin Adour-Garonne

Les hydroécocorégions intègrent la géologie, le relief et le climat comme déterminants primaires du fonctionnement écologique des cours d'eau à l'échelle d'un bassin. Elles sont définies comme des « entités

⁴⁵ Rapport Irrigation. Campagne 2010. AEAG

spatiales homogènes du point de vue des déterminants physiques qui contrôlent l'organisation et le fonctionnement global des écosystèmes aquatiques. Au total, 22 Hydro-écorégions de niveau 1 (HER-1) ont été identifiées⁴⁶. L'approche par hydro-écorégion (HER) permet de délimiter des entités géographiques dans lesquelles les écosystèmes d'eau courante présentent des caractéristiques communes en termes de géologie, relief et climat.

Ainsi, si l'on observe la carte (figure n°35), les retenues à usage irrigation identifiées se concentrent effectivement sur des hydroécorégions spécifiques. Ainsi, la carte montre que les types de plans d'eau suivants sont plus ou moins répandus selon certains zonages :

- ➔ les retenues à usage irrigation sont très répandues sur les "coteaux aquitains " et "causses aquitains" (zones rouge et grise), tandis que l'on en trouvera très peu dans les "landes", "grandes causses" et "massif central" ;
- ➔ les étangs sont localisés essentiellement dans le "massif central nord" ;
- ➔ les retenues de substitution plutôt implantées sur les "tables calcaires", essentiellement en Poitou-Charentes.

4.2.2. Appariement avec les PPA (données du SIE)

On constate que 49% des retenues irrigation ont déjà été identifiées avec un usage irrigation avant le rapprochement aux PPA (données SIE) grâce aux données des DDT. Ce pourcentage laisse à penser que les croisements préalablement opérés pour identifier les retenues irrigation et le rapprochement aux PPA sont cohérents.

4.2.2.1. 3 705 retenues à usage irrigation supplémentaires identifiées

Sur 10 333 PPA au total sur le BAG, le rapprochement grâce au toponyme a permis de relier 7 239 PPA à une retenue, soit 70% de la totalité des PPA tandis que 1 223 PPA n'ont pu être géolocalisés au toponyme (17%). Notre hypothèse considère qu'une retenue peut avoir plusieurs PPA (concerne 999 PPA) et 6016 retenues ont au moins un PPA dont 2922 ont déjà été classés en retenue à usage irrigation lors des précédents traitements, soit près de 49% des retenues. Ce taux élevé de corrélation montre une correspondance entre les croisements déjà opérés avec les données multi-sources et le rapprochement qui vient d'être opéré.

La colonne "lien_PPA" a été rajoutée et l'attribut 'oui' attribué pour avoir une traçabilité des 6016 retenues raccordées à un PPA et qui nécessiteraient une caractérisation en mode de stockage « retenue de barrage » et un usage « Agriculture » non réalisée dans le cadre de ce travail.

En effet, ce choix a été opéré pour pouvoir distinguer les retenues à usage irrigation identifiées au préalable et également par manque de temps consacré à l'évaluation de la méthode de rapprochement.

A l'issue de ce traitement, l'on comptabilise **au total 12 433 retenues à usage irrigation** qui se répartissent sur le BAG comme le montre la carte en **annexe 11 « Retenues à usage irrigation identifiées après rapprochement avec les PPA »**.

Le tableau ci-dessous montre l'affinage de caractérisation selon le mode de stockage :

Mode de stockage	Nombre total identifié avant rapprochement PPA comme ayant un usage irrigation ⁴⁷	Nombre total identifié après rapprochement PPA comme ayant un usage irrigation	Nombre supplémentaire identifié grâce au rapprochement PPA comme ayant un usage irrigation
Grande retenue DCE	32	33	1
Retenue de barrage	8 591	8 899	308
Gravière	0	185	185
Mare, étang	73	204	131
Inconnu	-	2 919	2 919
Lac naturel	1	1	0
Réservoir		156	156
Retenue de substitution	31	36	5
Total	8 728	12 433	3 705

⁴⁶ Dictionnaire des données : référentiel des masses d'eau. SANDRE. Version 2011-1.2

⁴⁷ Annexe 11 « Répartition par type d'usage de la classification « mode de stockage » identifié sur le bassin Adour-Garonne (typologie INRA) »

Au total, grâce à ce rapprochement, 3 705 surfaces en eau ont été identifiées comme retenues à usage irrigation supplémentaires dont 2 919 étaient classées en « inconnu » et sont à classer en « retenue de barrage » alors que 786 (3 705 – 2 919) avaient déjà une classification « mode de stockage » attribuée mais n'étaient pas identifiées comme ayant un usage irrigation.

L'on constate à travers ce tableau que ce rapprochement **confirme les identifications préalablement établies des modes de stockage et affine l'identification** des retenues de barrage, grandes retenues DCE et retenues de substitution.

La majorité des retenues à usage irrigation ayant fait l'objet d'un rapprochement avec les PPA sont des plans d'eau déjà classés en « retenue de barrage » essentiellement.

Ce rapprochement est tout particulièrement intéressant pour l'identification des usages irrigation des gravières, mares et étangs et pour affiner la caractérisation de 156 retenues mal classées en type « réservoir ».

La carte de l'annexe 11 représente **toutes les retenues identifiées, cependant, il peut y avoir des biais de caractérisation**. Elle montre, par exemple que 185 retenues identifiées en gravières ont un usage irrigation. Cependant, ces résultats méritent d'être analysés à travers par exemple d'une approche géographique sur la base notamment de l'orthophotographie (photo-interprétation) et d'une analyse de la proximité aux îlots irrigués.

4.2.2.2. Comparaison entre les capacités déclarées (SIE vs DDT)

La cohérence des données entre la capacité de la retenue reliée au PPA (capacite_r) et le volume déclaré des DDT (volume_mut) est vérifiée sur les 1485⁴⁸ PPA qui possèdent à la fois des données de volume (champ 'capacite_r') en lien avec les PPA et un volume déclaré (champ 'volume_mut').

Trois retenues à soutien d'étiage identifiées ont été exclues [id = SURF_EAU0000000111009648/SURF_EAU0000000111007993/SURF_EAU000000018370970] afin de ne pas biaiser les résultats.

Cette analyse permet de vérifier la cohérence des traitements réalisés.

Analyse des données

Les graphiques ci-dessous montrent que jusqu'au seuil de 50 000 m³, les données sont peu dispersées (valeurs encadrées en jaune sur la figure n°37) et suivent la courbe théorique (en rouge. x=y). Il y a une rupture au-delà de ce seuil, la donnée de capacité du SIE est, sur les gros volumes, supérieure aux capacités déclarées par les DDT.

La corrélation de 0,7 est acceptable, d'autant que quelques points aberrants participent à biaiser fortement ce chiffre. Trois de ces points aberrants A, B et C qui apparaissent sur le graphique n°36 ont été analysés plus attentivement dans le but de comprendre l'écart entre les capacités provenant des deux sources et tenter d'en déterminer l'origine :

- **A** : retenue de Geignes (81) dont la capacité déclarée par le SIE est de 1 750 000 m³ et celle déclarée par la DDT est de 1 000 000 m³. Il n'y a pas, dans ce cas, d'erreur d'appariement ;
- **B** : retenue du Bouydron (47) dont la capacité déclarée par le SIE est de 600 000 m³ et celle déclarée par la DDT est de 1 000 000 m³. Il n'y a pas, dans ce cas, d'erreur d'appariement ;
- **C** : retenue du Baiset dont la capacité déclarée par le SIE est de 1 000 m³ et celle déclarée par la DDT est de 600 000 m³. Cette retenue est une retenue à soutien d'étiage non identifiée ; ce qui peut expliquer cet écart important entre les deux données de capacité.

⁴⁸ Les 3 enregistrements correspondant à des retenues à usage de soutien d'étiage ont été exclus

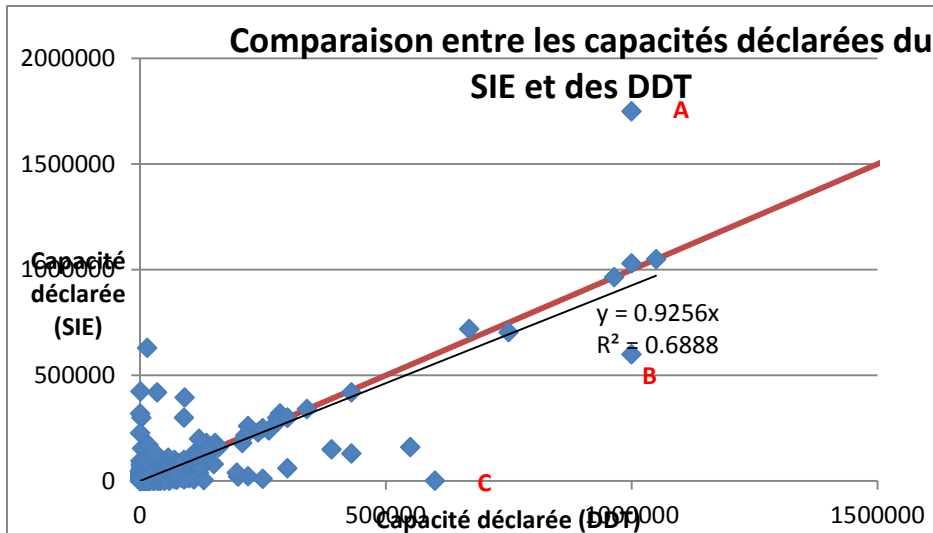


Figure 36 Comparaison entre les capacités déclarées du SIE et des DDT

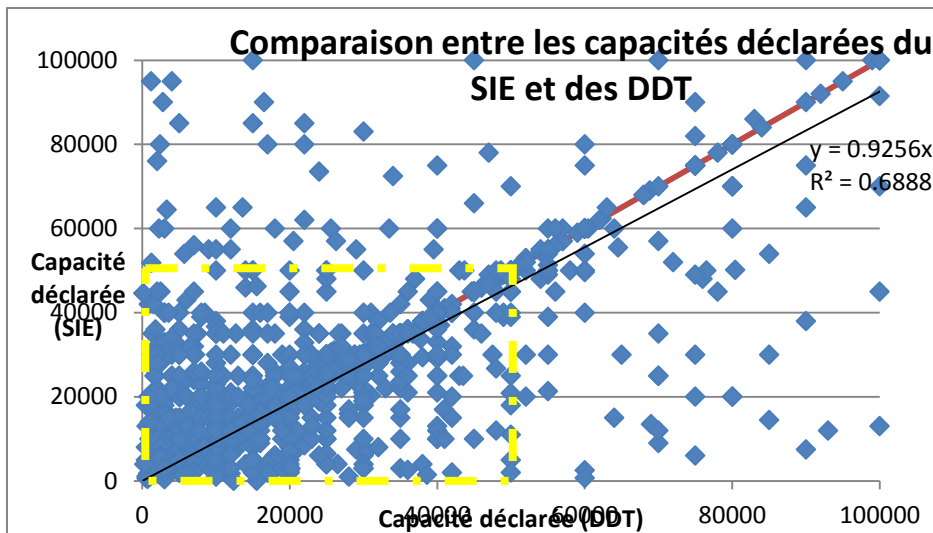


Figure 37 Comparaison entre les capacités déclarées du SIE et des DDT (zoom sur les valeurs < à 100 000m³)

Approche cartographique

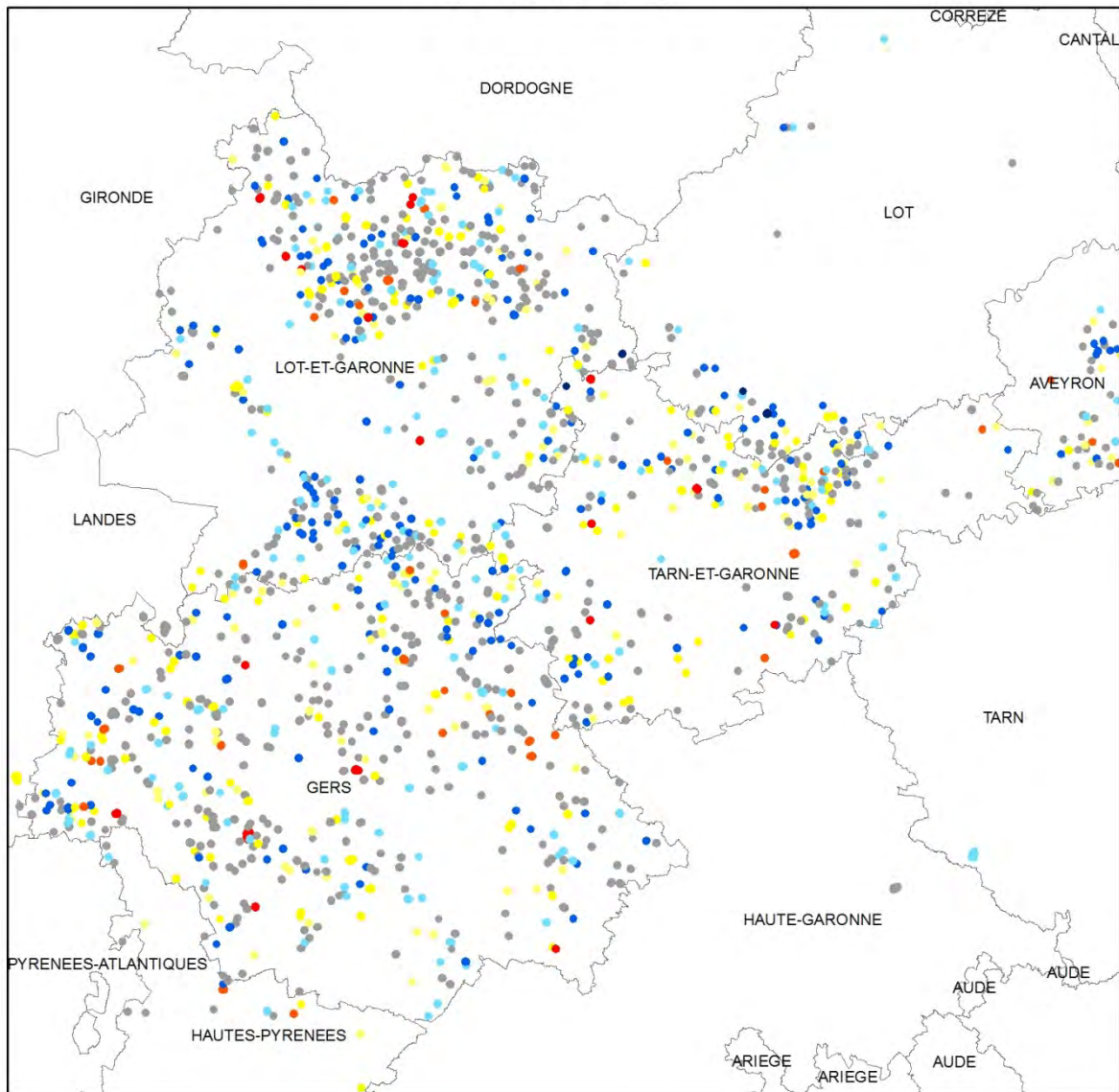
Les données du graphique n°37 sont représentées cartographiquement sur la carte ci-après, laquelle cible les départements où se concentrent les valeurs. L'objectif ici est de représenter les retenues selon l'écart entre leurs données de capacité du SIE et des DDT.

Ainsi, le pourcentage de la différence entre les deux valeurs de capacité (SIE et DDT) est calculé et une analyse cartographique est réalisée sur le pourcentage obtenu. Plus les valeurs sont proches de 100%, plus la corrélation est bonne. Si le pourcentage est inférieur à 100%, la capacité du SIE est supérieure à la capacité de la DDT. Si celui-ci est au contraire supérieur à 100%, alors, la capacité de la DDT est supérieure à la capacité du SIE.

Ainsi, l'on estime qu'une très bonne corrélation est comprise entre 80% et 120%. Il apparaît que 847 valeurs, soit 57%, sont bien corrélées.

Les valeurs extrêmes peuvent s'expliquer par un usage soutien d'étiage de la retenue qui n'a pas été identifié. L'approche cartographique ne permet pas de mettre en exergue une zone particulière sur laquelle des valeurs aberrantes seraient davantage localisées. De la même façon, le fonctionnement hydrologique des retenues n'apporte pas d'éléments permettant d'établir une relation avec les résultats obtenus.

**Corrélation entre les données du SIE et des DDT :
comparaison des écarts entre les capacités
(1485 valeurs)**



□ Limites départementales du BAG

Ecart entre les données de capacités des données DDT et SIE (%)



Source : Bd Topo. IGN. 2011. Réalisation : Nadine Chalabert 08/2013

Figure 38 Corrélation entre les données du SIE et des DDT : écart entre les capacités (1485 valeurs)

4.2.3. Estimation de la capacité des plans d'eau

Les résultats présentés dans cette partie portent sur la première étape d'identification de près de 8700 retenues irrigation. En effet, le rapprochement avec les PPA a été réalisé tardivement dans le déroulement du stage, ceci pour pouvoir intégrer dans les résultats exposés ci-dessous, les 3705 retenues irrigation supplémentaires identifiées.

4.2.3.1. Eléments impactant sur le calcul de la capacité des retenues

Il en ressort que les comparaisons sur les volumes opérées à travers les graphiques et statistiques présentés dans ce rapport peuvent être biaisées notamment par les éléments suivants :

- ➔ par le recensement des plans d'eau par traitement d'image satellite à l'origine de la construction de la Bd Topo® qui peut impacter sur la superficie du plan d'eau et, par conséquent, sur l'estimation du volume (sur-estimation ou sous-estimation). Ainsi, un plan d'eau peut être digitalisé lorsqu'il est non vidangé au moment du passage du satellite, les surfaces en eau sont significativement plus importantes que la résolution des images, la végétation peut masquer l'eau (problème d'ombrage) (CACG, 2001. page 9)⁴⁹. L'impact est d'autant plus élevé lorsque le volume est calculé sur des petites surfaces <0,1 ha. L'**annexe 13 « Contrainte liée à la Bd Topo® impactant sur la capacité : exemple de la retenue du Mialet »** montre un exemple d'impact sur la capacité de la retenue calculée en raison de la digitalisation de la Bd Topo®.
- ➔ par les traitements de rapprochement des surfaces en eau et des données DDT qui peuvent comporter des erreurs (artefacts liés au rapprochement d'un objet d'une source de données qui ne représente pas le même objet dans une autre source de données) ;
- ➔ par le manque de fiabilité des données de capacité déclarée et de hauteur de digue obtenues sur la base de questionnaire non obligatoire transmis par les propriétaires de retenues. Ces données doivent être considérées avec beaucoup de vigilance selon certaines DDT, aucune vérification systématique n'est réalisée sur le terrain.
De plus, certains propriétaires confondent la hauteur de digue avec la notion de profondeur de la retenue et communiquent la profondeur maximale de la retenue ;
- ➔ par la comparaison de données qui ne sont pas exactement comparables comme des données de volumes autorisés, capacités déclarées (selon que la retenue possède un usage de soutien d'étiage, par exemple, qui implique que le volume relatif à cet usage de réalimentation va être déclaré par les DDT et non mentionné dans les données du SIE par exemple) et volumes prélevés.

4.2.3.2. Estimation de la capacité selon la connexion au cours d'eau

Une autre approche pour l'estimation des capacités consiste à distinguer deux grands types de retenues :

- celles connectées au cours d'eau en lit majeur qui possèdent un profil en V et pour lesquelles la formule du CEMAGREF doit fonctionner ;
- et celles qui sont réalisées par creusement, parallélépipédiques, qui n'ont pas un profil en V. Pour ces dernières, la formule du CEMAGREF ne fonctionne pas.

Les calculs statistiques qui vont suivre, pratiqués sur les résultats obtenus, consistent à tenter d'établir une relation entre volume déclaré, hauteur de digue et surface du plan d'eau. Le coefficient de proportionnalité retenu pour estimer le volume des plans d'eau est « 0.3 » pour toutes les retenues, excepté pour celles traversées par un cours d'eau pour lesquelles l'on retient le coefficient « 0.5 ».

Cette méthode s'apparente à celle utilisée dans le rapport du Cemagref⁵⁰ (février 2009) qui propose l'estimation de la capacité en utilisant un coefficient qui varie selon la forme de la cuvette :

- « · 0,33 pour une cuvette au profil triangulaire ;
- 0,4 à 0,45 pour une cuvette à fond relativement plat avec des berges plus pentues ;
- 0,5 (voire plus) dans le cas de bassins implantés en lit majeur ;
- 0,4 en cas de doute. »

⁴⁹ Impact des petites réserves artificielles sur les milieux : étude de recensement des plans d'eau par télédétection spatiale. GEOSYS. CACG. Etude inter-agences de l'eau. Août 2001.

⁵⁰ Méthodologie pour le recensement d'un parc de nombreux petits barrages et d'établissement d'un ordre de priorité en vue de leur classement. CEMAGREF.2009.

4.2.3.3. Relation entre capacité déclarée, hauteur de digue et surface de la retenue

Certaines données sont indispensables pour calculer la capacité des plans d'eau, comme notamment les hauteurs de digue fournies parfois par les DDT, mais ces données sont rarement exhaustives.

Aussi, en s'appuyant sur les données disponibles, je tente ici d'établir une corrélation entre la capacité déclarée, la surface de la retenue (polygone surface_eau de la bd topo) et la hauteur de digue.

L'objectif de cette démarche est d'inverser la formule de la DDT utilisée pour le calcul des volumes⁵¹ avec un coefficient puis de déterminer une hauteur de digue moyenne en fonction de la surface du plan d'eau.

La hauteur moyenne de digue a été successivement calculée avec les coefficients 0.3 puis 0.5 avec la formule :

$$\text{hauteur moyenne de digue} = \text{volume moyen déclaré} / (\text{surface moyenne du plan d'eau} * \text{coefficient})$$

L'échantillon sur lequel porte les résultats contenus dans le tableau ci-après concerne les retenues du BAG qui possèdent une valeur de volume déclaré (donc non calculé) et sont de fiabilité 1⁵² (considérées comme bien spatialisées). **Les valeurs considérées comme aberrantes ont été exclues afin de ne pas biaiser les résultats.**

Cet échantillonnage exclut les grandes retenues (DCE), les retenues de soutien d'étiage et/ou hydroélectriques qui ont pu être identifiées et qui pourraient biaiser les résultats. En effet, ces dernières possèdent des caractéristiques trop éloignées des retenues à usage irrigation (fonctionnement hydrologique. etc.) et sont censées déjà être connues précisément. Elles sortent donc du cadre de l'analyse dont l'objectif est d'obtenir des **estimations concernant le volume cumulé des retenues à usage irrigation plus petites** qui ne sont pas connues et dont il est difficile d'estimer la capacité cumulée. Attention, il peut cependant subsister dans cet échantillonnage des retenues à usage Energie ou Soutien d'étiage qui n'ont pas été identifiées à ce stade et qui pourraient éventuellement biaiser les résultats.

Ainsi, sur **99 213 retenues irrigation potentielles⁵³ sur le BAG**, le tableau n°39 décrit les relations entre la capacité déclarée, la hauteur de digue estimée et la surface pour les retenues (hors soutien d'étiage) possédant un volume déclaré et caractérisées avec un niveau de confiance de 1.

Superficie (ha)	Retenues avec volume déclaré et fiabilité 1							
	Nb retenues	Nb de retenues ayant une capacité déclarée ⁵⁴ avec exclusion des valeurs aberrantes	Surface moyenne (m ²)	Capacité déclarée moyenne (m ³)	Capacité déclarée cumulée (Mm ³)	Hauteur de digue moyenne 0.3	Hauteur de digue moyenne 0.5	Valeurs aberrantes exclues
< 0.1	1 060	979	592	2 264	2,2	12.7	7.65	[7 valeurs à 1 ou 2m ³ + 2 valeurs à 2.5Mm ³] < 10000m ³
>= 0.1 et < 0.5	3 421	3 266	2 570	6 234	20.4	8	4.85	< 20 000m ³
>= 0.5 et < 1	1 377	1317	7 000	1 800	23.4	8.5	5.1	< 40 000m ³
>= 1 et < 2	767	734	13 600	34 574	25.4	8.5	5.1	< 80 000m ³
>= 2 et < 3	176	175	24 238	62 634	11	8.61	5	< 160 000m ³
>= 3 et < 5	119	119	37 527	107 271	12.8	9.5	5.7	-
>= 5 et <= 10	75	75	67 656	230 363	17.3	11.3	6.8	-
>10 ha	71	71	188 287	730 559	52	12.9	7.8	-
Total	7 066	6 736			162.3			

Figure 39 Relations entre la capacité déclarée, la hauteur de digue et la surface de la retenue

⁵¹ Volume = surface*hauteur*coefficient

⁵² Fiabilité '1' : traitements réalisés sans buffer, ni distance d'accrochage

⁵³ 'retenues_irri_potentielles_v4.shp': exclusion cours d'eau, eaux de transition, grands lacs naturels, réservoirs et plans d'eau > à 1000m d'altitude, grandes retenues DCE, retenues à usage « Energie » et/ou « Soutien d'étiage »

⁵⁴ Données DDT, ouvrages (ROE, BA)

Les hauteurs de digue calculées comprises entre les classes ≥ 0.1 et < 0.5 et > 10 ha sont cohérentes selon les experts interrogés. Il est possible que les hauteurs de digue moyenne dans la réalité soient comprises entre 5 mètres et 6 mètres pour des surfaces de plans d'eau allant de 0,1 ha à 5 ha (avec le coefficient de proportionnalité 0,5). L'on observe ainsi une tendance générale qui montre que les hauteurs de digue augmentent proportionnellement à la surface du plan d'eau.

En revanche, pour les hauteurs de digue calculées pour la classe < 0.1 ha, les valeurs obtenues sont aberrantes avec une valeur à 7,50 mètres environ pour cette première classe.

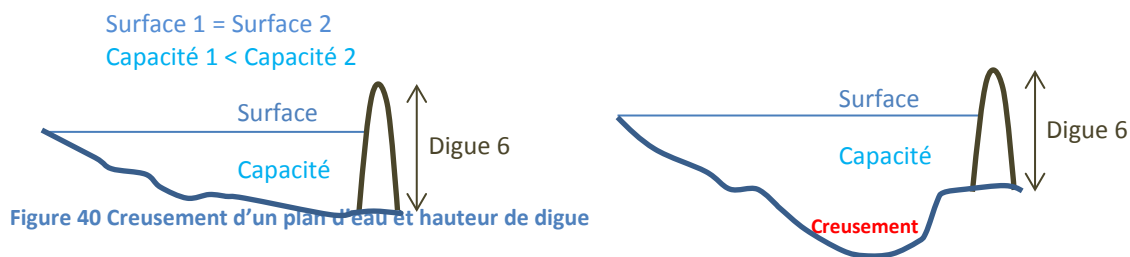
Il apparaît donc clairement que la méthode trouve ses limites pour les très petites surfaces.

Pourtant, en analysant l'échantillonnage, les valeurs de hauteurs de digue déclarées par les DDT sont inférieures à 10 m (une seule valeur à 11m) et le seuil de 10m maximal serait à retenir pour ces retenues parfois très enclavées.

Hypothèses concernant l'incohérence entre le spatial et les données calculées pour les retenues < 0.1 ha

Pour expliquer les valeurs calculées de hauteur de digue (coefficients de 0,3 et 0,5) très élevées pour la plus petite classe (retenues < 0.1 ha), plusieurs hypothèses sont émises et peuvent être cumulées :

- les capacités déclarées peuvent être supérieures car les propriétaires creusent afin d'augmenter la capacité de la retenue. Ces valeurs de capacité déclarée influencent les hauteurs de digue calculées en les surestimant chaque fois qu'un volume déclaré important est associé à une petite surface (seuil de la hauteur de digue calculée à retenir doit être < 10 m)



- la digitalisation de la Bd Topo® montre une imprécision aux limites de la surface des retenues qui peuvent intégrer de la végétation, par exemple. Ceci implique que la capacité peut être surestimée par rapport à la capacité déclarée (exemple : objectid = '166469') ou sous-estimée pour les polygones qui ont été digitalisés sur la base d'une photographie (orthophoto IGN) prise en été. En effet, dans ce dernier cas, les zones intermittentes, de marnage, ne sont pas digitalisées. Le marnage est précisément une caractéristique des retenues à usage irrigation.

De plus, il est à noter que la moindre variation sur des petites surfaces agit en influant sur le calcul de la capacité et limite le calcul de la capacité sur les petites surfaces.

Cette même analyse a été réalisée en extrayant les retenues situées en nappe d'accompagnement censées être des retenues très profondes mais les chiffres obtenus n'ont pas montré une tendance différente.

Ainsi, il est difficile d'établir une relation entre la surface, la capacité et la hauteur de digue de la retenue.

4.2.3.4. Répartition des volumes DDT par superficie des retenues

Sur **98 828 retenues irrigation potentielles⁵⁵** sur le BAG, le tableau n°41 montre la relation entre capacité et superficie des plans d'eau pour les retenues à usage irrigation identifiées (hors retenues à soutien d'étiage et grandes retenues DCE) :

Superficie (ha)	Nb de retenues potentielles irrigation sur BAG	Retenues avec usage irrigation identifié					
		Nb retenues	Nb de retenues ayant volume déclaré ⁵⁶	Nb de retenues ayant volume DDT avec exclusion des valeurs aberrantes	Volume déclaré moyen (m ³)	Volume déclaré cumulé (Mm ³)	Valeurs aberrantes exclues
< 0.1	53 155 (53% du bag)	1 623	1476	1 271	2 620	3.3	> 10 000m ³ [dont 7 valeurs à 1 ou 2m ³ + 2 valeurs à 2.5Mm ³]
>= 0.1 et < 0.5	31 173 (31% du bag)	3 521	3 208	2 922	8 000	23.8	> 20 000m ³
>= 0.5 et < 1	7 751 (8% du bag)	1 869	1 773	1 670	21 000	35	> 40 000m ³
>= 1 et < 2	4 018	1 104	1 027	981	38 000	37	> 80 000m ³
>= 2 et < 3	1 115	242	208	207	69 000	14.3	> 160 000m ³
>= 3 et < 5	745	129	112	112	121 949	13.7	-
>= 5 et < 10	528	88	69	69	254 000	17.5	-
>=10 ha	343	137	54	54	849 407	45.9	-
Total	98 828	8 716	7 927	7 286		190.5	

Figure 41 Répartition des volumes DDT par superficie des retenues à usage irrigation identifiée

L'AEAG estime le nombre de retenues à 15000 par l'AEAG pour 250 Mm³ maximum stockés⁵⁷.

Dans le cadre de ce travail, 8 726 retenues irrigation ont été identifiées, parmi lesquelles 7927 retenues possèdent des valeurs de volumes, dont **7286** valeurs sont non aberrantes pour un total de **190.5 Mm³**.

En effet, les chiffres de volume déclaré moyen et de volume déclaré cumulé portent sur les valeurs cohérentes pour lesquelles l'appariement et le volume déclaré par le propriétaire sont considérés comme fiables.

Ce sont les retenues comprises entre 0.1 et 0.5 hectare qui ont le plus été identifiées (40% du total des retenues identifiées) avec un volume moyen de 8 000 m³ pour 23.8 Mm³.

1271 retenues irrigation inférieures à 0.1 hectare ont un volume cumulé de 3.3 Mm³ : elles sont plus difficiles à connaître car les DDT possèdent moins d'informations du fait qu'elles ne sont pas assujetties à déclaration.

⁵⁵'retenues_irri_potentielles_v5.shp' : exclusion cours d'eau, eaux de transition, grands lacs naturels, réservoirs et plans d'eau > à 1000m d'altitude, grandes retenues DCE, retenues à usage « Energie » et/ou « Soutien d'étiage »

⁵⁶ Données DDT, ouvrages (ROE, BA)

⁵⁷ Rapport irrigation campagne 2010. AEAG. 2011

5. Discussion, perspectives et bilan personnel

5.1. Discussion

5.1.1. Une appréhension du réel au travers de données hétérogènes

En caractérisant les objets de la Bd Topo®, l'on cherche à **appréhender le réel à l'aide de données multi sources qui elles-mêmes sont une représentation simplifiée de la réalité.**

Il faut considérer que les données utilisées ne sont qu'une représentation de la réalité et **l'approximation qui leur est intrinsèque peut générer des erreurs.** De plus, les données utilisées proviennent de sources hétérogènes nombreuses ; ce qui peut multiplier les erreurs car **chacune d'entre elles a sa propre façon de restituer la réalité.**

Aussi, le risque d'artefacts dans le cadre des traitements réalisés est notable puisque les mêmes objets ou des objets différents peuvent être caractérisés avec des sources de données différentes.

Un exemple : Les données DDT, une source d'information précieuse mais hétérogène et non exhaustive

Les **données transmises par les DDT proviennent en majorité de déclarations** faites par les propriétaires de retenue sur la base de questionnaires et sont **ni exhaustives, ni mises à jour avec régularité.** Aussi, les DDT recommandent une grande vigilance quant à leur utilisation et fiabilité. **Pourtant, ces données sont très précieuses** dans le cadre de ce travail. Elles sont même essentielles : elles possèdent deux finalités qui consistent, d'une part, à **identifier les types de plans d'eau**, et d'autre part, à **valider des traitements géomatiques opérés**, en particulier, ceux relatifs au mode d'alimentation ou encore au rapprochement des PPA aux retenues.

A l'échelle du BAG, le travail des DDT manque de coordination. Il n'y a pas d'outils communs à l'échelle d'un grand territoire comme le BAG pour des projets de cette ampleur. Chaque DDT produit des **données non interopérables à l'échelle de son territoire.** Il n'existe aucun identifiant commun permettant de relier les données entre elles. Aussi, la **constitution d'une base de données mutualisant les données éparses de façon homogène et structurée à l'échelle du BAG grâce à un partenariat éventuel entre les DDT** s'avère indispensable. Elle permettrait de partager des données sur la thématique des plans d'eau de façon interopérable et pérenne. Par là-même, la précieuse connaissance dont disposent les DDT pourrait être exploitée de façon optimisée dans le but notamment de répondre aux objectifs d'atteinte du bon état hydrologique des cours d'eau aux échéances 2015, 2021 et 2027 (DCE. Loi sur l'Eau) qui contraint à connaître l'impact cumulé des retenues sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau.

5.1.2. La nécessité de définir un langage commun

La difficulté à laquelle j'ai été confrontée d'emblée est le manque de consensus sémantique entre les différents acteurs qui a constitué un obstacle technique pour appréhender l'objet de l'étude. Même si la première partie de ce rapport tente de clarifier certaines notions, il apparaît nécessaire de devoir **établir un langage commun autour des termes « retenue collinaire », « mare », « étang », « zones humides » notamment au niveau national.** Ceci constitue un véritable chantier devant être mené par l'ensemble des acteurs concernés. C'est pourquoi, la solution de définir une typologie générique a été retenue dans cette étude.

5.1.3. Des capacités des plans d'eau difficile à estimer

Dans le cadre de ce travail, l'estimation des capacités des retenues dépend considérablement de la qualité de l'appariement réalisé lors des croisements spatiaux. En terme de qualité des croisements, il est évident que **rapprocher des données peut conduire à des erreurs.** C'est pourquoi, il s'avère nécessaire d'utiliser l'indice de confiance associé au croisement ou de se référer au groupe de traitement pour réaliser des opérations de validation de résultats.

Les informations inexistantes sur la **hauteur de la digue ou la forme de la cuvette** mais qui seraient utiles pour calculer la capacité d'une retenue, **imposent d'estimer les capacités sur la base d'un coefficient de proportionnalité.** Il en ressort un grand manque de précision et des **résultats qui ne présentent pas une grande cohérence** pour notamment l'ensemble des raisons précédemment exposées dans la partie 4.2.3.1.

5.2. Perspectives

5.2.1. De nombreuses sources de données encore à fiabiliser et à exploiter

Faute de temps, des **données supplémentaires n'ont pu être collectées** auprès d'autres organismes comme les Chambres d'Agriculture qui, dans certains départements, mènent des travaux d'inventaire de plans d'eau pouvant se révéler très riches en information (départements 87 et 24 en particulier), mais aussi auprès des Fédérations de pêches. Il est **préférable de mutualiser ces données multi-sources avant d'extrapoler sur la base des critères moins fiables**, notamment en fixant des seuils subjectifs. En effet, la réalité comprend une multitude de cas de figures et il est très difficile d'appliquer une méthode géomatique de masse pour identifier et caractériser de façon fiable des objets du réel.

Nécessité d'acquérir des données

Seule **l'acquisition de données au travers d'études, par exemple**, permettrait d'obtenir certains types d'information ; par exemple, des informations sur les retenues de réalimentation ou encore des informations relatives au fonctionnement hydraulique de la retenue ou encore à son mode de remplissage. Ces aspects ne pouvaient pas être traités par une approche géomatique. C'est pourquoi, ils ont été écartés dans cette étude.

Un contexte géomorphologique déterminant

Le contexte géomorphologique constitue un élément déterminant pour l'identification et la caractérisation des retenues à usage irrigation.

Aussi, ai-je entamé un travail dont la finalité visait à **intégrer le facteur « pentes » afin de pouvoir déterminer des classes de pentes favorables ou non à l'implantation d'une retenue**. Le temps ne m'a pas permis d'aller au bout de ma démarche. **L'annexe 14 « Pente et retenues irrigation potentielle sur le BAG »** montre cependant que les retenues irrigation potentielles se situent majoritairement sur des zones de pentes inférieures à 6%.

Comparaison des capacités déclarées et des volumes prélevés

J'ai engagé un travail de **comparaison entre les capacités déclarées issues des données des DDT et du SIE avec les données de volumes prélevés (SIE)** associés aux points de prélèvements agricoles. Cependant, ce travail n'étant pas abouti, il ne figure pas dans ce rapport. L'intérêt est de pouvoir vérifier la cohérence des capacités des retenues avec le volume prélevé pour l'irrigation.

Identification et caractérisation des retenues irrigation

Les **données du RPG** pourraient être exploitées pour identifier des retenues à usage irrigation. En effet, en fonction de la **proximité d'un îlot irrigué à une retenue**, l'hypothèse pourrait être faite qu'il s'agit d'une retenue à usage irrigation. Ou encore, en analysant la localisation spatiale par rapport aux îlots irrigués comme, par exemple, une retenue qui serait intégrée dans un îlot serait susceptible d'être à usage irrigation.

De plus, même s'il est difficile d'identifier des retenues à usage irrigation par la forme, il serait néanmoins intéressant **d'identifier les retenues qui possèdent une cuvette de forme triangulaire**, élément utile pour une estimation de la capacité de la retenue. Des indices morphologiques pourraient être mis en œuvre, par exemple, avec le logiciel FragStats⁵⁸.

5.2.2. Limiter les risques d'artefacts

Par une analyse multidimensionnelle

Pour montrer, par exemple, la corrélation du rapprochement entre les données du SIE et des DDT, il serait intéressant de réaliser **une analyse multidimensionnelle** qui intégrerait certains facteurs à analyser (indices de confiance, taux d'erreur de rapprochement des PPA...) et qui pèsent sur les tendances afin de déterminer l'origine des erreurs d'appariement.

Et par une approche géographique approfondie

Cette analyse multidimensionnelle serait à associer à une **approche géographique approfondie** qui permettrait d'affiner la méthode de croisement pour limiter les artefacts. Plus précisément, il s'agit d'analyser les

⁵⁸ Logiciel d'étude de la fragmentation paysagère www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

résultats par visualisation des résultats cartographiques obtenus pour détecter les erreurs au cas par cas sur des échantillonnages.

5.3. Bilan personnel

Plusieurs possibilités se sont présentées au moment de choisir mon stage. Ma préférence s'est portée sur l'Institut National de Recherche en Agronomie car c'est dans ce dernier que le challenge était le plus motivant et la mission plus proche de mes centres d'intérêts et des activités du département « Ressource en Eau et Milieux Aquatiques » auquel je suis rattachée à l'agence de l'eau Adour-Garonne.

Ce fut un autre challenge pour moi que d'engager une formation continue après de nombreuses années passées à l'écart du système universitaire et, surtout, sans aucune connaissance préalable de la géomatique hormis la manipulation basique d'un logiciel SIG dans mes activités quotidiennes. C'est à travers ce prisme que je travaillais sans avoir la pleine conscience de toutes les possibilités qu'offre cette discipline.

Aussi, cette expérience de stage au sein de l'INRA m'a permis de mesurer l'importance que constitue la maîtrise de la donnée spatialisée mais aussi la difficulté d'appréhender de façon rigoureuse et précise la réalité par la modélisation et l'usage d'outils géomatiques.

La difficulté première a consisté à m'approprier la thématique complexe des retenues aux notions très techniques afin d'établir un lien entre la réalité et l'approche géographique/géomatique.

D'un point de vue technique, j'ai pu mettre en œuvre les enseignements dispensés durant la formation comme, par exemple, l'utilisation de logiciels SIG comme ArcGIS ou QGIS pour effectuer de nombreux traitements, ou encore de PostgreSQL/PostGIS pour structurer des données et réaliser des traitements spatiaux. Concernant ce dernier point, le projet tutoré que j'ai réalisé avant le stage sur la thématique de l'« évaluation des performances de PostGIS 2 » pour l'IRSTEA de Grenoble m'a été bénéfique sur les questions de statistiques zonales, de tuilage pour optimiser les requêtes sur le MNT et d'intégration de raster en ligne de commande.

Durant ce stage, j'ai mené une collecte de données, certes chronophage mais, essentielle et fructueuse puisque exploitée ultérieurement.

De plus, j'ai été en contact avec de nombreux acteurs avec lesquels il fut intéressant parfois de confronter l'approche terrain et l'approche géomatique. Certains m'ont inculqué des notions de photo-interprétation. A travers tous ces échanges, j'ai pu découvrir l'importance du relationnel dans le métier de géomaticien.

J'ai pu mettre en œuvre ma faculté d'adaptation face aux difficultés informatiques que j'ai rencontrées qui se sont traduites par trois changements de postes informatiques depuis le début du stage pour obtenir le 12 juin un poste fonctionnant normalement sous ArcGIS. Ceci m'a contraint à adopter une organisation et une gestion du temps en conséquence, qui ont été possibles grâce à une autonomie d'action tout au long de ce stage.

Cette reprise d'étude avait pour but de développer mes compétences sur les outils SIG de création cartographique et cette formation m'a largement permis de concrétiser ce besoin. Elle m'a permis d'aller même bien au-delà en me faisant découvrir de nouvelles méthodes de travail qui me permettront d'appréhender plus rigoureusement les problématiques SIG dans leur globalité.

Ce stage m'a montré que la géomatique prend tout son sens quand on cherche à modéliser le réel, à identifier et à caractériser des objets sans perdre de vue que la donnée spatiale n'est pas la réalité mais seulement une représentation. Comme le dit Lacan « le mot n'est pas la chose ».

Il faut donc avoir conscience des différents éléments susceptibles de la polluer, de l'impacter, de modifier la transcription qui est faite par une approche géomatique et de sans cesse douter d'une possible erreur car un critère n'aura pas été pris en compte.

CONCLUSION

Ce travail réalisé durant mon stage à l'INRA est une contribution pour répondre au manque de connaissances fines en termes **de caractéristiques et de distribution spatiale des retenues à usage irrigation à l'échelle du bassin Adour-Garonne**. Ainsi, mon objectif fut **d'enrichir la table des surfaces en eau de la Bd Topo[®], produite par l'Institut Géographique National** par des données attributaires.

Pour mener à bien cette mission, j'ai été confrontée à plusieurs contraintes. La première réside dans la **difficulté d'appréhender le réel par une approche géomatique** dès lors que le langage entre les différents acteurs pour désigner les mêmes objets ne fait pas consensus. La deuxième est liée à la nécessité d'exploiter des données de sources très hétérogènes et non exhaustives.

A l'issue de ce stage, j'ai pu **identifier 12431 retenues à usage irrigation**. Dans un premier temps, **grâce à des traitements géomatiques et aux données collectées, 8 726 retenues à usage irrigation** (hors retenue à soutien d'étiage et grandes retenues supérieures à 50 hectares, ces dernières faisant l'objet d'un suivi imposé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE.2000/60/CE) pour lesquelles il existe déjà une connaissance précise) ont été identifiées. **A celles-ci, s'ajoutent 3705 retenues à usage irrigation supplémentaires** (soutien d'étiage et grandes retenues DCE comprises) **identifiées grâce au rapprochement des données de ressource en eau avec les points de prélèvements agricoles**, données provenant du Système d'Information sur l'Eau.

Sur les 8726 retenues irrigation identifiées sur le bassin, **7286 retenues possèdent une valeur de capacité déclarée** provenant le plus souvent des données collectées auprès des Directions Départementales des Territoires (DDT) **pour une capacité cumulée de 190.5 Mm³**.

Après avoir identifié et exclu les surfaces en eau de la Bd Topo[®] n'étant pas des retenues à usage irrigation (comme les cours d'eau, les milieux salés, les réservoirs, les plans d'eau dont l'altitude est supérieure à 1 000 mètres notamment), j'ai observé que les très petites retenues dont la superficie est inférieure à 0.1 ha concernent 53% des 98 828 retenues du bassin Adour-Garonne. 1271 d'entre elles ont été identifiées comme ayant un usage irrigation et possédant une valeur de capacité déclarée pour un volume moyen de 2 620 m³ et un volume cumulé de 3.3 Mm³. Ces très petites retenues sont peu connues car elles ne sont pas assujetties à la déclaration auprès des DDT et sont difficilement identifiables par une approche géomatique. Au regard de leur nombre, elles peuvent pourtant avoir un impact cumulé sur le milieu.

La majeure partie des retenues irrigation identifiées sont des retenues dont la superficie est supérieure à 0.1 ha et inférieure à 1 ha, soit 4592 retenues irrigation identifiées et possédant une valeur de capacité déclarée **pour un volume cumulé de 58.8 Mm³** (5% du total des retenues du bassin).

Même si différentes méthodes d'estimation de la capacité des plans d'eau ont été explorées dans le but de s'affranchir des données DDT rarement exhaustives, **les capacités cumulés obtenues se basent sur ces dernières**. En effet, ce travail sur les volumes reste à poursuivre pour mettre en œuvre une méthode fiable qui s'approcherait au plus près des grandes cohérences car il existe une grande diversité de cas de figures (liée notamment au contexte géomorphologique, aux travaux d'agrandissement de retenues effectués par les propriétaires, etc.).

Le travail réalisé dans le cadre de ce stage est d'ores et déjà opérationnel puisqu'il permet notamment **d'enrichir une méthode d'intégration de données multi-sources** en cours destinée à produire un système d'information représentant les relations (structurelles et annuelles) entre systèmes de culture et de production, prélèvements en eau pour l'irrigation agricole, ressources en eau disponibles.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE

Documentation réglementaire

Circulaire DCE 2005/11 relative à la typologie nationale des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eau de transition et eaux côtières) en application à la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. 29/03/2005.

Arrêté du 12 janvier 2010 relatif aux méthodes et aux critères à mettre en œuvre pour délimiter et classer les masses d'eau et dresser l'état des lieux prévu à l'article R. 212-3 du code de l'environnement. NOR: DEVO1000661A. Version consolidée au 23 août 2010. 38p.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Adour-Garonne. 2010 – 2015. Comité de Bassin Adour-Garonne. Décembre 2009. 255p.

Méthodes et procédures pour l'état des lieux des districts Rhin et Meuse – Sambre. Partie française. Document de référence. Directive Cadre Européenne sur l'eau. Février 2005.

Guide juridique pour la création de retenues. Ministère de l'environnement. Direction de l'Eau et de la Biodiversité. Mars 2012.

Rapports - Articles

Impact des petites réserves artificielles sur les milieux : étude de recensement des plans d'eau par télédétection spatiale. GEOSYS. CACG. Août 2001. 36p.

Approche de l'impact sur l'environnement d'un ensemble de retenues collinaires. Cas du bassin de la Séoune. Delbreilh, N. Mémoire de DEA d'écologie des systèmes aquatiques continentaux de l'université P. Sabatier de Toulouse, Toulouse. 1993. 65p.

Retenues de stockage d'eau Bassin Adour-Garonne. Mission d'inspection MEDD-MAAP. Novembre 2011. 189 p.

Méthodologie pour le recensement d'un parc de nombreux petits barrages et d'établissement d'un ordre de priorité en vue de leur classement. Royet P., Degoutte G., Mériaux P. (CEMAGREF). 2009. 21p.

Redevance irrigation. Campagne 2010. Agence de l'Eau Adour-Garonne. Février 2012. 70p.

Inventaire cartographique des étangs en Limousin. DIREN Limousin. 2004.

RECAMIER Emmanuel. *Les retenues de substitution.* 2008. ENGREF

BALESTRAT M., THEROND O. *Une méthode d'intégration de Bases de Données Géographiques pour analyser les interactions entre agriculture et ressources en eau sur le bassin Adour-Garonne. Communication orale au colloque « Dynamiques environnementales, politiques publiques et pratiques locales: quelles interactions? », Toulouse, UMR GEODE, du 4 au 7 juin 2013*

Notes

Les retenues collinaires en Adour-Garonne. Didier Meillon. Agence de l'eau Adour-Garonne. 2008

Note de réflexion sur les retenues collinaires. Direction de l'Eau et de la Biodiversité. 2004.

Les retenues collinaires en Adour-Garonne. Agence de l'eau Adour-Garonne. 1999. 5p

Politique des plans d'eau dans le Cantal. 1995. DDT Cantal. 2p

Référentiels de données

Description des données sur les plans d'eau 2005. Sandre (version courante)

http://sandre.eaufrance.fr/ftp/documents/fr/ddd/pla/2005-1/sandre_presentation_PLA_2005-1.pdf

Dictionnaire des données sur les plans d'eau. Sandre (2005)

http://sandre.eaufrance.fr/ftp/documents/fr/ddd/pla/2005-1/sandre_dictionnaire_PLA_2005-1.pdf

Référentiel dictionnaire des données masses d'eau. Sandre (2011)

http://sandre.eaufrance.fr/ftp/documents/fr/ddd/mdo/1.2/sandre_dictionnaire_MDO_1.2.pdf

Référentiel des obstacles à l'écoulement – descriptif de contenu. ONEMA Version 4.0. (2012)

http://www.eaufrance.fr/squelettes/avertissement_ROE.html

Description des données Obstacles à l'écoulement. Thème Ouvrages. ONEMA. Version 1.1. (2012)

http://sandre.eaufrance.fr/ftp/documents/fr/ddd/obs/1.1/sandre_presentation_OBS_1.1.pdf

Descriptif du contenu Bd Alti. IGN. Version 1(2011)

Descriptif du contenu Bd Topo. IGN. Version 1(2011)

Cartographie des zones à dominante humide été enjeux des politiques publiques associées. Rapport méthodologique. Etat d'avancement. Agence de l'eau Adour-Garonne. 12/2011.

Sites Internet

Agence de l'eau Adour-Garonne : <http://www.eau-adour-garonne.fr>

EauFrance : <http://www.eaufrance.fr>

GeoRezo : <http://georezo.net>

Legifrance : <http://www.legifrance.gouv.fr>

Logiciel SIG ArcGIS : <http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/>

ONEMA : <http://www.onema.fr>

Portail SIG : <http://www.portalsig.org>

TABLE DES FIGURES

Figure 1 Caractéristiques d'une retenue collinaire selon différents organismes	5
Figure 2 Planification : calendrier de réalisation du stage	6
Figure 3 Structure de la couche SURFACE_EAU au de la Bd Topo® version 2011	7
Figure 4 Surface en eau de la classe surface_eau du thème hydrographie de la Bd Topo®	8
Figure 5 Hydrographie surfacique du thème hydrographie de la Bd Carthage®	8
Figure 6 Typologie AEAG de la classe surface en eau du thème hydrologie de la Bd Topo® (vesrion 2009) sur le bassin Adour-Garonne	9
Figure 7 Représentation de la classification des surfaces en eau de la Bd Topo® issue de la typologie AEAG sur le BAG	9
Figure 8 Synthèse des données raster, vecteur, attributaires collectées	10
Figure 9 Tableau dressant l'état des lieux des données collectées auprès DDT du bassin Adour-Garonne	11
Figure 10 Schémas de la base de données « retenue » sous PostgreSQL / PostGIS	12
Figure 11 Synthèse des types de croisements opérés selon différentes sources de données	13
Figure 12 Schéma de synthèse de la démarche méthodologique globale	14
Figure 13 Schéma conceptuel des données relatif aux retenues	17
Figure 14 Schémas de principe des principaux modes d'alimentation d'une retenue	20
Figure 15 Schémas de principe d'autres modes d'alimentation d'une retenue	21
Figure 16 Synthèse des caractéristiques des retenues permettant le classement par mode de stockage	22
Figure 17 Modes de stockage issues de la typologie générique intégrée à la typologie des surfaces en eau	23
Figure 18 Surface en eau de la Bd Topo® selon le nombre de vertex des polygones sur le BAG	24
Figure 19 Exemples de retenues de substitution identifiées par photo-interprétation sur l'orthophotographie de l'IGN	25
Figure 20 Schémas de principe d'autres modes d'alimentation d'une retenue	26
Figure 21 Plan d'eau possédant une digue avec déversoir	27
Figure 23 Comparaison entre la hauteur de digue (données DDT) et hauteur du plan d'eau estimée	28
Figure 24 Comparaison entre la hauteur de digue (données DDT) et hauteur du plan d'eau estimée	29
Figure 25 Comparaison entre le volume fournis par les DDT et le volume calculé - (Zoom sur un échantillonnage des valeurs 1030 à 1150)	29
Figure26 Comparaison des méthodes de calcul du volume avec ArcGIS (MNT 25m) vs Volume déclaré (DDT)	30
Figure27 Comparaison des méthodes de calcul du volume avec la formule DDT vs Volume déclaré (DDT)	30
Figure28 Comparaison des méthodes de calcul du volume réajusté vs Volume déclaré (DDT) (1)	31
Figure29 Comparaison des méthodes de calcul du volume réajusté vs Volume déclaré (DDT) (2)	31
Figure 22 Comparaison des 3 méthodes de calcul de la capacité avec la capacité déclarée des DDT	32
Figure 30 Répartition des différents types de plans d'eau identifiés sur le BAG	34
Figure 31 Typologie INRA issue des données « surface en eau » du thème hydrologie de la BD Topo® sur le bassin Adour-Garonne	35
Figure 32 Analyse et caractéristiques des retenues à usage irrigation identifiées	36
Figure 33 Répartition par départements des retenues à usage irrigation identifiées sur le BAG	37
Figure 34 Comparaison entre le nombre de retenues irrigation issue du « Rapport irrigation 2010 » et le nombre de retenues identifiées par l'INRA	37
Figure 35 Zonages des hydorécórégions de niveau 1 sur le bassin Adour-Garonne	38
Figure 36 Comparaison entre les capacités déclarées du SIE et des DDT	41
Figure 37 Comparaison entre les capacités déclarées du SIE et des DDT (zoom sur les valeurs < à 100 000m3	41
Figure 38 Corrélacion entre les données du SIE et des DDT : écart entre les capacités (1485 valeurs)	42
Figure 39 Relations entre la capacité déclarée, la hauteur de digue et la surface de la retenue	44
Figure 40 Creusement d'un plan d'eau et hauteur de digue	45
Figure 41 Répartition des volumes DDT par superficie des retenues à usage irrigation identifiée	46
Figure 41 Typologie des retenues (DREAL 2011)	58
Figure 42 Plan d'eau multipolygones avec surfaces intermittentes et permanentes	60
Figure 43 Plan d'eau multipolygones avec biais de digitalisation (MNT)	60
Figure 44 Plan d'eau multipolygones scindé par un objet linéaire (scan25 et zoom orthophoto IGN)	61
Figure 45 Plan d'eau multipolygones en raison d'une digitalisation imprécise (orthophoto IGN)	61
Figure 46 Fusion de deux plans d'eau par un lien de tronçon de cours d'eau en raison d'une digitalisation imprécise (orthophoto IGN)	61