



Parcelles drainées et réseaux publics de drainage de Haute-Normandie

Recensement, cartographie, bancarisation et mise
en ligne sur le SIGES Seine-Normandie



Phase 1 : étude de faisabilité

BRGM/RP-65533-FR

Juin 2016

Parcelles drainées et réseaux publics de drainage de Haute-Normandie (BD Drainage agricole) Recensement, cartographie, bancarisation et mise en ligne sur le SIGES Seine-Normandie Phase 1 : étude de faisabilité

BRGM/BRGM/RP-65533-FR
Juin 2016

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 14OBS0868

Jérôme Ledun (AREAS), Pierre-Yann David, Olivier Morel, Florian Husson (BRGM)
Avec la collaboration de
Martin LeMesnil, Alice Neveux

Vérificateur :

Nom : Rosalie Vandromme

Fonction : Ingénieur

Date : 26/07/2016

Signature :



Approbateur :

Nom : Didier Pennequin

Fonction : Directeur Régional
Normandie

Date : 05/08/2016

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots-clés : drainage agricole, parcelles drainées, zones drainées, unités drainées, réseaux de collecte, tronçon de réseaux, modèle de données, bancarisation, base de données, inventaire, aquifère de la craie, rivières, ouvrages hydrauliques, bétouilles, impact, Haute-Normandie, Eure, Seine-Maritime

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Ledun J. (AREAS), David P.-Y., Morel O., Husson F. (BRGM) (2016) – Parcelles drainées et réseaux publics de drainage de Haute-Normandie - Recensement, cartographie, bancarisation et mise en ligne sur le SIGES Seine-Normandie - Phase 1 : étude de faisabilité. Rapport final. BRGM/BRGM/RP-65533-FR, 133 p., 51 ill., 1 tabl., 5 ann.

© BRGM, 2016, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

En Haute-Normandie, la géologie karstique accentue la sensibilité des masses d'eaux souterraines vis-à-vis des apports d'eau de surface. Dans les territoires où le drainage agricole est développé, des pollutions ponctuelles ou saisonnières peuvent se produire par déversement des eaux de drainage dans les bêttoires ou les puits d'infiltration.

D'après le Recensement Général Agricole de 2010, la superficie drainée par drains enterrés en Haute-Normandie serait de l'ordre de 45 000 ha (5,8% des terres agricoles), dont 40 000 ha dans l'Eure et 5 000 ha en Seine-Maritime.

La connaissance sur les parcelles drainées est disséminée dans les archives des services de l'Etat et des financeurs publics. Or ces archives sont en train de disparaître et le nombre de personnes qui en ont la mémoire diminue vite. Il y a un réel risque de perte d'information à court ou moyen terme, ce qui peut avoir des répercussions négatives sur la définition et l'efficacité des actions de protection de la ressource en eau.

C'est ainsi que l'AREAS¹, l'AESN et le BRGM se sont associés dans le cadre de ce projet dans un objectif à la fois de conserver cette information, de la mettre à disposition, de façon géo-localisée, de l'ensemble des acteurs concernés, mais aussi de bancariser la connexion entre ces installations de drainage et le milieu naturel récepteur. La solution envisagée est la constitution d'une base de données mise en ligne sur le site du SIGES Seine-Normandie.

Le présent rapport est rendu au titre de la convention de recherche et de développement partagé signée entre l'AREAS et le BRGM le 18 avril 2014 et au titre de la convention d'aide financière entre le BRGM et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie n°1049881 (2014) du 25 juin 2014.

Le rapport rend compte de la première phase de ce projet et s'articule en 4 parties :

- 1) Etat des lieux des données disponibles sur le drainage agricole en Haute-Normandie : organismes disposant d'information sur le drainage et natures des informations contenues dans les différents documents d'archive ;
- 2) Elaboration du modèle de données : objets à bancariser, champs descriptifs et lexiques associés ;
- 3) Estimation du temps nécessaire pour la bancarisation des données ;
- 4) Synthèse bibliographique préliminaire sur le fonctionnement et l'impact des réseaux de drainage.

Cette première phase du projet de mise en place d'une base de données sur le drainage agricole en Haute-Normandie a mis en évidence qu'il reste encore de nombreuses données sur le drainage agricole en Haute-Normandie, prouvant ainsi l'intérêt d'une démarche de recensement et de sauvegarde. Ces données sont toutefois dispersées dans les archives des différents services de l'Etat et des collectivités locales, et sont très diverses du point de vue de

¹ Association de recherche sur le Ruissellement, l'Erosion et l'Aménagement du Sol - <http://www.areas.asso.fr/>

leur support (papier, numérique) et de leur format. Un important travail de collecte, d'harmonisation et de mise à disposition est donc nécessaire.

Les données les plus détaillées et les plus fiables se trouvent dans les dossiers de maîtrise d'œuvre, et en particulier dans les plans d'exécution et de récolement. Pour le drainage réalisé avec des subventions publiques, ces documents sont majoritairement conservés dans les archives des services de l'Etat. Cependant, ils sont menacés et certains ont déjà disparus (plans de récolement des réseaux de collecte publics dans l'Eure).

Un travail de numérisation des surfaces drainées et des réseaux de collecte publics a déjà été réalisé dans l'Eure. Cependant, ce recensement ne porte que sur leur localisation et pas sur leurs caractéristiques.

Il a été décidé de réaliser la base de données en s'appuyant sur les données existantes du SIG de la DDTM 27. La méthode retenue pour le reste du programme part de ce choix très important. Une priorité a été donnée par le Comité de pilotage de recenser le drainage sur le département de l'Eure : le travail y a déjà été commencé et les archives papier ainsi que la mémoire du drainage risquent de disparaître à court terme.

Une analyse des informations contenues par les différents plans et documents d'archive a permis de concevoir une architecture pour cette base de données.

Les différents objets qui seront bancarisés ont été retenus et définis :

- Les zones drainées / unités drainées / unités de connexion
- Les réseaux de collecte / tronçons de réseaux de collecte
- Les ouvrages annexes
- Les exutoires
- Les entrées annexes
- Les documents associés
- Les maîtres d'ouvrages

Pour chacun des objets listés précédemment des champs descriptifs ont été définis.

Une architecture de la base de données a été définie et validée et une estimation des temps nécessaires à la saisie a été réalisée.

Enfin une synthèse bibliographique préliminaire a été réalisée sur le fonctionnement et l'impact des réseaux de drainage agricole. Elle montre que le drainage conduit à des modifications de l'infiltration et de l'écoulement, qui se répercutent pour partie sur les masses d'eau. Cette synthèse a également mis en évidence que l'impact des réseaux de drainage sur les processus de recharges des eaux souterraines a été encore très peu étudié.

La phase 2 de ce programme consistera à :

- construire la base de données sur la base du modèle de données défini en phase 1 ;
- développer un outil web de saisie en ligne de la base de données ;

- développer un espace de consultation, de valorisation et de mise à disposition de ces données sur le SIGES Seine-Normandie ;
- bancariser les données de drainage sur une zone pilote retenue par le comité de pilotage : le bassin versant de la Charentonne, à cheval sur l'Eure et l'Orne.

Sommaire

1. Introduction	13
2. Méthodologie et chronogramme du travail réalisé en phase 1	15
3. Etat des lieux des données disponibles sur le drainage agricole en Haute-Normandie	19
3.1. ORGANISMES DISPOSANT D'INFORMATION SUR LE DRAINAGE	19
3.1.1. Archives papier	19
3.1.2. Archives numériques	19
3.2. NATURE DES INFORMATIONS DISPONIBLES	23
3.2.1. Archives papier	23
3.2.2. Archives numériques	27
3.2.1. Bilan sur les informations disponibles	42
4. Elaboration du modèle de données	45
4.1. TYPES D'OBJETS A BANCARISER ET DEFINITIONS	45
4.1.1. Zone et Unité drainée	45
4.1.2. Réseau et tronçon de réseau de collecte public	47
4.1.3. Ouvrages annexes	48
4.1.4. Exutoires des réseaux	49
4.1.5. Entrée annexe	49
4.1.6. Maître d'ouvrage des travaux	50
4.1.7. Documents	50
4.1.8. Conclusion : objets bancarisés et représentation proposée :	50
4.2. CHAMPS DESCRIPTIFS DES SEPT OBJETS A BANCARISER	51
4.2.1. Zone ou unité drainée	51
4.2.2. Réseau de collecte et tronçon de réseau de collecte	53
4.2.3. Ouvrage annexe	56
4.2.4. Exutoire	58
4.2.5. Entrée réseau	61
4.2.6. Table gérant la précision du report cartographique	62
4.2.7. Table gérant les amonts/avals : T_LINK	62
4.2.8. Maîtres d'ouvrage travaux	63
4.2.9. Documents associés aux différents objets	64
4.2.10. Fiabilité de la donnée	65
4.3. MODELE DE DONNEES	65
5. Evaluation du temps nécessaire pour la bancarisation - Programme (2015-2016).....	69

5.1. TEMPS DE SAISIE DES UNITES DRAINEES	69
5.2. TEMPS DE SAISIE DES TRONÇONS DE RESEAUX.....	70
5.3. SAISIE DES AUTRES OBJETS	70
5.4. SCANS DES PLANS	70
5.5. BILAN.....	71
6. Synthèse bibliographique préliminaire	73
6.1. PRINCIPES, ETAT DES LIEUX ET ENJEUX DU DRAINAGE AGRICOLE.....	73
6.1.1.Principes hydrauliques de fonctionnement du drainage agricole.....	74
6.1.2.Etat des lieux en France et dans le bassin Seine-Normandie	75
6.1.3.Enjeux liés au drainage agricole	78
6.2. FONCTIONNEMENT, IMPACTS HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES	80
6.2.1.A l'échelle parcellaire : un fonctionnement saisonnier.....	81
6.2.2.Impacts hydrologiques à l'échelle du bassin versant	84
6.2.3.Impacts hydrogéologiques du drainage agricole.....	86
6.3. IMPACTS DU DRAINAGE AGRICOLE SUR LA QUALITE DES EAUX	91
6.3.1.Mécanismes de contamination de la ressource en eau en milieu karstique	91
6.3.2.Qualité des eaux de drainage.....	92
6.4. MESURES COMPENSATOIRES ET CORRECTIVES POSSIBLES.....	103
6.4.1.Mesures compensatoires sur l'hydrologie.....	103
6.4.2.Mesures correctives et compensatoires sur la qualité des eaux de drainage.....	103
7. Conclusions et perspectives.....	107
8. Bibliographie.....	109

Liste des illustrations

Illustration 1 : Organismes détenteurs d'informations sur le drainage	19
Illustration 2 : Archives papier disponibles identifiées et documents empruntés (« prélevés »)	21
Illustration 3 : Fiabilité des différents types de documents consultés	24
Illustration 4 : Données disponibles dans l'échantillon de documents analysés	25
Illustration 5 : Comparaison du plan de maîtrise d'œuvre d'un îlot drainé (à gauche) et de son report sous SIG (à droite) - Commune de La Barre en Ouche (ASAD de Landepereuse)	28
Illustration 6 : Exemple de superposition du réseau reporté sous SIG par la DDTM 27 et du plan de récolement papier (commune du Tilleul-Lambert).....	28
Illustration 7 : Surfaces drainées dans les différents territoires du SAGE Iton (source : état de lieux du SAGE ITON)	30

Illustration 8 : Visualisation des données SIG transmises par le SAGE Iton	31
Illustration 9 : Comparaison des collecteurs de drainage bancarisés dans les couches SIG transmises par la DDTM27 et par le SAGE Iton (les données du SAGE Iton sont placées en position supérieure dans l'encart du haut à droite, et en position inférieure dans l'encart du bas à droite).....	32
Illustration 10 : Comparaison des données SIG transmises par la DDTM27, le SAGE Iton et Eau de Paris (Bac de la Vigne) : encart en haut à gauche : données Bac de la Vigne placées en position supérieure ; encart en bas à gauche : données SAGE Iton placées en position supérieure ; encart en bas à droite : données DDTM27 placées en position supérieure.	33
Illustration 11 : Comparaison des données SIG transmises par la DDTM27, le SAGE Iton et Eau de Paris (Bac de la Vigne) : précision des tracés toute relative, l'écart est parfois de 100 mètres	34
Illustration 12 : Surfaces agricoles drainées dans les différents territoires du SAGE de l'Avre (source : état des lieux du SAGE de l'Avre)	35
Illustration 13 : Captures d'écran d'une partie du contenu du CD relatif aux plans des réseaux de drainage du Syndicat d'assainissement Agricole du Pays d'Ouche (dpt 61).....	36
Illustration 14 : carte du drainage agricole du bassin versant de la Risle établie par le SAGE Risle-Charentonne.....	37
Illustration 15 : Données SIG concernant les réseaux de collecte des eaux de drainage compilées par le SAGE Risle.....	38
Illustration 16 : Données SIG concernant les surfaces drainées compilées par le SAGE Risle	39
Illustration 17 : Données relatives aux Syndicats Intercommunaux Agricoles (SIA) recensées par le SAGE Risle.....	39
Illustration 18 : Données relatives aux bassins de rétention recensées par le SAGE Risle	40
Illustration 19 : Tableau et carte illustrant les données contenues par la couche SIG relatives aux études d'impact préalables au drainage recensées par le SAGE Risle.....	41
Illustration 20 : Estimation des surfaces drainées dans les principaux bassins versants du département de l'Eure, y compris les têtes de bassins versants situées dans d'autres départements (sources : données SIG DDTM27 recalées à partir des données statistiques RGA 2010, SAGE Risle, SAGE Iton et SAGE Avre)	44
Illustration 21 : Exemple de superposition des surfaces drainées (hachurées) et des parcelles cadastrales (limites en rouge).....	45
Illustration 22 : Exemple de découpage de zones drainées en unités drainées	47
Illustration 23 : Exemple de découpage d'un réseau de collecte en quatre tronçons de réseau de collecte.....	48
Illustration 24 : Types d'exutoires existant dans d'autres bases de données	49
Illustration 25 : Récapitulatif des objets constitutifs de la base de données sur le drainage	50
Illustration 26 : Modèle de données de la BD DRAINAGE (v0.7 du 08/01/2016)	67
Illustration 27 : Exemple de Plan d'exécution avec une faible qualité d'information de localisation de l'unité drainée (1 ^{ère} tranche des travaux de l'ASAD de Thomer-la-Sôgne)	70
Illustration 28 : Schéma de principe de localisation d'une nappe perchée et de la nappe souterraine	73
Illustration 29 : Fonctionnement d'un sol engorgé en l'absence de structures drainantes – schéma de principe (Arlot, 1999)	74
Illustration 30 : Profils de sols avec nappe drainée : échelle de la parcelle et du transect drain/interdrain– schéma de principe (Arlot, 1999)	75
Illustration 31 : Superficies drainées par an en France entre 1975 et 2005 (Tournebize, 2008).....	76
Illustration 32 : Part de la superficie drainée dans la superficie agricole utilisée (SAU) en 2010 (Source : Agreste - Recensement agricole 2010 et estimations pour les communes non diffusibles.).....	77

Illustration 33 : Répartition géographique des taux de drainage des surfaces agricoles utiles. Dans le bassin Seine-Normandie, les sols lessivés hydromorphes des plateaux ont été prioritairement et abondamment drainés (Cauchie et al., 2005)	78
Illustration 34 : Schéma d'un système drainé (Concaret, 1981)	80
Illustration 35 : Fonctionnement saisonnier du drainage (Tournebize, 2008)	81
Illustration 36 : Réponse à un épisode pluvieux en saison de drainage intense (Tournebize, 2008)	82
Illustration 37 : Répartition du débit en sortie de parcelle entre drainage et ruissellement en fonction de l'intensité des épisodes pluvieux (mesures réalisées sur le site expérimental de la Jaillière pendant près de 10 ans par le Cemagref et l'ITCF - parcelle 1 non drainée, parcelles 3 et 6 drainées) (Nédélec, 1999)	83
Illustration 38 : Répartition du volume exporté entre drainage et ruissellement selon l'intensité des épisodes. Mesures réalisées sur le site expérimental de la Jaillière pendant près de 10 ans par le Cemagref et l'ITCF (parcelle 1 non drainée, parcelles 3 et 6 drainées) (Nédélec, 1999)	83
Illustration 39 : Précipitations journalières et niveau piézométrique au puits 01796X0047/F2	86
Illustration 40 : Contribution des différentes composantes du bilan hydrologique du bassin des Fontaines pendant le cycle 91-92 (Feeny, 1993)	89
Illustration 41 : Concentration en nitrate en sortie de drain en période de crue selon la saison de drainage (Tournebize, 2008)	92
Illustration 42 : Moyenne des contributions mensuelles des flux d'une saison complète de drainage, site de la Jaillière eau : 220 mm/saison et nitrate : 38 kg N/ha/saison, soit 76 mg NO ₃ /L en moyenne de 1989 à 1997 (Tournebize, 2008)	93
Illustration 43 : Flux annuel de nitrate en fonction de la lame d'eau drainée en kg N-NO ₃ /ha/an [1kg N-NO ₃ = 0.226 kgN] (Tournebize, 2008)	94
Illustration 44 : Gamme des concentrations en nitrate en sortie de versant drainé selon leur surface croissante (de 42 à 4000 ha) (données Irstea, Tournebize, 2015).	94
Illustration 45 : Cheminement des eaux entre un aquifère et la rivière adjacente - Source : Dahl et al., 2007)	95
Illustration 46 : Répartition des flux de P-dissous et particulaire selon les voies de transferts d'eau. Exemple des parcelles 1 (ND = non drainée) et 3 (D = drainée), flux cumulés sur 7 ans, de 2004 à 2012. Dispositif PCQU, station ARVALIS de la Jaillière (44) (Dutertre et al., 2014)	97
Illustration 47 : Concentrations en P-dissous et particulaire selon les voies de transfert d'eau. Exemple des parcelles 1 (ND = non drainée) et 3 (D = drainée) de 2004 à 2012. Dispositif PCQE, station ARVALIS de la Jaillière (44) (Dutertre et al., 2014)	98
Illustration 48 : Ordres de grandeur des flux spécifiques de Phosphore (kg/ha/an) – Source : Dorioz, 2007	99
Illustration 49 : Flux moyens annuels des substances actives quantifiées par type d'écoulement (Bodilis et al., 2014)	100
Illustration 50 : Transfert d'isoproturon dans les eaux de drainage (Bodilis et al., 2014)	100
Illustration 51 : Gamme des concentrations en pesticides en sortie de versant drainé selon leur surface croissante (de 42 à 4000 ha) (données Irstea, Tournebize, 2015).	101
 Tableau 1 : Coefficients moyens de restitution dans les cas les plus critiques (risque maximal) et taux de drainage correspondants - Source : Nédélec, 1998	 90

Liste des annexes

Annexe 1 - Carte des ASAD (Associations Syndicales Autorisées) de l'Eure	111
Annexe 2 - Carte des SIA (Syndicats Intercommunaux d'Assainissement) de l'Eure	115
Annexe 3 - Lexiques des champs de la future base de données sur le drainage (en date de janvier 2016 - ces lexiques sont susceptibles d'évoluer au cours de l'année 2016 avant la livraison de la base de données).....	119
Annexe 4 - Attributs des objets déjà présents dans des bases de données externes	125
Annexe 5 - Tableau récapitulatif du temps d'analyse (hors dessin) des plans d'exécution du drainage à la parcelle sur les ASAD de Beaumont-le-Roger et de Thomer-la-Sôgne (Jonathan Six)	131

1. Introduction

En Haute-Normandie, la géologie karstique accentue la sensibilité des masses d'eaux souterraines vis-à-vis des apports d'eau de surface. Dans les territoires où le drainage agricole est développé, des pollutions ponctuelles ou saisonnières peuvent se produire par déversement des eaux de drainage dans les bétouilles ou les puits d'infiltration.

D'après le Recensement Général Agricole de 2010, la superficie drainée en Haute-Normandie serait de l'ordre de 45 000 ha (5,8% des terres agricoles), dont 40 000 ha dans l'Eure et 5 000 ha en Seine-Maritime.

La connaissance sur les parcelles drainées est disséminée dans les archives des services de l'Etat et des financeurs publics. Or ces archives sont en train de disparaître et le nombre de personnes qui en ont la mémoire diminue vite. Il y a un réel risque de perte d'information à court ou moyen terme, ce qui peut avoir des répercussions négatives sur la définition et l'efficacité des actions de protection de la ressource en eau.

L'AREAS², l'AESN et le BRGM se sont associés dans le cadre de ce projet afin (1) de conserver cette information, (2) de la mettre à disposition de l'ensemble des acteurs concernés, de façon géo-localisée, mais aussi (3) de bancariser la connexion entre ces installations de drainage et le milieu naturel récepteur. La solution envisagée est la constitution d'une base de données mise en ligne sur le SIGES Seine-Normandie³.

Le présent rapport est rendu au titre de la convention de recherche et de développement partagé signée entre l'AREAS et le BRGM le 18 avril 2014 et au titre de la convention d'aide financière entre le BRGM et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie n°1049881 (2014) du 25 juin 2014.

Le rapport rend compte de la première phase de ce projet et s'articule en 4 parties :

- 1) Etat des lieux des données disponibles sur le drainage agricole en Haute-Normandie : organismes disposant d'informations sur le drainage et natures des informations contenues dans les différents documents d'archive,
- 2) Elaboration du modèle de données : objets à bancariser, champs descriptifs et lexiques associés,
- 3) Estimation du temps nécessaire pour la bancarisation des données,
- 4) Synthèse bibliographique préliminaire sur le fonctionnement et l'impact des réseaux de drainage.

² Association de recherche sur le Ruissellement, l'Erosion et l'Aménagement du Sol - <http://www.areas.asso.fr/>

³ Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en Seine-Normandie

2. Méthodologie et chronogramme du travail réalisé en phase 1

Ce travail est réalisé conjointement par l'AREAS et le BRGM : l'AREAS étant chargé plus spécifiquement du volet recensement et bancarisation des données et, le BRGM, plus spécialement de l'outil de bancarisation et de la mise en ligne sur le SIGES Seine-Normandie.

Cette première phase a comporté les étapes suivantes :

- 1. Recensement des services détenteurs de données sur le drainage en Haute-Normandie**
 - Elaboration d'une liste d'organismes haut-normands susceptibles de posséder des données sur le drainage agricole,
 - Envoi d'un courrier préalable à la prise de rendez-vous à tous ces organismes,
 - Visite des organismes ayant répondu favorablement :
 - o Entretien avec la personne référente
 - o Comptage du nombre de boîtes et de rouleaux de plans relatifs au drainage
 - o Prélèvement d'un échantillon de documents
- 2. Analyse critique d'un échantillon de données collecté et constitution d'une typologie des informations techniques et cartographiques disponibles**
 - Dépouillement des documents échantillonnés et définition d'une typologie des différents documents,
 - Analyse détaillée de sous-échantillons de documents de différents types et de différentes sources pour évaluer la quantité et la qualité de l'information disponible sur le drainage,
 - Synthèse et analyse critique.
- 3. Elaboration de l'architecture de la base de données : objets à bancariser, champs descriptifs et lexiques associés**
 - A partir de l'analyse critique des échantillons de documents empruntés, définition des éléments constitutifs de la future base de données sur le drainage :
 - o Objets : choix des objets à recenser, définition et mode de représentation
 - o Champs : choix des champs et lexiques descriptifs pour chaque objet
 - Définition de l'architecture de la base de données
 - Essai de saisie des valeurs des champs sur un échantillon d'objets pour évaluer le temps nécessaire à la saisie de l'ensemble des données
 - Préparation et chiffrage de la deuxième phase du programme
- 4. Synthèse bibliographique préliminaire sur le fonctionnement et l'impact des réseaux de drainage**

Le chronogramme de réalisation a été le suivant :

		2014										2015											
		M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Démarrage du projet	Signature des conventions		●		●																		
	Réunion de travail AREAS / BRGM		●																				
	Réunion de COPIL de démarrage			●																			
1. Recensement des services détenteurs de données sur le drainage en HN	Elaboration de la méthode de travail et de la liste des services à contacter		↔																				
	Envoi des courriers aux services			●																			
	Rendez-vous avec des services détenteurs de données et collecte d'échantillons				↔	●																	
2. Analyse des données recensées	Analyse des échantillons de données collectées				↔																		
	Réunion technique de présentation de l'analyse et d'orientation de la suite du programme					●																	
3. Elaboration de l'architecture de la base de données	Réunion de travail AREAS / BRGM sur l'architecture de la base de données						●			●	●	●		●					●				
	Réunions techniques avec les financeurs et partenaires										●	●										●	
	Finalisation du modèle de données									↔													●
4. Bibliographie	Synthèse bibliographique sur les impacts du drainage																						↔
Phase 2 du programme (début)	Création d'une version de démonstration de la base de données drainage sur le bassin versant pilote de la Charentonne																						↔

- 18 avril 2014 : Signature de la convention entre l'AREAS et le BRGM
- 25 juin 2014 : Signature de la convention entre l'AESN et le BRGM avec autorisation de démarrage anticipé au 06 mars 2014
- Avril 2014 : Recrutement de Jonathan Six, étudiant de Master 1 « Ingénierie territoriale, urbanisme et politiques publiques » à l'Université du Havre, pour un stage de 5 mois sur le recensement du drainage auprès des organismes publics de Haute-Normandie
- 23 avril 2014 : réunion de travail AREAS-BRGM
- 16 mai 2014 : première réunion du comité de pilotage pour présenter le programme et la méthodologie prévue
- 23 mai 2014 : envoi des courriers préalables aux prises de rendez-vous avec les détenteurs potentiels de données sur le drainage (DREAL, DDTM, DISE, Conseils Généraux, Chambres d'Agriculture...)
- Juin 2014 : collecte et analyse d'échantillons de données provenant de plusieurs archives identifiées (DREAL HN, DISE 76, CG 27, CA 27)
- 8 juillet 2014 : réunion du comité technique de suivi du programme pour présenter l'analyse des données collectées et orienter la suite du programme. Décision de recenser en priorité les informations dans le département de l'Eure
- 24 juillet 2014 : Rendez-vous avec la DDTM 27 et collecte d'un échantillon d'archives
- Fin juillet – début août 2014 : analyse des données collectées auprès de la DDTM 27
- 19 août 2014 : réunion de travail AREAS-BRGM sur l'architecture de la base de données
- Fin août - septembre 2014 : chiffrage du projet de recensement du drainage dans l'Eure en 2015
- 28 novembre, 10 décembre 2014, 20 janvier 2015 : réunions de travail AREAS-BRGM
- 23 janvier 2015 : réunion AREAS/BRGM/AESN- réunion d'avancement et discussion de l'architecture des données
- 26 février 2015 : réunion n°2 du comité technique
- 27 avril 2015 : réunion de travail BRGM/AREAS – travail sur le modèle de données
- Été 2015 : premiers tests de saisie (phase 2)
- 4 septembre 2015 : réunion d'avancement
- 5 novembre 2015 : réunion BRGM/AREAS/AESN/ONEMA : présentation du projet et du modèle de données à l'ONEMA
- Décembre 2015 : finalisation du modèle de données
- Novembre 2014 - décembre 2015 : Synthèse bibliographique préliminaire sur le fonctionnement et l'impact des réseaux de drainage

3. Etat des lieux des données disponibles sur le drainage agricole en Haute-Normandie

3.1. Organismes disposant d'information sur le drainage

3.1.1. Archives papier

L'illustration 1 ci-dessous liste les 6 organismes identifiés comme étant détenteurs d'informations sur le drainage en Haute-Normandie.

Organisme rencontré	Territoire concerné	Information disponible	
		Nb boîtes d'archives	Nb rouleaux plans
Chambre d'Agriculture de l'Eure - antenne du Neubourg	27	1	
DREAL Haute-Normandie	HN	10	
DISE de Seine-maritime	76	40	30
Conseil Général de l'Eure	27	quelques boîtes	
DDTM de l'Eure	27	22	
AREAS	HN	1	1
Total	HN	> 80	31

Illustration 1 : Organismes détenteurs d'informations sur le drainage

Ces organismes disposent au total de plus de 80 boîtes d'archives contenant des dossiers et des centaines de plans de diverses qualités et échelles (plans de situation, d'avant-projet, de projet et d'exécution).

Un échantillon de 18 boîtes a été emprunté au sein de ces archives afin de réaliser une analyse des informations contenues dans ces différents types de documents. Cet échantillon était constitué de plus de 100 dossiers et de plus de 50 plans (Illustration 2 page suivante).

3.1.2. Archives numériques

La DDTM de l'Eure dispose d'un report sous SIG (Système d'Information Géographique) réalisé en 1996/1997. Il représente le drainage réalisé sous maîtrise d'œuvre DDAF 27 approximativement entre 1977 et 1996.

D'autres collectivités détentrices de données numériques ont été identifiées : le Sage de l'Iton, Eau de Paris (secteur du bassin d'alimentation du captage des sources de la Vigne), le Sage de l'Avre (plans scannés des collecteurs du SIA du Pays d'Ouche), le SAGE de la Risle.

En définitive, il apparaît qu'en Haute-Normandie, ce sont les DDTM qui possèdent le plus grand nombre de dossiers et de données sur le drainage.

Organisme rencontré	Territoire concerné	Information disponible		Nombre de documents prélevés pour analyse		Types de documents prélevés	
		Nb boîtes d'archives	Nb rouleaux plans	Nb boîtes d'archives	Nb rouleaux plans	Boîtes	Rouleaux de plans
Chambre d'Agriculture de l'Eure - antenne du Neubourg	27	1		1		- 19 rapports d'études d'impact de drainage	- 1 carte de remembrement (A28)
DREAL Haute-Normandie	HN	10		3		32 dossiers : - avant-projets de travaux de drainage(APS, APD) - projets de travaux de drainage - dossiers de financement	
DISE de Seine-maritime	76	40	30		1 rouleau		- 19 plans calques parcelles drainées 1/1 000e
Conseil Général de l'Eure	27	quelques boîtes		9	env. 50 plans	- rapports d'études d'impact et d'études préalables - qqs dossier d'études de maîtrise d'oeuvre - rapports d'études de BV - plans de projet, d'exécution (parcelles, réseaux) - dossiers administratifs	- 20 plans de situation drainage 1/25 000e couleur couvrant environ 80% des territoires drainés (avec ou sans n° tranche, certains provisoires, et qqs doublons) - 10 plans situation drainage 1/10 000e N&B - plans d'études préalables au drainage
DDTM de l'Eure	27	22		4 +2 pochettes		- 47 dossiers d'études de maîtrise d'oeuvre de 3 ASAD (soit 518 plans de projet d'unités drainées et les factures associées répartis en 47 tranches) - 2 pochettes de plans de récolement (réseaux au 1/5 000e et ouvrages au 1/500e)	
AREAS	HN	1	1	1	1	- 2 plans de situation 1/25 000e couleur provisoires (Eure)	- 4 plans de situation drainage 1/25 000e couleur provisoires (Eure)
Total	HN	> 80	31	18	3 + 50 plans	> 20 études d'impact > 80 dossiers de maîtrise d'oeuvre + études de BV, plans divers...	> 50 plans

Illustration 2 : Archives papier disponibles identifiées et documents empruntés (« prélevés »)

3.2. Nature des informations disponibles

3.2.1. Archives papier

Au sein des archives des 6 organismes détenteurs de données au format papier, une centaine de dossiers (certains pouvant contenir des plans) et plus de 50 plans ont été empruntés. Parmi ces documents empruntés, un échantillon d'une quarantaine de plans de différents types a été analysé en détail pour connaître et quantifier les informations qu'ils contiennent.

Les plans sont en effet les documents les plus intéressants pour un objectif de recensement cartographique des parcelles drainées et des réseaux de drainage.

L'illustration 4 détaille les données disponibles dans l'échantillon analysé.

Les plans des parcelles drainées issues des études de maîtrise d'œuvre contiennent de nombreuses informations sur la position et la dimension des drains et des collecteurs privés. Les plans d'exécution sont plus fiables que les plans de projet (d'après la DDTM27, il n'y a pas eu d'édition de plans de récolement du drainage enterré à la parcelle dans le département de l'Eure), mais les plans de projets contiennent souvent en plus des données topographiques. Ces plans sont dessinés à une échelle fine (1/1000e à 1/2000e). La date du plan est généralement présente (pas la date des travaux). Les factures associées aux plans sont aussi datées.

Les rares plans de récolement de réseaux et d'ouvrages annexes qui ont pu être consultés contiennent également des données assez détaillées sur leurs dimensions. Les plans des ouvrages annexes consultés sont de plus accompagnés des notes de dimensionnement.

Les plans de situation et d'études contiennent moins d'information, mais leur échelle (1/5000e à 1/25000e), bien que moins précise, peut permettre de localiser plus facilement les parcelles drainées. Ces documents sont par contre moins fiables que les plans de maîtrise d'œuvre.

○ Quantité d'information disponible :

- Les types de document qui donnent des informations assez complètes sur le drainage à la parcelle et sur les ouvrages annexes sont les dossiers de maîtrise d'œuvre.
- Concernant les réseaux de collecte publics, les type de documents sont plus nombreux (plans d'études d'impacts, d'études hydrauliques...). Cependant, l'information concernant les dimensions des réseaux (diamètre des collecteurs ou largeur des fossés) est disponible essentiellement dans les dossiers de maîtrise d'œuvre.

○ Fiabilité de l'information disponible :

La fiabilité de l'information dépend du type de document et de la date de réalisation des travaux :

Type de document	Fiabilité	Sources d'erreur / Limites
Plan de récolement après travaux	Elevée	Modifications postérieures possibles, surtout si travaux anciens (remembrements, aménagements fonciers...)

Plans papier de localisation des parcelles drainées	Assez élevée	Erreurs de report possibles ou report partiel des informations
Etudes d'impact de drainage Etudes de projet de MOE	Moyenne	Données avant travaux : modifications possibles lors de la phase chantier
Etudes de bassins versants, études diverses	Faible	Données retraitées, erreurs de report possibles ou données partielles

Illustration 3 : Fiabilité des différents types de documents consultés

Type de document	Type d'étude	Nombre analysé	Organisme détenteur des dossier	Informations générales							Drainage privé à la parcelle										Réseau de collecte public						Ouvrages annexes									
				Auteur document	Maître d'ouvrage	Date document	N° tranche	Date réalisation	Entreprise travaux	Echelle plan	N° parcelle	Propriétaire	Exploitant	Surface drainée	Type d'exutoire	Ecartement drains	Nombre drains	Profondeur drains	Longueur drains	Diamètre coll. privé	Longueur coll. privé	Prof. coll. privé	Débit dimensionnt	Propriétaire	Type de réseau	Longueur	Diamètre ou largeur	Profondeur	Pente	Type d'exutoire	Localisation exutoire	Entretien du réseau	Localisation	Type	Volume	Débit de fuite
Carte de fonctionnement hydraulique	Etudes d'impact du drainage Etudes de BV	7	CG 27 (6) CA 27 (1)	100%	100%	100%	14%	0%	0%	1/5 000 à 1/25 000	0%	0%	0%	0%	71%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	0%	71%	14%	29%	0%	14%	71%	71%	0%	43%			
Plans de situation	Etudes d'impact du drainage Recensement des parcelles drainées 1996	13	CG 27 (12) DREAL HN (1)	100%	92%	100%	62%	0%	0%	1/5 000 à 1/25 000	15%	0%	15%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	85%	0%	38%	0%	15%	54%	31%	0%	23%					
Plans des réseaux	Etudes de maîtrise d'œuvre	3	CG 27 (1) DREAL HN (2)	100%	100%	67%	33%	0%	0%	1/5 000	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	100%	67%	67%	0%	0%	67%	33%	0%	0%					
Plans de parcelles drainées	Etudes de maîtrise d'œuvre	13	CG 27 (6) DREAL HN (4) DISE 76 (3)	92%	100%	69%	69%	0%	0%	1/1 000 à 1/2 000	69%	69%	85%	77%	54%	69%	92%	54%	92%	100%	23%	0%	23%	31%	8%	31%	8%	0%	23%	15%	0%	8%				
Plans d'ouvrages annexes (+ Notes de calcul et plan de réseau 1/5 000e)	Etudes de maîtrise d'œuvre / récolement	4	DDTM 27	100%	100%	0%	100%	0%	0%	1/100 à 1/500	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%		
BILAN	Taux de présence maximal selon le type de documents	40		100%	100%	100%	100%	0%	0%		69%	69%	85%	77%	71%	69%	92%	54%	92%	100%	23%	0%	23%	31%	67%	67%	8%	15%	71%	71%	0%	100%	100%	100%	100%	

Illustration 4 : Données disponibles dans l'échantillon de documents analysés

○ Exhaustivité de l'information disponible :

Pour l'Eure, la DDTM 27 possède encore dans ses archives la totalité ou presque des dossiers de maîtrise d'œuvre relatifs au drainage à la parcelle réalisé avec des subventions publiques. Ces dossiers contiennent les plans d'exécution des travaux (il n'y a pas eu d'édition de plans de récolement de drainage à la parcelle dans l'Eure). Par contre les plans papier des réseaux de collecte publics (des eaux de drainage mais aussi des eaux pluviales urbaines) et des ouvrages annexes ont majoritairement disparu, et le drainage à la parcelle non subventionné n'est pas répertorié dans ces dossiers.

Pour la Seine-Maritime, l'exhaustivité des données archivées dans les différents services (DREAL HN, DISE 76) n'est actuellement pas connue. Il y existe cependant un grand nombre de boîtes et de plans (cf. Illustration 2).

○ Bilan sur les archives papier :

Les plans de maîtrise d'œuvre constituent les sources les plus fiables et les plus détaillées sur le drainage. Dans l'Eure, qui représenterait plus de 80% du drainage agricole en Haute-Normandie, les plans des parcelles drainées avec des subventions publiques sont en totalité ou presque conservés à la DDTM 27.

3.2.2. Archives numériques

Plusieurs services ou collectivités possèdent des données numériques sur le drainage en Haute-Normandie et dans les têtes de bassins versants situées dans les départements voisins.

Couches SIG de la DDTM 27

Deux couches SIG ont été transmises par la DDTM 27. Elles contiennent le report cartographique du drainage réalisé avec des subventions publiques sous maîtrise d'œuvre de la DDAF dans l'Eure entre 1977 et 1996 approximativement.

○ Quantité d'information disponible :

- 3 159 zones drainées représentant plus de 32 000 ha

D'après la DDTM, elles ont été dessinées à partir des plans d'exécution papier : outre le report cartographique de la surface drainée, la table attributaire de la couche ne contient que le nom du SIA (Syndicat Intercommunal d'Assainissement),

- 1 116 tronçons de réseaux d'assainissement publics (collecteurs et fossés). Ils ont été dessinés à partir des plans de récolement papier pour lesquels la table attributaire ne contient que le type (collecteur ou fossé) et le nom du SIA maître d'ouvrage.

○ Fiabilité de l'information disponible :

- Echelle de dessin :

D'après les métadonnées associées à la couche du drainage à la parcelle, l'échelle de saisie est le 1/6 000^e. Chaque polygone semble correspondre à la surface drainée en une seule fois représentée sur un plan d'exécution (correspondant à une phase de chantier). Or une phase de chantier de drainage peut concerner plusieurs parcelles agricoles voisines.

Pour la couche des réseaux de collecte, il n'y a pas de métadonnées associées.

- Qualité du dessin :

D'après les comparaisons réalisées, le tracé de la couche SIG semble assez précis et fidèle aux plans papier des surfaces drainées (Illustration 5). L'erreur de report des sommets des polygones de surfaces drainées est de l'ordre de 20m, avec une grande variabilité.

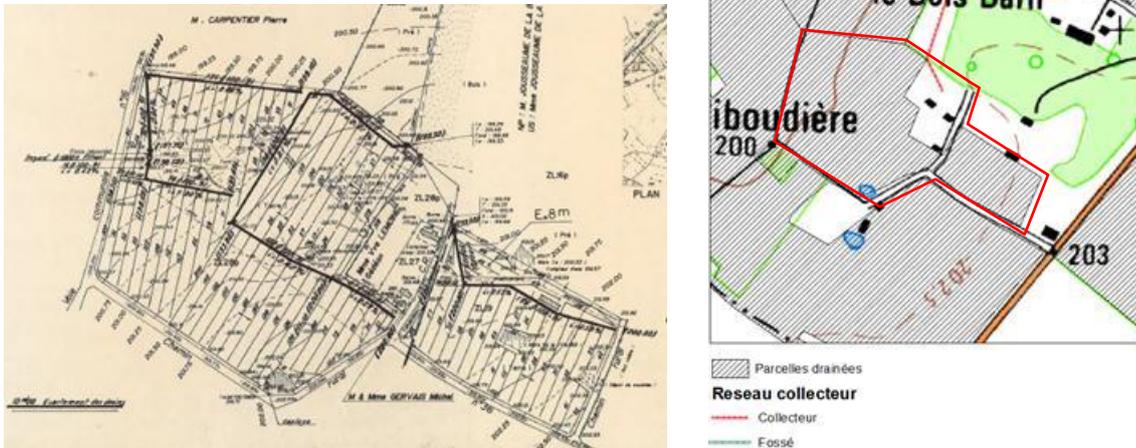


Illustration 5 : Comparaison du plan de maîtrise d'œuvre d'un îlot drainé (à gauche) et de son report sous SIG (à droite) - Commune de La Barre en Ouche (ASAD de Landepereuse)

Sur l'illustration 5, on remarque que le réseau de collecteurs privés internes à la surface drainée ne figure pas sur le report SIG. Le tracé des réseaux de collecte publics semble globalement bon même si quelques erreurs ont été repérées. Ainsi, dans l'exemple ci-dessous (Illustration 6), le tracé du réseau de collecte est décalé et le type de réseau est en partie erroné (« collecteur » au lieu de « fossé »).

Superposition du réseau reporté sous SIG (DDTM 27) et du plan de récolement du réseau sur la commune du Tilleul-Lambert (ASAD de Thomer la Soane - 5e et 6e tranches)

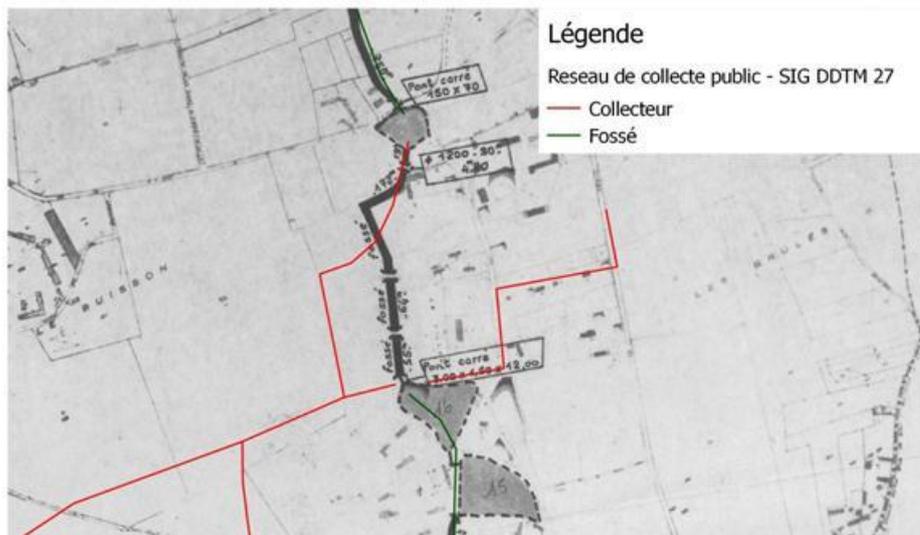


Illustration 6 : Exemple de superposition du réseau reporté sous SIG par la DDTM 27 et du plan de récolement papier (commune du Tilleul-Lambert)

Le sens de tracé des polygones semble correspondre au sens d'écoulement dans les réseaux. Par contre la délimitation des polygones ne correspond pas à une réalité physique (confluence, changement de type ou de dimension du réseau). L'erreur moyenne du report des réseaux est de l'ordre de 40m.

De plus, les petites antennes du réseau ne sont généralement pas tracées.

Au niveau des ouvrages annexes, soit le tracé du réseau traverse l'ouvrage, soit un vide est laissé à la place de l'ouvrage.

Enfin, certains secteurs ont été remembrés après les travaux de drainage, ce qui a pu modifier à la fois les surfaces drainées et le tracé des réseaux de collecte (exemple : élargissement de la RN154 sur le territoire de l'ASAD de Thomer-la-Sône).

Au final, la précision du report cartographique dans le SIG de la DDTM 27 est globalement bonne (avec une erreur de report de l'ordre de quelques dizaines de mètres en moyenne).

- Contenu limité des champs des tables attributaires :

La table du drainage à la parcelle ne contient pas d'identifiant. La seule donnée attributive est le nom du SIA. Or, ce sont les Associations Syndicales Autorisées pour le Drainage (ASAD) qui ont porté la maîtrise d'ouvrage des travaux réalisés sur des parcelles privées et non les SIA qui étaient eux maîtres d'ouvrages des travaux collectifs (collecteurs publics, ouvrages annexes...). La table des réseaux de collecte publics ne contient pas non plus d'identifiant. Il y a bien le nom du SIA maître d'ouvrage. Cependant, il semble y avoir des erreurs de typologie dans le champ type de réseau : certains fossés sont renseignés comme « collecteurs », notamment dans les cas où une polyligne recouvre plusieurs types de réseaux.

○ Exhaustivité de l'information disponible sur les couches SIG de la DDTM 27 :

D'après une vérification faite par la DDTM 27 sur les 3 dernières tranches de chaque ASAD (soit 24 tranches sur un total de 255), il y aurait environ 70 plans d'exécution qui n'ont pas été reportés (soit environ 20% de l'ensemble des plans). Si la proportion de non report est la même dans l'ensemble des tranches, ce serait au total environ 700 plans qui n'auraient pas été reportés sous SIG.

Par ailleurs, les ouvrages annexes (bassins de rétention par exemple) ne sont pas reportés.

Enfin, les « entrées de réseau » collectant des eaux pluviales urbaines ou routières ne semblent pas non plus être reportées.

Couches SIG du drainage sur le SAGE Iton (27 et 61)

L'état des lieux du SAGE Iton indique qu'une partie des terres agricoles du bassin de l'Iton présente un caractère hydromorphe qui limite la réalisation de certains types de cultures. Des structures ont vu le jour : d'un côté les Associations Syndicales Autorisées de Drainage (ASAD) pour assurer la maîtrise d'ouvrage de travaux de drainage des parcelles et de l'autre côté les Syndicats d'Assainissement Intercommunaux (SIA) qui assurent la maîtrise d'œuvre des réseaux collectifs constitués de buses enterrées et de fossés.

A partir du début des années 70 et jusqu'à la fin des années 90, l'essentiel de ces travaux d'assainissement agricole ont été réalisés par ces structures, un agriculteur ayant également par ailleurs la possibilité d'entreprendre ces travaux à titre individuel. Ainsi près de 10 000 hectares de terres agricoles ont été drainés sur le bassin versant de l'Iton. Le tableau suivant montre que ce sont les territoires les plus en amont du bassin qui ont été drainés de par le caractère hydromorphe du sol. Par exemple, dans la région de Breteuil, plus de 37% de la SAU sont drainés permettant ainsi la culture de céréales, avec un rendement correct, sur des terres qui étaient, en partie, laissées en prairies (Illustration 7).

	surface drainée	% de la SAU
Plateau du Neubourg	60 ha	0,6 %
Aval	13 ha	0,6 %
Région d'Evreux	10 ha	0,2 %
Sôgne	1303 ha	13,0 %
Emanville	543 ha	4,8 %
Région de Damville	1409 ha	8,2 %
Lemme	3028 ha	26,5 %
Région de Breteuil	2189 ha	37,3 %
Amont	1237 ha	9,1 %
Bassin de l'Iton	9791 ha	11,3 %

Illustration 7 : Surfaces drainées dans les différents territoires du SAGE Iton (source : état de lieux du SAGE ITON)

LE SAGE Iton a transmis au BRGM et à l'AREAS les données SIG suivantes :

- 1 couche SIG des réseaux d'assainissement publics (collecteurs et fossés) du département 27 (canalisation_drainage27_RGF93L93.shp)
- 1 couche SIG des unités drainées du département 27 (parcelles_drainees27_SAGEIton_RGF93L93.shp)
- 1 couche SIG des zones drainées du département 61 (parcelles_drainees61_SAGEIton_RGF93L93v2.shp)

○ Quantité d'information disponible

- 612 zones drainées dans la couche « parcelles_drainees27_SAGEIton_RGF93L93.shp » représentant 8 231 ha (dpt27)
- 789 zones drainées dans la couche « parcelles_drainees61_SAGEIton_RGF93L93v2.shp » représentant 11 364 ha (dpt61)
- 117 tronçons de réseaux d'assainissement publics (collecteurs et fossés) dans la couche « canalisation_drainage27_RGF93L93.shp »

Il n'est pas précisé si ces éléments ont été dessinés à partir des plans de récolement ou des plans projet.

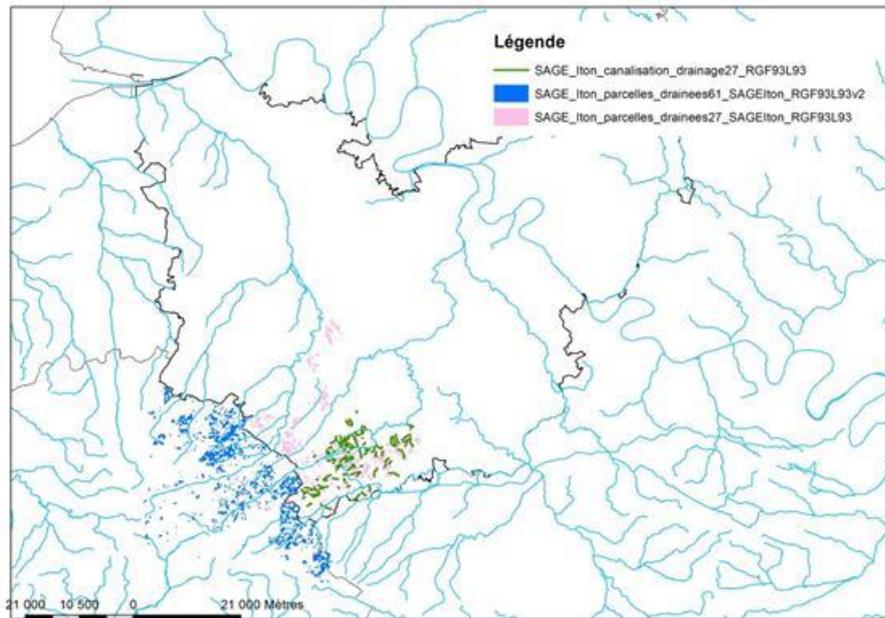


Illustration 8 : Visualisation des données SIG transmises par le SAGE Iton

- Fiabilité de l'information disponible
 - Echelle de dessin : non précisée
 - pour les 3 couches SIG, il n'y a pas de métadonnées associées.

- Comparaison aux données SIG de la DDTM27
 - Pour le département 27, l'extension géographique des deux couches SIG du SAGE Iton est limitée. Les données des couches de la DDTM27 semblent plus complètes que celles du SAGE Iton. Toutefois, l'illustration 9 montre que le SIG du SAGE Iton comporte également des données non bancarisées dans le SIG de la DDTM27.

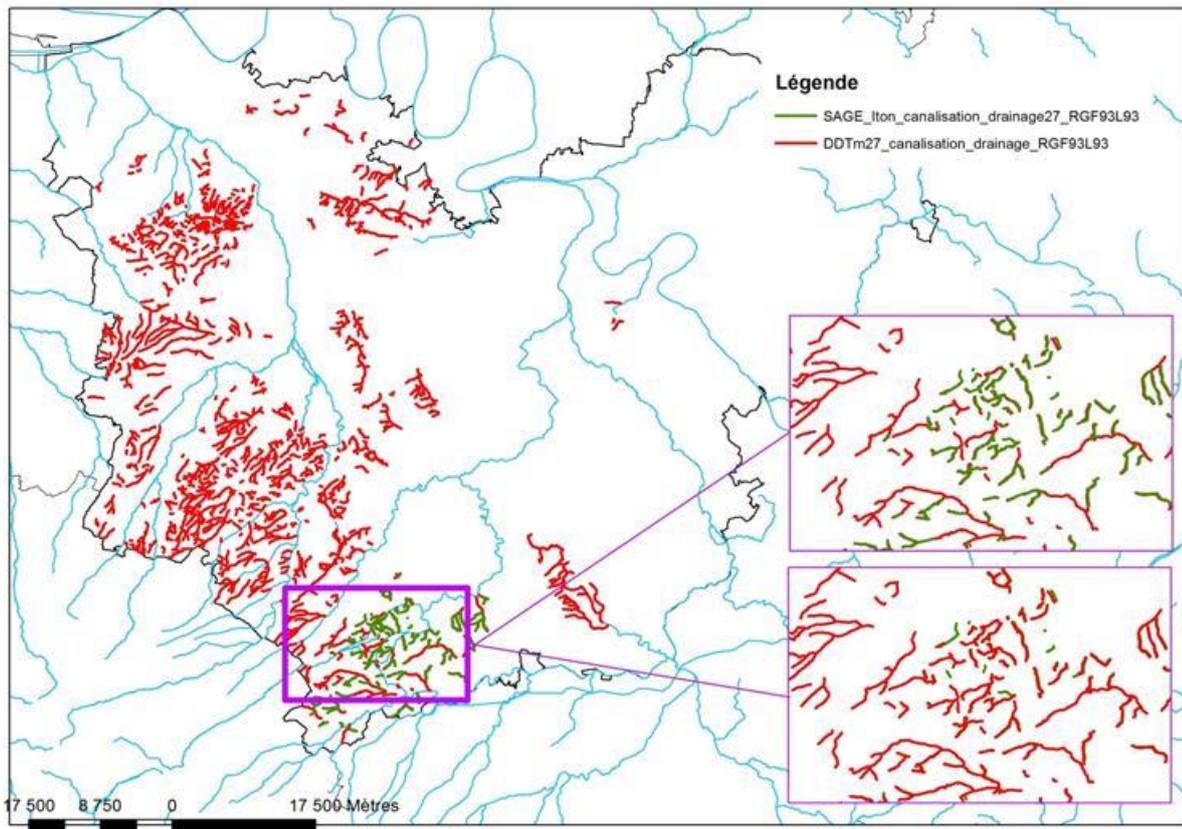


Illustration 9 : Comparaison des collecteurs de drainage bancarisés dans les couches SIG transmises par la DDTM27 et par le SAGE Iton (les données du SAGE Iton sont placées en position supérieure dans l'encart du haut à droite, et en position inférieure dans l'encart du bas à droite)

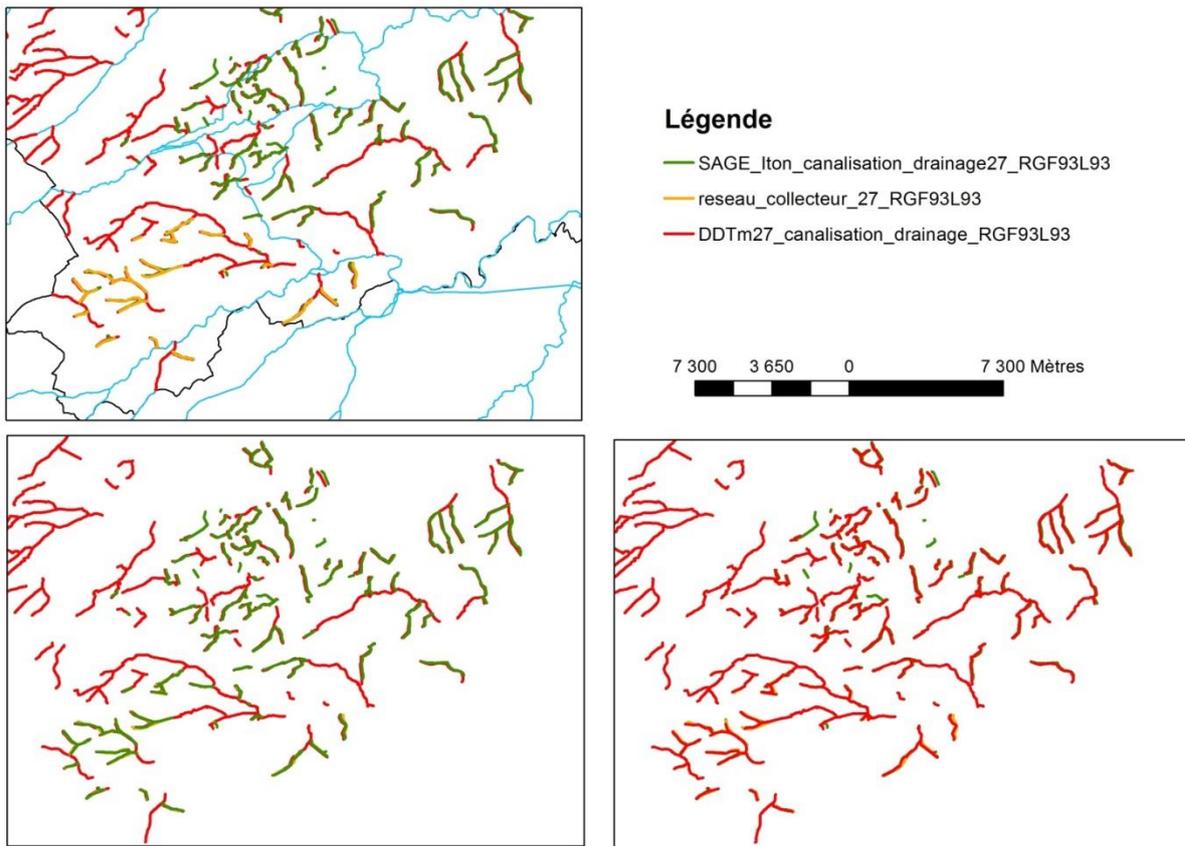


Illustration 10 : Comparaison des données SIG transmises par la DDTM27, le SAGE Iton et Eau de Paris (Bac de la Vigne) : encart en haut à gauche : données Bac de la Vigne placées en position supérieure ; encart en bas à gauche : données SAGE Iton placées en position supérieure ; encart en bas à droite : données DDTM27 placées en position supérieure.

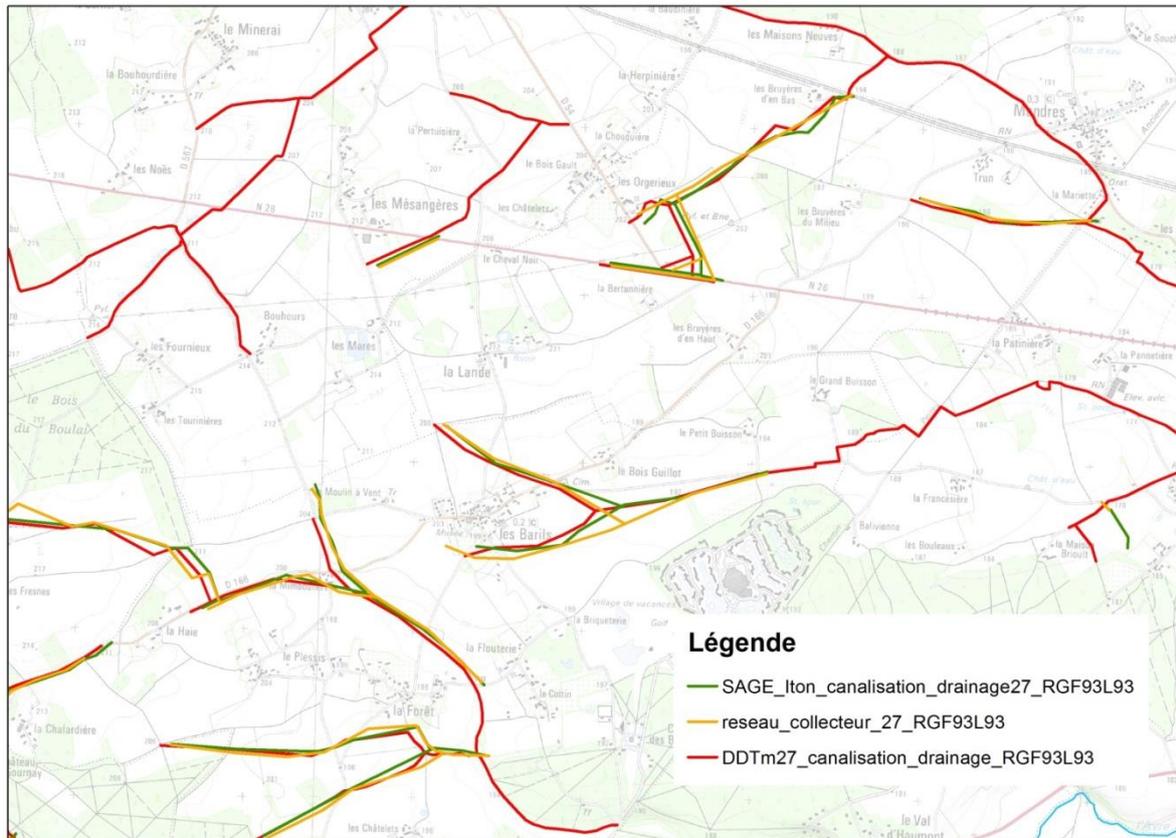


Illustration 11 : Comparaison des données SIG transmises par la DDTM27, le SAGE Iton et Eau de Paris (Bac de la Vigne) : précision des tracés toute relative, l'écart est parfois de 100 mètres

Données numériques transmises par le SAGE de l'Avre

L'état des lieux du SAGE de l'Avre indique que d'un point de vue réglementaire, les aménagements d'assainissement agricole peuvent relever de la nomenclature des opérations soumises à déclaration ou à autorisation. C'est le cas des opérations suivantes :

- Réalisation d'un réseau de drainage sur une surface de plus de 20 ha
- Assèchement d'une zone humide ou de marais de plus de 0.1 ha
- Rejet dans un cours d'eau (selon le débit du cours d'eau et du drainage)
- Travaux conduisant à modifier le profil en long d'un cours d'eau.

Par la nature de ses sols, le bassin versant de l'Avre a fait l'objet de nombreuses opérations de drainage, à l'exception du sud-est du bassin. Dans le département de l'Orne ce sont des ASAD qui opèrent (ASAD de la vallée d'Avre, ASAD du Charencey,...) alors que sur le reste du bassin versant ce sont des Syndicats Intercommunaux d'Assainissement qui sont maîtres d'ouvrages (syndicat des deux Vallées, syndicat de Coudres, syndicat hydraulique de la région de Brezolles).

L'essentiel des travaux d'assainissement agricole a été effectué dans les années 80 grâce à ces structures. Les surfaces drainées ont augmenté de +450% entre 1980 et 1990, la progression totale entre 1979 et 2000 étant de l'ordre de +580%.

Ainsi près de 15 000 ha de terres agricoles ont été drainés sur le bassin versant de l'Avre soit 22% de la SAU. L'illustration 12 montre que ce sont les territoires les plus en amont du bassin qui ont été les plus drainés du fait du caractère hydromorphe de leur sol. Ainsi le Perche amont et le bassin du Buternay présentent les taux de drainage les plus importants du bassin. Ces travaux de drainage se sont traduits par une mise en culture de nombreuses prairies jusque-là non cultivables car trop humides pour permettre un rendement satisfaisant.

	Surface drainée	% de la SAU
Perche amont	3 930 ha	35.6%
Région de Verneuil	2 608 ha	26.2%
Buternay-Lamblore	3 021 ha	32.3%
Meuvette	3 030 ha	22.2%
Plateau du Thymerais	459 ha	6.6%
Plateau de St-André	1 697 ha	11.5%
Bassin de l'Avre	14 746 ha	22.4%

Données : DDAF 27 issues du RGA 2000

Illustration 12 : Surfaces agricoles drainées dans les différents territoires du SAGE de l'Avre (source : état des lieux du SAGE de l'Avre)

Le SAGE de l'Avre a transmis au BRGM un CD contenant les plans numérisés des réseaux de drainage du Syndicat d'assainissement Agricole du Pays d'Ouche (département 61). Les plans numérisés sont classés par canton puis par commune. A l'intérieur de chaque dossier de commune, les plans ont été numérisés avec un tableau d'assemblage et un plan de détail pour chaque zone (cf. Illustration 13).

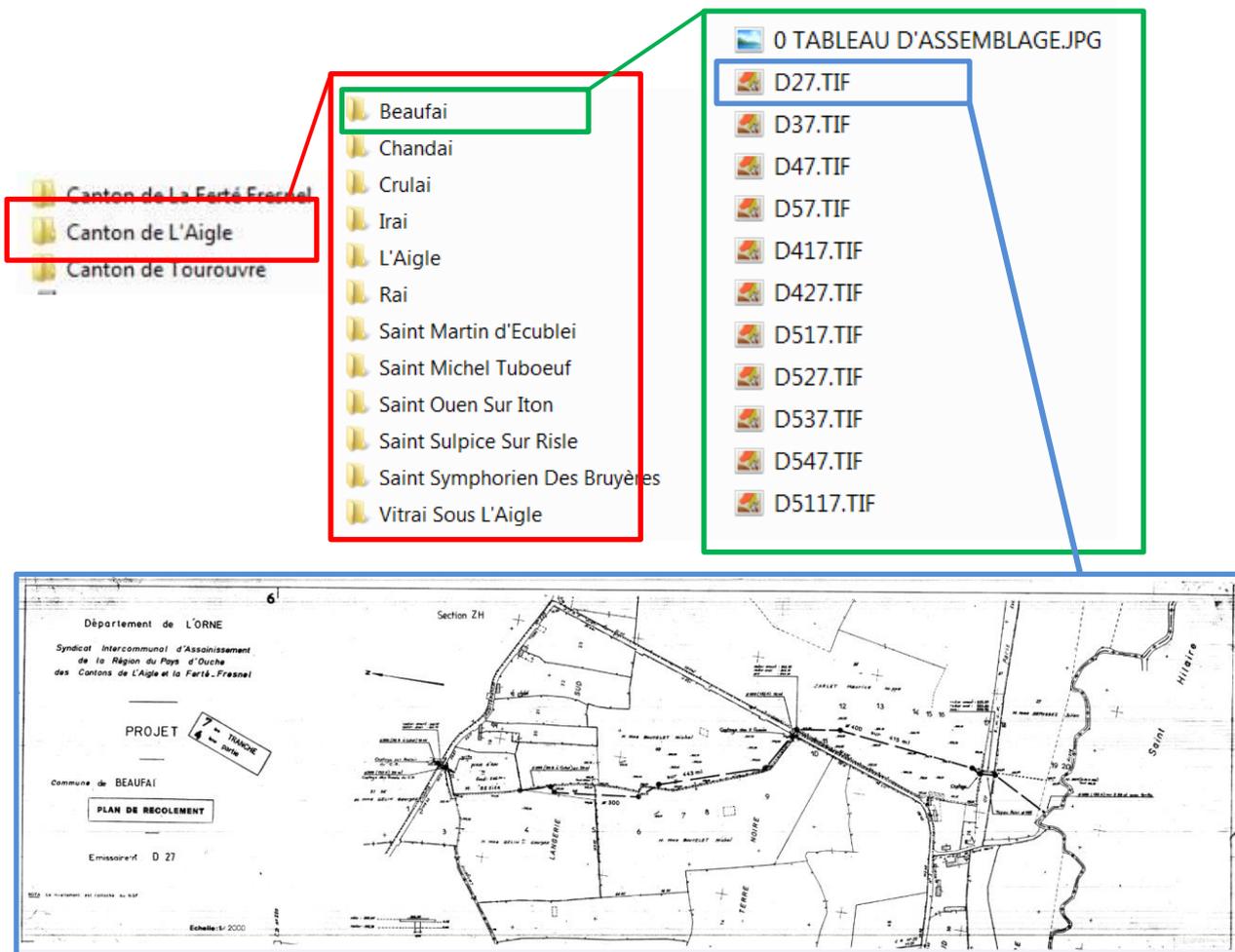


Illustration 13 : Captures d'écran d'une partie du contenu du CD relatif aux plans des réseaux de drainage du Syndicat d'assainissement Agricole du Pays d'Ouche (dpt 61)

Couches SIG transmises par le SAGE Risle-Charentonne

L'état des lieux du SAGE de la Risle indique que parallèlement à la mise en culture des prairies, les surfaces drainées recensées au niveau communal ont augmenté de plus de 700 % sur le bassin versant de la Risle, passant de 4 500 ha en 1979 à près de 33 000 ha en 2000, soit plus de 17 % de la SAU (cf. Illustration 14). Ces chiffres sont cependant encore sous-estimés du fait de la couverture par le secret statistique de plus de 25 % des communes du bassin pour ce paramètre et du caractère non exhaustif du recensement cartographique des parcelles drainées par les administrations et le Conseil Départemental de l'Eure. En effet, si le drainage des terres a été réalisé le plus souvent lors d'opérations collectives regroupant plusieurs agriculteurs dans des associations syndicales de drainage, depuis les années 1993-1994 (date d'entrée en vigueur de la loi sur l'eau avec l'obligation faite de monter un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour toute opération de drainage de plus de 20 hectares conjuguée à la fin du régime d'aide aux études et opération de drainage du Conseil Départemental de l'Eure), de multiples opérations portant chaque année sur des superficies inférieures au seuil de déclaration ont ensuite été réalisées hors de la maîtrise d'ouvrage des associations syndicales de drainage. Pour ces dernières, il n'y a donc eu ni contrôle des raccordements sur le réseau

de fossés existants ou vers des bétouires, ni recensement des superficies drainées permettant d'avoir une image précise de cette problématique.

La majorité des bassins versants ou sous-bassins versants du pays d'Ouche est tout particulièrement concernée ; l'ensemble de leur périmètre ayant fait l'objet d'opérations de drainage. D'amont en aval, on retrouve ainsi les bassins versants du Finard, du Sommaire, des vallées sèches en amont de la Bave, ou du fossé de Grandchain.

D'autres bassins versants sont touchés uniquement sur les parties amont de leur territoire. C'est le cas des amonts des bassins versants de la Véronne, de la Tourville, du St Christophe et de la Croix Blanche.

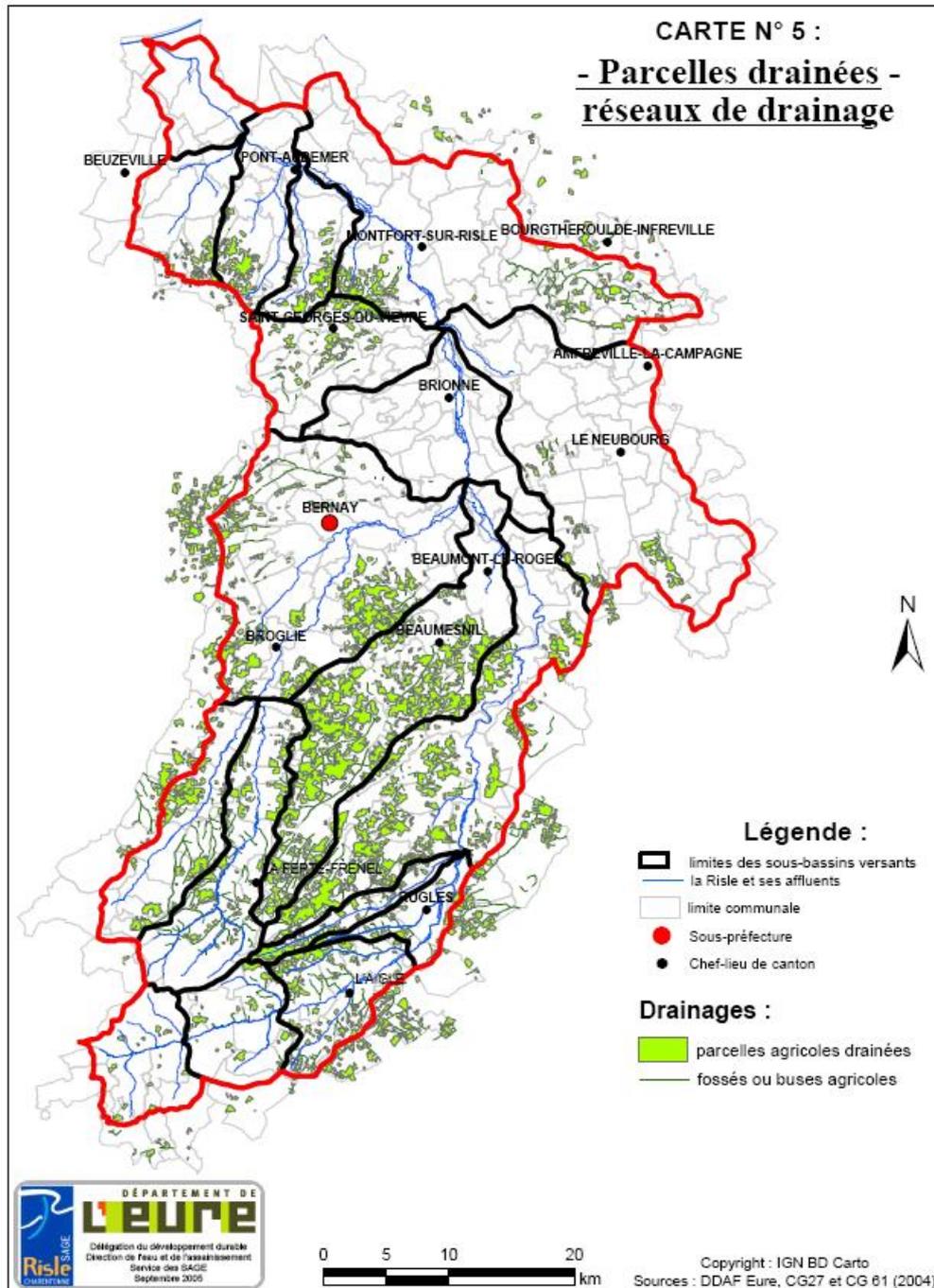


Illustration 14 : carte du drainage agricole du bassin versant de la Risle établie par le SAGE Risle-Charentonne

Le SAGE de la Risle a transmis au BRGM et à l'AREAS 13 couches SIG d'origines diverses (bureaux d'études SAFEGE, Ce3e,...). Ces données sont relatives aux :

- réseaux d'assainissement publics : 7 couches SIG sans données attributaires :
 - dont 4 concernant les réseaux de fossés (Illustration 15)
 - dont 3 concernant les réseaux de drains enterrés (nommés "buses") (Illustration 15)
- surfaces drainées : 12 couches SIG sans données attributaires (Illustration 16)
- certains périmètres d'anciens syndicats intercommunaux d'assainissement agricole (SIA) (Illustration 17)
- bassins de rétention : 3 couches SIG sans données attributaires (Illustration 18)

Il est à noter que le SAGE Risle a également créé une couche SIG géolocalisant les emprises des études d'impact relatives aux réseaux de drainage (cf. Illustration 19)

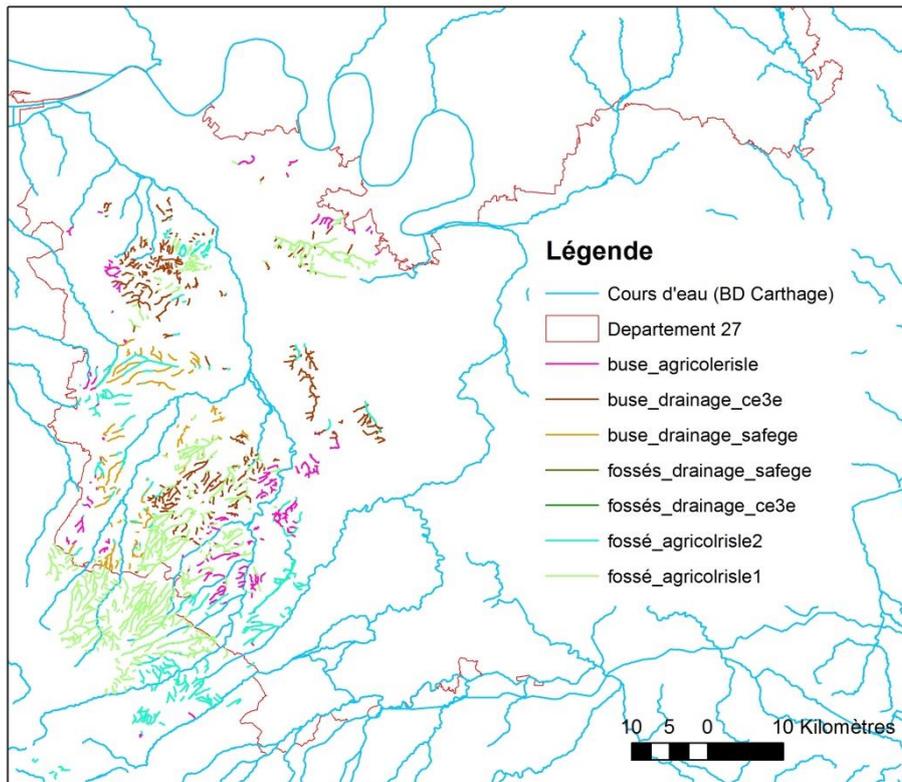


Illustration 15 : Données SIG concernant les réseaux de collecte des eaux de drainage compilées par le SAGE Risle

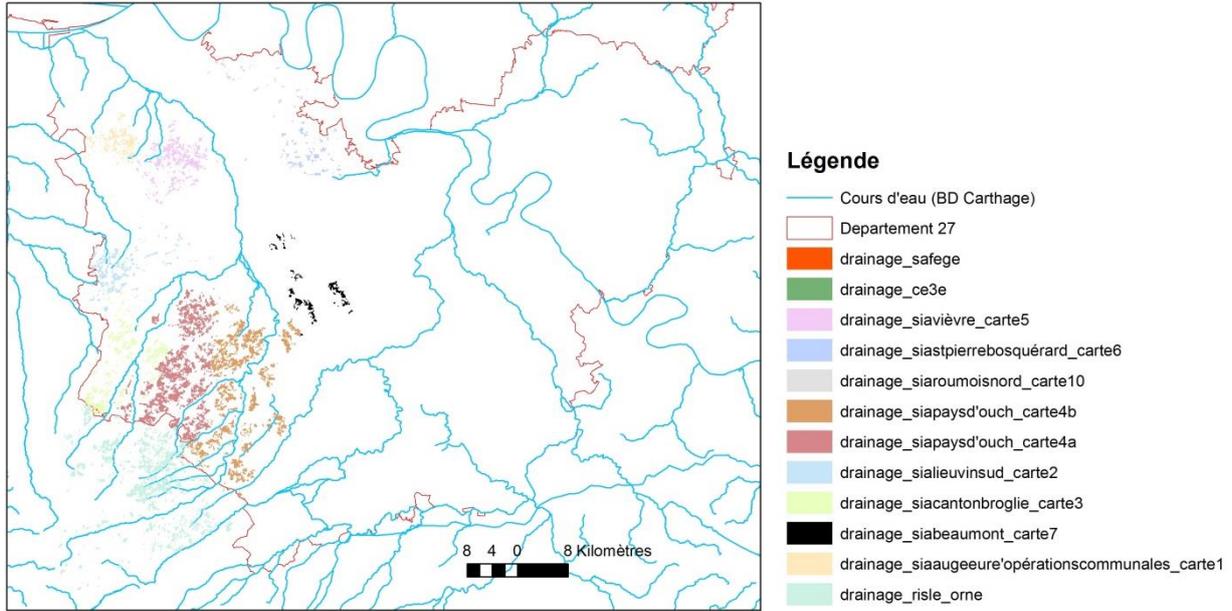


Illustration 16 : Données SIG concernant les surfaces drainées compilées par le SAGE Risle

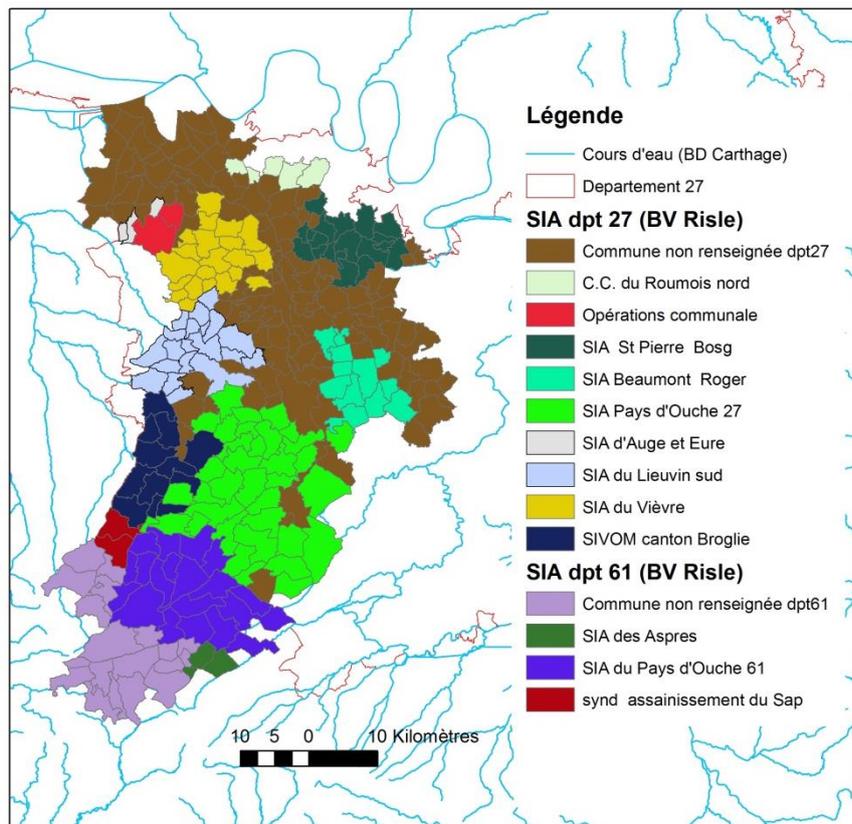


Illustration 17 : Données relatives aux Syndicats Intercommunaux Agricoles (SIA) recensées par le SAGE Risle

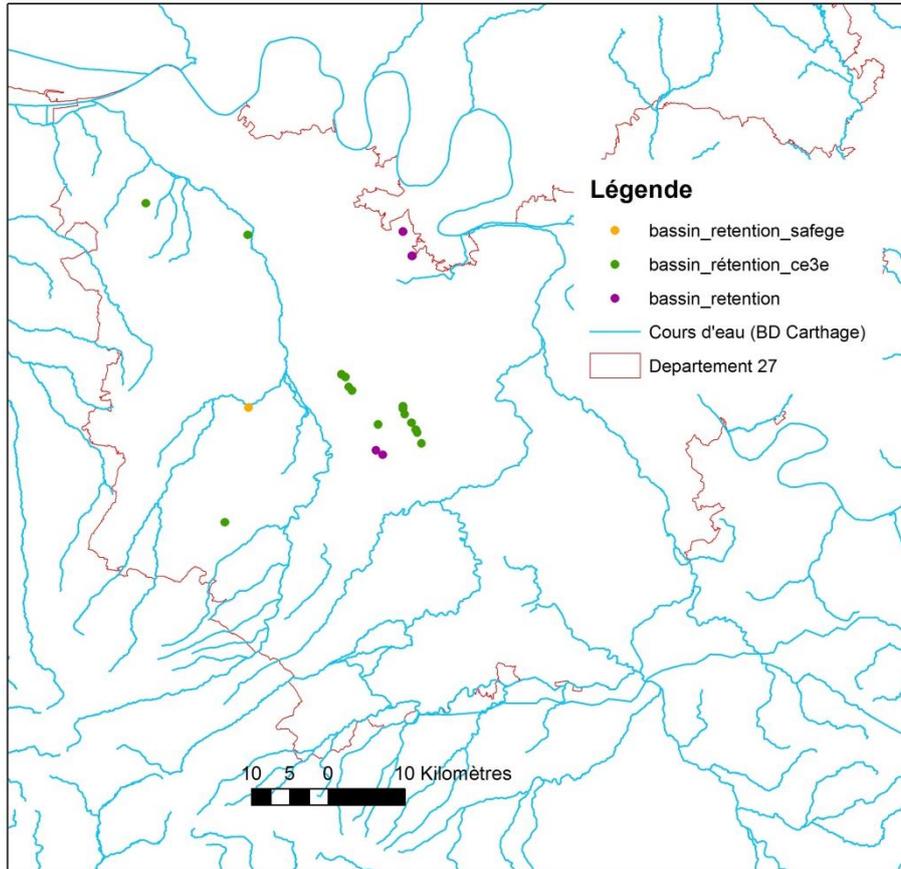


Illustration 18 : Données relatives aux bassins de rentention recensées par le SAGE Risle

Bureau d'études	Nom de l'étude	COMMANDITAIRE	Date
Aqua-sol Projets/Horizons	étude globale des BV des ASAD de Beaumesnil et Landepereuse	Département	juin-98
AREAS	étude d'impact préalable au drainage	Département	juin-96
CONCEPT Environnement	étude d'impact aux travaux de drainage de terres de l'ASAD du Roumois	Département	juil-97
ASTER	étude d'incidence préalable aux travaux de drainage de l'ASAD de la Charentonne	Département	août-97
ASTER	étude d'impact préalable aux travaux de drainage de l'ASAD de la Charentonne	Département	févr-00
AQUA-SOL - OYO RGS	étude d'impact préalable travaux drainage ASAD de la Charentonne (Etat des lieux)	Département	1996 ??
OUEST AMENAGEMENT	étude d'impact préalable aux travaux de drainage de l'ASAD de Drucourt	Département/ ASAD de Drucourt	sept-97
GENEOPOLIS	étude d'impact préalable au drainage de l'ASAD Risle amont	Département	août-97
Agriculture -Eau - Environnement	étude d'impact préalable au drainage de l'ASAD de la région du Vièvre	Département	août-97
DDAF	Plan de situation des drainages agricoles de l'ASAD de Drucourt	Département	avr-98

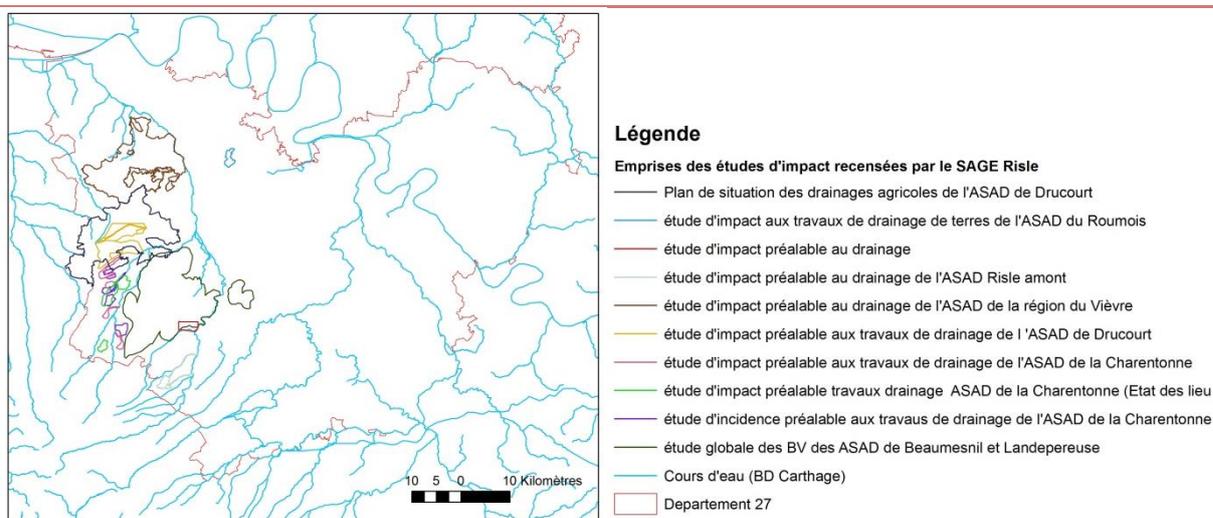


Illustration 19 : Tableau et carte illustrant les données contenues par la couche SIG relatives aux études d'impact préalables au drainage recensées par le SAGE Risle

3.2.1. Bilan sur les informations disponibles

Données papier

Les archives papier qui contiennent les informations les plus exhaustives sur le drainage sont les dossiers de maîtrise d'œuvre, parmi lesquels les plus fiables sont les plans de récolement, même si des modifications ont pu survenir depuis les travaux (remembrement par exemple). Elles concernent uniquement les travaux réalisés sous maîtrise d'œuvre de la DDAF 27 avec des subventions publiques.

Des archives papier existent aussi à la DREAL de Haute-Normandie et à la DISE de Seine-Maritime. Leur contenu n'a pas été étudié dans le détail.

Données numériques

Concernant le département de l'Eure qui a fait l'objet de cette première évaluation du fond d'archive disponible, la DDTM 27 dispose d'un report cartographique d'une grande partie des surfaces drainées (environ 32 000 ha pour 40 000 ha dans le Recensement Général Agricole de 2010) et des réseaux de collecte publiques du département. La précision de ce report semble globalement bonne (erreur moyenne de quelques dizaines de mètres). Par contre, il s'agit principalement d'un report cartographique sans données attributaires associées. Par ailleurs l'analyse des données a montré que ces données numériques de la DDTM27 ne sont pas exhaustives.

Ainsi il sera donc nécessaire de retourner au fond d'archive papier (plans de maîtrise d'œuvre conservés en grande partie par la DDTM 27) afin de qualifier la donnée déjà bancarisée par la DDTM27 et de compléter la saisie en bancarisant les données manquantes.

Les données transmises par le SAGE Iton et le SAGE Risle sont une compilation d'archives diverses, non toujours connues et sans données attributaires. Il n'est par exemple pas possible de déterminer si ces données ont été saisies à partir de plan projet, de plan d'exécution ou de plan de récolement.

Les données compilées lors de l'étude du BAC des sources de la Vigne peuvent constituer un complément d'information intéressant notamment pour caractériser et illustrer les exutoires des réseaux de collecte.

Il est à noter qu'aucune des données SIG collectée ne possède de topologie. Un traitement SIG important est nécessaire pour que ces données soient exploitables d'un point de vue topologique (définition d'amont / aval pour les tronçons ; redécoupage à chaque confluence / diffluence, etc...).

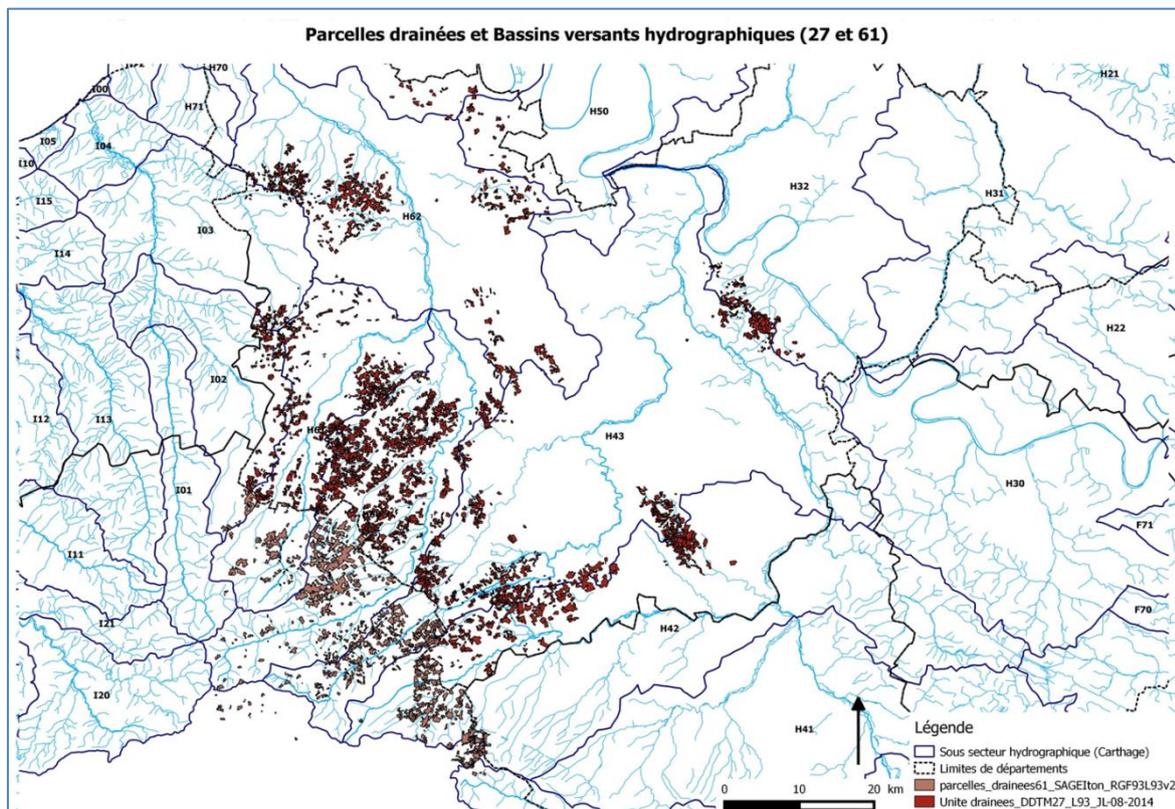
Pour la Seine-Maritime, il n'existe, à notre connaissance, pas d'archive numérisée par la DDTM76 ou le CD76.

La quantité d'informations disponibles montre qu'il est pertinent de poursuivre la démarche de recensement du drainage en Haute-Normandie.

Au vu de ces résultats, le comité technique a décidé, lors de la réunion du 8 juillet 2014, de prioriser la bancarisation en procédant par étapes, dans l'ordre suivant :

- 1) **Le département de l'Eure** sur la base des couches SIG de la DDTM 27 qui seront complétées par les archives papier disponibles,
- 2) **Les têtes de bassins versants** arrivant dans l'Eure (Avre, Risle, Iton, Andelle, Epte),
- 3) **Le département de la Seine-Maritime** y compris la Bresle en entier (pas de couche SIG existante disponible recensée à ce jour).

Le comité technique a par ailleurs décidé, lors de la réunion du 26 février 2015, de réaliser au préalable un test de saisie sur une zone pilote. La zone retenue est le bassin versant de la Charentonne. Ce test sera réalisé dans le cadre de la phase 2 du projet.



Estimation des surfaces drainées en ha (source)	H42	H43	H60	H61	H62	Autres BV 27	Total
	Avre	Eure + Iton	Risle amont	Charentonne	Risle aval		
27 (RGA 2010 / DDTM 27)	4 719	9 482	13 329	5 209	6 662	3 900	39 400
61 (SAGEs Risle/Iton)	2 500	2 500	4 900	1 800	-	-	11 364
28	8 000 ?	-	-	-	-	-	8 000 ?
Total estimé en ha	15 000 (SAGE Avre)	12 000	18 000	7 000	6 700	3 900	60 000

Illustration 20 : Estimation des surfaces drainées dans les principaux bassins versants du département de l'Eure, y compris les têtes de bassins versants situées dans d'autres départements (sources : données SIG DDTM27 recalées à partir des données statistiques RGA 2010, SAGE Risle, SAGE Iton et SAGE Avre)

4. Elaboration du modèle de données

Un important travail d'analyse de données a été réalisé afin d'identifier les différents objets à bancariser, de définir leurs champs descriptifs et les lexiques associés. Ce travail a abouti à la définition d'un modèle de données pour les informations concernant le drainage agricole.

Ce travail a été mené conjointement par la Direction Territoriale de Haute-Normandie du BRGM, la Direction des Systèmes d'Information du BRGM et l'AREAS.

4.1. Types d'objets à bancariser et définitions

4.1.1. Zone et Unité drainée

D'après l'analyse des couches SIG de la DDTM 27 et leur comparaison avec les plans d'exécution papier, les polygones représentant le drainage à la parcelle correspondent à une surface drainée en une seule phase de travaux (même tranche) et d'un seul tenant. Ces surfaces ne correspondent pas nécessairement aux parcelles cadastrales (cf. exemple de l'illustration 21).



Illustration 21 : Exemple de superposition des surfaces drainées (hachurées) et des parcelles cadastrales (limites en rouge)

Par ailleurs, ces polygones représentent des surfaces drainées qui peuvent avoir plusieurs sorties vers des bassins versants différents lorsqu'ils sont situés en ligne de crête. Dans un objectif de connaissance des surfaces drainées contribuant à alimenter une bétairie ou un cours d'eau, il apparaît nécessaire de décomposer les polygones en fonction de leur point de rejet.

Définitions retenues :

Zone drainée : surface, représentée par un ou plusieurs polygones, dans laquelle sont installés un ou plusieurs systèmes drainant ayant une ou plusieurs unités de connexion. Une zone drainée correspond à un ensemble d'unités drainées relativement contiguës (pouvant être séparées par des chemins par exemple) réalisées lors d'une même phase de travaux et mentionnées sur le même plan de projet ou de récolement.

Unité drainée : dans le cas général, une unité drainée est une surface, représentée par un seul polygone, dans laquelle est installé un seul système drainant ayant une seule sortie. Toutefois dans le cas où les plans ne sont plus disponibles (position des fils de drains non connus), la zone drainée ne peut donc pas être décomposée en unités drainées. Dans ce cas l'unité drainée est équivalente à la zone drainée et peut alors comporter plusieurs systèmes drainants et plusieurs sorties.

Unité de connexion : point matérialisant la sortie de l'eau issue d'une unité drainée vers un autre objet (tronçon de réseau, ouvrage annexe, exutoire, ou même une autre unité drainée). Ce point peut être situé sur le pourtour de l'unité drainée ou à proximité, mais aussi à l'intérieur de l'unité drainée (cas d'une bétière recevant les eaux de drainage à l'intérieur de la parcelle).

Ces notions sont présentées à l'illustration 22.

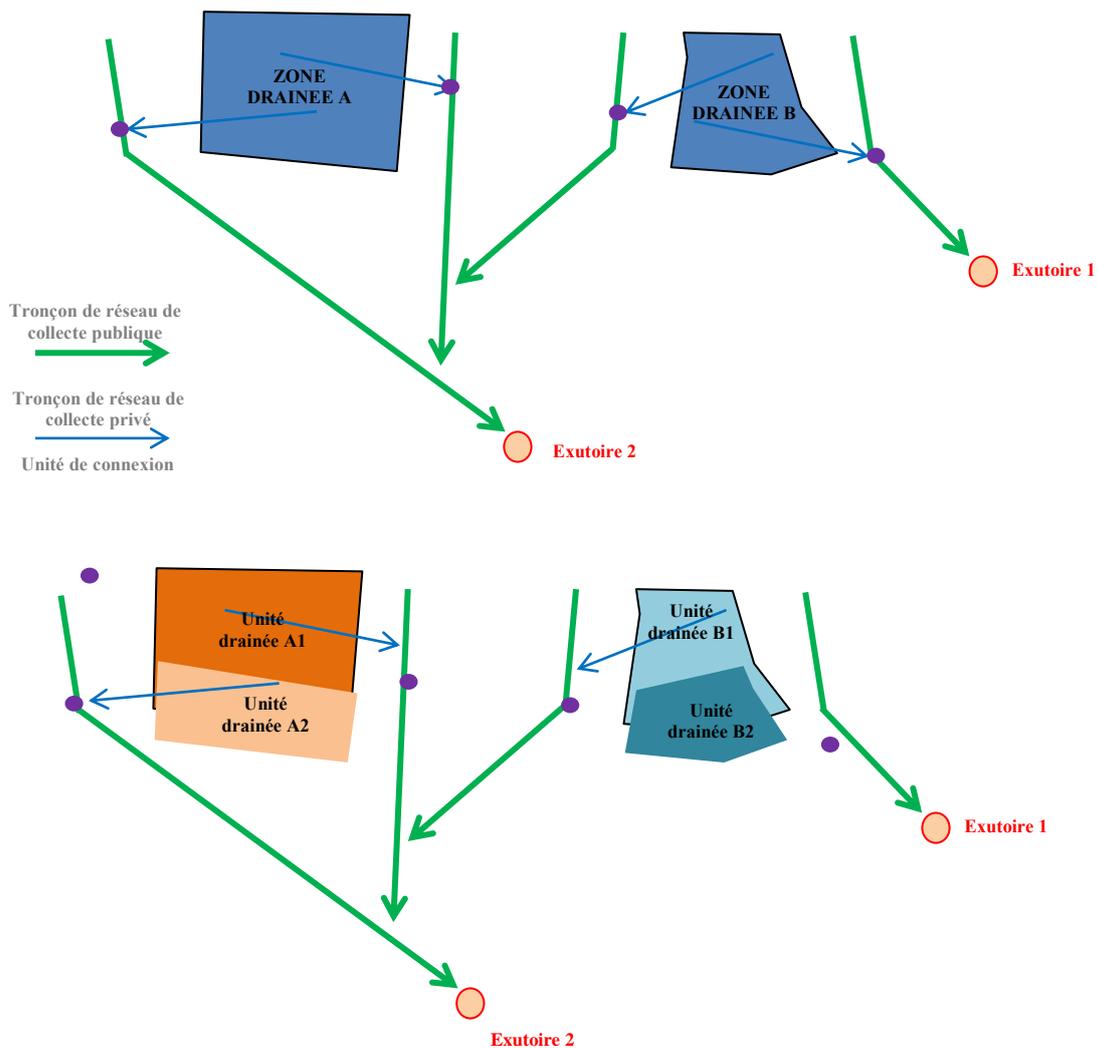


Illustration 22 : Exemple de découpage de zones drainées en unités drainées

Le découpage d'une zone drainée en unités drainées est indispensable dans certains cas (zone drainée B de l'illustration 21) mais pas indispensable dans les cas où les 2 sorties rejoignent le même exutoire (zone drainée A de l'illustration 22).

Cependant, faire la distinction entre ces deux situations lors de la saisie des objets paraît difficile. Il est donc proposé de découper toute zone drainée ayant au moins 2 sorties différentes pour en faire 2 unités drainées, lorsque le plan des fils de drain est disponible. D'après le test de saisie des zones drainées (cf. paragraphe 5), environ 15% des zones drainées nécessiteraient un redécoupage.

Ce découpage est important pour pouvoir définir au mieux les sens d'écoulements et définir le plus précisément possible les surfaces drainées totales connectées à un exutoire. Toutefois lorsque les plans projets ou de récolement ont disparu, la position des fils de drain n'est pas connue, et le découpage des zones drainées en unités drainées ne sera alors pas possible.

4.1.2. Réseau et tronçon de réseau de collecte public

Comme l'a montré l'analyse des couches SIG de la DDTM 27, la délimitation des polygones représentant le réseau de collecte public ne correspond pas à une délimitation « physique » (confluence, limite collecteur enterré / fossé...). Or, pour bien représenter le sens de l'écoulement des eaux de drainage depuis un réseau vers un autre réseau ou le milieu naturel, il est nécessaire de connaître les confluences, voire les types de réseau successifs (un fossé n'a pas le même effet sur la vitesse d'écoulement qu'un collecteur enterré), et dans l'idéal la dimension des réseaux et leur pente.

Par conséquent, il apparaît indispensable de redécouper la polygone représentant le réseau de collecte d'un plan projet ou de recollement en différents tronçons de réseau.

Deux « types » de réseaux sont proposés : « écoulement à ciel ouvert » (exemple fossé) ou « écoulement busé » (exemple collecteur enterré). Un tronçon ne pouvant être que d'un seul type, le passage d'un collecteur enterré à un fossé constitue un changement de tronçon.

Il est fréquent que des bétoires soient présentes au sein du réseau de collecte. Généralement, ces bétoires ont un débit d'absorption d'eau limité et variable dans le temps. Par conséquent, elles constituent des points de diffluence de l'écoulement (une partie de l'écoulement rentre dans la bétoire, une autre partie peut continuer son trajet dans le réseau de collecte). Le karst est par ailleurs évolutif et des nouvelles bétoires peuvent apparaître après que le réseau de collecte ait été créé. Il est donc prévu le redécoupage d'un tronçon en deux lorsqu'une bétoire apparaît sur un tronçon.

Définitions retenues :

Réseau de collecte : linéaire de collecte des eaux issues des dispositifs de drainage, représenté par un ou plusieurs tronçons, , réalisés par un même maître d'ouvrage lors d'une même phase de travaux et mentionnés sur le même plan de projet ou de récolement.

Tronçon de réseau de collecte : portion du réseau de collecte des eaux de drainage, homogène du point de vue de son « type » (écoulement à ciel ouvert ou busé) et de son diamètre (s'il est connu), sans confluence ni diffluence, sans bétoire, ni unité de connexion, ni ouvrage annexe, ni entrée annexe, entre son point amont et son point aval.

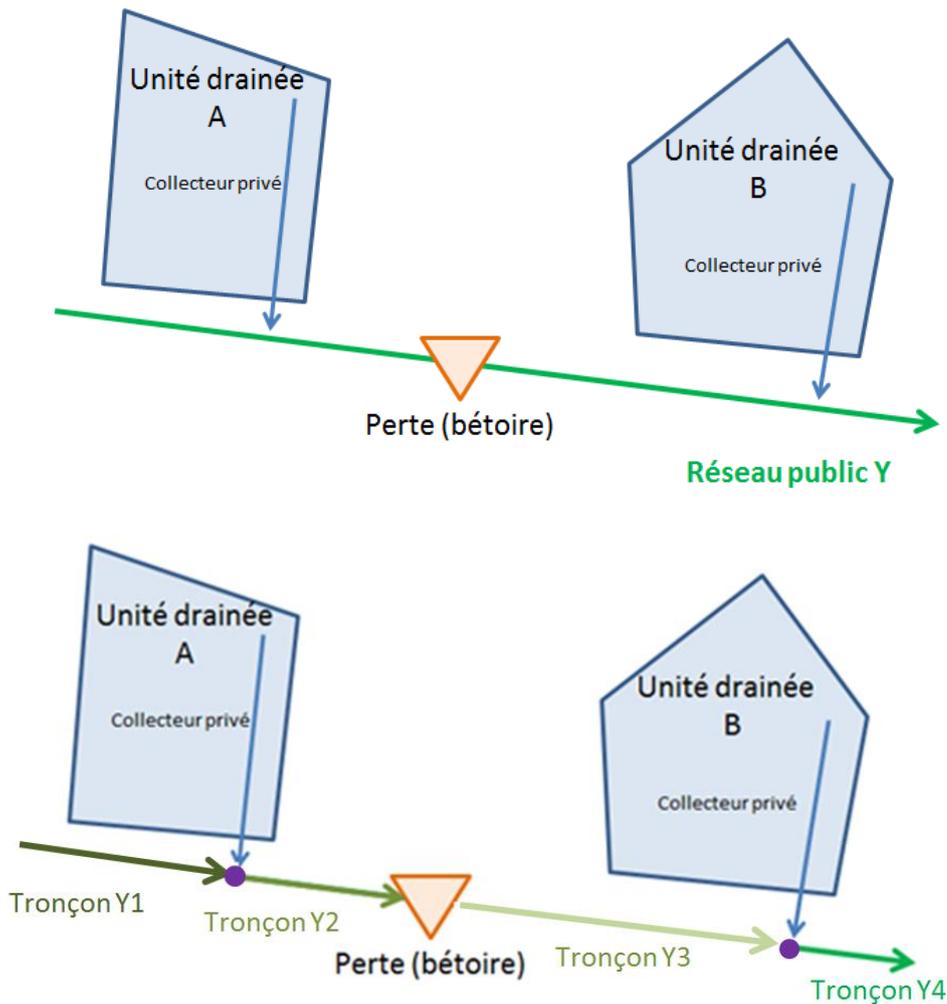


Illustration 23 : Exemple de découpage d'un réseau de collecte en quatre tronçons de réseau de collecte

4.1.3. Ouvrages annexes

Définition retenue :

Les ouvrages annexes sont des ouvrages de rétention (qui peuvent être des mares ou des bassins de rétention) dans lesquels transitent les eaux de drainage.

Ils ne figurent pas dans les couches SIG de la DDTM 27.

Ils seront représentés par des objets ponctuels ce qui permettra de pouvoir les représenter même dans le cas où la forme exacte ou l'emprise de l'ouvrage n'est pas connue. De plus, des liens seront faits vers les identifiants de la BD Castor⁴ qui recense dans certains cas ces ouvrages.

⁴ Base de Données sur la Connaissance des Aménagements de préservation des Sols et des Terres, et des Ouvrages de ralentissement des Ruissellements

Dans la mesure du possible, le point sera positionné au droit de l'organe de vidange de l'ouvrage.

4.1.4. Exutoires des réseaux

Définition retenue :

Objet ponctuel constituant le nœud terminal du réseau de drainage et de collecte. Il s'agit du premier élément extérieur au réseau qui en reçoit les eaux.

Les exutoires peuvent être des bétoires, des puits d'infiltration, des marnières, des cours d'eau, des vallées sèches, des fossés, voire même la mer... Ils ne figurent pas dans les couches SIG de la DDTM 27. Il est convenu de les ajouter.

Certains exutoires existent déjà en tant qu'objet dans d'autres bases de données, leurs identifiants des bases externes seront saisis.

Type d'exutoire	Base de données existante	Représentation dans la BD existante	Possibilité de saisir de nouveaux objets dans la BD existante
Bétoire	BD Bétoire SIGES Seine-Normandie	Point	Via le portail de saisie https://tracages.brgm.fr/ Compte AREAS à prévoir
Puits d'infiltration	Banque du Sous-Sol (BSS) du BRGM	Point	Consultable sur InfoTerre Saisie par BRGM
Marnière	BD Cavité	Point	Consultable sur GéoRisques Saisie par BRGM
Cours d'eau	BD Carthage et BD Topo (cours d'eau)	Polyligne	Non car base exhaustive en principe
Mer	Masses d'eau littorales du référentiel cartographique DCE	Polygone	Non car base exhaustive

Illustration 24 : Types d'exutoires existant dans d'autres bases de données

Concernant les vallées sèches et les fossés servant d'exutoire, un exutoire (objet ponctuel) sera créé là où le réseau de collecte public dessiné sur les plans de récolement s'arrête.

4.1.5. Entrée annexe

Les réseaux de collecte publics des eaux de drainage peuvent également recevoir des eaux pluviales urbaines et routières. Dans un objectif de connaissance de l'origine et de la qualité des eaux rejetées par les réseaux de drainage dans les bétoires et les cours d'eau, et à des fins de préservation de la ressource, il paraît indispensable de répertorier également ces apports. Ils ne figurent pas dans les couches SIG de la DDTM 27.

Ces objets seront représentés par des points.

Définition retenue :

Objet ponctuel matérialisant sur le réseau de collecte une arrivée d'eau autre qu'une eau de drainage agricole. Exemple : avaloir de route, connexion d'un réseau pluvial, rejet d'une station d'épuration, rejet d'assainissement non collectif, d'effluents,...

On distingue pour chaque entrée annexe son type (fossé de bord de route, avaloir, canalisation...) et le ou les type(s) d'eau qu'elle peut apporter au réseau de drainage (eaux pluviales, eaux usées traitées, ...).

4.1.6. Maître d'ouvrage des travaux

Définition retenue : Commanditaire de travaux ou d'un document (étude, ...).

Pour les deux types particuliers de maîtres d'ouvrages, que sont les ASAD (Association Syndicale Autorisée de Drainage) et les SIA (Syndicat Intercommunaux d'assainissement agricole), les cartes de leurs territoires et leurs éventuels arrêtés de dissolution seront compilés dans la mesure du possible (voir annexes 1 et 2) et mis en ligne sur le SIGES.

Dans le cas d'un maître d'ouvrage privé, le nom du maître d'ouvrage n'est pas intégré dans la base de données pour des raisons de confidentialité.

4.1.7. Documents

Définition retenue : Source documentaire apportant des informations sur un ou plusieurs objets de la base de données.

Il peut s'agir de documents ayant servi de source pour renseigner la base de données (plan de récolement scanné, couche SIG, relevé terrain...), mais aussi de tous documents pouvant apporter des informations complémentaires (photos, notes de calcul...).

La quantité d'information potentiellement disponible sur les plans de projet et d'exécution du drainage à la parcelle (position, longueur, profondeur, diamètre des drains et des collecteurs internes à la parcelle, points topographiques,...), comme sur les plans de récolement des réseaux de collecte publics (diamètre, profondeur, pente, passages busés,...), est très importante. La saisie de toutes ces informations dans les tables attributaires des objets de la base de données n'est pas envisageable. Toutefois, ces plans seront scannés et intégrés à la base de données.

4.1.8. Conclusion : objets bancarisés et représentation proposée :

Type d'objet	Représentation cartographique
Zone et unité drainée	Polygone
Réseau et tronçon de réseau de collecte	Polyligne
Ouvrage annexe	Point
Exutoire	Point
Entrée annexe	Point
Maître d'ouvrage des travaux	-
Document	-

Illustration 25 : Récapitulatif des objets constitutifs de la base de données sur le drainage

4.2. Champs descriptifs des sept objets à bancariser

Les paragraphes qui suivent listent les champs descriptifs retenus pour décrire les objets dans la base de données sur le drainage agricole.

4.2.1. Zone ou unité drainée

Table : « Zone drainée »

Cette table contient les informations descriptives des zones drainées.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant de la zone drainée
moa_id	numérique	<i>Maître d'ouvrage ayant commandité les travaux. (Identifiant du maître d'ouvrage recensé dans la table Maître d'ouvrage)</i>
date_travaux	date	Date des travaux de création de la zone drainée
commentaires	texte	<i>Commentaires</i>
type_id	numérique	Type de zone drainée (par tuyaux enterrés ou par fossés) lexique LEX_TYPE_ZONE_DRAINAGE (cf. Annexe 3)
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
<i>Commune_centroïde</i>	<i>LEX_Communes</i>	<i>Commune déterminée à partir du centroïde de l'unité drainée</i>
<i>travaux_confirmés</i>	<i>Oui/non</i>	<i>Travaux confirmés quand un plan de récolement ou d'exécution est associé à cette zone ; travaux non confirmés sinon</i>
<i>surface_drainee_calcul</i>	<i>numérique</i>	<i>Surface calculée automatiquement à partir des polygones tracés sous SIG (en ha)</i>
<i>Documents associés</i>		<i>Liste des documents associés à l'unité drainée (via la table zone drainée)</i>

Table : « G Unité drainée »

Cette table contient les informations descriptives des unités drainées.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant de l'unité drainée
parcelle_id	numérique	Identifiant de la zone drainée à laquelle l'unité drainée appartient
Geom_contour	géométrique	Géométrie surfacique de l'unité drainée (contour SIG)
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
surface_drainee_calcul	numérique	Surface calculée automatiquement à partir du polygone tracé sous SIG (en ha)
Unités de connexion	Tableau	Identifiant, diamètre intérieur (théorique et installé), cote (théorique et réelle), commentaires, types d'exutoires dans lesquels se rejettent les eaux de l'unité drainée

Table : « G Unité connexion » (=point de sortie des eaux de l'unité drainée)

Cette table contient les informations descriptives des points de sorties des unités drainées.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant du point de connexion (point de sortie)
parcelle_id	numérique	Identifiant de l'unité drainée
geom_point	géométrique	Géométrie de la sortie de l'unité drainée (point SIG)
diametre_int_theorique	numérique	Diamètre intérieur de sortie du collecteur mentionné sur le plan projet (en mm)
diametre_int_installe	numérique	Diamètre intérieur de sortie du collecteur mentionné sur le plan de récolement (en mm)
cote_theorique	numérique	Altitude de la sortie du collecteur mentionnée sur le plan projet (en m NGF)
cote_reelle	numérique	Altitude de la sortie du collecteur mentionnée sur le plan de récolement (en m NGF)
commentaires	texte	Commentaires
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
X_L93	Numérique	Coordonnées du point de sortie en RGF93 Lambert 93
Y_L93	Numérique	
Type_sortie	lexique	Type et identifiant de l'objet dans lequel se dirige les eaux à la sortie de l'unité drainée (cf. table T_link décrite ci-après)

4.2.2. Réseau de collecte et tronçon de réseau de collecte

Table : « Réseau »

Cette table contient les informations descriptives des réseaux de collecte.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant du réseau de collecte
date_travaux	date	<i>Date des travaux de création du réseau de collecte</i>
premier_moa_id	texte	<i>Maître d'ouvrage ayant commandité les travaux. (Identifiant du maître d'ouvrage recensé dans la table Maître d'ouvrage)</i>
actuel_moa_id	numérique	<i>Maître d'ouvrage actuel (dans le cas de la dissolution du SIA notamment) (Identifiant du maître d'ouvrage recensé dans la table Maître d'ouvrage)</i>
commentaires		<i>Commentaires</i>
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
longueur_reseau_cacul	numérique	<i>longueur calculée automatiquement de la polyligne représentant le réseau sur le SIG (en m)</i>
travaux_confirmés	Oui/non	<i>Travaux confirmés quand un plan de récolement ou d'exécution est associé à ce réseau ; travaux non confirmés sinon</i>
Commune_centroïde	LEX_Communes	<i>Commune déterminée à partir du centroïde du tronçon</i>
Exutoires	Tableau	<i>types d'exutoires, identifiants exutoires, communes, bassins versants et masses d'eau des exutoires vers lesquels se dirigent les eaux</i>

Table : « G Tronçon »

Cette table contient les informations descriptives des tronçons de réseaux de collecte.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant du tronçon de réseau de collecte
reseau_id	numérique	Identifiant du réseau de collecte auquel appartient le tronçon
geom_ligne	géométrique	<i>Géométrie du tronçon de réseau de collecte (polyligne SIG)</i>
diametre_int_theorique	numérique	Diamètre intérieur de sortie du collecteur mentionné sur le plan projet (en mm)
diametre_int_installe	numérique	Diamètre intérieur de sortie du collecteur mentionné sur le plan de récolement (en mm)

cote_theorique	numérique	Altitude de la sortie du collecteur mentionnée sur le plan projet (en m NGF)
cote_reelle	numérique	Altitude de la sortie du collecteur mentionnée sur le plan de récolement (en m NGF)
commentaires	texte	Commentaires
type_id	numérique	Type de de réseau (à ciel ouvert ou busé) lexique LEX_TYPE_TRONCON (cf. Annexe 3)
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
longueur_tronçon_cacul	numérique	longueur calculée automatiquement de la polyligne représentant le tronçon sur le SIG (en m)

4.2.3. Ouvrage annexe

Table : « Ouvrage annexe »

Cette table contient les informations descriptives des ouvrages annexes dans lesquels transitent les eaux de drainage (mare, bassin de rétention,...).

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant de l'ouvrage annexe
type_id	numérique	Type d'ouvrage annexe (mare, bassin, barrage,...) (identifiant renvoyant vers le lexique LEX_OUV_ANNEXE_TYPE, cf. Annexe 3)
premier_moa_id	numérique	<i>Maître d'ouvrage ayant commandité les travaux</i> (Identifiant du maître d'ouvrage recensé dans la table Maître d'ouvrage)
actuel_moa_id	numérique	<i>Maître d'ouvrage actuel</i> (Identifiant du maître d'ouvrage recensé dans la table Maître d'ouvrage)
designation	<i>texte</i>	<i>Nom donné à l'ouvrage le cas échéant</i>
date_travaux	<i>date</i>	<i>Date de réalisation de l'ouvrage</i>
volume_theorique	numérique	Volume tampon de l'ouvrage en m ³ (volume lié au marnage de l'ouvrage) indiqué sur le plan projet
volume_reel	numérique	Volume tampon de l'ouvrage en m ³ (volume lié au marnage de l'ouvrage) indiqué sur le plan de récolement
debit_theorique	numérique	Débit nominal de fuite en l/s indiqué sur le plan projet
debit_reel	numérique	Débit nominal de fuite en l/s indiqué sur le plan de récolement
obtention_debit	<i>texte</i>	Méthode de détermination du débit. Le débit de fuite dépend de la hauteur d'eau dans l'ouvrage. Dans ce champ sera précisée l'origine du débit indiqué (exemple : débit du bassin rempli au seuil bas de la surverse). Une possibilité consiste à scanner les notes de calcul et les plans de récolement.

commentaires	texte	Commentaires
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
Exutoires	lexique	Type et identifiant de l'objet dans lequel se dirige les eaux à la sortie de cet ouvrage (cf. table T_link décrite ci-après) pour les sorties en rivières : mettre l'ID rivières BD Carthage
Commune	LEX_Communes	Commune déterminée à partir de la localisation du point
travaux_confirmés	Oui/non	Travaux confirmés quand un plan de récolement ou d'exécution est associé à cet ouvrage ; travaux non confirmés sinon

Table : « G Ouvrage annexe »

Cette table contient les informations géométriques descriptives des ouvrages annexes dans lesquels transitent les eaux de drainage (mare, bassin de rétention ,...).

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant dans la table G_Ouvrage Annexe
ouvrage_id	numérique	Identifiant dans la table Ouvrage Annexe
geom_point	géométrique	Géométrie de l'ouvrage (point SIG)
cote_theorique	numérique	Altitude de la sortie de l'ouvrage annexe (organe de fuite de l'ouvrage) (m NGF) d'après le plan projet
cote_reelle	numérique	Altitude de la sortie de l'ouvrage annexe (organe de fuite de l'ouvrage) (m NGF) d'après le plan de récolement
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
X_I93	numérique	X en lambert 93 - non saisi manuellement; récupéré à partir du SIG; le X/Y retenu est celui de l'organe de fuite de l'ouvrage
Y_I93	numérique	Y en lambert 93 - non saisi manuellement; récupéré à partir du SIG; le X/Y retenu est celui de l'organe de fuite de l'ouvrage

Table : « Ouvrage annexe ref externe »

Cette table permet de faire le lien vers les autres bases de données (BD Castor par exemple) dans le cas où elles recensent des ouvrages annexes recensés par la BD drainage.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant

<i>ouvrage_id</i>	numérique	Identifiant de l'Ouvrage Annexe
<i>system_id</i>	numérique	Identifiant de la base de données externe recensée dans la table <i>LEX_SYSTEME_EXTERNE</i> (exemple BD CASTOR, cf. Annexe 3)
<i>ref_value</i>	texte	Identifiant de l'ouvrage dans la base de données externe (exemple identifiant du bassin dans la base BD Castor)

4.2.4. Exutoire

Table : « Exutoire »

Cette table contient les informations descriptives des sorties du système de drainage (milieu naturel récepteur).

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
<i>id</i>	numérique	Identifiant de l'exutoire
<i>type_id</i>	numérique	Type d'exutoire : lexicque <i>LEX_TYPE_EXUTOIRE</i> (bétoire, puits d'infiltration, marnière, cours d'eau, fossé, vallée sèche,...) (cf. Annexe 3)
<i>commentaires</i>	texte	Commentaires
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		

<i>Commune</i>	<i>LEX_Communes</i>	<i>Commune déterminée à partir du X/Y du point</i>
----------------	---------------------	--

Table : « G Exutoire »

Cette table contient les informations géométriques descriptives des sorties du système de drainage (milieu naturel récepteur).

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant dans la table G_exutoire
exutoire_id	numérique	Identifiant dans la table Exutoire
<i>Geom_point</i>	<i>géométrique</i>	<i>Géométrie de la sortie (point SIG)</i>
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
X_I93	numérique	X en lambert 93 - non saisi manuellement; récupéré à partir du SIG
Y_I93	numérique	Y en lambert 93 - non saisi manuellement; récupéré à partir du SIG

Table : « Exutoire_ref_externe »

Cette table permet de faire le lien vers les autres bases de données (BD Bétuire, BSS, BD Carthage,...) dans le cas où elles recensent des exutoires recensés par la BD drainage.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant
exutoire_id	numérique	Identifiant de l'Exutoire
system_id	numérique	<i>Identifiant de la base de données externe recensées dans la table LEX_SYSTEME_EXTERNE (exemple BD Bétuire) (cf. Annexe 3)</i>
ref_value	texte	<i>Identifiant de l'objet dans la base de données externe (exemple identifiant de la bétuire dans la BD Bétuire)</i>

Les types d'exutoires pouvant faire l'objet d'un identifiant dans une base de données externe sont les suivants :

- Bétoire (BD Bétoire en annexe),
- Puits d'infiltration (Banque du Sous-Sol),
- Marnière (BD Cavités),
- Cours d'eau (BD Carthage),
- Mer (référentiel cartographique Directive Cadre sur l'Eau),

Leurs attributs sont déjà définis dans ces bases de données (voir

Annexe 3).

4.2.5. Entrée réseau

Les trois tables ENTREE_ANNEXE, G_ENTREE_ANNEXE et ENTREE_ANNEXE_TYPE_EAU contiennent les informations descriptives des points de connexion sur lesquels arrivent des eaux autres que des eaux de drainage agricole. Exemple : avaloir de route, connexion d'un réseau pluvial, rejet d'une station d'épuration, rejet d'assainissement non collectif, d'effluents,...

Table : « Entrée annexe »

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant de l'entrée annexe
commentaires	texte	Commentaires libres
Type_entree_id	numérique	Type d'objet connecté apportant ces eaux (fossé de bord de route, avaloir de bord de route, canalisation, cours d'eau,...). Lexique : LEX_ENTREE_ANNEXE_TYPE (cf. Annexe 3)
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
Commune	LEX_Communes	Commune déterminée à partir du X/Y du point

Table : « G Entrée annexe »

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant dans la table G_entree_annexe
entree_annexe_id	numérique	Identifiant dans la table Entree_annexe
Geom_point	géométrique	Géométrie de l'entrée (point SIG)
<i>Champs non bancarisés, mais dont l'information sera mise à disposition par calcul sur la fiche de consultation sur le SIGES :</i>		
X_I93	numérique	X en lambert 93 - non saisi manuellement; récupéré à partir du SIG
Y_I93	numérique	Y en lambert 93 - non saisi manuellement; récupéré à partir du SIG

Table : « Entree Annexe type eau »

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant
entree_id	numérique	Identifiant de cette entrée dans la table Entree_annexe
type_eau_id	numérique	Type d'eau se déversant par cette entrée (eaux pluviales, eaux usées traitées, effluents d'élevages, etc....). Lexique : LEX_TYPE_EAU (cf. Annexe 3)

4.2.6. Table gérant la précision du report cartographique

La table OBJET_ADMINISTRATIF permet d'associer à chaque identifiant d'objet, une précision de report cartographique en mètres (précision du point pour les objets ponctuels ou incertitude la plus grande de position pour les objets linéaires ou surfaciques). Cette table contient aussi le type d'objet administratif DTYPE qui renvoie vers le lexique LEX_JAVA_DTYPE (zone drainée, réseau, ouvrage annexe...) (cf. Illustration 26).

4.2.7. Table gérant les amonts/avals : T_LINK

La table T_LINK contient deux colonnes (colonne « amont » et colonne « aval ») dans laquelle sont bancarisés les identifiants des objets géométriques des points de connexion des zones drainées, des tronçons de réseaux, des ouvrages annexes, etc.... Ces associations permettent de reconstituer les sens d'écoulements au sein du réseau de drainage.

Les identifiants des objets géométriques sont regroupés dans la table T_NODE.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
amont_id	numérique	Identifiant de l'objet géométrique amont (ex : point de sortie d'une zone drainée, tronçon de réseau de collecte, ouvrage annexe, entrée annexe...)
aval_id	numérique	Identifiant de l'objet géométrique aval recevant les

		eaux (ex : tronçon de réseau de collecte, ouvrage annexe, exutoire...)
--	--	--

4.2.8. Maîtres d'ouvrage travaux

Cette table recense les maîtres d'ouvrages des travaux de drainages (drainage à la parcelle et réseaux de collecte).

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant du maitre d'ouvrage
nom_long	texte	Nom entier du maitre d'ouvrage
nom_court	texte	Nom court du maitre d'ouvrage
type_id	numérique	Type de maitre d'ouvrage (SIA, ASAD, commune, communauté de communes, départements, etc...) Lexique : LEX_TYPE_MOA (cf. Annexe 3)
moa_dissolution_id	numérique	Maitre d'ouvrage existe toujours ou dissous Lexique : LEX_MOA DISSOLUTION (cf. Annexe 3)
date_dissolution	date	Date de dissolution

4.2.9. Documents associés aux différents objets

Les tables DOCUMENT, DOCUMENT_OBJET permettent de gérer à la fois les références bibliographiques et les documents numérisés qui seront associés aux différents objets.

Il a été décidé de dessiner et bancariser uniquement les informations issues des plans de récolement sauf dans le cas où ces plans n'existent pas ou n'ont pas été retrouvés ; dans ce cas les informations des plans projet seront dessinées et bancarisées.

En revanche seront scannés à la fois les plans projet et les plans de récolement.

Table : « DOCUMENT »

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant de la référence bibliographique
doc_type_id	numérique	Type de document (plan, rapport, SIG, ...) Lexique : LEX_TYPE_DOC (cf. Annexe 3)
titre	texte	Titre du document
auteurs	texte	Organisme auteur du document (maître d'œuvre, entreprise ou géomètre principalement,..)
chemin	texte	Chemin d'accès au document (sur le serveur)
date_publication	date	Date du document
description	texte	Texte libre permettant de préciser le contenu, le type de document ou de mentionner qu'un rapport est associé au plan (ou inversement)
reference	texte	Référence du document
echelle	numérique	Afficher 1 / "le champ" dans l'applicatif de saisie
num_tranche	numérique	Numéro de tranche des travaux
moa_id	numérique	Maitre d'ouvrage (lien vers la table maitre d'ouvrage)

Table : « DOCUMENT OBJET »

Cette table permet d'associer les documents (références bibliographiques) aux objets.
Un document peut être associé à différents objets.

Libellé du champ	Nature du champ	Description / remarques
id	numérique	Identifiant de l'association
doc_id	numérique	Identifiant du document
obj_id	numérique	Identifiant de l'objet

Certains de ces documents seront scannés par un prestataire et consultables sur la fiche de chaque objet.

4.2.10. Fiabilité de la donnée

La fiabilité de la donnée ne sera pas évaluée de façon qualitative. Une notion simple a été retenue : une note de 1 est attribuée lorsque les travaux ont été réalisés et une note de 0 lorsque les travaux ne sont pas confirmés.

Cette information ne sera pas saisie par l'opérateur mais sera attribuée automatiquement à l'objet lorsqu'on lui associe une référence bibliographique. C'est en effet le type de plan associé qui sera porteur de cette information : un plan de récolement confirmera que les travaux ont été réalisés, tandis qu'un objet mentionné uniquement par un plan avant travaux sera qualifié de « travaux non confirmés ».

4.3. Modèle de données

L'ensemble du paragraphe 4.2 précédent est résumé dans le modèle de données présenté à l'illustration 26 ci-après.

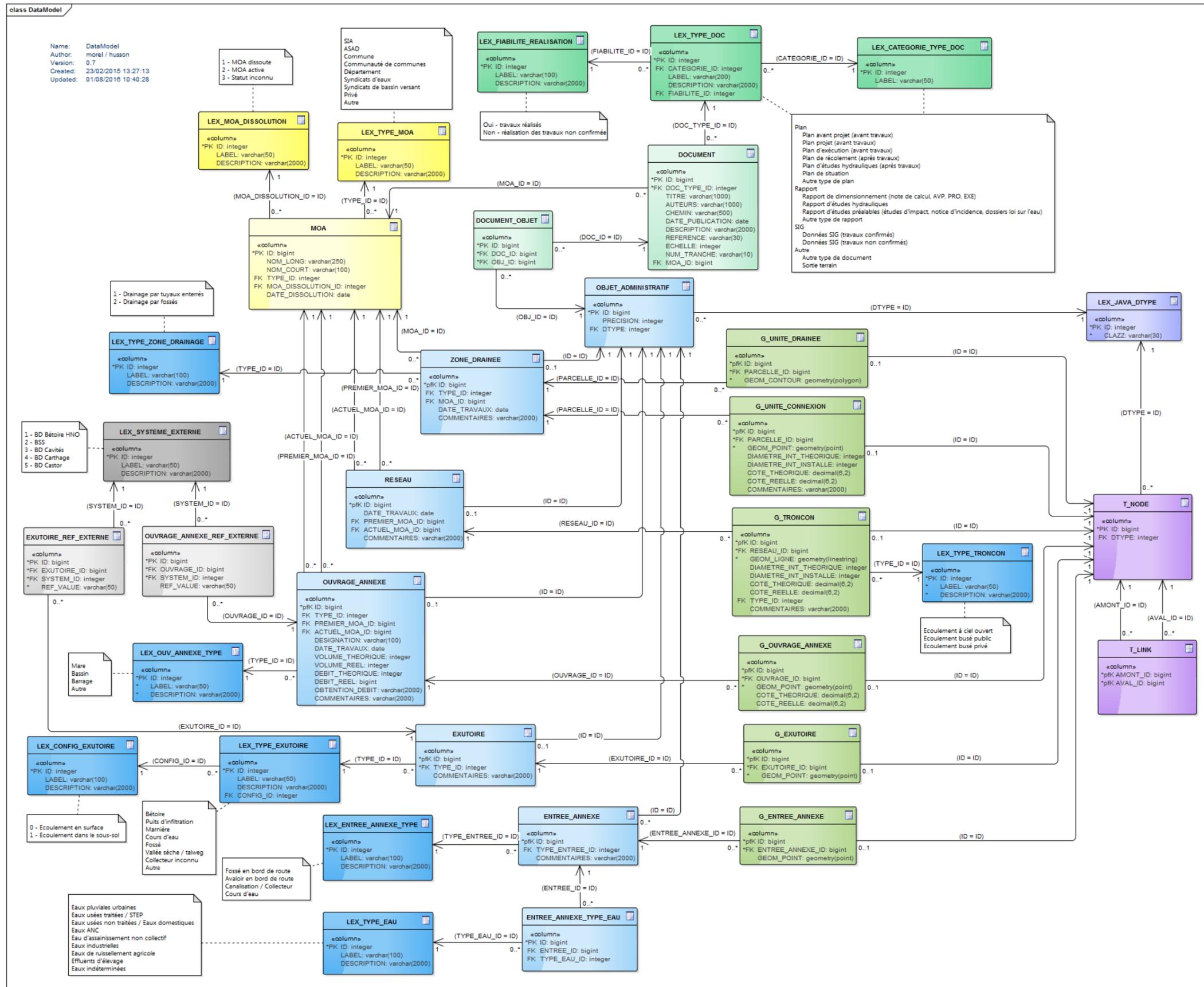


Illustration 26 : Modèle de données de la BD DRAINAGE (v0.7 du 08/01/2016)

5. Evaluation du temps nécessaire pour la bancarisation - Programme (2015-2016)

Comme indiqué au paragraphe 1, il est prévu que la bancarisation débute par le département de l'Eure, où les données encore présentes dans les archives sont nombreuses, et pour lequel un report cartographique sous SIG a déjà été initié. Il s'agit d'une première évaluation réalisée par l'AREAS à l'été 2014, alors que la structure de la base de données n'était pas encore finalisée.

5.1. Temps de saisie des unités drainées

Les zones et unités drainées sont les objets les plus nombreux (3 159 zones drainées dans le SIG de la DDTM 27). Un test a été réalisé pour évaluer le temps de saisie des informations relatives aux zones drainées, en partant du principe que les polygones dessinés dans le SIG de la DDTM 27 serviront de géométries initiales.

○ Méthodologie :

Ce test a porté sur les ASAD de Beaumont-le-Roger et de Thomer-la-Sôgne. Les dossiers de maîtrise d'œuvre empruntés à la DDTM 27 pour ces 2 ASAD contiennent 25 tranches de travaux, pour un total de 277 plans de projet et d'exécution.

Dans un premier temps, un travail de localisation a visé à rattacher chaque plan à un polygone dessiné sur la couche SIG de la DDTM 27. La saisie des données attributaires de chaque zone drainée a été réalisée.

○ Résultats :

173 plans ont pu être analysés afin de renseigner les attributs de 197 zones drainées en 20h de travail (voir annexe n°5 : Tableau récapitulatif du temps d'analyse). Chaque plan a donc nécessité en moyenne 7 minutes d'analyse, lorsqu'il a pu être rattaché à un polygone de la couche SIG de la DDTM 27. La partie la plus longue du travail consiste en la lecture du plan et la localisation de la zone drainée. Ce temps est très variable selon la qualité des informations de localisation. En particulier, la présence d'un plan de situation dans le dossier de maîtrise d'œuvre facilite beaucoup le travail. La durée consacrée à la saisie des données attributaires ne représente qu'environ une à deux minutes par plan.

Cependant, à peine deux tiers (62%) des zones drainées dessinées sur les plans papier ont pu être localisés. Certains plans ne disposent pas d'indications suffisantes pour être localisés. De plus, certains secteurs ont été remembrés (par exemple le long de la RN154 dans l'ASAD de Thomer-la-Sôgne).

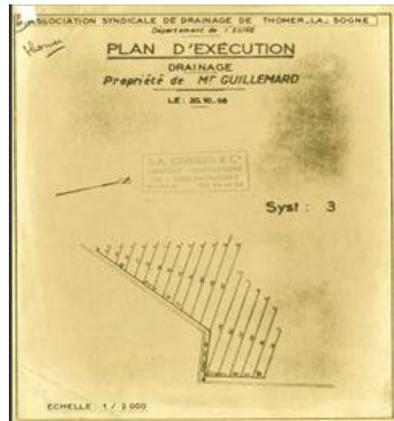


Illustration 27 : Exemple de Plan d'exécution avec une faible qualité d'information de localisation de l'unité drainée (1^{ère} tranche des travaux de l'ASAD de Thomer-la-Sôgne)

o Interprétation :

Le temps consacré à la saisie des données attributaires est faible comparé au temps nécessaire à la localisation de l'unité drainée.

Pour réduire le temps de localisation quand il n'y a pas de plan de situation dans le dossier de maîtrise d'œuvre, une possibilité consiste à s'appuyer sur les plans de situation au 1/25.000^e de recensement du drainage réalisés en 1996 (cf. paragraphe 3.2). Ils ont l'avantage pour la plupart d'indiquer le numéro de tranche de travaux, et d'avoir été réalisés avant certains remboursements (par exemple sur le secteur de Thomer-la-Sôgne). Ceux que nous avons pu collecter couvrent environ 80% des secteurs drainés de l'Eure.

Les tronçons de réseaux publics devraient être plus faciles à localiser, si les plans de récolement sont retrouvés.

5.2. Temps de saisie des tronçons de réseaux

Les réseaux publics sont également en partie dessinés sur le SIG de la DDTM 27. La couche SIG en comptait 1 116 lors de la réalisation du test. Un important travail de redécoupage sera toutefois nécessaire ce qui devrait en augmenter leur nombre.

Par contre les plans de récolement ont presque entièrement disparu des archives des services de l'Etat. Par conséquent, il est prévu de mener des enquêtes auprès des 11 SIA de l'Eure (ou des structures qui ont pu en récupérer les archives quand elles ont été dissoutes) afin de retrouver les plans de récolement des réseaux publics de collecte des eaux de drainage. Une estimation du temps de saisie des informations relatives aux tronçons de réseau a été réalisée sur le même principe que pour les zones drainées, mais avec un échantillon de plans beaucoup plus réduit (5 plans saisis en 5 heures, soit une heure par plan).

5.3. Saisie des autres objets

Les autres objets tels que les ouvrages annexes, « exutoires » (bétoires, puits d'infiltration, cours d'eau...), points d'entrée réseau, ne figurent pas sur le SIG de la DDTM 27. Il faudra donc les dessiner et saisir les informations associées, et saisir le lien vers les autres bases de données (BD Bétoires notamment).

5.4. Scans des plans

Il est prévu de scanner l'ensemble des plans utilisés pour saisir les données relatives aux différents objets. Le chiffrage des scans est basé sur le devis d'une entreprise, et sur une

estimation du temps nécessaire pour préparer les plans à scanner, les nommer, les amener, les récupérer puis les ranger.

5.5. Bilan

La plus grosse partie du recensement consiste à saisir les différents objets de la base de données. Une personne sera recrutée en CDD pour ce travail et sera formée au préalable.

6. Synthèse bibliographique préliminaire

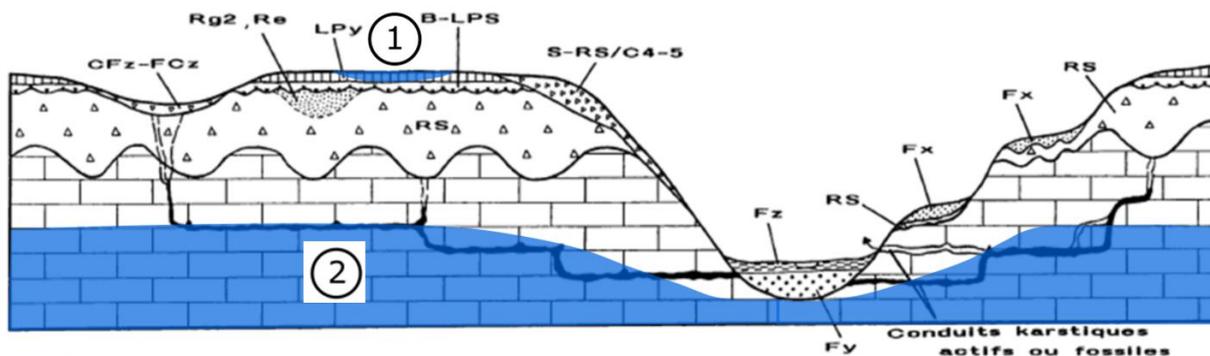
6.1. Principes, état des lieux et enjeux du drainage agricole

Cette synthèse bibliographique succincte constitue un travail préliminaire permettant d'identifier les impacts potentiels du drainage agricole sur le régime des eaux superficielles et souterraines, ainsi que sur leur qualité en France et plus particulièrement en Haute-Normandie. Cette synthèse reste toutefois très générale et pour obtenir des résultats plus détaillés que ceux présentés, il convient de se reporter à la bibliographie et aux auteurs.

Point préalable de vocabulaire :

Dans la suite du § 6, les termes suivants employés auront les significations suivantes (voir Illustration 28) :

- **Nappe perchée** : nappe libre, permanente ou temporaire ; formée au-dessus d'une zone non saturée, et étagée au-dessus d'une nappe libre d'extension plus générale (Castany et Margat, 1977). En Haute-Normandie, les formations superficielles (limons et argiles-à-silex) peuvent avoir une fonction de stockage transitoire des eaux infiltrées dans les sols limoneux. Des nappes perchées temporaires peuvent s'y former.
- **Nappe d'eau souterraine** : ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère, dont toutes les parties sont en liaison hydraulique (Castany et Margat, 1977). Dans le cas de la Haute-Normandie, ce terme désigne généralement la nappe de la Craie. Néanmoins il est à noter que dans certains contextes, la nappe souterraine peut, lors de remontées, être en connexion hydraulique avec la nappe perchée sus-jacente.
- « **Nappe du sol** » : certaines références bibliographiques utilisent ce terme non utilisé par les hydrogéologues. Ce terme peut désigner suivant le contexte la nappe perchée (en plateau) et la nappe d'eau souterraine lorsqu'elle affleure notamment dans certaines vallées humides.



① Nappe perchée

② Nappe souterraine

LP_y : Loess
 F_z : Alluvions fines holocènes
 F_y : Alluvions grossières weichseliennes
 F_x : Alluvions anciennes périglaciaires pléistocènes
 CF_z-FC_z : Colluvions-alluvions des vallées sèches

S-RS/C₄₋₅ : Formation à silex solifluée sur craie sénonienne
 B-LPS : Limon à silex
 RS : Formation résiduelle à silex
 R₁ ou R₂ : Sables cénozoïques en poches résiduelles

Illustration 28 : Schéma de principe de localisation d'une nappe perchée et de la nappe souterraine

Quant au **drainage agricole** et à l'**assainissement agricole**, ils se distinguent par leur échelle. Le terme de drainage agricole s'applique à une parcelle, ou un regroupement de parcelles agricoles voisines, alors que l'assainissement agricole désigne la collecte des eaux de drainage à l'échelle d'un bassin versant.

6.1.1. Principes hydrauliques de fonctionnement du drainage agricole

Le drainage est pratiqué dans les sols engorgés par une présence d'eau très superficielle, atteignant le premier mètre du sol.

En l'absence de pente significative, de structures drainantes naturelles ou artificielles, la nappe perchée subsiste dans le sol pendant toute la période d'apports d'eau. Les écoulements d'eau dans le sol sont alors nuls ou très limités. Les apports supplémentaires de pluie sont, pour ces sols les plus superficiels, en quasi-totalité restitués en ruissellement de surface (Penel, 1993 ; Kao, 1994 ; Lorre, 1994 ; Skaggs et al, 1994 dans Arlot, 1999) (Illustration 29).

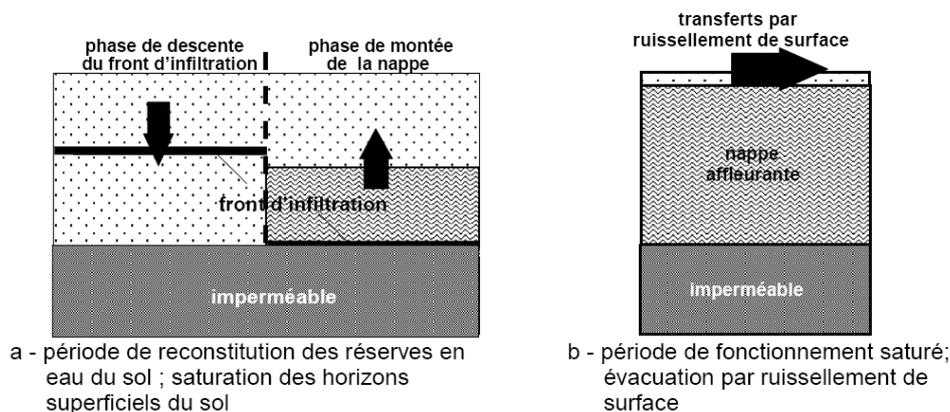


Illustration 29 : Fonctionnement d'un sol engorgé en l'absence de structures drainantes – schéma de principe (Arlot, 1999)

La technique de drainage est basée sur le principe de création d'un exutoire artificiel pour évacuer gravitairement les eaux confinées dans un système bordé de frontières hydrauliques imperméables. Chaque drain constitue alors un exutoire à pression atmosphérique, capable de drainer toute l'eau du sol présentant un potentiel hydrique supérieur à la pression atmosphérique. Cette condition se rencontre en sols saturés, en présence d'une nappe perchée - exception faite de quelques sols très argileux où l'eau peut rejoindre les drains par des fissures en quantité bien moindre. Le drainage est dimensionné pour rabattre le niveau de l'eau de 20-30 centimètres à l'interdrain (position médiane entre deux drains). Le rabattement est plus prononcé vers le drain, et se fait sur une durée de 1 à 2 jours. Si les drains ou les fossés sont régulièrement espacés, les écoulements sont, en approximation, structurés en deux dimensions, dans un plan vertical, symétrique autour du drain et limité par un plan de flux nul à l'interdrain (Arlot, 1999).

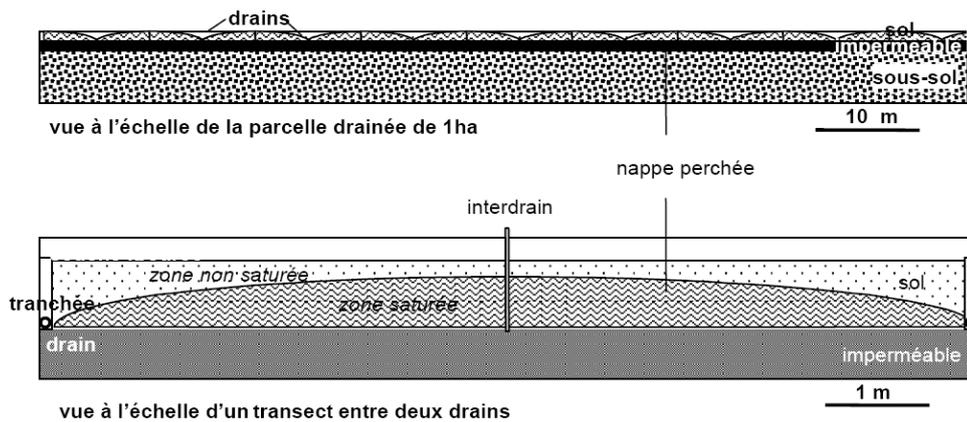


Illustration 30 : Profils de sols avec nappe drainée : échelle de la parcelle et du transect drain/interdrain – schéma de principe (Arlot, 1999)

Les sols limono-argileux moyennement profonds avec des drains posés sur le plancher imperméable sont particulièrement typiques des sols drainés en France (Zimmer et Lesaffre, 1989 dans Arlot, 1999). Ils constituent un cas d'école pour lequel le fonctionnement du drainage est bien délimité : l'excès d'eau est d'origine essentiellement interne (provenant de la pluie) et limité aux périodes d'excédent climatique. Il se traduit par la formation d'une nappe perchée, temporaire. Le bilan hydrique des parcelles est généralement bien équilibré, le drainage étant égal à la recharge nette. Dans les autres types de sol, deux éléments de pondération interviennent : le ruissellement et les échanges profonds (Arlot, 1999).

6.1.2. Etat des lieux en France et dans le bassin Seine-Normandie

Le drainage agricole (à la parcelle) peut être réalisé par différentes techniques : drainage de surface par fossés, drainage par tuyaux enterrés ou drainage vertical par puits. Le drainage souterrain par tuyaux enterrés est la technique la plus employée en France (Arlot, 1999).

Dès le Moyen-âge, les premiers défrichements effectués en général par les moines autour des abbayes pour la mise en culture des terres se sont accompagnés d'une « mise en valeur » des zones humides et des marais. C'est, sur le bassin Seine-Normandie, le cas du Marais Vernier dans la basse vallée de la Seine, dont les premiers assèchements ont, au XVIIème siècle, été suivis d'importants travaux d'assainissement réalisés par les Hollandais à la suite des édits d'Henri IV obligeant les propriétaires à « dessécher » leurs marais.

Les techniques mises en œuvre pour éliminer l'eau en excès dans le sol sont variées. Les vastes zones humides (marais...) sont en général assainies par creusement d'un réseau de fossés de taille et de longueur variables permettant de collecter l'eau en excès et de l'acheminer vers un ou plusieurs émissaires principaux débouchant sur l'exutoire final (une rivière, un fleuve, la mer...). A l'échelle de la parcelle, un assainissement superficiel peut être obtenu par des techniques culturales dessinant un modelé de surface en ados ou en planches. Cette technique ancienne et simple peut encore être observée dans les prairies humides et les vergers.

Mais la technique la plus efficace pour assainir le sol consiste à enterrer des drains dans le sol qui évacuent directement ou via un collecteur (drain principal enterré ou fossé) l'eau en excès vers un exutoire final (cours d'eau en général). Cette technique est ancienne et a été largement utilisée au 19ème siècle pour la mise en culture des zones humides comme la Brie humide par exemple, ou le Pays de Bray.

On utilisait alors des drains en poterie simplement juxtaposés les uns à la suite des autres en fond de tranchées profondes d'environ 50-60 cm et espacées d'une dizaine de mètres. Le drain poterie a été utilisé jusqu'à l'apparition des drains en PVC. Les drains utilisés aujourd'hui (depuis les années 1970) sont des drains souples en PVC annelé d'un diamètre de 50 à 200 mm. Les drains sont posés à une profondeur d'au moins 80 cm, avec un espacement variable en fonction de la perméabilité du sol (écartement « standard » variant de 10 m à 15 m). L'utilisation des matériaux modernes et l'automatisation de la pose a permis un développement important du drainage qui s'est opéré dès la fin de la décennie 70 et a atteint son apogée au cours de la décennie 80 (Cauchie et al. 2005).

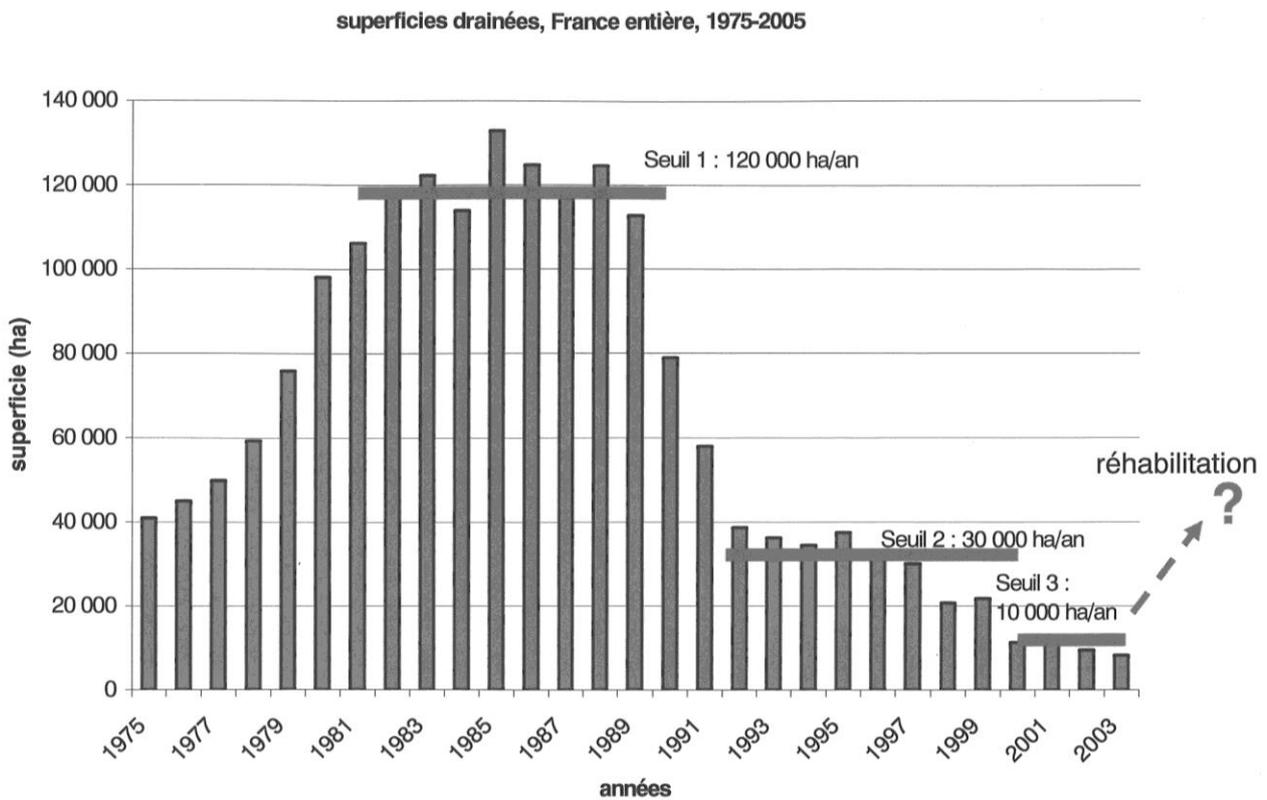


Illustration 31 : Superficies drainées par an en France entre 1975 et 2005 (Tournebize, 2008)

Les programmes de travaux de drainage de la fin des années 70 et des années 80 se sont accompagnés de la création de réseaux de fossés d'assainissement structurants et de travaux sur les cours d'eau : curage, recalibrage, rectification, qui ont eu des impacts sur le fonctionnement hydraulique des cours d'eau et sur les écosystèmes des zones humides (Cauchie et al., 2005).

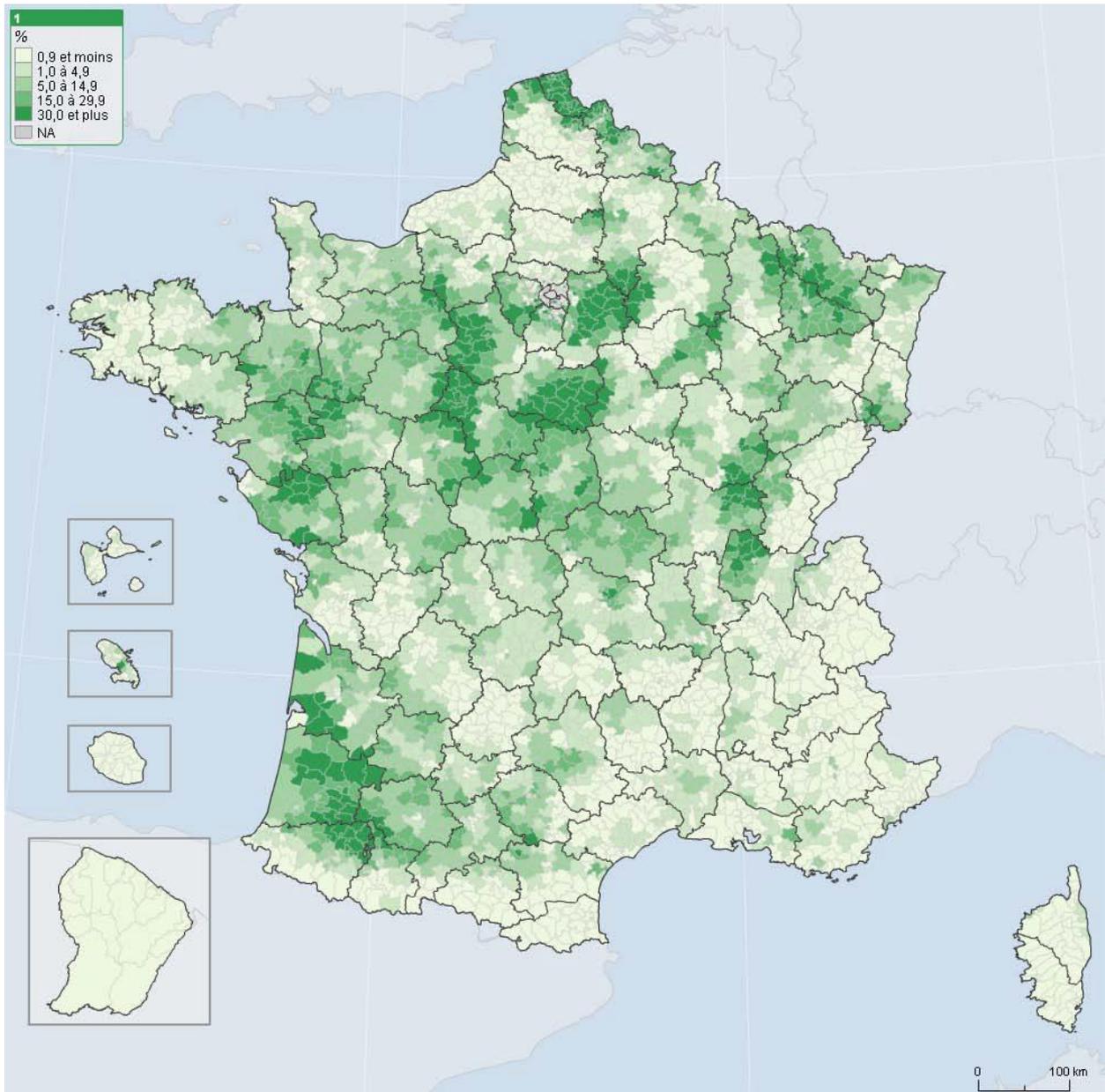


Illustration 32 : Part de la superficie drainée dans la superficie agricole utilisée (SAU) en 2010 (Source : Agreste - Recensement agricole 2010 et estimations pour les communes non diffusibles.)

En France, au moins 2,5 millions d'hectares sont drainés artificiellement dont 83% par tuyaux enterrés et 11% par fossés. Les grandes cultures représentent 48% des surfaces, la polyculture/élevage 12%, et les prairies 24% (Tournebize, 2008).

Les sols limoneux de plateau à nappe perchée temporaire représenteraient au moins 60% des sols drainés en France (Nédélec et al., 1999).

Le département de la Seine-Maritime comporte, d'après le recensement général Agricole de 2010, 6 000 ha de terres drainées, contre 39 000 ha pour le département de l'Eure. La répartition géographique des taux de drainage des surfaces agricoles utiles est présentée à la Illustration 33.

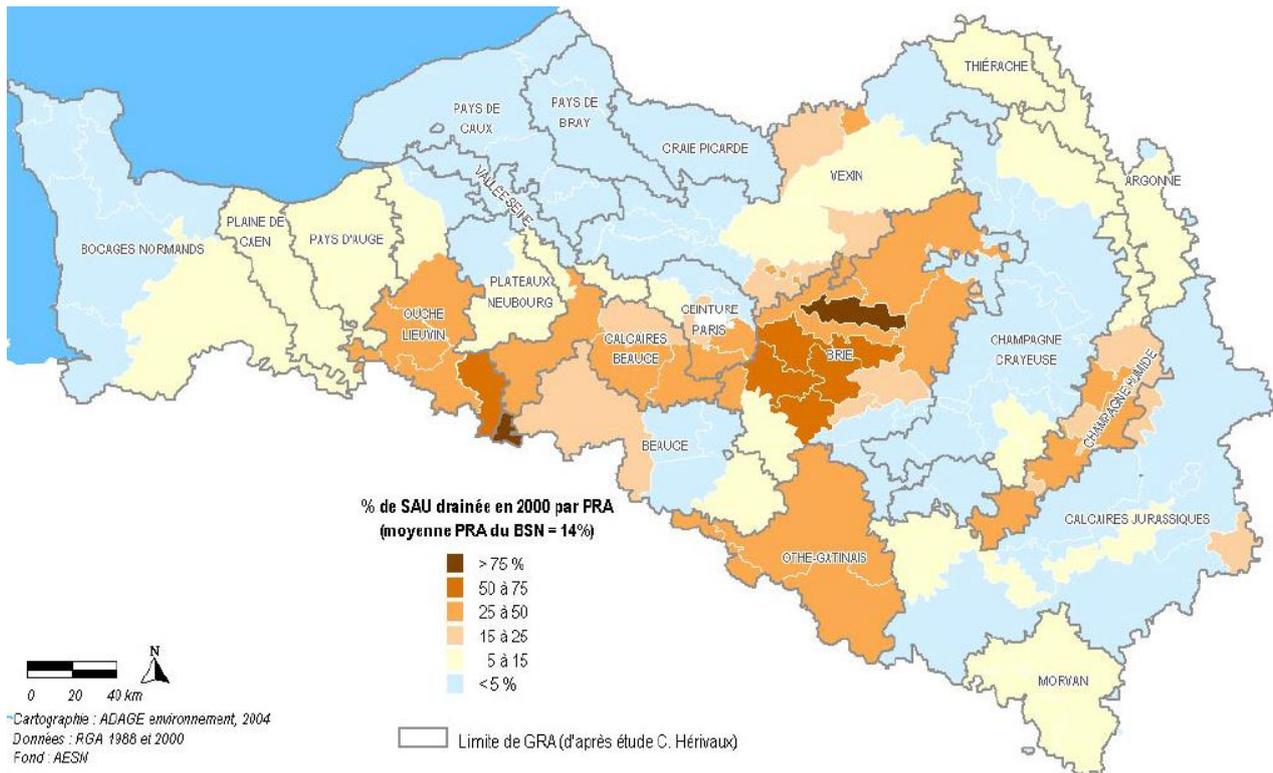


Illustration 33 : Répartition géographique des taux de drainage des surfaces agricoles utiles. Dans le bassin Seine-Normandie, les sols lessivés hydromorphes des plateaux ont été prioritairement et abondamment drainés (Cauchie et al., 2005)

6.1.3. Enjeux liés au drainage agricole

Le fonctionnement hydrologique d'un secteur drainé est influencé par la présence de drains enterrés et de réseaux d'assainissement. D'une manière assez générale, la Doctrine d'instruction des dossiers de drainage agricole de la Haute-Marne, élaborée par la Mission Inter-services de l'Eau et de la Nature de la Haute-Marne, évoque quelques enjeux liés au drainage :

« En modifiant le comportement du sol vis à vis de l'eau, le drainage est susceptible d'avoir des impacts sur l'environnement, notamment sur les eaux superficielles où se rejettent les drains et sur les eaux souterraines dont l'alimentation se trouve perturbée.

Plusieurs types d'impacts peuvent être identifiés :

- le rejet de polluants (matières en suspension, résidus d'épandages agricoles...) ;
- l'assèchement de zones humides ;
- la modification du régime hydrique en distinguant périodes humides et périodes sèches. »

Par ailleurs, concernant l'influence du drainage et de l'assainissement rural sur l'hydrologie, Oberlin évoquait déjà en 1981 les principaux effets potentiels du drainage agricole :

- Augmentation de certaines crues : débits de pointe plus élevés, temps de réponse réduits, volume écoulé plus important ;
- Etiages plus sévères : débits estivaux réduits, courbes de tarissement décroissant plus vite, sols plus secs l'été ;

- Baisse du niveau des nappes souterraines : diminution de la recharge, drainage inopportun de nappes souterraines utilisées en aval ou de nappes perchées utiles à l'équilibre hydro-pédologique du secteur ;
- Dégradation de la qualité des eaux de surface : augmentation des teneurs en fertilisants (nitrates, phosphates), des matières en suspension (MES) et des pesticides ;
- Dégradation de la qualité des eaux souterraines : enrichissement en nitrates, pollution par les pesticides ; cet aspect est particulièrement marqué en Haute-Normandie où les pertes et bétoires (points d'engouffrement naturels des eaux de surface vers les eaux souterraines) ont été utilisées comme exutoire des réseaux de drainage ;
- Appauvrissement des sols.

Dont certains plus positifs :

- Le drainage soustrait une part des eaux précipitées au ruissellement en augmentant la part de l'infiltration dans le sol. Ce mécanisme contribue à allonger le temps moyen de transfert et à écrêter les crues.
- De plus, l'infiltration dans le sol favorisée par le drainage produit un gain de qualité du fait de la diminution des eaux de ruissellement dont la qualité est dégradée.

La référence bibliographique précédente est relativement ancienne (1981) ; les résultats obtenus depuis les années 1990 permettent d'apporter des connaissances et des précisions sur ces différents aspects et sont spécifiquement abordés dans les § 6.2 (impacts quantitatifs) et § 6.3 (impacts qualitatifs).

6.2. Fonctionnement, impacts hydrologiques et hydrogéologiques

Pour analyser les influences du drainage, il est important de différencier à la fois les deux types d'engorgement possibles (nappes perchées temporaires et nappes permanentes souterraines pouvant affleurer selon le contexte) et les deux fonctions de drainage [à l'échelle de la parcelle] et d'assainissement agricole [à l'échelle du bassin versant] (Nédélec et al., 1999).

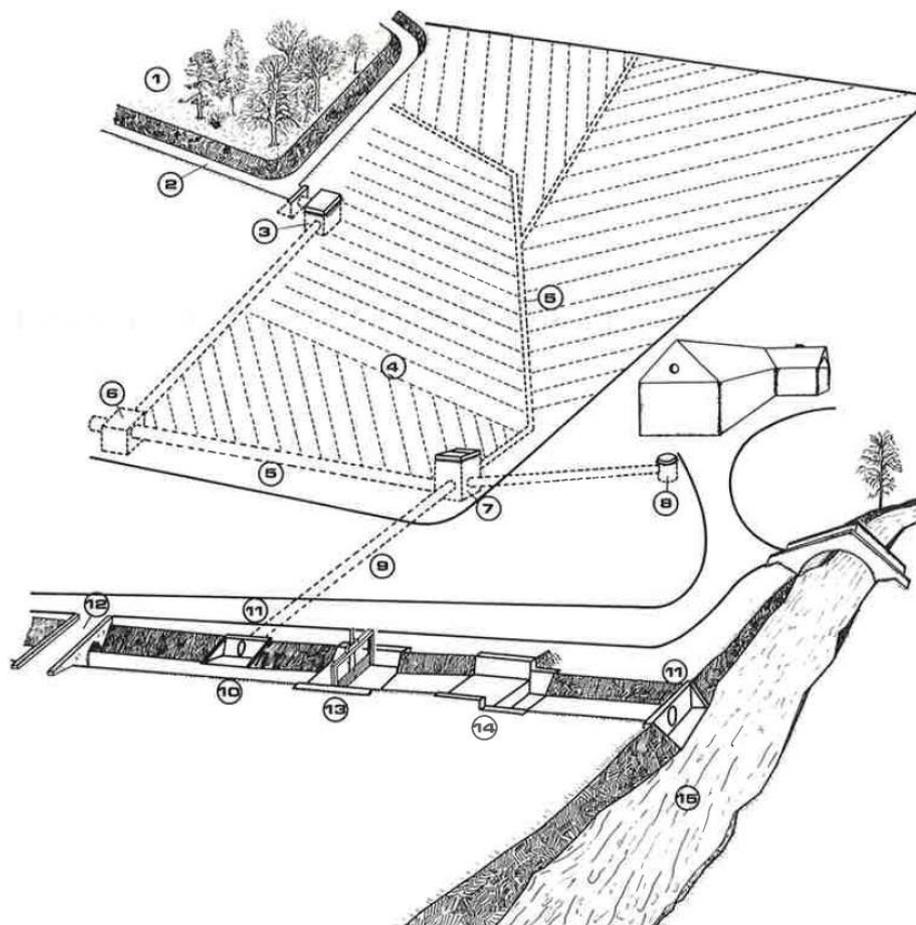


FIG. 3.1. — Schéma d'un réseau d'assainissement

1. Zone boisée ou non drainée - 2. Fossé de collecte des eaux de ruissellement extérieures au périmètre de drainage - 3. Avaloir sur fossé - 4. Files de drains enterrés - 5. Collecteurs - 6. Boîte de jonction - 7. Regard de visite - 8. Avaloir pour le recueil des eaux pluviales de la ferme - 9. Exutoire en canalisation enterrée - 10. Exutoire en fossé à ciel ouvert - 11. Bouche de décharge - 12. Passage busé pour accès à la parcelle - 13. Ouvrage de régulation avec vanne pour régler la hauteur de l'eau à l'amont - 14. Ouvrage de chute pour réduire la pente longitudinale du canal - 15. Cours d'eau naturel : émissaire.

Illustration 34 : Schéma d'un système drainé (Concaret, 1981)

Par ailleurs, pour juger des influences possibles d'un nouvel aménagement, il convient de prendre en compte l'état initial. Les impacts d'un drainage enterré sur un terrain limoneux de plateau déjà mis en culture seront très différents de ceux d'un drainage enterré d'une zone de bas fond en prairie peu intensifiée (Nédélec et al., 1999).

En ce qui concerne l'effet sur le régime des eaux, 4 paramètres doivent être distingués : (1) le volume restitué en aval des parcelles par le drainage et le ruissellement, (2) le débit de pointe total (drainage + ruissellement), (3) le temps de montée lors des pics de crue, et (4) la durée caractéristique des crues (Nédélec et al., 1999).

6.2.1. A l'échelle parcellaire : un fonctionnement saisonnier

La saisonnalité hydrologique est très marquée : les réseaux de drainage ne fonctionnent plus dès le mois de mars-avril. Ils redémarrent progressivement en fin d'automne et ne fonctionnent de manière intense que pendant deux à trois mois d'hiver (Nédélec et al., 1999).

Périodes	Saison	Phénomènes	Coef de restitution*
1 « saison d'amorce du drainage »	Automne à début hiver	<ul style="list-style-type: none"> ●Réhumectation ●Constitution de nappe ●Amorce écoulements 	Faibles (augmentation régulière jusqu'à la fin de la période)
2 « saison de drainage intense » SDI	Hiver (mi-décembre à fin février) soit 60 à 80 jours	Réponse rapide à chaque séquence pluvieuse	Constant et fort 50 à 90% (si >100% connexion réseau souterrain)
3 « saison de drainage de printemps »	Fin hiver à début automne	Tarissement de la nappe	Faibles (baisse régulière) <5%

*Coef de restitution = rapport entre les volumes évacués et les volumes précipités

Illustration 35 : Fonctionnement saisonnier du drainage (Tournebize, 2008)

Lors de la saison de drainage intense, la réponse à un épisode pluvieux dépend de la capacité du réseau de collecte (assainissement agricole) à évacuer l'eau drainée dans la parcelle :

- En présence d'une influence aval, le débit en sortie de parcelle drainée est limité par la mise en charge du réseau de collecte : les études réalisées sur le comportement des réseaux de drainage à l'échelle d'un événement ont permis de mettre en évidence leur capacité à limiter les débits de rejet et leur rôle dans la rétention temporaire de l'eau dans le système drainant (nappe et tuyaux) (Hénine et al., 2012).
- En l'absence d'influence aval, la réponse se caractérise par un débit de pointe pendant un temps court, suivi par un débit de tarissement plus faible pendant plusieurs jours (en l'absence de nouvelle pluie) (Tournebize, 2008).

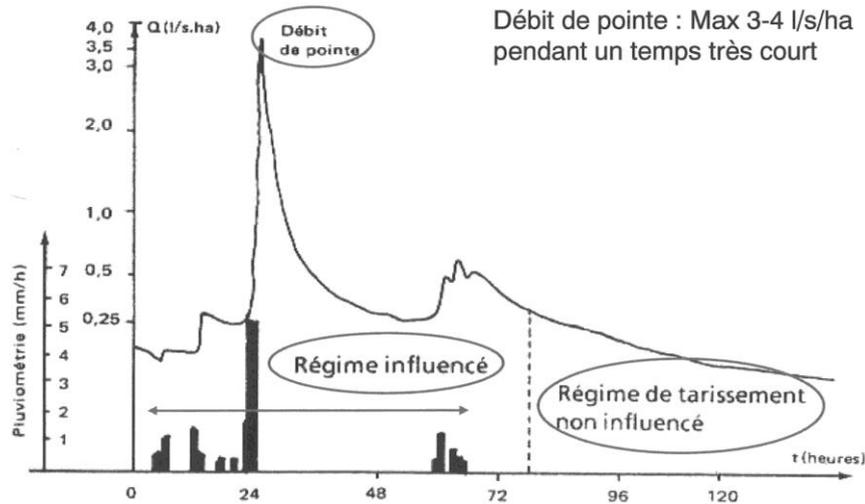


Illustration 36 : Réponse à un épisode pluvieux en saison de drainage intense (Tournebize, 2008)

A l'échelle de la parcelle, le drainage a pour conséquences (Tournebize, 2008) :

- une augmentation du volume de stockage du sol (aération du sol),
- une augmentation de l'infiltration dans le sol (i.e. diminution du ruissellement de surface),
- une augmentation du volume d'eau de lessivage,
- un abaissement du niveau de la nappe perchée superficielle,
- une diminution du temps de résidence de l'eau dans le profil de sol.

Cas du drainage d'une nappe perchée

Dans le cas d'une nappe superficielle peu profonde (nappe perchée temporaire de plateau), le débit de pointe est atténué par limitation du ruissellement de surface (Tournebize, 2008).

Les travaux menés sur le site expérimental de la Jaillière par le Cemagref et l'ITCF dans les années 1980-1990 montrent que les pics de ruissellement en parcelle non drainée sont sensiblement supérieurs aux pics de débit cumulés « drainage + ruissellement » en parcelle drainée (Nédélec et al., 1999).

Caractéristiques du site expérimental de la Jaillière (Loire-Atlantique) :

- Sols bruns hydromorphes moyennement profonds sur schiste (vers 30-60 à 60-60 cm)
- Texture limono-argileuse ; 2 à 3% de matière organique
- Réserve utile : 85 à 115 mm
- Pente : 0 à 3 %
- Pluviosité moyenne annuelle : 734 mm
- Lamme d'eau drainée moyenne : 224 mm/an (en saison de drainage de décembre à mars)
- Ruissellement moyen : 27 mm/an en parcelle drainée - 194 mm/an en parcelle non drainée

La répartition entre drainage et ruissellement varie selon l'intensité des épisodes.

- Pour les intensités faibles, le drainage augmente les volumes restitués ainsi que les débits de pointe, mais la montée des crues se trouve retardée par l'accroissement du volume d'infiltration disponible au niveau du sol.

- Lorsque les précipitations deviennent plus intenses, le drainage de la parcelle induit à l'inverse une réduction des débits de pointe, et le ruissellement reprend une part importante des exportations, jusqu'à se généraliser pour les pluies rares, de par une limitation de la capacité d'évacuation du réseau de drains (Nédélec et al., 1999).

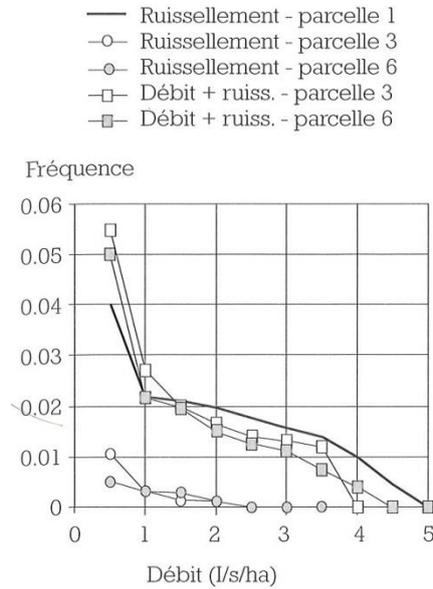


Illustration 37 : Répartition du débit en sortie de parcelle entre drainage et ruissellement en fonction de l'intensité des épisodes pluvieux (mesures réalisées sur le site expérimental de la Jaillière pendant près de 10 ans par le Cemagref et l'ITCF - parcelle 1 non drainée, parcelles 3 et 6 drainées) (Nédélec, 1999)

Pour les débits les plus élevés, « la présence de drainage réduit globalement les volumes exportés » (Nédélec et al., 1999).

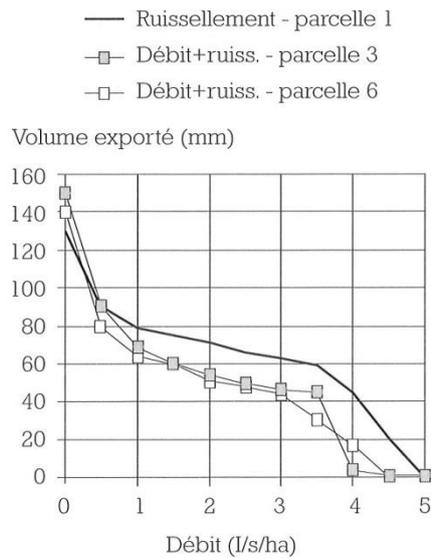


Illustration 38 : Répartition du volume exporté entre drainage et ruissellement selon l'intensité des épisodes. Mesures réalisées sur le site expérimental de la Jaillière pendant près de 10 ans par le Cemagref et l'ITCF (parcelle 1 non drainée, parcelles 3 et 6 drainées) (Nédélec, 1999)

Cas d'une nappe d'eau souterraine

Les impacts des aménagements hydro-agricoles en situation de bas fond sont potentiellement très différents pour les raisons suivantes : (i) la pente y est faible et les capacités de stockage d'eau y sont plus importantes qu'en situation de plateau, (ii) leur position aval dans le bassin versant, associée à des capacités potentielles d'épuration, en font des zones privilégiées et (iii) lorsqu'elles sont humides, elles ont souvent été écartées de l'intensification agricole (Nédélec et al., 1999).

6.2.2. Impacts hydrologiques à l'échelle du bassin versant

Les effets d'échelle font que les influences locales parcellaires ne se combinent pas de manière simple à l'échelle d'un bassin versant (Nédélec et al., 1999). D'autres phénomènes interviennent à cette échelle (Tournébiz, 2008) :

- Modification de l'agriculture avec le drainage agricole et création /approfondissement des fossés
- Court-circuitage des écoulements de ruissellement en écoulements chenalés.

Impacts en situation de plateau (nappe perchée temporaire)

A l'échelle du bassin versant, l'assainissement agricole, destiné à l'évacuation des eaux issues des parcelles drainées, agit tout autrement sur le régime des eaux, en raison de son rôle de transport prédominant. Les fossés d'assainissement sont fréquemment surdimensionnés après drainage, en raison de la profondeur des collecteurs de drainage, de l'ordre de 1 mètre. Ainsi, le surdimensionnement des réseaux d'assainissement agricole contrebalance les effets modérateurs du drainage sur les crues, et conduit même souvent à une aggravation de ces dernières. On observera une tendance à l'augmentation des débits de pointe à l'échelle du bassin versant, qu'il s'agisse de crues faibles ou de crues d'intensité moyenne. Un réseau à capacité limitée contribuera quant à lui à une réduction des pics de débit lors des épisodes d'intensité moyenne.

En résumé, un réseau à capacité limitée préserve les effets modérateurs du drainage sur les crues, alors qu'un réseau surcalibré les annihile, et aggrave même le plus souvent la situation (Nédélec et al., 1999).

L'étude récente de l'IRSTEA (Hénine et al., 2012) permet de tirer quelques conclusions de l'interprétation des relations pluie/débit sur 20 ans à l'échelle d'un bassin versant de 710 ha situé dans le bassin versant de l'Orgeval en Seine-et-Marne, où le drainage artificiel est très largement implanté (80% de la SAU) . Il apparaît que l'impact hydrologique du drainage sur les crues dépend de l'ampleur de l'évènement :

- phase 1 : accentuation des crues pour les périodes de retour compatibles avec le dimensionnement du réseau de drainage (un à deux 2 ans). Le drainage a un impact négatif en accélérant la propagation de la crue ;
- phase 2 : autolimitation et stockage dans le réseau ou les parcelles, pour les crues de période de retour entre cinq et dix ans, le drainage a un impact positif en atténuant la propagation de la crue ;
- phase 3 : au-delà d'une période de retour de dix ans, l'hydrosystème étant saturé, le drainage ne montre plus d'impact

Impacts en situation de vallée (nappe d'accompagnement de rivière ou nappe d'eau souterraine)

Le drainage a tendance à réduire les capacités de laminage de crue des zones humides, mais ces capacités ne varient pas proportionnellement aux taux de drainage. (Nédélec et al., 1999).

Quelques résultats de mesures hydrologiques en Haute-Normandie

Le coefficient de restitution de pluie d'un bassin versant est le rapport de la quantité d'eau restituée à l'exutoire du bassin sur la quantité d'eau précipitée. Connaissant la lame d'eau moyenne précipitée sur le bassin (en mm), on calcule la lame d'eau équivalente au débit à l'exutoire en divisant celui-ci par la durée de l'évènement pluvieux et la surface du bassin concerné.

La station de Grandchain dans l'Eure est située sur un réseau d'assainissement agricole qui recueille les eaux d'un bassin versant topographique d'une superficie de 23,2 km². Ce bassin versant est affecté par de fortes pertes des eaux de surface dans le sous-sol karstique. Il a été drainé progressivement à partir de 1977 pour atteindre un taux de surface drainée d'environ 70% en 1995. La station a permis la mesure en continu des débits instantanés de 1974 à 1996, en parallèle de la pluviométrie. « L'analyse des coefficients de restitution par évènement pluvieux montre que les cumuls de pluie supérieurs à 70 mm au cours d'un évènement (période d'un ou plusieurs jours caractérisée par un écoulement continu dans le fossé de drainage) conduisent pour les années les plus récentes [donc avec la superficie drainée la plus importante] aux coefficients de restitution les plus élevés. Le nombre de points concernés est toutefois insuffisant pour valider un rôle quelconque du drainage (Nédélec, 1998).

Un autre site d'étude est la station de mesure de la Gastine dans le Pays d'Ouche, implantée à l'aval d'un bassin versant exclusivement agricole de 34,5 ha entièrement drainé. La pluviométrie entre le 1^{er} septembre 2005 et le 31 mai 2006 est de 448,4 mm et le volume d'eau drainé correspond à une lame d'eau de 50,8 mm, soit un coefficient de restitution global de 11,3%. Si l'on considère uniquement la période de fonctionnement du drainage (65 jours), le coefficient de restitution est de 23,5%. A l'échelle d'un évènement, le coefficient de restitution maximal atteint 39,6% pour une pluie de 33,3mm. Le débit instantané maximal est de 0,8 l/s/ha (Pivain, 2006).

Il existe néanmoins certains cas particuliers, notamment en région karstique, pour lesquels la mise en place d'un réseau de drainage a pu provoquer des assècs. C'est le cas d'un site en Eure-et-Loire, de 150 km² comportant 4 ruisseaux temporaires et un ruisseau permanent (La Meuvette). Un avis du BRGM concernant l'incidence du recalibrage de talwegs en fossés d'assainissement agricole (rapport BRGM 72-SGN-323 BDP) de ce secteur conclut que « les travaux de recalibrage des talwegs ont retiré la couverture protectrice limoneuse et la couche colmatée des anciennes berges, mis à jour de nombreux points d'absorption, ponctuels (gouffres) ou étendus (zones poreuses) liés à la décompaction du sous-sol crayeux ». Plus précisément, sur 60 km de linéaire, les travaux de mise en place du drainage ont mis à jour 31 zones d'affaissement et 16 bétoires. De plus, ce rapport de 1972 indique que « la totalité du débit du Lamblore disparaissait au niveau d'une zone décompactée de 600 m de longueur », et que « les travaux ont eu une très grande incidence sur ce cours d'eau [La Meuvette], seul cours d'eau pérenne de la zone étudiée. Ses eaux disparaissent au moment de la réalisation de ce rapport entre la Puisaye et le hameau de Magny ».

6.2.3. Impacts hydrogéologiques du drainage agricole

Les impacts du drainage et de l'assainissement agricole sur le régime des eaux souterraines peuvent concerner le captage d'eaux circulant sous des parcelles avoisinantes, ou des échanges entre une nappe perchée drainée et une nappe souterraine régionale. De plus, il faut noter l'existence de deux cas de figure différents selon que l'exutoire du réseau de drainage correspond à un point d'infiltration (type bétoire) ou à un rejet dans le réseau hydrographique.

Influence hydrogéologique du drainage au droit de la parcelle drainée

Le drainage agricole, qu'il soit mis en œuvre au moyen de fossés et tranchées, ou de drains enterrés, constitue un détournement au moins partiel des eaux d'infiltration vers un réseau de collecte. L'alimentation de la nappe souterraine (nappe de la craie dans ce cas) s'en retrouve donc diminuée. La quantification de ce déficit ne semble pas faire l'objet d'études spécifiques. Néanmoins certains travaux abordant le drainage agricole traitent des aspects hydrogéologiques de cette pratique.

Une étude réalisée sur le site de Breteuil-sur-Iton (rapport BRGM R 30945) met en lien la piézométrie au droit d'une parcelle drainée avec la pluviométrie. Les résultats sont présentés en Illustration 39.

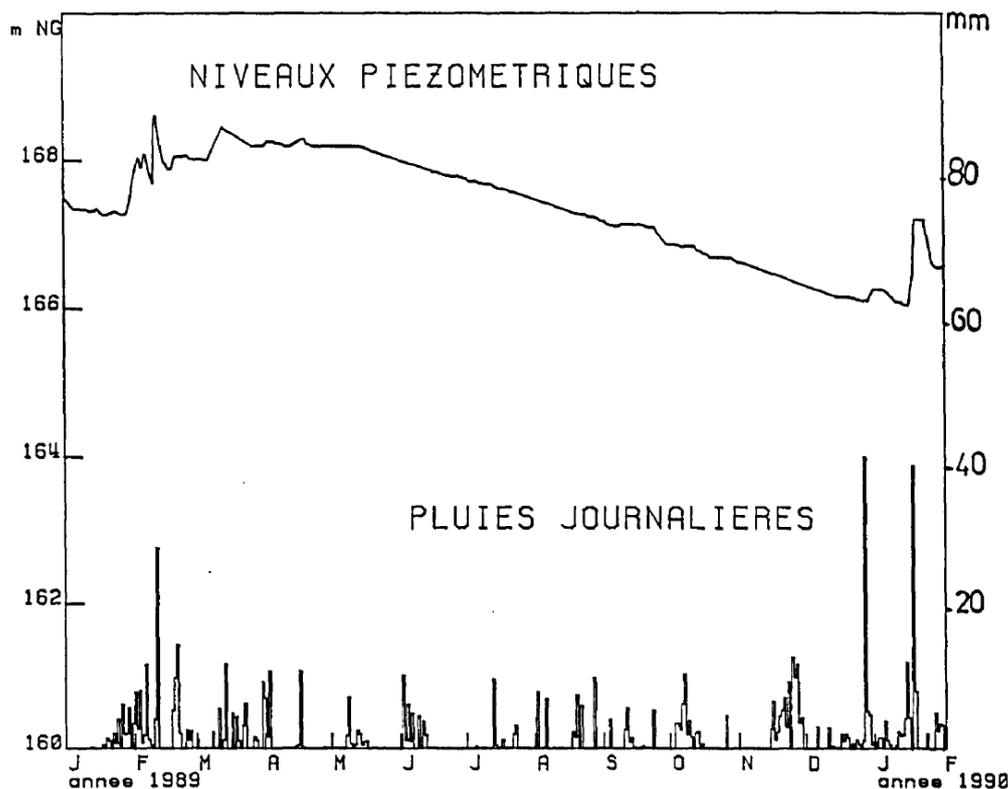


Illustration 39 : Précipitations journalières et niveau piézométrique au puits 01796X0047/F2

Malgré la mise en place d'un réseau de drainage (fossé ouvert), l'influence de la pluviométrie sur les niveaux piézométriques reste visible (voir les événements de février 1989 et janvier

1990). La mise en place du drainage datant de 1986, aucune comparaison avec la situation avant drainage n'est malheureusement permise.

Il est également nécessaire de différencier le cas où la nappe drainée est une nappe perchée temporaire de celui où il s'agit d'un aquifère régional « permanent ». Une étude réalisée sur le rôle des modifications anthropiques du sol et l'alimentation des nappes (Rapport BRGM R38852) indique que dans le cas d'une nappe perchée, donc reposant sur une couche peu perméable, l'infiltration vers un aquifère profond est probablement diminuée mais « cette infiltration est de toute manière très faible, et par ailleurs il est maintenant reconnu que le drainage augmente à terme la perméabilité des couches drainées, cela par entraînement des particules fines. L'effet résultant est donc assez complexe. »

Le déficit de la recharge des nappes souterraines induit par le drainage agricole est donc difficilement mesurable en l'état actuel des connaissances. En effet, peu de données sont disponibles à ce sujet, et ce paramètre varie probablement en fonction des caractéristiques de chaque parcelle (pluviométrie, paramètres du sol, état du réseau de drainage, ...). De plus, la simple mesure du débit à l'exutoire du réseau de drainage ne permet pas d'estimer exactement ce déficit, car un sol drainé est plus apte à l'infiltration qu'un sol non drainé.

Influence hydrogéologique du drainage à l'exutoire

L'exutoire d'un réseau d'assainissement agricole peut être un cours d'eau, ou bien un point d'infiltration vers les eaux souterraines (bétoires) lorsque la faible densité du réseau hydrographique ne permet pas un rejet aisé. Les régions karstiques sont donc particulièrement sujettes à ce dernier type de rejet (présence de nombreuses bétoires et chevelu de rivières peu dense). A titre d'exemple, l'étude hydrogéologique (rapport BRGM 72SGN217PNO) en vue de l'établissement du schéma d'assainissement agricole du Pays d'Ouche (départements de l'Eure et de l'Orne) avait recensé en 1972 130 points présentant un intérêt pour l'infiltration des eaux de drainage, sur un bassin de 940 km². Ces points pouvaient être des bétoires (points épikarstiques d'infiltration préférentielle) ou bien des sites favorables à la création de puits absorbants en milieu poreux (ici la nappe de la craie).

Les rejets au sein du réseau des eaux superficielles ne rejoignent généralement pas les eaux souterraines et représentent donc un déficit pour la réalimentation de la nappe souterraine. Les eaux de drainage rejetées dans des points d'infiltration, bien que détournées de leur parcelle d'origine, rejoignent quant à elles les réservoirs d'eau souterraine. Les puits absorbants réalisés en milieu poreux sont minoritaires du fait de leur capacité d'infiltration moindre que celles des bétoires, en lien direct avec des réseaux karstiques. L'étude hydrogéologique (rapport BRGM 72SGN217PNO) en vue de l'établissement du schéma d'assainissement agricole du Pays d'Ouche (Haute-Normandie) estimait que des forages en milieu poreux ne pourraient absorber que 1 à 3 % du débit total à évacuer.

L'effet sur la recharge des aquifères du rejet d'eaux de drainage dans les bétoires est complexe et difficile à appréhender du fait de la nature karstique des terrains associés aux bétoires. Il est toutefois probable que la contribution de ces rejets à la recharge soit minime, car les écoulements au sein des réseaux karstiques rejoignent généralement de façon rapide un exutoire qui alimente les eaux de surface. De plus, la nature karstique des terrains récepteurs entraîne souvent de fortes vitesses d'écoulement, qui ne permettent pas de réelle régulation ou de dispersion en cas de pollution accidentelle. Le risque d'érosion prématurée des conduits karstiques est également à prendre en compte, du fait de l'augmentation des débits qui y circulent.

En Haute-Normandie, un traçage colorimétrique (rapport BRGM R40880) a été réalisé depuis une bétoire située dans un fossé recevant principalement des eaux de drainage agricole. Les résultats montrent que sur 9 sites testés, 6 sites ont révélé une coloration positive. L'eau de drainage circule depuis les drains et fossés d'assainissement vers différentes sources et captages AEP via l'aquifère karstique de la craie. Les vitesses apparentes de transfert au sein du karst vont de 16 à 177 m/h.

Impacts hydrogéologiques en Haute-Normandie (thèse V. Feeny, 1993)

V. Feeny (1993) a étudié les débits aux exutoires de deux bassins versants de l'Eure : des exutoires du bassin versant des Fontaines (Brionne) et la source du bassin versant de la Grande Fontaine (Martainville).

Le bassin versant des Fontaines est situé à l'est du plateau du Lieuvin, celui de la Grande Fontaine au nord. Ce sont deux bassins composés de limons et d'argiles à silex surplombant la formation crayeuse du crétacé supérieur. Le contexte pédologique montre 4 types de sol sur le bassin versant de la Brionne : plateaux recouverts de « sols de limons épais (sols bruns faiblement lessivés à bruns lessivés) ». Les bordures des plateaux sont recouvertes « de sols de limons épais hydromorphes de type sols bruns lessivés hydromorphes à lessivés glossiques ». « A l'amorce des vallées et des pentes, des sols de limons caillouteux peu épais hydromorphes (sols bruns hydromorphes à bruns acides hydromorphes) » et « dans la vallée, sur les alluvions récentes, des sols d'alluvions fines hydromorphes ». (Feeny, 1993).

Les écoulements aux exutoires du réseau de drainage et de l'assainissement agricole ont été étudiés sur le sous-bassin de Franqueville (bassin versant de Brionne) (au niveau d'une sortie de drain nommée D1, entre 1991 et 1992) et ont été comparés avec les écoulements superficiels du système aquifère karstique de l'Aubette (Seine-Maritime) (au niveau du bassin versant de la bétoire du puits de l'Aire d'une surface de 219 ha entre 1986 et 1988) et les conclusions suivantes ont été formulées :

« Les volumes restitués à l'exutoire D1 ont été comparés aux volumes ruisselés sur le bassin du puits de l'Aire. (...) Certains résultats peuvent être présentés :

- En diminuant le volume ruisselé au profit d'un transit souterrain, **le drainage contribue à limiter l'érosion superficielle, (...)**
- Les volumes d'eau restitués à l'exutoire D1 semblent proportionnellement plus importants que les volumes ruisselés sur le bassin du puits de l'Aire, essentiellement en automne (saison de drainage intense) et en été. **Les réserves en eau du sol semblent être évacuées par le réseau de drainage**
- Les évolutions interannuelles du coefficient d'écoulement superficiel (Ces)⁵ de la ravine du fond de Corron et du coefficient de restitution (Cres)⁶ de l'exutoire D1 sont différents. Les deux périodes 86-88 et 91-92 ne sont pas identiques mais le drainage semble accentuer les valeurs extrêmes. **En saison estivale, à la suite d'un évènement pluvieux, les réactions du système se sont accrues avec le drainage. La végétation n'a pas d'effets sur la réduction des écoulements lorsque les eaux transitent par les drains. En période hivernale, la valeur du coefficient de restitution maximum (Cres) de l'exutoire de drainage (D1) a**

⁵ Ces (coefficient d'écoulement superficiel) = CR (coefficient de ruissellement pur) + CRd (coefficient de ruissellement dans les drains agricoles) d'après V. Feeny 1993

⁶ Cres (coefficient de restitution) = CR (coefficient de ruissellement) + CRd (coefficient de ruissellement dans les drains et collecteurs agricoles) d'après V. Feeny 1993

atteint des valeurs très supérieures au coefficient d'écoulement superficiel maximum, Cres max = 75%, Ces max = 30%. » (Feeny, 1993)

Un bilan hydrologique à l'échelle du bassin versant des Fontaines a permis de montrer que « la quantité d'eau entrant dans le système est nettement supérieure à celle qui sort du bassin pendant le cycle 91-92 » (Illustration 40).

ENTREES m ³	Pluie efficace	6,7 * 10 ⁶	6,7 * 10 ⁶
SORTIES m ³	Écoulement total	6,2 * 10 ⁶	4,6 * 10 ⁶
	Différence de réserves	-1,2 * 10 ⁶	

Illustration 40 : Contribution des différentes composantes du bilan hydrologique du bassin des Fontaines pendant le cycle 91-92 (Feeny, 1993)

Enfin, l'étude de la source de la Grande Fontaine, qui a consisté en l'utilisation d'un modèle stochastique afin de « mesurer l'influence du drainage agricole sur les débits de la source » (Feeny, 1993), montre que « le drainage semble donc accentuer le rôle des précipitations dans le comportement de l'exutoire de la Grande Fontaine, le système réagissant plus rapidement à la pluie du jour précédent » (Feeny, 1993).

Le comportement du bassin de la Grande Fontaine est dominé par un système karstifié très développé comparé à l'importance des réserves. Celui du bassin des Fontaines est caractérisé en premier lieu par des réserves importantes dans lesquelles le système karstifié amène quelques perturbations. » (Feeny, 1993).

Ainsi, ces études ont permis de montrer, en ce qui concerne les eaux souterraines, que :

- « Les eaux de drainage agricole détournent vers la surface une fraction des eaux infiltrées dans le sol, celles-ci rejoignent les eaux de ruissellement ;
- Les eaux superficielles (ruissellement et drainage) s'écoulent gravitairement dans les zones d'engouffrement rapide (ou bétoires) et provoquent des épisodes de crues aux exutoires (sources) des bassins » (Feeny, 1993) »

Quantification du déficit de recharge induit par le drainage

L'étude réalisée par le Cemagref (actuel IRSTEA) porte sur les parcelles potentiellement drainables des ASAD de Beaumesnil et de la Landepereuse, ainsi que sur les bassins versants concernés. Les données mesurées au cours du temps sont le taux de surface drainée du bassin, la pluviométrie (station de Grandchain), ainsi que les débits à l'exutoire du bassin. Le principe de l'étude est de calculer les coefficients de restitution du bassin (part des précipitations qui se retrouvent à l'exutoire) en fonction des années, ainsi que le taux de drainage. Le calcul des coefficients de restitution a été effectué uniquement pour les mois de décembre, janvier et février, ce qui introduit un biais vis-à-vis de l'influence du drainage (en hiver, les réseaux de drainage sont particulièrement actifs). De plus, la surface utilisée pour ramener les débits à l'exutoire à une lame d'eau est de 11,6 km² (correspondant aux zones agricoles desservies), sur une surface de bassin topographique de 23,2 km². Les résultats obtenus par le Cemagref, portant sur les années de 1974 à 1995, sont les suivants :

Taux de drainage caractéristique de la période d'observation	Coefficient maximal de restitution mensuel du parcellaire cultivé
0	13 %
0 à 30 %	35 %
30 à 60 %	47 %
60 à 100 %	> 63 %

Tableau 1 : Coefficients moyens de restitution dans les cas les plus critiques (risque maximal) et taux de drainage correspondants - Source : Nédélec, 1998

Le coefficient de restitution calculé par le Cemagref correspond à la part des eaux météoriques qui ont ruisselé en surface, additionnées à celles qui ont été interceptées par les dispositifs de drainage. Le pourcentage restant représente donc l'évapotranspiration et la recharge de la nappe souterraine. Cette étude montre que plus le taux de drainage est élevé, plus le coefficient de restitution est élevé. La quantification du déficit de recharge est donc spécifique à chaque site et au type de culture.

6.3. Impacts du drainage agricole sur la qualité des eaux

6.3.1. Mécanismes de contamination de la ressource en eau en milieu karstique

Les réseaux de drainage agricoles amènent l'eau excédentaire des parcelles agricoles vers un exutoire artificiel. Cet exutoire correspond soit à un point du réseau hydrographique, soit à un point d'infiltration karstique souvent en lien rapide avec l'aquifère. Ces points d'infiltration (bétoires) ne permettent pas l'infiltration diffuse des eaux drainées, qui sont rejetées dans des milieux fissurés où les vitesses de transfert sont fortes. La qualité des eaux souterraines est donc concernée par les mêmes substances polluantes que les eaux superficielles, c'est-à-dire certaines particules du sol ainsi que les substances utilisées pour l'agriculture. Cependant, les phénomènes impactant la qualité des eaux souterraines et superficielles peuvent différer. En effet, si la contamination des eaux superficielles se fait par simple rejet dans les cours d'eau via les réseaux d'assainissement agricoles, les mécanismes affectant la ressource en eau souterraine sont parfois plus complexes.

Pour le département de l'Eure, FEENY (1993) a étudié 4 paramètres principaux au niveau du bassin versant des Fontaines : le débit des eaux de drainage, leur concentration en nitrates, les matières en suspension (MES) et la bactériologie.

Cette étude permet d'identifier les phénomènes suivants :

- « le ruissellement : lors des épisodes de crue, les eaux superficielles s'écoulent gravitairement vers les bétoires et atteignent l'aquifère après un transit rapide par des conduits karstiques. C'est le principal processus responsable de la pollution par les matières en suspension. Le lessivage des sols : ce processus se manifeste par l'augmentation des teneurs en nitrates des eaux souterraines qui est visible sur plusieurs années. Le front de migration des nitrates dans un milieu karstique (discontinu) est irrégulier, il atteint l'aquifère par infiltration progressive dans les systèmes annexes karstifiés ou dans la zone saturée (matriciel) ;
- Le transfert de pression : c'est le processus de pollution le plus intense, il explique les plus fortes concentrations en nitrates observées lors des épisodes de crue. La propagation d'une onde de crue remobilise l'eau stockée dans les systèmes annexes karstifiés par un effet piston :
 - L'eau stockée, fortement concentrée en nitrates et faiblement chargée en coliformes totaux, est évacuée vers les exutoires,
 - L'effet piston est susceptible de remettre en suspension des particules déjà sédimentées. » (Feeny, 1993)

« Le drainage a pour effet indirect :

- De protéger l'aquifère du lessivage d'azote [et d'autres substances] à l'aplomb de surfaces drainées en détournant une fraction des eaux d'infiltration vers la surface ;
- D'augmenter sensiblement les concentrations en nitrates des eaux souterraines lors des épisodes de crues, par transit rapide dans les conduits karstiques ;
- De véhiculer des particules très fines <4,3 µm difficilement décantables provoquant de futurs problèmes de traitements des eaux destinées à l'alimentation ;
- De remobiliser le stock particulaire du sol consécutivement aux travaux, pendant une période transitoire de 2 à 5 ans. Ce stock constitue un potentiel supplémentaire de particules susceptible d'atteindre les sources. » (Feeny, 1993)

6.3.2. Qualité des eaux de drainage

Les nitrates

« Il est généralement admis que le drainage agricole engendre une augmentation des exportations en nitrate dans les eaux de surface. Cette augmentation est attribuée à des processus hydrauliques modifiés, notamment à l'augmentation de la part d'eau infiltrée dans le sol et à la diminution des temps de transfert de l'eau dans les sols. » (Billy, 2008)

« Les modifications des pratiques culturales induites par les effets directs ou plus indirects du drainage ne doivent pas être oubliées. » (Arlot, 1999) En effet, l'instauration d'un drainage agricole est souvent associée à une intensification de l'exploitation agricole et donc une augmentation de la quantité d'intrants utilisés.

« Dans les cours d'eau, l'excès de nitrate favorise les processus d'eutrophisation du milieu, correspondant à une croissance excessive d'algues et d'espèces aquatiques. Cette croissance diminue la teneur en oxygène du milieu, certains poissons et invertébrés ne sont donc plus adaptés à ces modifications du biotope. » (Tournebize et al., 2013)

Les nitrates à l'échelle de la parcelle

« La dynamique de lessivage de l'azote sous forme de nitrates par le drainage dépend de la saison :

- En saison d'amorce du drainage (juste après la minéralisation d'automne) : la concentration en nitrate dans les eaux de drainages peut augmenter brusquement avec le débit lors des épisodes pluvieux, du fait de l'entraînement des solutés en surface
- En saison de drainage intense, les pluies entraînent au contraire une dilution et donc une baisse momentanée de la concentration des eaux de drainage en nitrates. »

(Tournebize, 2008)

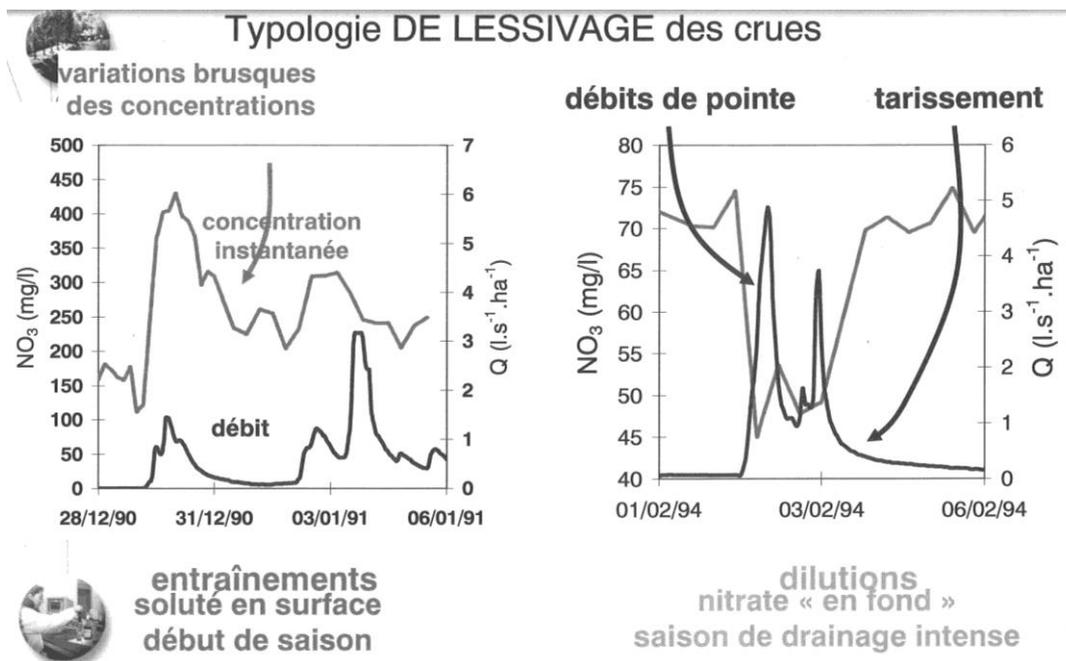


Illustration 41 : Concentration en nitrate en sortie de drain en période de crue selon la saison de drainage (Tournebize, 2008)

« La concentration en nitrate est plus élevée lors de la saison d'amorce du drainage, mais le flux de nitrate lessivé pendant la saison de drainage intense est plus important, du fait de la quantité d'eau drainée. » (Tournebize, 2008)

« De 1989 à 1997, sur le site de la Jaillière (Maine-et-Loire, France), le début de la saison exporte 39% des flux de nitrate pour seulement 23% des flux d'eau. En saison de drainage intense, 52% des flux de nitrate sont exportés pour 60% des flux d'eau. Enfin, la période printanière de récession de la nappe exporte 9% des flux de nitrate et 16% des flux d'eau (Arlot, 1999). » (Billy, 2008)

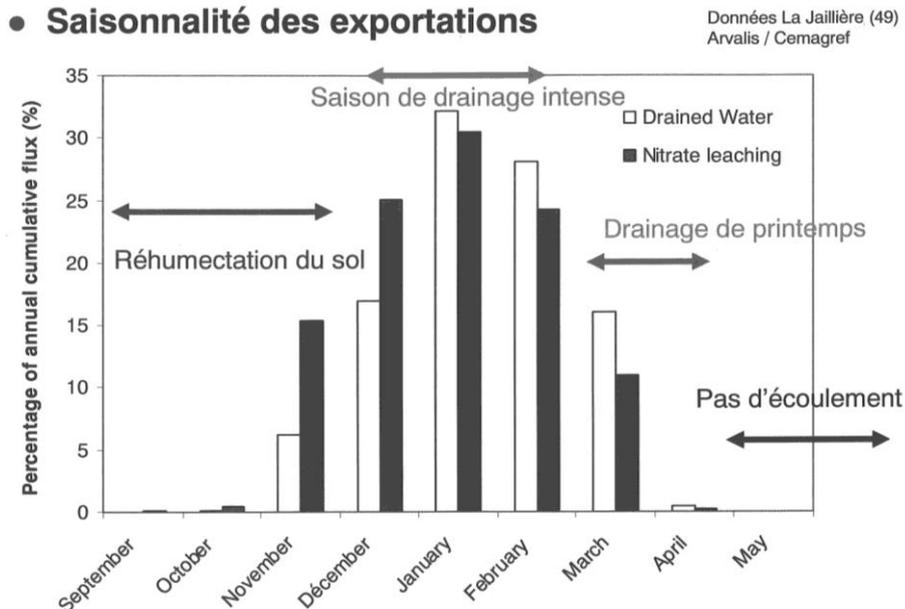


Illustration 42 : Moyenne des contributions mensuelles des flux d'une saison complète de drainage, site de la Jaillière
eau : 220 mm/saison et nitrate : 38 kg N/ha/saison, soit 76 mg NO₃/L en moyenne de 1989 à 1997 (Tournebize, 2008)

« Les concentrations en nitrate dans les eaux dépendent des phases de drainage. » La concentration moyenne annuelle en nitrate est de l'ordre de 50mg/l (voir Illustration 44), et « oscille entre 10 et 90 mg/L, selon l'intensification des pratiques agricoles » (Tournebize et al., 2013). Elle peut atteindre ponctuellement 200 mg/L.

En moyenne, le flux annuel de nitrate en sortie de drain est de l'ordre de 38 kg N/ha/an (La Jaillière entre 1989 et 1997).

Mais les quantités d'eaux drainées et les flux de nitrates annuels sont très variables :

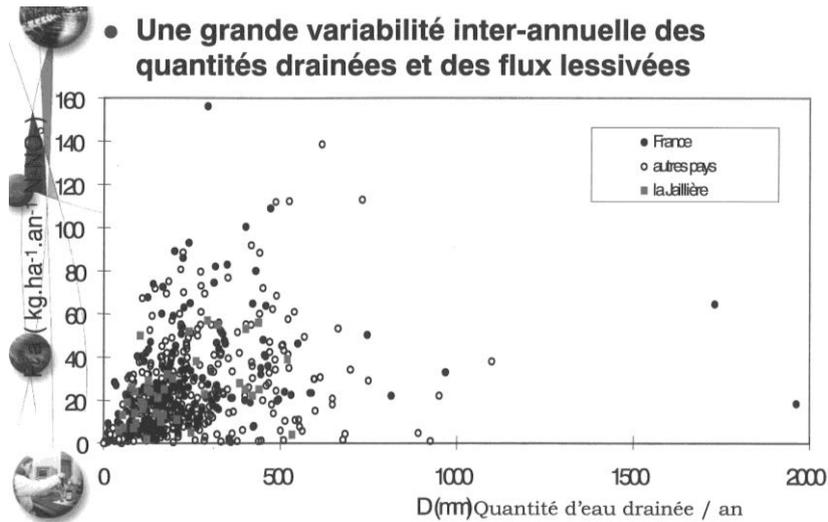


Illustration 43 : Flux annuel de nitrate en fonction de la lame d'eau drainée en kg N-NO₃/ha/an [1kg N-NO₃ = 0.226 kgN] (Tournebize, 2008)

« La quantité de nitrate lessivée au cours d'une année dépend du climat mais aussi des pratiques culturales » (Tournebize, 2008).

« La question des relations drainage/lessivage du nitrate apparaît finalement très complexe. Elle oblige à de multiples changements d'échelle dans la compréhension des processus, de l'échelle locale dans le sol, à l'échelle du système drainant, de la parcelle voire du bassin versant. » (Arlot, 1999)

Les nitrates à l'échelle du bassin versant

« Si les pratiques agricoles sont homogènes sur l'ensemble du bassin versant, si aucune pollution urbaine n'a lieu en aval, les concentrations en nitrate diminuent d'amont en aval sur le bassin versant (Tomer et al., 2003; Dolezal et Kvitck, 2004; Tiemeyer et al., 2006).» (Billy, 2008)

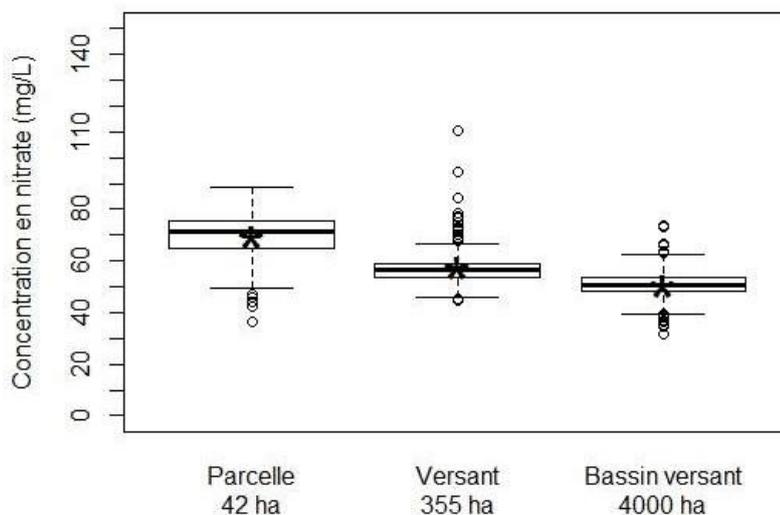


Illustration 44 : Gamme des concentrations en nitrate en sortie de versant drainé selon leur surface croissante (de 42 à 4000 ha) (données Irstea, Tournebize, 2015).

oxygène qui fait que certaines bactéries utilisent les nitrates comme source d'oxygène en pratiquant la dénitrification.

Cependant il existe des exemples de bassins agricoles drainés où la dénitrification a encore lieu : « Une forte rétention d'environ 20-30 kgN/ha est confirmée dans les sols de bas de versant tandis que la rétention benthique représente une part minoritaire de la rétention en azote, moins de 15%, sur l'ensemble du bassin versant. Malgré la présence d'un réseau de drainage très dense, dont on s'attendait à ce qu'il réduise fortement les possibilités de rétention/élimination des nitrates d'origine agricole, le bassin étudié est le siège d'une importante dénitrification, en particulier dans les zones de bas de versant. L'hydromorphie des sols, présente malgré le réseau de drainage, semble être un facteur d'importance majeure de la rétention de l'azote. » (Billy, 2008)

Particularités du transfert de nitrates en Haute-Normandie

« Dans le contexte karstique du département de l'Eure, le drainage a pour effets indirects :

- De protéger l'aquifère du lessivage d'azote à l'aplomb des surfaces drainées en détournant une fraction des eaux d'infiltration vers la surface,
- D'augmenter les concentrations en nitrates des eaux superficielles dans lesquelles se rejettent les eaux de drainage,
- D'augmenter sensiblement les concentrations en nitrates des eaux souterraines lors des épisodes de crues, par transit rapide dans les conduits karstiques,
- D'améliorer l'assimilation de l'azote du sol par les plantes,
- De diminuer les conditions d'anoxie dans les sols, conditions qui sont favorables à la dénitrification. » (Feeny, 1993)

« Les exportations d'azote correspondant aux surfaces cultivées non drainées peuvent être évaluées à 4,61 kg de N/ha/an. Les exportations d'azote sont de 7,55 kg de N/ha/an pour les surfaces drainées, soit un supplément de 39% » (comparaison entre le bassin versant des Fontaines non drainé et le bassin versant de Franqueville drainé, Feeny, 1993).

« La chronique des concentrations en nitrates, débutée en 1979, montre une dérive positive à la source des Fontaines. Les concentrations ont augmenté, passant de 15,2 mg/l en 1979 à 18,9 mg/l en 1991. Les variations interannuelles pendant la période d'étude présentent des écarts de 10 mg/l.

Les concentrations en nitrates varient essentiellement en période hivernale, cependant aucune relation nette n'a pu être établie avec les variations de débits. Les exportations durant le cycle 91-92 ont atteint 5,3 kg de N/ha/an.

L'analyse des épisodes de crue permet de mettre en évidence :

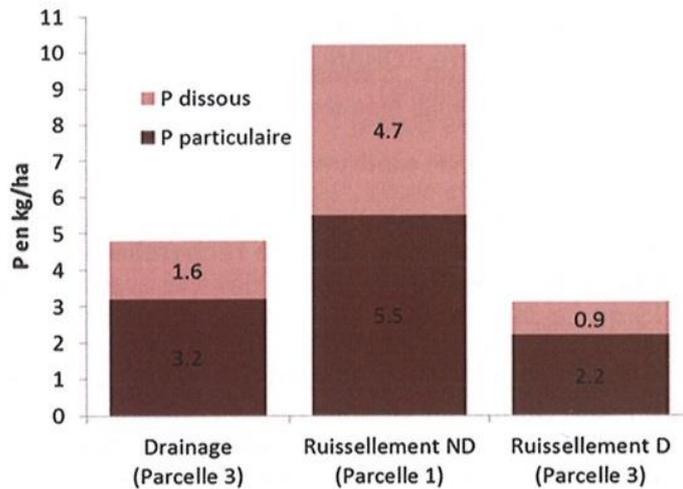
- L'impact sensible des arrivées des eaux de surface sur les eaux de la source ;
- L'augmentation des concentrations en nitrates approchant parfois 25 mg/L. » (Feeny, 1993).

Exemple sur une campagne à la station de mesure de la Gastine dans le Pays d'Ouche, implantée à l'aval d'un bassin versant exclusivement agricole de 34,5 ha entièrement drainé :

« Les concentrations en nitrates dans les eaux de drainage pour la campagne 2005 / 2006 sont comprises entre 80 et 130 mg/l, pour un flux exporté de 39kg N-NO₃/ha [9kg N/ha/an]. » (Pivain, 2006)

Le phosphore

« Les apports diffus de phosphore sont déterminés à travers deux processus majeurs de transfert, le lessivage par le drainage et l'érosion (Haygarth & Jarvis, 1999; Kronvang *et al.*, 2000). » (Nemery *et al.*, 2003)



*Illustration 46 : Répartition des flux de P-dissous et particulaire selon les voies de transferts d'eau. Exemple des parcelles 1 (ND = non drainée) et 3 (D = drainée), flux cumulés sur 7 ans, de 2004 à 2012. Dispositif PCQU, station ARVALIS de la Jaillière (44) (Dutertre *et al.*, 2014)*

Sur le site Arvalis de la Jaillière, les parcelles cultivées non drainées affichent des pertes plus importantes que les parcelles drainées. Concernant le P-particulaire, les flux sont 1,5 à 2 fois supérieurs à ceux du P-dissous et suivent les mêmes tendances en termes de répartition ruissellement/drainage selon les parcelles. » (Dutertre *et al.*, 2014)

« En parcelles drainées, une majorité du flux passe par les eaux de drainage. Cependant, étant donné le faible volume ruisselé dans ces situations, les eaux de ruissellement affichent la concentration en P-dissous la plus forte et peuvent être le vecteur ponctuel de flux important.

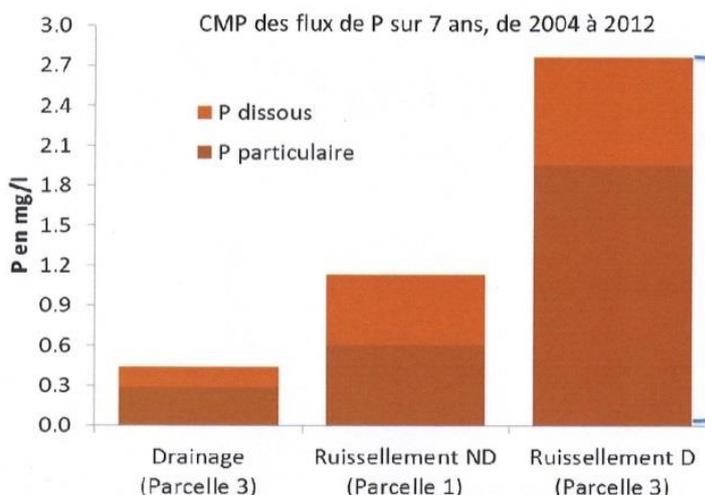


Illustration 47 : Concentrations en P-dissous et particulaire selon les voies de transfert d'eau. Exemple des parcelles 1 (ND = non drainée) et 3 (D = drainée) de 2004 à 2012. Dispositif PCQE, station ARVALIS de la Jaillière (44) (Dutertre et al., 2014)

« Les flux transférés par les drainages artificiels ne sont pas négligeables, jusqu'à 0,5, parfois 1 kg P-total/ha/an, selon Jordan-Meille (1998) dans le bassin du Léman, bien que dans certains cas inférieurs aux pertes dues au ruissellement sur témoin non drainé (Castillon, communication personnelle). » (Dorioz et al., 2008)

« Dans les bassins agricoles [non drainés], les pertes moyennes augmentent très nettement des herbages aux cultures. Les flux spécifiques des zones d'herbage se situent en général en-dessous de 0,4kg P-total/ha/an (les formes dissoutes sont dominantes). La présence de cultures dans un bassin se traduit presque toujours par une hausse nette des flux exportés, principalement sous l'effet d'une accentuation de l'exportation de formes particulaires. Les pertes moyennes des zones cultivées varient de 0,7 à 2,5 kg P-total/ha/an. » (Dorioz et al., 2008)

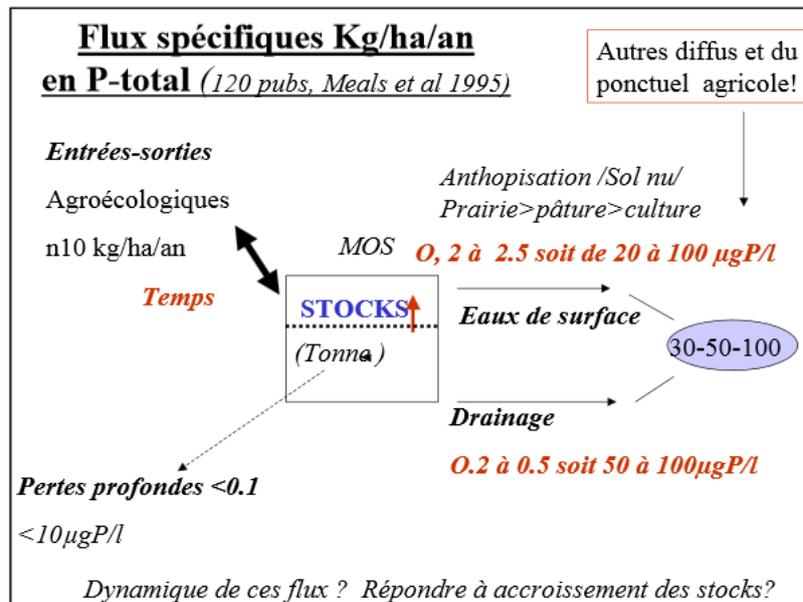


Illustration 48 : Ordres de grandeur des flux spécifiques de Phosphore (kg/ha/an) – Source : Dorioz, 2007

Des flux beaucoup plus faibles ont cependant été observés en sortie de collecteur de drain en Seine-et-Marne :

« Un flux spécifique de P à la sortie d'un collecteur de drain a été calculé à partir d'une chronique de 7 années de mesures réalisées par le CEMAGREF (Riffard *et al.*, 2002). Les flux spécifiques moyennés sur des années pluvieuses et sèches à la sortie du collecteur de drain, sont de 0,04 kg de P-dissous/ha/an et 0,08 kg de P-particulaire/ha/an. » (Némery *et al.*, 2003)

Résultat de mesure de phosphore en Haute-Normandie

Les résultats mesurés à la station de mesure de la Gastine dans le Pays d'Ouche, implantée à l'aval d'un bassin versant exclusivement agricole de 34,5 ha entièrement drainé montrent que les concentrations en phosphore total dans les eaux de drainage pour la campagne 2005 / 2006 sont comprises entre 0,02 et 0,16 mg/l. Les résultats montrent un lien entre la teneur en MES et les exportations de phosphore (Pivain, 2006).

Les pesticides

Les pesticides à l'échelle de la parcelle

« Il a été observé expérimentalement des transferts rapides de produits phytosanitaires à travers le sol vers le drain (Flury, 1996 ; Kladvko *et al.*, 2001 ; Novak *et al.*, 2003). Le facteur explicatif le plus communément admis est le passage par le réseau macroporal du sol (Kladvko *et al.*, 2001). Les travaux expérimentaux de Arlot (1999) et Paris (2004) ont également montré que dans le cas de sols peu profonds, la présence de drainage entraîne de forts gradients hydrauliques bidimensionnels à proximité du drain, qui peuvent accélérer le transfert de produits sans recourir à l'hypothèse des macropores. » (Branger, 2007)

« Les exportations en pesticides dans les eaux de drainage sont souvent de l'ordre de quelques grammes par matière active appliquée, par hectare et par an. En général, les flux annuels de chaque matière active sont inférieurs à 1% de la dose appliquée. » (Tournebize *et al.*, 2013)

Les résultats sur la station d'Arvalis La Jaillière montrent qu'en parcelle non drainée, l'eau excédentaire s'évacue par ruissellement. Malgré des volumes écoulés plus faibles qu'en drainage, cette eau est plus chargée en matières en suspension, composée de particules de sol et de colloïdes organiques sur lesquels se fixent préférentiellement les résidus de produits phytosanitaires. » (Bodilis et al., 2014)

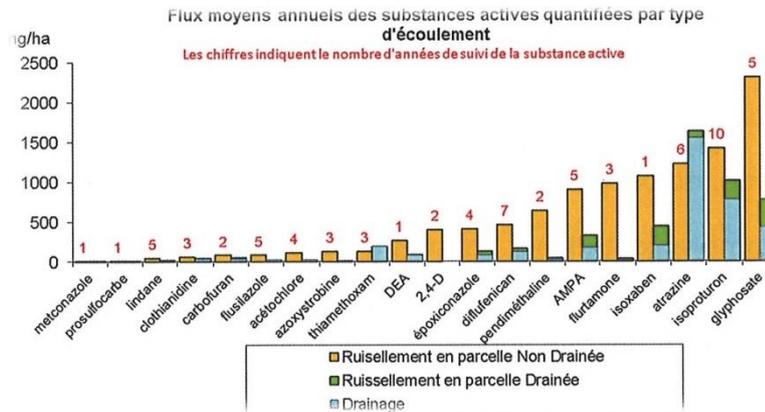


Illustration 49 : Flux moyens annuels des substances actives quantifiées par type d'écoulement (Bodilis et al., 2014)

« Le type d'écoulement à l'origine du transfert des pesticides influe fortement sur l'ampleur de ces transferts en fonction du niveau de contact et donc de filtration possible par le sol. En terme de niveau de contamination à l'échelle parcellaire, le ruissellement de surface est l'écoulement potentiellement le plus contaminé (de l'ordre de 100 à 1 000 µg/l) [atrazine excepté], alors qu'en eaux de drainage agricole et en lixiviats les teneurs maximales sont de l'ordre de 100 µg/l. » (Le Henaff et al., 2014)

Une pluie drainante juste après application génère un pic de concentration élevé : appliquée juste avant une période d'écoulement, on relève des pics de concentration pour les substances actives mobiles dans les semaines qui suivent l'application, puis une décroissance progressive plus ou moins rapide en fonction des conditions du milieu (sol, climat) et des caractéristiques propres à chaque molécule. (Bodilis et al., 2014)

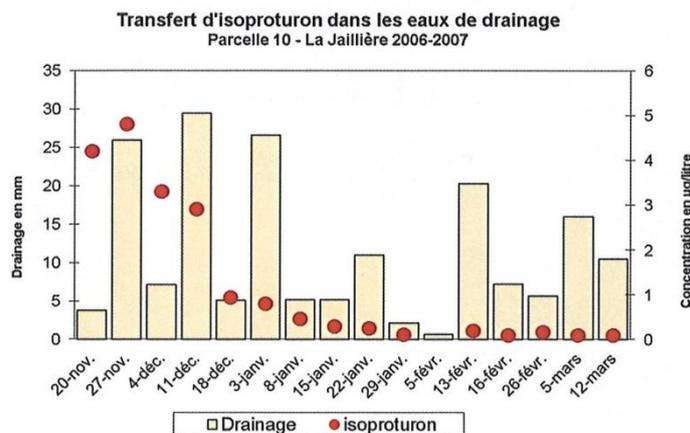


Illustration 50 : Transfert d'isoproturon dans les eaux de drainage (Bodilis et al., 2014)

Des mesures en sortie de 5 parcelles drainées d'environ 2,5 ha chacune isolées hydrauliquement au lycée agricole de Metz de 1992 à 1995 (suivi sur atrazine, dééthylatrazine, bentazone, carbofuran, isoproturon) ont confirmé que les conditions climatiques et en particulier la pluviométrie qui suit le traitement influent fortement sur les risques de flux des différentes matières actives dans les eaux de drainage. » (Antoine, 1998)

D'autres paramètres influencent le transfert des produits phytosanitaires par le drainage :

- Travail du sol : impact différent selon la période d'application ;
- Saturation en eau du sol : les substances actives appliquées en période d'écoulement (hiver) sont plus exposées au transfert ;
- Mobilité du produit. » (Bodilis et al., 2014)

« Le temps est l'allié principal de la dégradation des pesticides ». (Tournebize, 2008)

Les pesticides à l'échelle du bassin versant

« Selon le milieu et la configuration, les fossés peuvent soit fonctionner en infiltration (Marofi, 1999), soit en drainage (Acamiade, 2004, Branger, 2003). Dans le premier cas, les écoulements sont ralentis, dans le second, ils sont plutôt accélérés. De plus, on a pu mettre en évidence l'influence du substrat des fossés sur les capacités de rétention des pesticides (Margoum, 2003 ; Margoum et al. 2003, 2006). » (Branger, 2007)

Les concentrations en pesticides diminuent de l'échelle de la parcelle à celle du bassin versant.

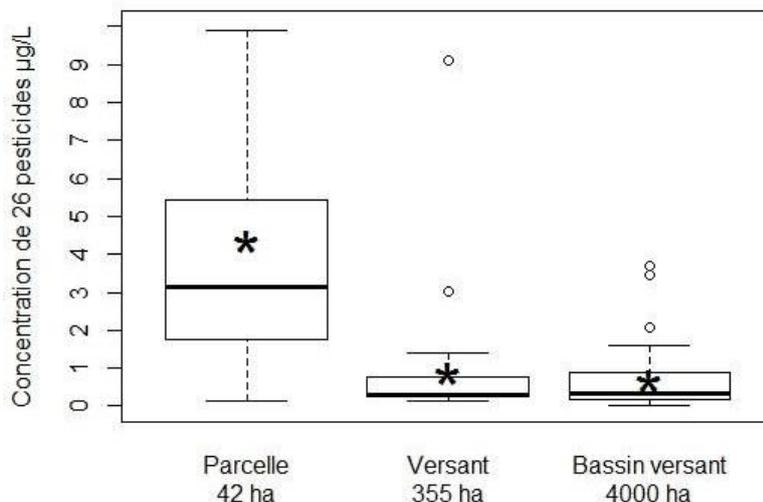


Illustration 51 : Gamme des concentrations en pesticides en sortie de versant drainé selon leur surface croissante (de 42 à 4000 ha) (données irstea, Tournebize, 2015).

De plus, les concentrations mesurées dans les eaux de drainage et les cours d'eau sont très variables selon les molécules.

En conclusion, le drainage modifie les voies de transfert des pesticides. En parcelle drainée, le transfert s'effectue principalement via les eaux de drainage, à la place du ruissellement en parcelle non drainée. Les actions à mettre en place pour réduire l'impact des pesticides sur la ressource en eau sont donc différentes selon que le bassin d'alimentation est drainé ou non.

Les matières en suspension

MES à l'échelle de la parcelle

Les travaux de Penven et al. (1998) ont permis de quantifier les exports de MES par le drainage dans un bassin versant rural de la Brie :

« Même si les flux spécifiques annuels évacués par le réseau de drainage sont relativement modestes (*maximum de 0,24 t/ha/an en année humide*), ces exportations sont chroniques. De plus, Mercier (1998) a montré qu'il s'agit des particules les plus fines et donc les plus réactives du sol d'un point de vue agronomique. En l'absence de réseau de drainage enterré, celles-ci étaient lessivées depuis l'horizon Ap⁷ pour s'accumuler au sein de l'horizon Btg⁸. Désormais elles peuvent être évacuées hors du profil du sol, modifiant ainsi le processus naturel de la pédogenèse. » (Penven et al., 2000)

Les facteurs naturels et anthropiques influençant les rythmes de production et d'exportation de MES par le drainage agricole sont les suivants :

- abondance et rythmicité de la pluie,
- état hydrique du sol,
- chemins empruntés par les eaux d'infiltration (fissures, macro et microporosité),
- temps de contact eau / particules du sol,
- extension de la croûte de battance,
- pratiques culturales. » (Penven et al., 2000)

MES et drainage en Haute-Normandie

« D'après V. Feeny (1993), dans le contexte karstique du département de l'Eure, le drainage a pour effets :

- une charge globale en matières en suspension des eaux de drainage plus faible que celle des eaux de ruissellement ;
- de véhiculer des particules très fines (< 4,3 µm) difficilement décantables provoquant de futurs problèmes de traitement des eaux destinées à l'alimentation ;
- De remobiliser le stock particulaire du sol consécutivement aux travaux, pendant une période transitoire de 2 à 5 ans. Ce stock constitue un potentiel supplémentaire de particules susceptible d'atteindre les sources. » (Feeny, 1993)

D'après Pivain (2006) ; qui a étudié la station de mesure de la Gastine dans le Pays d'Ouche (implantée à l'aval d'un bassin versant exclusivement agricole de 34,5 ha entièrement drainé), les concentrations en MES dans les eaux de drainage pour la campagne 2005 / 2006 sont comprises entre 0 et 60 mg/l. Les débits les plus importants ne sont pas ceux qui ont exporté le plus de MES.

Cette problématique fait actuellement l'objet de recherche toujours en cours comme c'est le cas au Sud de Tours (Foucher et al. 2014 et 2015).

⁷ Ap = horizon de surface, perturbé par le travail de l'homme, comme la culture, l'abattage des arbres et l'habitation

⁸ Btg = Horizon compact, d'accumulation d'argile avec alternance de réduction et d'oxydation

6.4. Mesures compensatoires et correctives possibles

6.4.1. Mesures compensatoires sur l'hydrologie

Pour limiter les effets sur le régime hydrologique lié aux épisodes les plus importants, il est possible de mettre en place un certain nombre de mesures compensatoires face à une augmentation du taux de drainage.

A titre d'exemple, différentes possibilités ont été énoncées sur un cas particulier par Y.Nedelec, (1998) :

- Drainage contrôlé : le contrôle du drainage peut s'effectuer par relevage du débouché du collecteur par un tube coudé, ou bien par le maintien d'un niveau d'eau élevé dans les émissaires au moyen de vannes ou batardeaux afin de limiter les débits écoulés ;
- Retenues dispersées et redimensionnement des réseaux : cette méthode se base sur le principe qu'il est préférable, en termes de gestion et de sécurité, de répartir un volume d'eau à stocker sur le cours du réseau d'assainissement plutôt qu'en un point unique. Ce stockage temporaire peut s'effectuer via un ennoisement de fonds de vallons, un redimensionnement général du réseau ou des ouvrages de retenue dispersés ;
- Mise en place de bassins isolés de stockage temporaire : des ouvrages peu nombreux et de grande capacité permettent d'écrêter les crues les plus importantes engendrées par l'augmentation du taux de drainage d'un bassin ;
- Absence de drainage : le choix d'un maintien en l'état de parcelles non drainées peut se justifier dans certaines situations à risque élevé (mise en connexion directe de captages AEP et de parcelles par leur drainage, drainage de nappes souterraines permanentes contribuant à la rétention de crues).

6.4.2. Mesures correctives et compensatoires sur la qualité des eaux de drainage

En premier lieu, il convient toujours de mettre en place des mesures préventives en adaptant les pratiques culturales pour limiter les départs de nitrates, de produits phytopharmaceutiques et MES, par le choix des dates d'application, des doses, des produits, des couverts et toute technique adaptée.

Ensuite, après avoir réalisé un diagnostic de territoire et vérifié l'adéquation entre les problèmes et les solutions, il est possible de mettre en place des Zones Tampons pour réduire les transferts d'azote et de produits phytopharmaceutiques. Ces dispositifs sont décrits sur le site internet de l'ONEMA : <http://zonestampons.onema.fr/>

Un guide technique Onéma-Irstea (C. Catalogne , G.Le Henaff 2015) d'Aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole est disponible sur le site.

Dans le cas du drainage, les objets les plus appropriés sont les Zones tampons Humides Artificielles. L'Onéma définit ces objets comme des ouvrages rustiques, spécifiquement aménagés à l'aval d'un réseau de collecte d'écoulements concentrés (fossés, drains agricoles) pour stocker temporairement l'eau et favoriser son épuration avant qu'elle ne soit renvoyée au milieu aquatique récepteur. La présence d'eau stagnante favorise l'implantation rapide d'espèces végétales spécifiques des zones humides. Ainsi, les macrophytes comme le roseau, le scirpe, la massette, les nénuphars sont particulièrement adaptés pour leur résistance aux grandes variations de hauteur d'eau. Les zones tampons humides artificielles peuvent être des mares et étangs, des fossés et leur aménagement, des ouvrages de rétention et remédiation, et

des retenues collinaires. « Le temps de rétention des eaux est un facteur crucial qui exige une gestion fine des entrées et des sorties en fonction de l'hydrologie du milieu et des dimensions de l'ouvrage. » (Kchouk, 2015).

La mise en place de Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA) a été expérimentée avec un certain succès par IRSTEA (J. Tournebize 2013-2015).

D'après les résultats scientifiques des programmes Arwet et Phytoret sur les transferts de produits phytosanitaires (J. Tournebize), l'abattement est de l'ordre de 80 à 90%, mais variable entre 40 et 100% selon la substance et le type de dispositif.

Un guide technique à l'implantation des ZTHA pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage ; cas du Département de la Seine et Marne (J Tournebize IRSTEA 2015) est disponible. Il détaille toutes les étapes et fournit les recommandations nécessaires à la mise en place de ce type de zones tampons.

Ces dispositifs, bien que forts de résultats positifs dans la littérature, rencontrent souvent des réticences de la part des agriculteurs. Les principales raisons à cela sont l'emprise foncière de ces zones humides sur les parcelles et la gestion de celles-ci qui doit être effectuée par les exploitants eux-mêmes. Face à ces difficultés, le Lisode et Irstea ont conçu un outil basé sur la méthode des jeux de rôle pour instaurer un dialogue territoriale innovant afin de favoriser l'émergence de solutions de ce genre. (M. Bourgeois et al 2015)

Conclusions

Concernant l'impact hydrologique du drainage sur les épisodes de crue, il s'apprécie par rapport à la situation initiale (prairie ou parcelle cultivée non drainée, présence ou non d'un réseau hydrographique dans le bassin versant avant drainage).

A l'échelle d'un bassin versant agricole (cas du BV de 710 ha drainé à 80% en Seine-et-Marne), il faut distinguer trois phases, selon la période de retour de l'évènement (Hénine et al., 2012) :

- « Phase 1 : accentuation des crues pour les périodes de retour compatible avec le dimensionnement du réseau de drainage (un à deux 2 ans). Le drainage a un impact négatif en accélérant la propagation de la crue ;
- Phase 2 : autolimitation et stockage dans le réseau ou les parcelles, pour les crues de période de retour entre cinq et dix ans, le drainage a un impact positif en atténuant la propagation de la crue ;
- Phase 3 : au-delà d'une période de retour de dix ans, l'hydrosystème étant saturé, le drainage ne montre plus d'impact. »

L'impact dépend aussi du dimensionnement du réseau d'assainissement collectif, car tout surdimensionnement pourrait atténuer voire supprimer les effets positifs du drainage observés pour certains régimes à l'échelle de la parcelle s'il n'existe pas de mesures compensatoires. A l'inverse, la mise en charge du réseau limite le débit en sortie de parcelle drainée, et peut même entraîner une rétention temporaire de l'eau dans le système drainant. Le dimensionnement du réseau est un facteur de premier plan vis-à-vis de l'impact du drainage sur l'hydrologie et sur les crues. Concernant l'impact du drainage agricole sur la recharge des nappes phréatiques, il est relativement difficile à estimer et peu étudié. Néanmoins on peut retenir que :

- Le drainage concerne la plupart du temps des nappes perchées temporaires de plateau. Dans ce cas, la recharge initiale de l'aquifère profond au droit de la parcelle est souvent déjà très faible avant drainage (présence d'une couche imperméable de type argile), de plus le drainage peut à terme augmenter l'infiltration par entraînement des particules fines du sol. Toutefois, dans les secteurs karstiques, ces nappes perchées temporaires sont souvent drainées naturellement par les bétouilles et participent dans ce cas à la recharge de la nappe souterraine.
- Dans les cas où il n'y a pas de couche imperméable au droit de la parcelle drainée, le drainage diminue effectivement la recharge de la nappe souterraine, mais dans une mesure difficile à évaluer car aucune étude spécifique ne semble avoir été menée pour le moment.
- Le rejet des eaux de drainage, s'il n'est pas fait dans les eaux de surface, est souvent réalisé au sein d'un réseau karstique. Les eaux transitent alors rapidement vers un exutoire pour rejoindre le réseau hydrographique.
- Seuls les rejets en points d'infiltration en milieu poreux rechargent réellement la nappe souterraine. Mais ils sont bien souvent limités par la capacité d'infiltration des terrains, souvent faible car peu fissurés.

Concernant l'influence du drainage sur la qualité des eaux, il dépend de l'état initial avant drainage (parcelle déjà cultivée ou non). Les principaux impacts, par composé, peuvent être décrits comme suit :

- Le drainage modifie les voies de transfert des nitrates : au lieu de s'infiltrer en profondeur vers la nappe, ils sont captés par le réseau de drainage et transportés dans le réseau de surface (vers un cours d'eau, ou par exemple une bétouille en milieu karstique). De plus le transport par drain réduit le temps de transfert et donc limite la dénitrification sur le parcours de l'eau.

- Les concentrations et les flux de nitrates mesurés dans les eaux de drainage dépendent de la phase de drainage : la concentration en nitrate est plus élevée lors de la saison d'amorce du drainage, mais le flux de nitrate lessivé pendant la saison de drainage intense est plus important, du fait de la quantité d'eau.
- Le drainage limite le ruissellement, qui est la voie principale d'export de phosphore. Les flux de phosphore exportés par le drainage ne sont cependant pas négligeables.
- Le drainage modifie également les voies de transfert des pesticides. En parcelle drainée, le transfert s'effectue principalement via les eaux de drainage, à la place du ruissellement en parcelle non drainée. Les actions à mettre en place pour réduire l'impact des pesticides sur la ressource en eau sont donc différentes selon que bassin d'alimentation est drainé ou non.
- Les eaux de drainage sont moins concentrées en matières en suspension que les eaux ruisselées, néanmoins elles comportent des matières plus fines ($< 4,3 \mu\text{m}$) difficilement décantables et donc potentiellement dangereuses si elles atteignent des captages AEP. De plus, les travaux de drainage sont susceptibles de remobiliser le stock de particules fines du sol durant plusieurs années.

Il faut également considérer que la mise en place d'un réseau de drainage s'accompagne souvent d'une intensification de l'exploitation agricole, et donc d'une augmentation des intrants.

De plus, les réseaux de drainage peuvent aussi collecter des eaux de ruissellement de routes ou de zones urbanisées (risque de pollution par les hydrocarbures et les métaux lourds), d'eaux usées, de jus d'ensilage ou de fumier (pollution bactériologique, matière organique).

Les rejets des eaux de drainage en milieu souterrain étant souvent opérés au sein d'un réseau karstique, la contamination du milieu émissaire est alors très proche de celle observée lors d'un rejet en eaux superficielles.

7. Conclusions et perspectives

Cette première phase du projet de mise en place d'une base de données sur le drainage agricole en Haute-Normandie a mis en évidence qu'il reste encore de nombreuses données sur le drainage agricole en Haute-Normandie, prouvant ainsi l'intérêt d'une démarche de recensement et de sauvegarde. Ces données sont toutefois dispersées dans les archives des différents services de l'Etat et les collectivités locales, et sont très diverses du point de vue de leur support (papier, numérique) et de leur format. Un important travail de collecte, d'harmonisation et de mise à disposition est donc nécessaire.

Les données les plus détaillées et les plus fiables se trouvent dans les dossiers de maîtrise d'œuvre, et en particulier dans les plans d'exécution et de récolement. Pour le drainage réalisé avec des subventions publiques, ces documents sont majoritairement conservés dans les archives des services de l'Etat. Cependant, ils sont menacés et certains ont déjà disparus (plans de récolement des réseaux de collecte publics dans l'Eure).

Un travail de numérisation des surfaces drainées et des réseaux de collecte publics a déjà été réalisé dans l'Eure. Cependant, ce recensement ne porte que sur leur localisation et pas sur leurs caractéristiques.

Il a été décidé de réaliser la base de données en s'appuyant sur les données existantes du SIG de la DDTM 27. La méthode retenue pour le reste du programme part de ce choix très important. Une priorité a été donnée par le Comité de pilotage de recenser en priorité le drainage sur le département de l'Eure : le travail y a déjà été commencé et les archives papier ainsi que la mémoire du drainage risquent de disparaître à court terme.

Une analyse des informations contenues par les différents plans et documents d'archive a permis de concevoir une architecture pour cette base de données.

Les différents objets qui seront bancarisés ont été retenus et définis :

- Les zones drainées et les unités drainées
- Les réseaux de collecte et les tronçons de réseaux de collecte
- Les ouvrages annexes
- Les entrées annexes
- Les exutoires
- Les documents associés
- Les maitres d'ouvrages

Pour chacun des objets listés précédemment des champs descriptifs ont été définis.

Une architecture de la base donnée a été définie et validée et une estimation des temps nécessaires à la saisie a été réalisée.

Enfin, une synthèse bibliographique préliminaire a été réalisée sur le fonctionnement et l'impact des réseaux de drainage. Elle montre que le drainage conduit à des modifications de l'infiltration et de l'écoulement, qui se répercutent pour partie sur les masses d'eau. Cette synthèse a également mis en évidence que l'impact des réseaux de drainage sur les processus de recharges des eaux souterraines a été encore très peu étudié.

La phase 2 de ce programme consistera à :

- construire la base de données sur la base du modèle de données défini en phase 1 ;
- développer un outil web de saisie en ligne de la base de données ;
- développer un espace de consultation, de valorisation et de mise à disposition de ces données sur le SIGES Seine-Normandie ;
- bancariser les données de drainage sur une zone pilote retenue par le comité de pilotage : le bassin versant de la Charentonne.

8. Bibliographie

- Antoine, V., 1998. Traitements phytosanitaires et qualité des eaux de drainage. Agences de l'Eau
- AREAS, 1996. Etude d'impact préalable au drainage de Bosc Renoult en Ouche.
- Arlot M.P., 1999. Nitrates dans les eaux : Drainage acteur, drainage témoin? Les enseignements d'une approche hydrologique et hydraulique (Thèse)
- Billy C., 2008. Transfert et rétention d'azote à l'échelle d'un bassin versant artificiellement drainé (Thèse)
- Bodilis A.M., Dutertre A., Perreau J.M., Real B. (Arvalis), 2014. Limiter les pollutions diffuses par les produits phytosanitaires : caractériser et quantifier les phénomènes de transfert des minéraux et des produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle agricole. Journée de synthèse scientifique Transferts à Rennes (07/02/2014)
- Bourgeois M., Dionnet M., Rougier J;E., Imache A., Billy C., Tournebize J., Bouarfa S, 2015. Un dialogue territorial innovant pour contribuer à la réduction des pollutions diffuses au niveau d'un territoire. In : Science Eaux et Territoires n° 17, 4p.
- Branger F., 2007. Utilisation d'une plate-forme de modélisation environnementale pour représenter le rôle d'aménagements hydro-agricoles sur les flux d'eau et de pesticides (Thèse)
- BRGM, 1972. Assainissement du Pays d'Ouche (Eure et Orne). Etude hydrogéologique. Rapport 72 SGN 217 PNO, 37p., 3 ill., 4 ann.
- BRGM, 1972. N. Desprez et Cl. Martins. Protection des captages de la ville de Paris dans la région de la Ferté Vidame (Eure-et-Loire) rapport BRGM 72-SGN-323 BDP. 18p., 5 ann.
- BRGM, 1990. Dénitrification provoquée des eaux de drainage agricole. Site de Breteuil-sur-Iton (27). Rapport R 30945
- BRGM, 1990. Y. Genin et Ph. De la Quèrière. Evacuation des eaux de drainage agricole en milieu karstique. Recherche de normes et de méthodes – Investigation sur le site de Fresnay le long (76). Rapport BRGM R31438 HNO 4S90. 30p., 1 ill., 1 ann.
- BRGM, 1999. Pierre Jacquot. Traçage colorimétrique sur la commune de Grandchain – Eure. Rapport BRGM R40880, 12 p., 1 fig.
- Catalogne C., Le Henaff G. 2015: guide d'aide à l'implantation des zones tampons pour l'atténuation des transferts de contaminants d'origine agricole. ONEMA-IRSTEA ; 69p
- <http://zonestampons.onema.fr/mettre-en-place-une-zone-tampon>
- Castany G., Margat J., 1977. Dictionnaire français d'hydrogéologie. Editions du BRGM
- Cauchie P., Kuhn S., 2005. Drainage et zones humides du bassin Seine-Normandie : Bilan et perspectives – Rapport final. Agence de l'Eau Seine-Normandie
- Concaret J. (dir. scientifique), 1981. Drainage agricole – Théorie et pratique. Chambre d'agriculture régionale de Bourgogne
- Dahl M., Nilsson B., Langhoff J.H. et al., 2007. Review of classification systems and new multi-scale typology of groundwater-surface water interaction. Journal of Hydrology
- Daum J.R., 1997. Influence des modifications anthropiques de la couverture du sol sur l'alimentation des nappes d'eau souterraine. Rapport BRGM R 38852, 41 p.
- Doctrine d'instruction des dossiers de drainage agricole – Haute-Marne - Mission Inter-services de l'Eau et de la Nature de la Haute-Marne)
- Dorioz J.M. et Trevisan D., 2008. Le transfert diffus du phosphore dans les bassins agricoles : ordres de grandeur, mécanismes, maîtrise

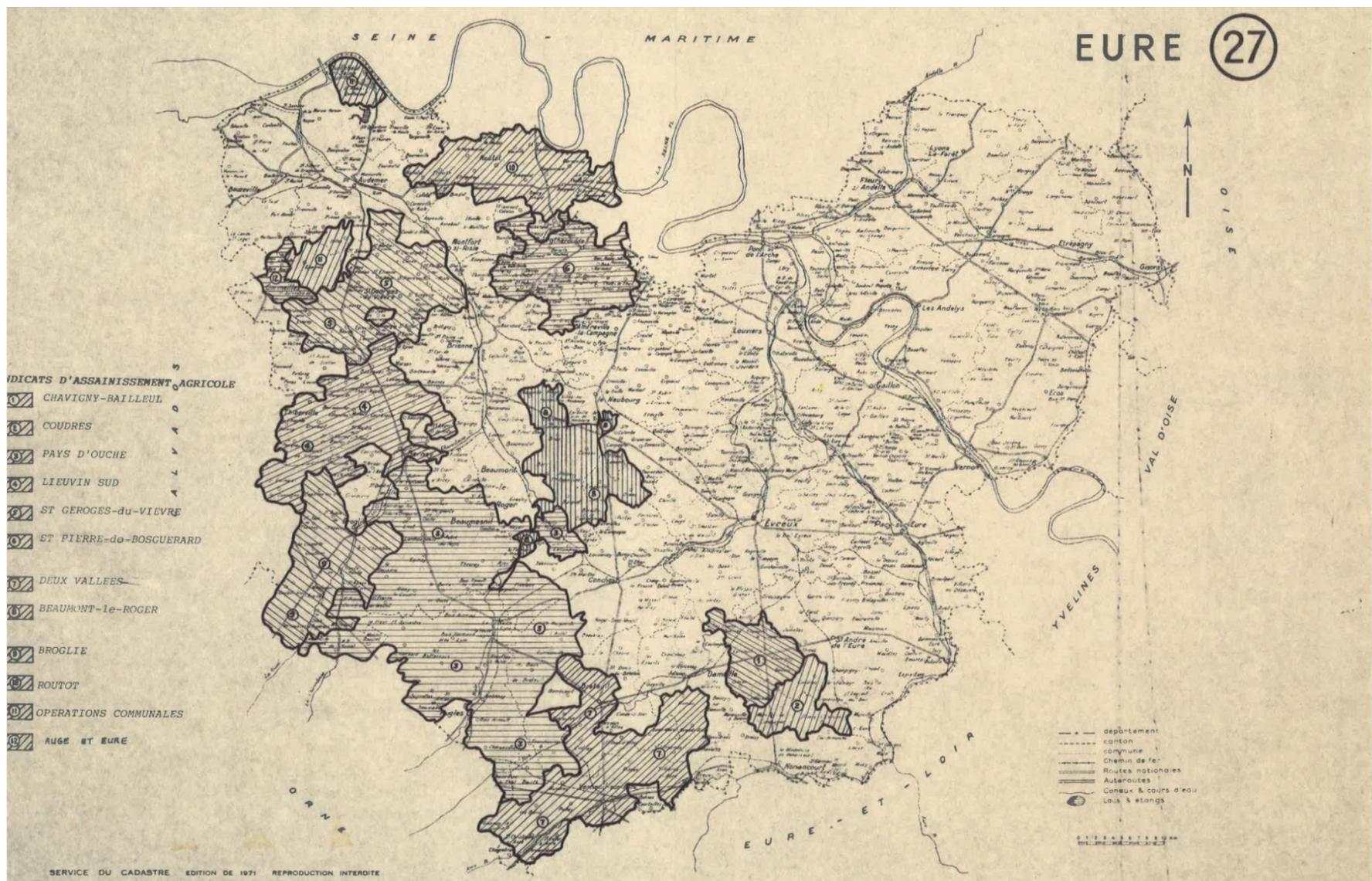
- Dorioz J.M., 2007. Les transferts diffus du phosphore dans les bassins agricoles : ordres de grandeur, mécanismes, maîtrise (Strasbourg, communication)
- Dutertre A., Castillon P., Cohan J.P. (Arvalis) et Dorioz J.M. (INRA), 2014. Effet des techniques culturales sur les transferts de Phosphore à l'échelle de la parcelle agricole et du bassin versant. Journée de synthèse scientifique Transferts à Rennes (07/02/2014)
- Feeny V., 1993. Comportement d'un aquifère crayeux karstifié : Incidences des eaux d'origine agricole (surfaces cultivées) sur la ressource en eau du Département de l'Eure (Thèse)
- Foucher Anthony , Sebastien Salvador-Blanes, Olivier Evrard, Anaëlle Simonneau, Emmanuel Chapron, Thierry Courp, Olivier Cerdan, Irene Lefevre, Hans Adriaensen, Francois Lecompte, Marc Desmet, 2015. Increase in soil erosion after agricultural intensification: Evidence from a lowland basin in France
- Foucher Anthony, Patrick J. Laceby, Sébastien Salvador-Blanes, Olivier Evrard, Marion Le Gall, Irène Lefèvre, Olivier Cerdan, Vignesh Rajkumar, Marc Desmet, 2015. Quantifying the dominant sources of sediment in a drained lowland agricultural catchment: The application of a thorium-based particle size correction in sediment fingerprinting
- Genin Y., De la Quèrière P. (BRGM, 1989). Examen des sites de rejet des réseaux de drainage agricole. Rapport 89HNO06, 21 pages, 2 figures
- Hénine H., CHAUMONT C., Tournebize J., Augeard A., Kao C., Nédélec Y., 2012. Le rôle des réseaux de drainage agricole dans le ralentissement dynamique des crues : interprétation des données de l'observatoire « Orgeval ». In : Science Eaux et Territoires, Cahier spécial n° 03.
- Kchouck S., Vincent B., Tournebize J., Imache A., Billy C., Bouarfa S., 2015. Les zones tampons humides artificielles pour réduire les pollutions des nappes par les pesticides issus des réseaux de drainage : une innovation en marche ?. In : Science Eaux et Territoires n° 17.
- Le Henaff G., Carluier N., Catalogne C. (IRSTEA). Transfert des produits phytosanitaires au sein du bassin versant : diagnostic et optimisation des zones tampons. Journée de synthèse scientifique Transferts à Rennes (07/02/2014)
- Nédélec Y., 1998. Etude hydraulique des modifications apportées par l'implantation du drainage – ASA de Beaumesnil et de la Landepereuse
- Nédélec Y. (coordinateur) et al., 1999. Activités rurales et inondations : Connaissances et bonnes pratiques
- Nemery J., Garnier J. et Billen G., 2003. Apports diffus et ponctuels de phosphore dans un bassin versant dominé par les activités agricoles : la Marne
- Oberlin G., 1981. Influence du drainage et de l'assainissement rural sur l'hydrologie. CEMAGREF, BI 285, p. 45-56
- Penven M.J., Muxart T., Cosandy C., Andrieu A., 2000. Contribution du drainage agricole enterré à l'érosion des sols en région tempérée (Brie). ORSTOM, vol. 20, 17 p. <http://www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH7227.dir/20-128-144.pdf>
- Pivain Y., 2006. Observatoire sur le drainage agricole – Station de mesure de la Gastine, Pays d'Ouche, Campagne 2005/ 2006, Chambre d'Agriculture de l'Eure
- Tournebize J., 2008. Impacts du drainage agricole sur le régime et la qualité des eaux (formation au Conseil Général de l'Eure)
- Tournebize J., Chaumont C. (IRSTEA), Molina S. et Berthault D. (DDT 77), 2013. Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage : cas du département de la Seine-et-Marne (Version 2)
- Tournebize (coord.), 2015. Guide technique à l'implantation des zones tampons humides artificielles (ZTHA) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage (Version 3)
- http://zonestampons.onema.fr/system/files/tournebize_et_al_2015.pdf
- Vernoux J.F., Lions J., Petelet-Giraud E., Seguin J.J., Stollsteiner P., Lalot E., 2010. Contribution à la caractérisation des relations entre eau de surface et écosystèmes terrestres associés en lien avec la DCE. Rapport BRGM/RP-57044-FR, 207 p., 91 ill., 1 ann.

Annexe 1
-
Carte des ASAD (Associations Syndicales Autorisées)
de l'Eure

Annexe 2

-

Carte des SIA (Syndicats Intercommunaux d'Assainissement) de l'Eure



Annexe 3

-

Lexiques des champs de la future base de données sur le drainage (en date de janvier 2016 - ces lexiques sont susceptibles évoluer au cours de l'année 2016 avant la livraison de la base de données)

LEX_CATEGORIE_TYPE_DOC
Plan
Rapport
SIG
Autre

LEX_TYPE_DOC
Plan avant projet
Plan projet
Plan d'exécution
Plan de récolement
Plan d'études hydrauliques
Plan de situation
Autre type de plan
Rapport de dimensionnement (note de calcul, AVP, PRO, EXE)
Rapport d'études préalables (étude d'impact, notice d'incidence, dossiers loi sur l'eau)
Rapport d'études hydrauliques
Autre type de rapport
Sortie terrain
Autre type de document
Données SIG (travaux confirmés)
Données SIG (travaux non confirmés)

LEX_TYPE_MOA	
SIA	qd on clique sur SIA, ouvre liste de tous les SIA pour selection du SIA concerné
ASAD	qd on clique sur ASAD, ouvre liste de tous les ASAD pour selection l'ASAD concernée
Commune	
Communauté de communes	
Département	
Syndicat des eaux	
Syndicat de bassin versant	

Privé	
Autre	qd on clique sur autre, affiche "AUTRE" et affiche le champ contextuel "autre_moa"

LEX_TYPE_EXUTOIRE
Bétoire
Cours d'eau
Puits d'infiltration
Marnière
Vallée sèche / Talweg
Collecteur inconnu
Autre

LEX_CONFIG_EXUTOIRE
Écoulement en surface
Écoulement dans le sous-sol

LEX_TYPE_TRONCON
Écoulement à ciel ouvert
Écoulement busé public
Écoulement busé privé

LEX_OUVRAGE_ANNEXE_TYPE	
Mare	Mare = ouvrage de rétention en déblai comportant un volume d'eau permanent et dont le volume tampon est inférieur à 1 000 m ³
Bassin	Bassin = tous les autres ouvrages de rétention en déblai
Barrage	A priori il n'existe pas d'ouvrages annexes de type barrage (ouvrage de rétention en remblai en travers d'un talweg).
Autre	Dans les plans de récolement consultés, certains ouvrages annexes de volume tampon >1 000 m ³ sont dénommés « mares ».

LEX_ENTREE_ANNEXE_TYPE
Fossé de bord de route
Avaloir en bord de route
Canalisation / Collecteur
Cours d'eau

LEX_TYPE_EAU

Eaux pluviales urbaines
Eaux usées traitées / STEP
Eaux usées non traitées / Eaux domestiques
Eaux ANC
Eaux d'assainissement non collectif
Eaux industrielles
Eaux de ruissellement agricole
Effluents d'élevage
Eaux indéterminées

LEX_MOA DISSOLUTION
MOA dissoute
MOA active
Statut inconnu

LEX_TYPE_ZONE_DRAINAGE
Drainage par tuyaux enterrés
Drainage par fossés

LEX_SYSTEME_EXTERNE
BD Bétoire HNO
BSS
BD cavités
BD Carthage
BD Castor

Annexe 4

-

Attributs des objets déjà présents dans des bases de données externes

- Exemple de fiche de béttoire de la BD Béttoire du SIGES Seine-Normandie



Identifiant : **B9520**

1. Identification



Identifiant : B9520	
Désignation locale :	
Commune : 76340 - HARCANVILLE	
Lieu-dit : BOUT DU HAUT (LE)	
Point de repère : RD110	
Coordonnées : X Lambert IIe : 466789.0	Y Lambert IIe : 2525053.009
X Lambert 93 : 538982.648	Y Lambert 93 : 6959284.915
Précision des coordonnées : +/- 15.0 mètres	
Mode d'obtention : lecture d'un plan cadastral (1/2 500 ou plus)	
Altitude : 133.0m NGF	Précision : +/- 5.0 mètres
Carto IGN n° : 19100 YVETOT	
Bassin versant hydrographique : Durdent	
Bassin versant hydrogéologique : Durdent	
Masse d'eau réceptrice :	3203 - Craie altérée du littoral cauchois
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)
Entité hydrogéologique :	008a - PAYS DE CAUX / CRAIE
Mode d'obtention :	SIG (masse d'eau au droit du point)

2. Caractéristiques de la béttoire

Tableau de synthèse des observations de la béttoire n°B9520

Date d'observation	Type de bétail	Diamètre (en m)	Profondeur (en m)	Anthropisation	Type d'anthropisation	Fiche détaillée de l'observation
01.01/2006	Perte ponctuelle			Indéterminé		> FICHE DÉTAILLÉE
Commentaires ENQUETE PUBLIQUE 24/05/05, CONTACT M. RETOUT : "BETOIRE" INDIQUEE SUR LE PLAN ; OBSERVATIONS TERRAIN 19/05/05 : BETOIRE NON RETROUVEE, SEMBLE CONNUE DE L'EXPLOITANT DE LA FERME VOISINE ; RAPPORT DE TERRAIN						

3. Traçages réalisés sur la bétail

ID Traçage	Date Injection	ID Point de suivi	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Fiabilité Résultat (-1 à 10)
------------	----------------	-------------------	----------	----------------------	------------------------------

4. Sources d'information

ID ref. bss/bc	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
581	2	2006	RECHERCHE ET INVENTAIRE DES VIDES ET INDICES DE VIDES SUR LE TERRITOIRE COMMUNAL D'HARCANVILLE - AVRIL 2006	TORCHY L	INGETEC	2152/1 VERSION A	DDE 76

5. Documents numériques disponibles (0)

- Exemple de fiche de puits d'infiltration dans la Banque du Sous-Sol

Infoterre Fiche Données - Dossier du sous-sol - 00761X0045/BR480

<http://ficheinfoterre.brgm.fr/InfoterreFiche/ficheBss.action?id=00761...>



Dossier du sous-sol

00761X0045/BR480

Localisation

Département
SEINE-MARITIME (76) - SGRHNO

Commune
ECTOT-LES-BAONS (76228)

Région naturelle
CAUX-VEXIN

Bassin versant
Non renseigné

Adresse ou Lieu-dit
VALLEVILLE

Coordonnées

Système	X (m)	Y (m)
Lambert 2 étendu	489111	2516749
Lambert 1 - Nord	489250	216480
Lambert-93	541236	6950968

Système	Latitude	Longitude
WGS84	49.637974 49° 38' 16" N	0.80297547 0° 48' 10" E

Altitude

142 m - Précision EPD



Description technique

Nature

PUITS

Profondeur atteinte

31.0 m

Diamètre de l'ouvrage

450 mm

Date fin de travaux

December 1, 1994

Mode d'exécution

BATTAGE.

Etat de l'ouvrage

ACCES, PAROI-BETON, TUBE-METAL, CREPINE.

Utilisation

Non renseigné

Objet de la recherche

Non renseigné

Objet de l'exploitation

Non renseigné

Objet de la reconnaissance

AUTOROUTE, COLLECTEUR-EAU.

Gisement

Non renseigné

Document(s) papier

PLAN-SITUATION, COUPE-TECHNIQUE, COUPE-GEOLOGIQUE, CARACTERISTIQUES-CREPINE.

Références

Non renseigné

Référencé comme point d'eau

NON

Niveau d'eau mesuré par rapport au sol

Non renseigné

Coupe

Z Origine

142.0 - Précision : M05

Auteur

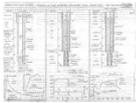
SADE

Date

December 1, 1994

Document(s) numérisé(s)

2 document(s)

Vignette	Nom	Type	Poids
	G0228984.TIF	PLAN DE LOCALISATION	215 Ko
	G0228985.TIF	RECAPITULATIF DE L'OUVRAGE	147 Ko

Log géologique numérisé

Nombre de passes : 6 - [Afficher le log validé](#)

Nombre de niveaux : 6

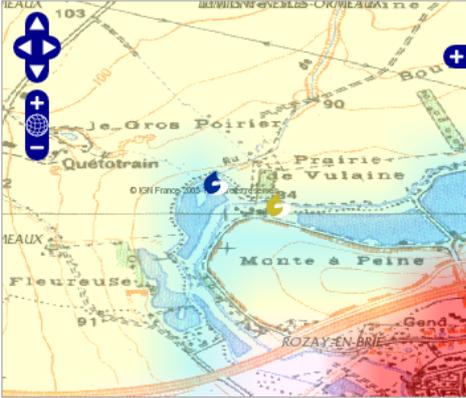
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1 m	LIMONS	
De 1 à 8.5 m	ARGILE ROUGE ET SILEX	
De 8.5 à 18 m	ARGILE JAUNE SABLEUSE ET CAILLASSES	
De 18 à 21.1 m	ARGILE MARRON ET CAILLASSE	
De 21.1 à 22.1 m	CRAIE ROULEE, MARNE BLANCHE	
De 22.1 à 31 m	CRAIE MARNEUSE ET SILEX	

- Fiche descriptive de l'objet « Cours d'eau » dans la base de données Carthage



Fiche cours d'eau
Bras de l'Yerres (F4721001)

Code : F4721001
 Nom : Bras de l'Yerres
 Statut : Validé
 Création : 04/08/2008
 Mise à jour : 02/08/2012
[Consulter la donnée \(XML\)](#)



[Recentrer la carte](#)

Localisation

Longitude, latitude de la source (Degrés décimaux) : 2.9494 48.6903
 Longitude, latitude du dernier point de confluence (Degrés décimaux) : 2.9474 48.6916
 Longueur en km : 0.2
 Longueur en km (en France) : 0

Bassins : La Seine et les cours d'eau côtiers normands

- 1 région(s) traversée(s) : ILE-DE-FRANCE
- 1 département(s) traversé(s) : SEINE-ET-MARNE (77)
- 1 zone(s) hydrographique(s) traversée(s) : L'Yerres du confluent du ruisseau de la Visandre (exclu) au confluent de l'Yvron (F472)
- 2 commune(s) traversée(s) : LUMIGNY-NESLES-ORMEAUX (77264) , ROZAY-EN-BRIE (77393)

Caractéristiques générales

Contact / remontée d'anomalie : Agence de l'Eau Seine-Normandie
 Milieu : Bras naturel ou aménagé
 Rang de Horton : Inconnu
 Cours d'eau transfrontalier : Inconnu
 Autres toponymes : bras de l'yerres

Occupation du sol du bassin versant :

	Classe	Pourcentage de la superficie totale
1	Territoires artificialisés	3.85
2	Territoires agricoles	74.66
3	Forêts et milieux semi-naturels	21.64
4	Zones humides	0.00
5	Surfaces en eau	0.18

Source : Corine Land Cover 2006
 Surface du bassin versant : 268.000000 km2

Le bassin versant est calculé par une agrégation des zones hydrographiques BDCarthage. Pour les petits cours d'eau, la zone hydrographique dans laquelle le cours d'eau se situe est retenue. Cette zone peut être plus grande que le bassin versant d'altitude du cours d'eau. Pour les cours d'eau, n'étant pas considérés dans tous les cas, pour...

(source : http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=F4721001)

Annexe 5

-

Tableau récapitulatif du temps d'analyse (hors dessin) des plans d'exécution du drainage à la parcelle sur les ASAD de Beaumont-le-Roger et de Thomer-la-Sôgne (Jonathan Six)

ASAD	N° de boîte	N° de tranche	nombre de plan (exécution) /tranche	Nombre de plans analysés	Nombre d'unités drainées	Présence d'un plan de situation 0 = non 1 = oui	Plan projet + plan exécution 0 = non 1 = oui	Temps d'analyse
ASAD Thomer la Sogne	D6.1	1	9	6	6	0	0	1H
	D6.1	2	7	2	2	0	0	30 mn
	D6.1	3	8	8	8	1	0	20 mn
	D6.1	4	13 + 21 projet de drainage	15	19	1	1	2H15
	D6.1	5	18	8	9	0	0	1H15
	D6.1	6	2 + 4 projet	6	6	0	1	25 mn
	D6.1	7	9	8	9	1	0	1H
	D6.1	8	13	4	4	1	0	1H
	D6.1	9	15	11	18	1	0	45 mn
	D6.1	10	5	4	4	1	0	20 mn
	D6.1	11	19	14	19	1	0	2H
	D6.1	12	10	8	9	1	0	1H
	D6.1	13	20	11	14	1	0	2H
	D6.1	14	13	11	11	1	0	45 mn
	D6.1	15	9	9	10	1	0	45 mn
	D6.1	16	24 projets	15	22	0	0	1H30
Total:			219	140	150		Total	16H
ASAD de Beaumont le Roger	D2.1	1	5 plan de drainage	5	10	0	0	35 mn
	D2.1	2	5 plan de drainage	3	6	1	0	30 mn
	D2.1	3	6 plan de drainage	2	8	0	0	40 mn
	D2.1	4	9 plan de drainage	4	5	1	0	25 mn
	D2.1	5	8 plan de drainage	4	4	1	0	40 mn
	D2.1	6	6 plan de drainage	4	4	1	0	25 mn
	D2.1	7	14 plan de drainage	9	9	1	0	40 mn
	D2.1	8	4 plan de drainage	1	1	1	0	20 mn
	D2.1	9	1 plan de drainage	0	0	1	0	5 mn
Total:			58	33	47		Total	4H

Bilan :

ASAD	Nb plans	Nb plans analysés	% de plans analysés	Temps total d'analyse	Temps moyen par plan analysé	Nb unités drainées saisies	Temps moyen par unité drainée
Thomer-la-Sôgne	219	140	64%	16h	7 min	150	6 min 30s
Beaumont-le-Roger	58	33	57%	4h	7 min	47	5 min
Total	277	173	62%	20h	7 min	197	6 min



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Normandie

Parc de la Vatine

14, route d'Houpeville

76130 – Mont Saint Aignan – France

Tél. : 02 35 60 12 00