
***Etude sur les caractéristiques et la trame
bleue du bassin versant de la Drouette -
Définition d'un programme d'actions***

RAPPORT D'ÉTUDE



La Drouette à Hanches (à gauche) – Ruissellement de versants agricole et forestier (à droite)

Contacts :

Syndicat Mixte des Trois Rivières
8, rue du Général Leclerc 28230 EPERNON
✉ contact@sm3rivières28-78.fr

Mathieu DEVILLE, technicien rivière
☎ 06.49.70.88.32
✉ technicien@sm3rivières28-78.fr

Une étude financée par :



Table des matières

1. Préambule.....	1
1.1 Contexte général.....	1
1.2 Déroulement de l'étude	1
1.3 Objectifs et enjeux de l'étude	2
2. PHASE 1 : Etat des lieux et diagnostic des caractéristiques de la trame bleue du bassin versant de la Drouette.....	3
2.1 Rappels sur le fonctionnement général d'un bassin versant et sur le cycle de l'eau	3
2.1.1 Définitions et principes généraux.....	3
2.1.2 La politique « Trame verte et bleue »	4
2.1.3 Les éléments constitutifs de la trame bleue	4
2.2 Caractéristiques du bassin versant de la Drouette	6
2.2.1 Présentation du secteur d'étude.....	6
2.2.3 Morphométrie du bassin : surface, périmètre et forme	7
2.2.4 Le relief.....	9
2.2.5 Contexte géologique	12
2.2.6 Caractéristiques hydrogéologiques.....	15
2.2.2 Occupation des sols.....	17
2.2.7 Caractéristiques agro-pédo-géologiques	19
2.2.8 Le réseau hydrographique.....	20
2.2.9 Contexte hydrologique.....	25
2.2.10 Les particularités du territoire : constats et diagnostic.....	27
2.2.11 Genèse de la crue de 2016	33
2.3 La trame bleue du bassin versant : état des lieux et diagnostic	38
2.3.1 Les cours d'eau	38
2.3.2 Les fossés et les tronçons indéterminés.....	38
2.3.3 Les zones humides.....	40
2.3.4 Les plans d'eau	45
2.3.5 Valorisation de la trame bleue locale.....	47
2.4 Définition des enjeux et objectifs de gestion	48
2.4.1 L'enjeu de l'entretien et de la restauration des milieux aquatiques et humides – E1.....	49
2.4.2 L'enjeu de la maîtrise du ruissellement et de la lutte contre les pollutions diffuses – E2...	49
2.4.3 L'enjeu de la prévention des inondations – E3	50
2.4.4 Objectifs de gestion.....	50
3. PHASE 2 : Définition d'un programme d'actions et d'interventions.....	52

3.1 Rappel de l'état des lieux/diagnostic	52
3.2 Méthodologie	52
3.2.1 Principes	52
3.2.2 Enjeux et typologie d'actions du programme	52
3.2.3 Contraintes des propositions d'actions.....	54
3.2.4 Priorisation et sectorisation des actions	54
3.3 Présentation du programme d'actions	57
3.3.1 Hydraulique douce (HD)	57
3.3.2 Entretien des milieux aquatiques et humides (E)	62
3.3.3 Restauration des milieux aquatiques et humides (R).....	63
3.3.4 Actions de Communication / Sensibilisation (D)	65
3.3.5 Chiffrage des actions	66
3.3.6 Périodes d'interventions	66
3.4 Programmation : estimatif financier et subventions	67
3.4.1 Programmation et estimations financières.....	67
3.4.2 Subventions envisagées	69
3.5 Mise en œuvre du programme d'actions.....	71
3.5.1 Déclaration d'une DIG pour les actions en terrain privé.....	71
3.5.2 Régime de déclaration ou d'autorisation (Dossier Loi sur l'Eau)	71
3.5.3 Cas des actions de communication et de sensibilisation	72
4. CONCLUSION	73
4.1 Du diagnostic territorial au programme d'actions	73
4.2 Un territoire vulnérable et victime de son passé	74
4.3 Les limites de l'étude	74
4.4 Perspectives	75
5. Références citées.....	77
ANNEXES.....	78

Tables des illustrations

Liste des figures

Figure 1. Représentation d'un bassin versant, de l'amont à l'aval (source : Alsace Nature).....	3
Figure 2. Les flux hydriques d'un bassin versant (source : zones-humides.org).....	3
Figure 3. Les facteurs de menaces des zones humides.....	5
Figure 4. Ecosystèmes d'un bassin versant pouvant s'avérer pertinents pour l'atteinte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (source : AFB, d'après Anonymous, 2003).....	5
Figure 5. Limites du secteur d'étude : le bassin versant de la Drouette.....	6
Figure 6. Masses d'eau de surface de l'unité hydrographique Drouette.....	7
Figure 7. Exemples d'indices de Gravelius.....	8
Figure 8. Influence de la forme d'un bassin versant sur l'hydrogramme de crue.....	8
Figure 9. Topographie du bassin versant de la Drouette.....	9
Figure 10. Courbe hypsométrique du bassin versant de la Drouette.....	10
Figure 11. Représentation des pentes du bassin versant de la Drouette.....	11
Figure 12. Carte lithologique simplifiée (1/250 000) du bassin versant (BRGM).....	12
Figure 13. Carte géologique du bassin versant (source : Géoportail).....	13
Figure 14. . Légende de la carte géologique (source : Géoportail).....	13
Figure 15. Coupe géologique Nord-Ouest / Sud-Est sur le bassin versant de la Drouette (source : étude 2EMA, 2005).....	14
Figure 16. Sensibilités aux inondations par remontées de nappes dans le bassin versant de la Drouette (source : BRGM, 2002).....	16
Figure 17. Niveaux piézométriques et écoulements des eaux souterraines du bassin versant.....	17
Figure 18. Occupation des sols sur le bassin versant.....	18
Figure 19. Classification des cours d'eau selon le système de Strahler (1957).....	21
Figure 20. Profils longitudinaux des principaux cours d'eau.....	22
Figure 21. Taux d'occupation des fossés dans le bassin versant.....	23
Figure 22. Schéma de collecte des flux hydriques à la parcelle (source : IRSTEA, 2002).....	24
Figure 23. Réactivité du bassin versant face au ruissellement de versant.....	24
Figure 24. Ecoulements mensuels naturels de la Drouette (source : Banque Hydro).....	26
Figure 25. Débits (m ³ /s) enregistrés à la station de St-Martin-de-Nigelles, entre 1987 et 2016 (source : Banque Hydro).....	26
Figure 26. Ruissellement de versant en contextes forestier et agricole.....	29
Figure 27. Exemple d'évolution du parcellaire agricole à Hermeray (source : IGN).....	30
Figure 28. Impact de l'anthropisation sur le régime hydrologique d'un bassin versant.....	30
Figure 29. Expansion de l'urbanisation de 1950 à nos jours.....	31
Figure 30. Accroissement du taux d'imperméabilisation sur les communes d'Eperon (à gauche) et de Rambouillet (à droite) depuis 1950.....	32
Figure 31. Profil altimétrique illustrant l'implantation d'habitations dans le lit majeur de la Guesle à Poigny-la-Forêt.....	32
Figure 32. Lamme d'eau observée mardi 31 mai 2016 : cumul des précipitations en 72h du 28 au 31 mai (source : Météo France).....	34
Figure 33. Hauteurs d'eau atteintes sur la période du 10 mai au 10 juin 2016 (source : Banque Hydro).....	34
Figure 34. Réseau hydrographique du bassin versant de la Drouette.....	39
Figure 35. Fonctionnalités naturelles des zones humides.....	41

Figure 36. Critères d'hydromorphie des sols de zones humides (source : GEPPA, 1981).....	42
Figure 37. Cartographie des zones humides avérées sur le bassin versant de la Drouette et description des orientations de gestion*	44
Figure 38. Cartographie des principaux plans d'eau du bassin versant*	46
Figure 39. Éléments constitutifs de la trame bleue à valoriser sur le bassin versant	48
Figure 40. Intérêts hydrauliques des haies.	58
Figure 41. Rôle hydraulique d'un boisement d'infiltration	60
Figure 42. Exemple d'association des techniques d'hydraulique douce dans un versant à forte dominante agricole (source : IRSTEA)	62
Figure 43. Répartition du budget selon les différents programmes d'actions.....	68
Figure 44. Répartition du budget selon les états de priorités d'interventions définis.....	69

Liste des tableaux

Tableau I. Valeurs des rapports de confluence du bassin	25
Tableau II. Les 13 grands types de zones humides de la typologie SDAGE	43
Tableau III. Synthèse des enjeux du territoire et des objectifs de gestion	51
Tableau IV. Typologie des actions complémentaires au PPRE	53
Tableau V. Calendrier d'interventions des actions à mener sur le bassin versant de la Drouette	67
Tableau VI. Tableau des montants d'aides maximum de l'AESN	70

1. Préambule

1.1 Contexte général

Dans une perspective globale d'atteinte du bon état écologique des masses d'eau qui a été défini dans la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 2000/60/CE du 23 octobre 2000 et décliné dans le SDAGE Seine-Normandie, **le Syndicat Mixte des Trois Rivières (SM3R)** a initié son Plan Pluriannuel de Restauration et d'Entretien (**P.P.R.E**) en février 2017.

Cette démarche s'est inscrite dans une optique de valorisation, de protection et de gestion équilibrée des cours d'eau du bassin versant de la Drouette. Le concept de gestion équilibrée de la ressource en eau implique notamment la contribution à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau, la préservation des zones humides ou encore la prévention des inondations. Face à une urbanisation de plus en plus intensive et aux atteintes portées aux continuités écologiques, assurer la fonctionnalité et l'intégrité physique des milieux humides et aquatiques constitue un enjeu majeur en matière de préservation et de gestion durable des écosystèmes.

Pour répondre efficacement aux problématiques et aux enjeux propres du territoire, l'étude du P.P.R.E alors achevée, a permis d'établir un diagnostic précis des cours d'eau, des petits affluents et de leurs zones humides associées. De cet état des lieux, a alors été conçu un programme hiérarchisé de travaux visant à garantir une restauration efficace des continuités écologiques et des fonctionnalités naturelles des cours d'eau en concertation avec les acteurs du territoire. Il convient de préciser que les interventions projetées sur l'ensemble du bassin versant dès 2019, sont détaillées et consultables dans le recueil des fiches « Actions » du P.P.R.E.

Au vu du diagnostic du P.P.R.E, le bassin versant de la Drouette se caractérise par un bassin très riche d'un point de vue écologique : petites rivières de tête de bassin, nombreux milieux d'intérêt patrimonial, réseau de zones humides, de mares, de marais... parfois mal connus, dégradés ou à préserver. Afin de poursuivre la dynamique engagée sur le territoire par le SM3R, la présente étude vise alors à **analyser notamment les caractéristiques hydrologiques, écologiques et la trame bleue du bassin versant de la Drouette pour proposer des actions complémentaires au P.P.R.E**. Cette étude s'inscrit dans une logique de gestion à une échelle hydrographique cohérente. **Elle permettra d'avoir une vision des actions à mener non pas que sur le lit mineur des rivières, mais sur l'ensemble de la trame bleue du bassin**. Elle permettra également de mieux appréhender son fonctionnement hydrologique et de mettre en application des **méthodes d'hydraulique douce** pour favoriser l'infiltration des eaux à la parcelle.

1.2 Déroulement de l'étude

Sous la même forme que le P.P.R.E, cette étude complémentaire propose une réflexion en deux temps menée selon **deux phases successives** : d'abord, l'analyse des caractéristiques hydrologiques et écologiques du bassin versant et la réalisation d'un diagnostic complet des milieux humides et aquatiques déconnectés (**PHASE 1**) ; puis l'élaboration d'un programme de propositions de mesures de gestion et d'aménagement, d'actions adaptées et de sensibilisation auprès des acteurs du territoire et du grand public (**PHASE 2**).

L'emprise de ce projet d'étude se concentre sur la globalité du bassin versant de la Drouette lui-même. Plus précisément, le périmètre d'étude couvre l'ensemble des cours d'eau principaux, mais aussi l'intégralité des vallées, des milieux naturels d'intérêts écologique et/ou hydraulique (zones humides, étangs, mares isolées...) et des activités socio-économiques pouvant être liées aux rivières et aux espaces associés.

Le périmètre de l'étude inclut les 15 communes riveraines suivantes : Rambouillet — Poigny-la-Forêt — Hermeray — Raizeux — Sonchamp — Orcemont — Orphin — Émancé — Gazeran — Saint-Hilarion — Droue-sur-Drouette — Épernon — Hanches — Saint-Martin-de-Nigelles — Villiers-le-Morhier.

1.3 Objectifs et enjeux de l'étude

La présente étude qui doit conduire à l'élaboration d'un programme d'actions et d'interventions permettra de répondre aux objectifs et enjeux de territoire suivants :

- **Restauration et entretien raisonné des milieux aquatiques/humides (zones humides, mares...) et préservation de leur intérêt écologique (lutte contre les espèces invasives, fauches tardives, rétablissement des connexions et échanges avec le cours d'eau, remise en lumière...)** ;
- **Maîtrise des ruissellements et lutte contre les pollutions diffuses via des techniques naturelles de travaux d'hydraulique douce (création de mares tampon, plantation de haies, végétalisation et aménagement des fossés agricoles et forestiers...)** ;
- **Prévention des inondations (restauration des zones d'expansion des crues (ZEC), gestion à la source des eaux pluviales...)** ;
- **Sensibilisation des élus et du grand public (visites de terrain thématiques, diffusion de plaquettes, animations auprès des scolaires, création d'un site internet...)** ;
- **Prise en compte des éléments constitutifs de la trame bleue du bassin versant dans les futurs documents d'urbanisme (PLUi, SCoT...).**

Le programme sera élaboré en fonction de la hiérarchisation établie et les zones à « enjeux forts » seront prioritaires. Afin d'avoir un outil de gestion cohérent, **chaque milieu/secteur recensé fera l'objet d'une fiche d'état des lieux/diagnostic détaillée** qui permettra de synthétiser l'ensemble des données, de la même façon que les fiches réalisées dans le cadre du P.P.R.E.

Les orientations de gestion et les actions proposées seront précisées dans une rubrique « Programme d'actions et d'interventions » figurant sur chacune des fiches. Toutes les actions à mener seront également listées et programmées dans un tableau de synthèse.

2. PHASE 1 : Etat des lieux et diagnostic des caractéristiques de la trame bleue du bassin versant de la Drouette

2.1 Rappels sur le fonctionnement général d'un bassin versant et sur le cycle de l'eau

2.1.1 Définitions et principes généraux

Un **bassin versant** se définit comme une portion de territoire délimitée par des **lignes de crête** (ou lignes de partage des eaux) et irriguée par un même **réseau hydrographique** (correspondant à l'ensemble des cours d'eau, affluents et fossés alimentant ce territoire). Au sein d'un bassin versant, toutes les eaux collectées suivent, du fait du relief, une pente naturelle et se concentrent vers un unique point de sortie appelé **exutoire** (Fig. 1).

A l'échelle d'un bassin versant, l'occupation du sol, les activités humaines et les aménagements conditionnent le cheminement de l'eau et par conséquent, sa qualité à l'exutoire du bassin. Les actions en amont se répercutent en aval. La multiplication de petites perturbations entraîne alors de grandes perturbations sur la globalité du bassin versant.

Aussi, le ruissellement, l'érosion des sols, le lessivage des intrants agricoles et les inondations sont bien souvent accentués par des aménagements inadaptés, des pratiques à risques ou encore une mauvaise gestion des milieux du bassin versant.

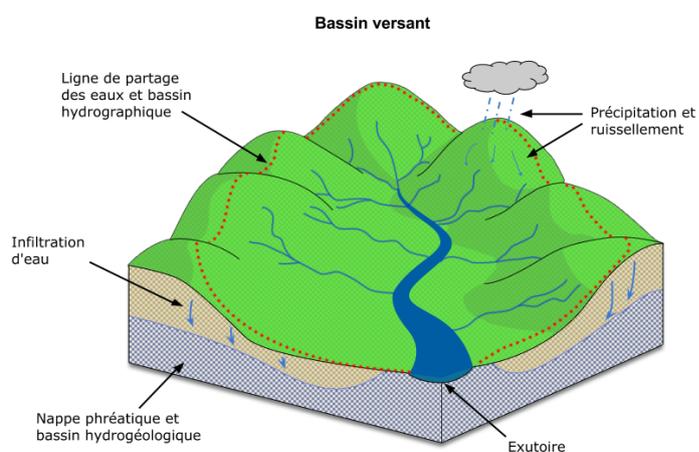


Figure 1. Représentation d'un bassin versant, de l'amont à l'aval (source : Alsace Nature)

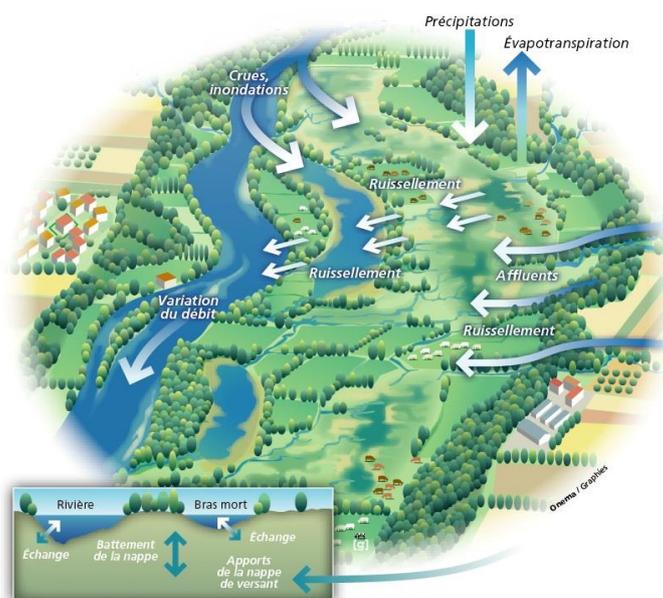


Figure 2. Les flux hydriques d'un bassin versant (source : zones-humides.org)

2.1.2 La politique « Trame verte et bleue »

Issues du Grenelle de l'Environnement en 2007, les trames verte et bleue répondent à une double nécessité : restaurer et préserver la biodiversité que met à mal la fragmentation des milieux naturels dans nos communes urbaines et rurales ; et améliorer la cohérence de nos politiques d'aménagement.

Au titre de l'article L. 371-1 du code de l'Environnement, ces trames contribuent à :

- 1- diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique*
- 2- identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques*
- 3- mettre en œuvre les objectifs visés au IV de l'article L. 212-1 et préserver les zones humides visées aux 2e et 3e du III du présent article*
- 4- prendre en compte la biologie des espèces animales et végétales*
- 5- faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces faunistiques et floristiques*
- 6- améliorer la qualité et la diversité des paysages*

Dans notre contexte d'étude, **l'analyse de la trame bleue** du bassin versant de la Drouette sera intégrée à une **échelle de vision globale** : nous appréhenderons les continuités écologiques du bassin tant sur le plan longitudinal (linéaires de cours d'eau) que sur le plan latéral (connectivités entre les cours d'eau et les milieux annexes déconnectés). Pour précision, **les continuités écologiques correspondent à toutes les entités paysagères (réservoir ou corridor) qui s'avèrent favorables au déplacement de la faune sauvage locale** (avifaune, ichtyofaune, mammifères, insectes, ...).

Les éléments constitutifs de la trame bleue à maintenir ou à établir s'inscriront d'autant plus durablement sur le territoire qu'ils auront une multifonctionnalité affirmée. C'est notamment le cas des zones humides en raison de leurs nombreux services rendus à l'Homme.

2.1.3 Les éléments constitutifs de la trame bleue

Afin d'atteindre le **bon état écologique des masses d'eau** décrit dans les objectifs fixés par la Directive Cadre sur l'Eau, il est nécessaire d'appréhender et d'analyser les différents éléments qui façonnent la **trame bleue** du bassin versant, à savoir : les **cours d'eau**, les **fossés et émissaires agricoles**, les **zones humides** et les **plans d'eau**.

Structures hydrographiques du bassin versant, les **cours d'eau** et les **fossés** sont directement impliqués dans les problématiques de ruissellement, de drainage et d'érosion des sols sur le territoire. L'étude de ces entités paysagères vise donc à proposer des mesures de gestion adaptées notamment pour la lutte contre les inondations ou encore la maîtrise du ruissellement des eaux superficielles.

Une attention particulière sera portée à l'identification des **zones humides** pour compléter l'inventaire initié lors du P.P.R.E. Grâce à leurs fonctions intrinsèques, les zones humides offrent de multiples services à l'Homme. Si elles peuvent être sources d'approvisionnement en eau douce, ce sont de véritables éponges naturelles, se gorgeant d'eau en période pluvieuse, pour la restituer ensuite progressivement à l'atmosphère et au réseau hydrographique de surface. Elles concourent par conséquent à préserver une eau de qualité et à limiter les événements extrêmes (crues, étiages...). Ces

milieux jouent donc des rôles de « tampon » et de « filtre » particulièrement importants, stabilisant les sols et captant les éléments dissous et en suspension dans l'eau. Qui plus est, ce sont des réservoirs de biodiversité contribuant majoritairement à la valeur patrimoniale et écosystémique du territoire.

Longtemps accusées d'être insalubres et hostiles aux activités humaines (EPTB Vienne, 2009), elles ont bien souvent été dégradées au nom de l'intérêt public (Fig. 3).

Les atteintes subies par les zones humides sont bien souvent irréversibles et elles ont des conséquences sur la diversité des espèces et sur le fonctionnement hydrologique d'un bassin versant (Cordelier et De Billy, 2009).

Il est donc primordial de préserver les zones humides car toute modification de leurs conditions physiques, chimiques et/ou biologiques engendre des répercussions sur l'environnement et sur les activités humaines.

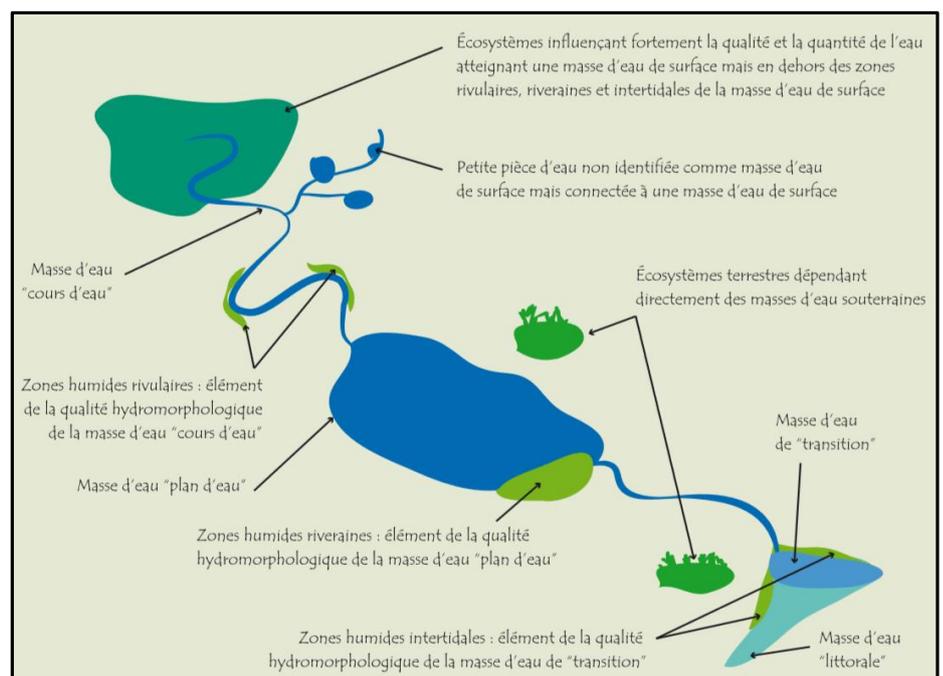


Figure 3. Les facteurs de menaces des zones humides

Du fait de leurs fonctionnalités naturelles et de leur état dégradé, elles sont donc des écosystèmes d'intérêts majeurs à préserver ou à restaurer au regard des enjeux du territoire.

Enfin, les **plans d'eau**, de type étang ou mare, seront également pris en compte au vu de leur rôle de réservoir de biodiversité et de leur pouvoir de rétention. Pour rappel, un plan d'eau correspond à une étendue d'eau douce continentale de surface, libre stagnante, d'origine naturelle ou anthropique, de profondeur variable.

Figure 4. Ecosystèmes d'un bassin versant pouvant s'avérer pertinents pour l'atteinte des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (source : AFB, d'après Anonymous, 2003)



C'est dans cette optique de **préservation durable** et de **gestion globale et cohérente de la trame bleue du bassin versant de la Drouette**, que notre étude s'inscrit et justifie pleinement son intérêt au regard des enjeux actuels du territoire.

2.2 Caractéristiques du bassin versant de la Drouette

2.2.1 Présentation du secteur d'étude

La **Drouette** (unité hydrographique Drouette, code SAV10) est un **affluent rive droite de l'Eure** qui draine un **bassin versant d'environ 235 km²**.

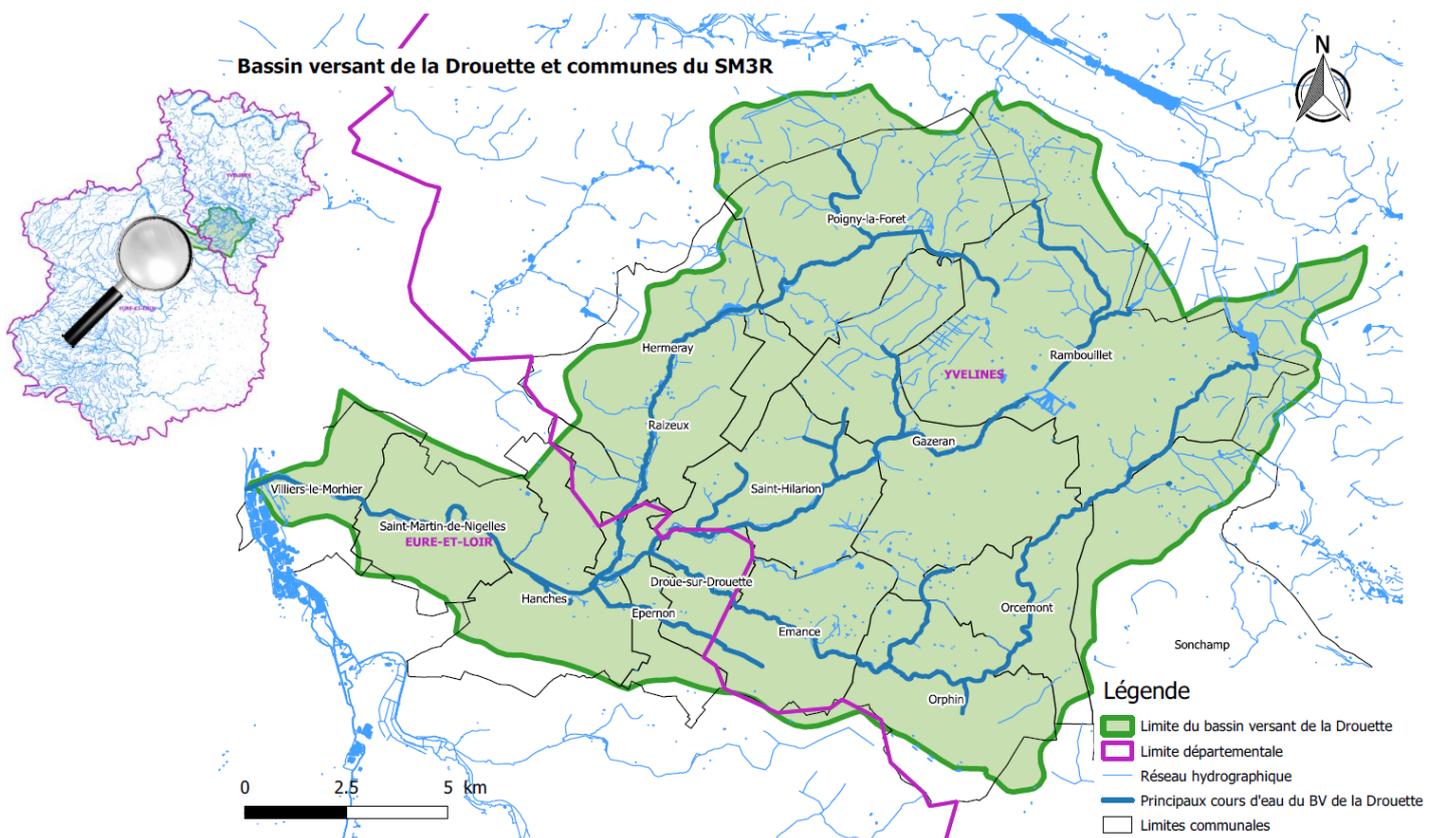


Figure 5. Limites du secteur d'étude : le bassin versant de la Drouette

Le **bassin versant de la Drouette**, sous bassin versant de l'Eure à **forte dominante rurale**, agricole et forestière, est **réparti sur le département de l'Eure-et-Loir** en région Centre Val-de-Loire (1/3 du bassin), **et sur le département des Yvelines** en région Ile-de-France (2/3 du bassin) (Fig. 5).

Comme illustré ci-contre, on y retrouve 4 masses d'eau principales :

- la **Drouette amont** (FRHR247) ;
- la **Drouette aval** (FRHR249) ;
- la **Guesle** (FRHR248) ;
- la **Guéville** (FRHR247A) ;

et de **nombreux affluents secondaires** (rus et ruisseaux) parfois temporaires.



Figure 6. Masses d'eau de surface de l'unité hydrographique Drouette

La **Drouette** prend sa source dans l'étang de la Tour à Rambouillet. Elle se jette dans l'Eure en aval de la commune de Villiers-le-Morhier en Eure-et-Loir.

Ses **deux affluents principaux**, la **Guesle** et la **Guéville**, prennent leurs sources en zone forestière, au sein du massif forestier de Rambouillet.

Officiellement, la Guéville prend sa source à l'aval des bassins du Domaine National de Rambouillet. Toutefois, le cours d'eau résulte d'un réseau complexe de sources, rigoles et rus forestiers en amont de Rambouillet.

La Guesle prend également sa source dans le massif forestier de Rambouillet, principalement dans le marais du Cerisaie.

La Guesle et la Guéville confluent avec la Drouette au niveau de la commune d'Epernon en Eure-et-Loir.

2.2.3 Morphométrie du bassin : surface, périmètre et forme

Pour déterminer et analyser le comportement hydrologique du bassin versant (lame d'eau, débits ...), **la prise en compte des caractéristiques morphométriques est nécessaire.**

La surface constitue l'aire de réception des précipitations qui alimentent un cours d'eau par écoulement. Le débit du cours d'eau à l'exutoire dépend donc en partie de la surface.

D'une **surface d'environ 235 km²** et d'un **périmètre de 83.8 km**, le bassin versant de la Drouette est considéré comme un bassin versant relativement petit, où les débits des cours d'eau captés y sont majoritairement faibles.

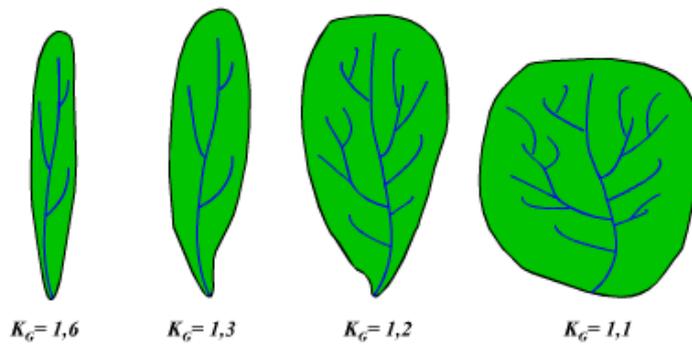
Pour caractériser la géométrie d'un bassin versant, les classiques de l'hydrologie proposent différents indices morphologiques destinés à comparer les bassins, voire à estimer certaines de leurs caractéristiques hydrologiques. Parmi ceux-ci, **l'indice de compacité**, dit **de Gravelius**, noté **K_G** , se définit comme le rapport du périmètre du bassin étudié à celui d'un cercle de même surface.

$$K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} \approx 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

A : surface du bassin versant

P : périmètre du bassin



Cet indice est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et donc compacte ; mais supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée (Fig. 7).

Figure 7. Exemples d'indices de Gravelius

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin versant. Par exemple, une forme allongée favorise les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. A l'inverse, les larges bassins tendent à générer des débits de pointe plus forts comme l'illustre la figure ci-dessous.

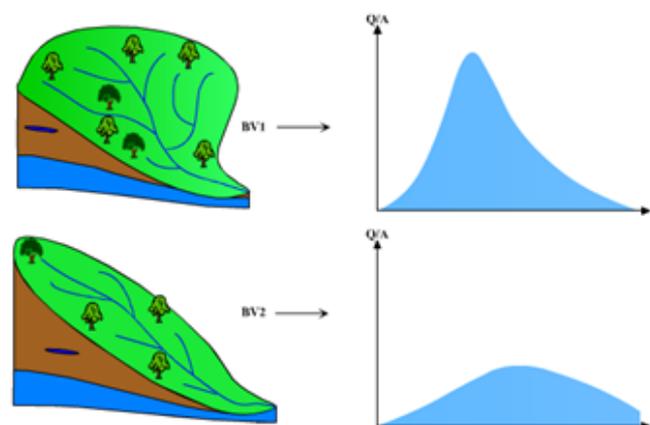


Figure 8. Influence de la forme d'un bassin versant sur l'hydrogramme de crue

Le bassin versant de la Drouette révèle un indice de compacité évalué à $K_G = 1.5 > 1$.

Cet indice reflète la présence d'un **bassin versant relativement allongé** et les débits de pointe de crue à l'exutoire seraient relativement faibles au regard de la valeur de K_G observée. Le bassin réagirait donc moins rapidement qu'un bassin de forme circulaire, car les régions éloignées tardent à faire ressentir leur influence sur l'écoulement à l'exutoire.

Toutefois, cette estimation repose sur un principe fondé à partir d'une méthodologie théorique et bien souvent controversée : il convient alors d'être vigilant quant à l'interprétation de cet indice et d'analyser plus précisément le régime hydrologique du bassin versant, notamment en raison des pressions anthropiques qui affectent sans cesse son fonctionnement.

2.2.4 Le relief

Notre secteur d'étude est concerné par le plateau des Yvelines et de l'Hurepoix. A cheval sur les Yvelines et l'Eure-et-Loir, le bassin est principalement composé, à l'amont, d'espaces boisés (massif forestier de Rambouillet) qui dominent le territoire entre 150 et 180 m d'altitude.

L'aval du bassin, quant à lui, est décrit par une basse vallée se situant entre 90 et 120 m d'altitude. L'altitude maximale est de 188 m au sommet du plateau à l'amont et l'altitude minimale est de 95 m à l'exutoire.

La **Drouette** au niveau de sa source dans la commune de Rambouillet et Vieille-Eglise-en-Yvelines, près de l'étang de la Tour, se situe à 167 m d'altitude. La confluence de la Drouette et de l'Eure à Villiers-le-Morhier se situe à 95 m d'altitude.

La **Guéville** au niveau de sa source dans la commune de Rambouillet, au niveau des bassins du château de Rambouillet, se situe à 144 m d'altitude. L'un des principaux affluents, le ru du Coupe-Gorge, est situé à 177 m d'altitude au niveau de l'étang de Coupe-Gorge.

La **Guesle** au niveau de sa source à Rambouillet, en amont du marais du Cerisaie, se situe à 155 m d'altitude. Son principal affluent, le ru de Poigny est également situé à 155 m d'altitude au niveau de l'étang du Roi.

La confluence de ces trois rivières se situe à Epernon à 113 m d'altitude (Fig. 9).

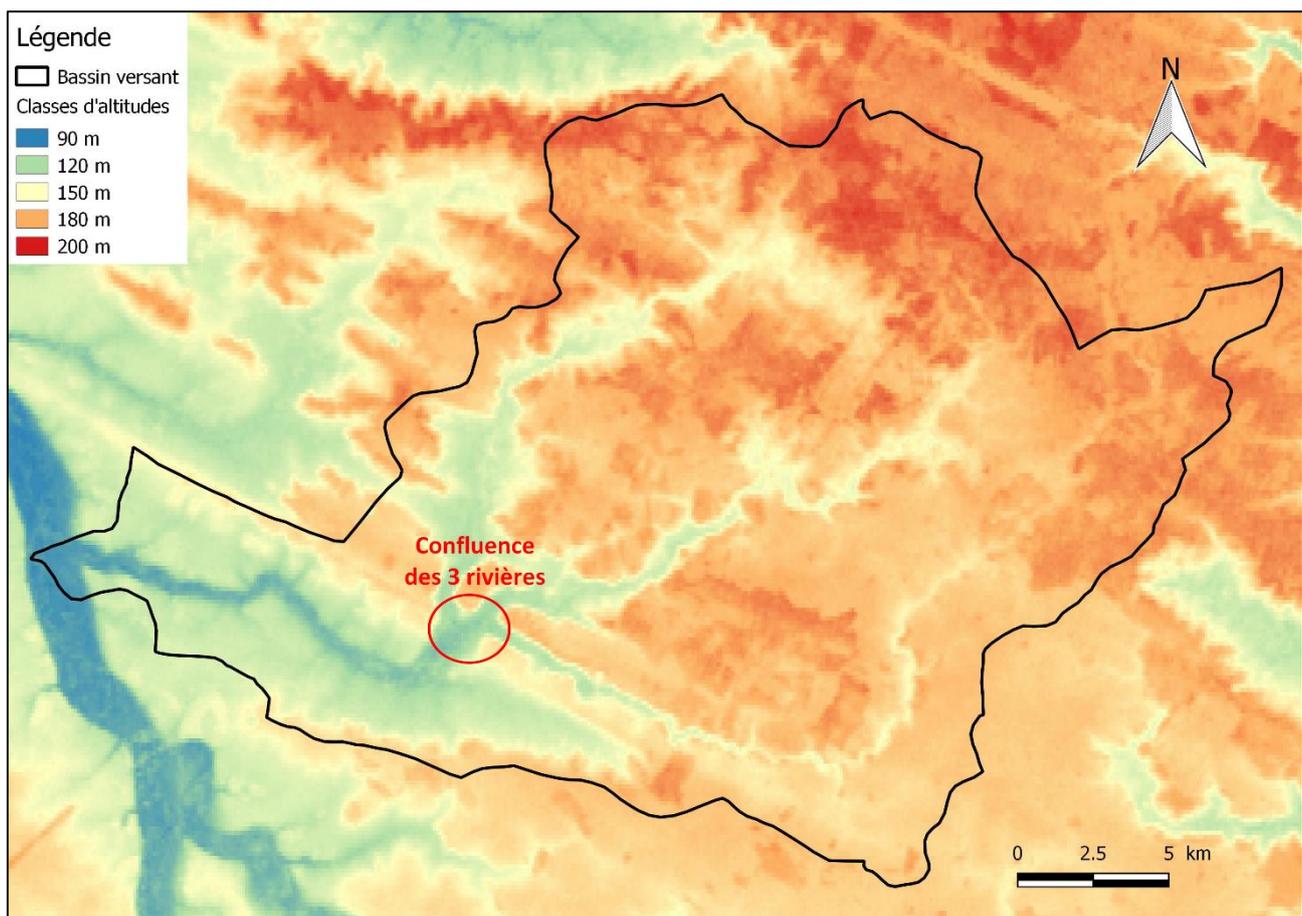


Figure 9. Topographie du bassin versant de la Drouette

L'influence du relief sur les écoulements se conçoit aisément car de nombreux paramètres météorologiques et hydrologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures, ...) et la morphologie du bassin.

Le relief se détermine et s'interprète au moyen d'indices suivants :

- *Hypsométrie et altitudes caractéristiques*

Par sa forme, **la courbe hypsométrique traduit l'allure des pentes à l'intérieur du bassin versant** et permet, en outre, de déterminer les altitudes caractéristiques (Laborde, 2009). Elle représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de ses variations d'altitude. Autrement dit, elle fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief.

La courbe hypsométrique du bassin versant est présentée sur le graphique ci-après (Fig. 10).

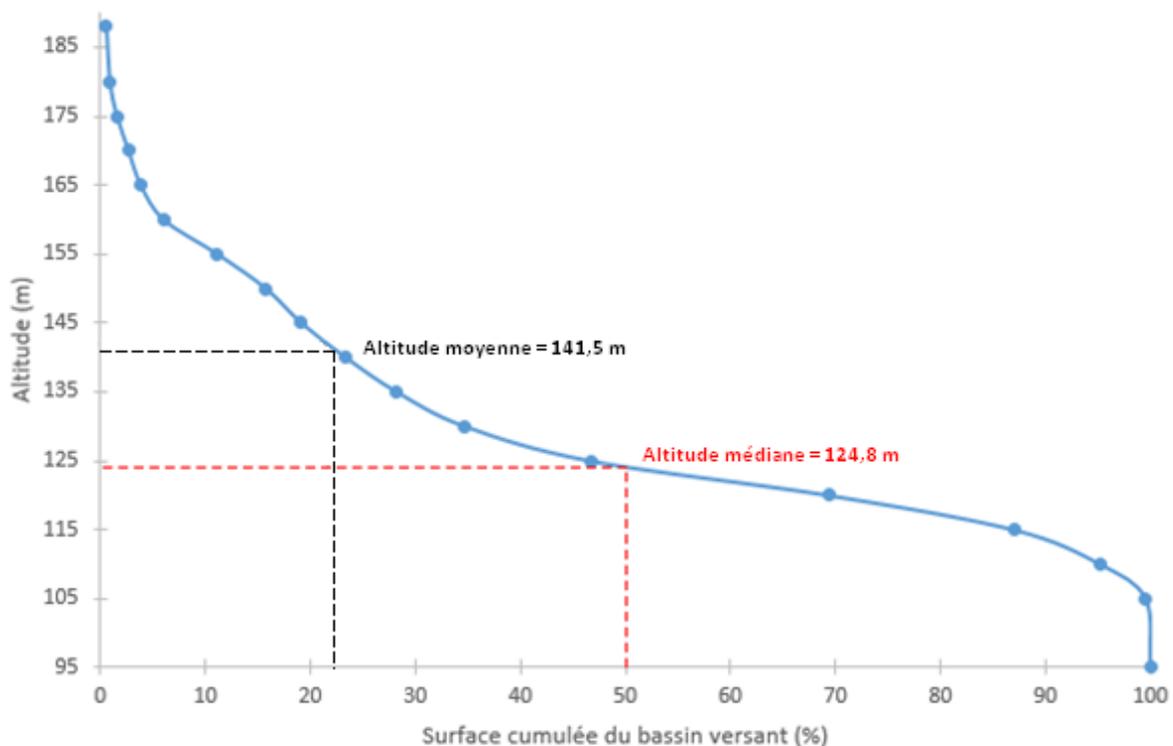


Figure 10. Courbe hypsométrique du bassin versant de la Drouette

L'altitude médiane lue au point d'abscisse 50 % de la surface totale du bassin versant est de 124.8 m. Cette grandeur est éloignée de l'altitude moyenne : de ce fait, le bassin versant possède une pente moyenne irrégulière. **Les nombreuses ruptures de pentes sur la courbe témoignent en effet de cette hétérogénéité des pentes et des niveaux topographiques variables du bassin versant.**

D'un point de vue géomorphologique, **le pattern de la courbe hypsométrique peut largement être assimilé à celui d'un bassin mature** (répartition équilibrée des pentes dans le bassin versant). Il s'agit par conséquent d'un **bassin versant plus ou moins érosif** où la probabilité d'occurrence d'une crue rapide (< 24h) reste relativement faible mais bien réelle, notamment dans les parties amont du bassin au regard de sa configuration topographique.

Toutefois, dans notre contexte d'étude, le paramètre « âge du bassin » perd de sa valeur sur un territoire comme le bassin versant de la Drouette, où les activités humaines ont largement contribué au déséquilibre des dynamiques naturelles. Il convient de préciser que **le pouvoir érosif d'un bassin est en effet lié à sa topographie, d'un point de vue naturel, mais il reste aussi fortement dépendant des pratiques agricoles et du remembrement parcellaire** qui amplifient considérablement les phénomènes de ruissellement et d'érosion des sols.

- *Pentes caractéristiques*

D'autre part, **la connaissance des pentes du bassin est d'une grande importance**, car lors des épisodes pluvieux, il est évident que les eaux ruissellent d'autant plus que la pente des versants est grande. **Les pentes influencent directement les vitesses d'écoulement.**

La pente moyenne du bassin versant de la Drouette, notée i , est de 0,002 m/m.

$$i = \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

Avec :

i : pente en m/m

H : la différence d'altitude entre le point haut (188 m) et l'exutoire (95 m)

L : Chemin hydraulique le plus long (42 km)

La faible valeur de pente moyenne confirme la **prédominance de plaines et de plateaux intermédiaires dans le bassin versant**. Les zones de ruptures de pentes, ou versants, se trouvent en bordure des principaux cours d'eau, et font la jonction plateau/vallée. Variant de 13 % à 20 % environ, les plus fortes pentes concernent de faibles surfaces localisées à proximité immédiate des cours d'eau. **La cartographie des pentes illustre parfaitement le caractère encaissé des cours d'eau du territoire** (Fig. 11).

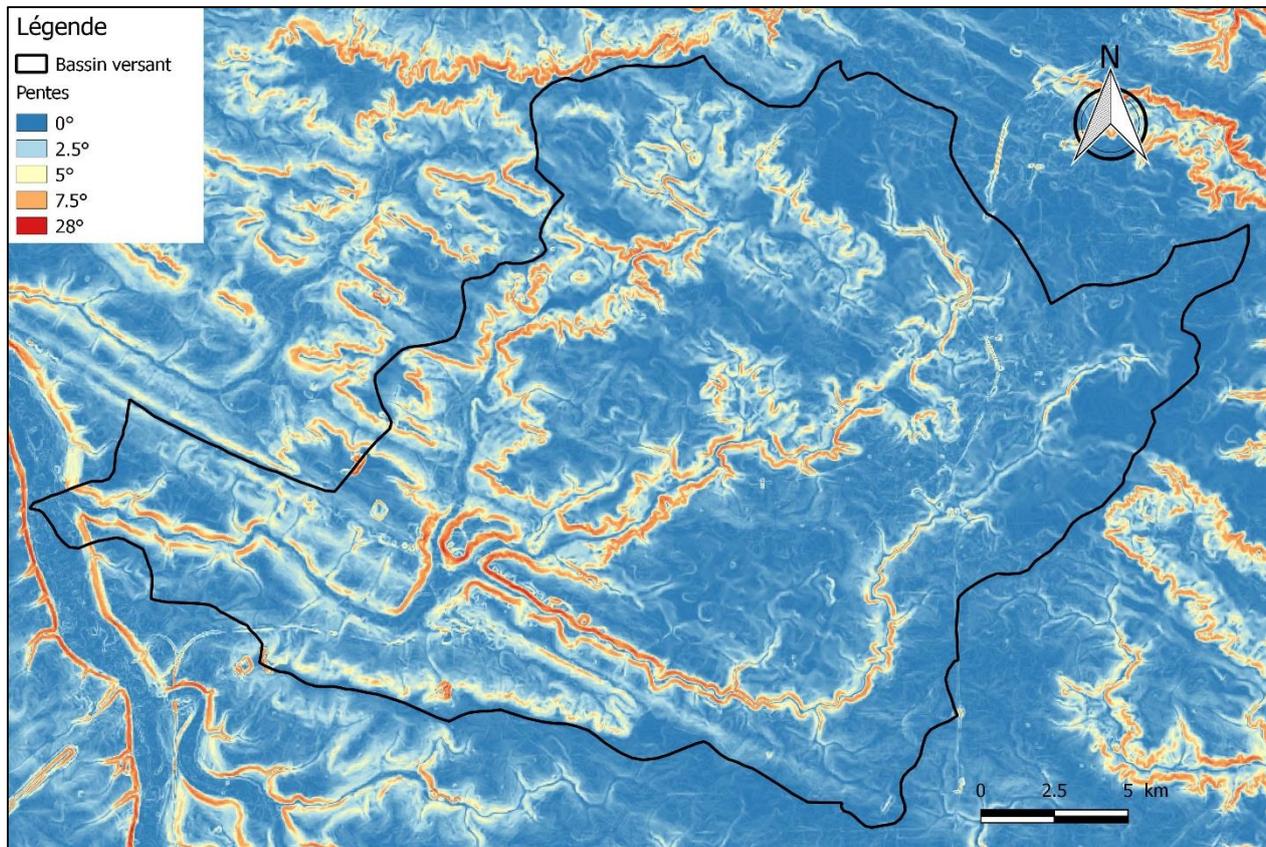


Figure 11. Représentation des pentes du bassin versant de la Drouette

Du fait d'un encaissement marqué, l'étendue des plaines inondables est donc relativement faible en matière de surface au sol. Le risque inondation est d'autant plus conséquent en aval par débordement de cours d'eau dans les zones urbanisées et à enjeux. Il est primordial de préserver et valoriser les fonctionnalités naturelles des milieux d'intérêt (zones humides, zones d'expansion de crues...) pour favoriser la rétention et/ou l'infiltration à la parcelle et contribuer ainsi à la protection des biens et personnes.

2.2.5 Contexte géologique

Par sa plus ou moins grande sensibilité à l'érosion, **la nature du sol influence directement la forme du réseau hydrographique.**

Notre bassin d'étude repose sur **différentes formations géologiques complexes**, qui se révèlent progressivement du sud au nord par l'apparition de **couches alternées de sables et de calcaires**, plus ou moins mêlées d'argiles à meulières. Les sables se maintiennent dans bon nombre d'endroits, tandis qu'ailleurs réapparaît la couche calcaire. Le substrat argileux confère un caractère hydromorphe aux sols et régit donc leur utilisation. Ainsi, si le plateau des Yvelines est largement cultivé, les parties impropres à l'agriculture sont végétalisées (chênaie, charmaie...). Le fond de vallée hydromorphe porte des sols alluviaux (limons, sables).

Les **couches dures (marno-calcaires)**, résistant davantage à l'érosion, ont donné naissance à des plateformes légèrement inclinées qui structurent le paysage.

Dans le nord du bassin versant, la plateforme structurale du calcaire de Beauce (Stampien) domine la région de Rambouillet et disparaît progressivement dans la partie nord où elle apparaît encore.

Au sud, les sables de Fontainebleau reposent directement sur la craie de manière non conforme. Les versants à faible pente du bassin de la Drouette sont alors **façonnés dans les sables de Fontainebleau.**

Dans un souci de simplicité, une description sommaire de l'approche lithologique du bassin est illustrée ci-dessous (Fig. 12).

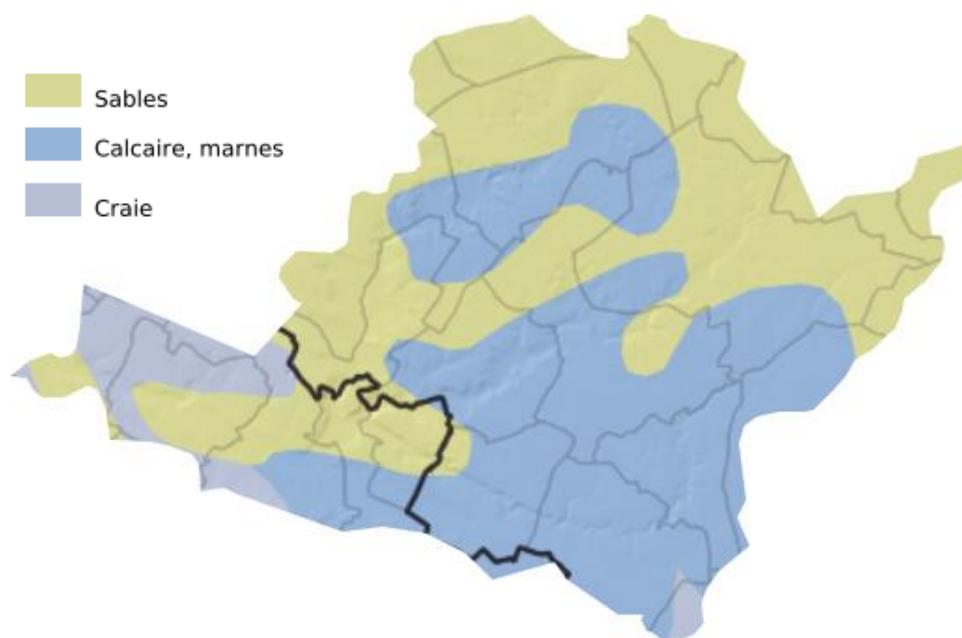


Figure 12. Carte lithologique simplifiée (1/250 000) du bassin versant (BRGM)

Le bassin versant de la Drouette repose sur **différentes formations géologiques complexes**, dont se distinguent les dépôts suivants, du plus récent au plus ancien :

- Alluvions modernes (Fz) : dépôts en lit majeur des cours d'eau de nature sablo-argileuse,
- Limons des plateaux (Lp) : dépôts d'origine éolienne de Silts et sables fins (épaisseur d'environ 6m),
- Sables de Lozère (m1b) : sables argileux à grains de quartz et de feldspath grossiers mal classés (épaisseur d'environ 8m),
- Argiles à meulières de Montmorency (g2b2) : argile ferrugineuse ; très souvent contaminée par les sables de Lozère (épaisseur d'environ 10m),
- Calcaires d'Etampes (g2b1) : calcaire marneux blanc ou jaunâtre (épaisseur d'environ 20m),
- Sables et grès de Fontainebleau (g2a2) : grès situés en bancs discontinus au niveau du sommet (épaisseur d'environ 4m) et des sables de Fontainebleau (épaisseur d'environ 75m),
- Marnes à huîtres (g2a1) : Marnes calcareuses plus ou moins sableuses, gris jaunâtre ou verdâtre (épaisseur d'environ 5m),
- Calcaires de Brie (g1) : calcaire marneux, fossilifère, gypseux à la base (épaisseur d'environ 5m),
- Argile verte de Romainville (g1) : argile en plastique compacte (épaisseur d'environ 2 à 6m),
- Eocène supérieur indifférencié (e7-6) : marnes supragypseuses, calcaire brun grumeleux à pâte fine, marnes blanches à rognons calcaire, calcaire à Corbules (épaisseur de 25 à 30m),
- Lutécien supérieur à moyen (e5) : couche contenant des marnes, des calcaires fossilifères et des sables glauconieux (épaisseur d'environ 35m),
- Yprésien inférieur (e3) : sables de Breuillet (épaisseur d'environ 30m) et argile plastique (épaisseur de 10 à 14m),
- Craie blanche à silex (c6-4) : formation la plus ancienne (épaisseur d'environ 200m).

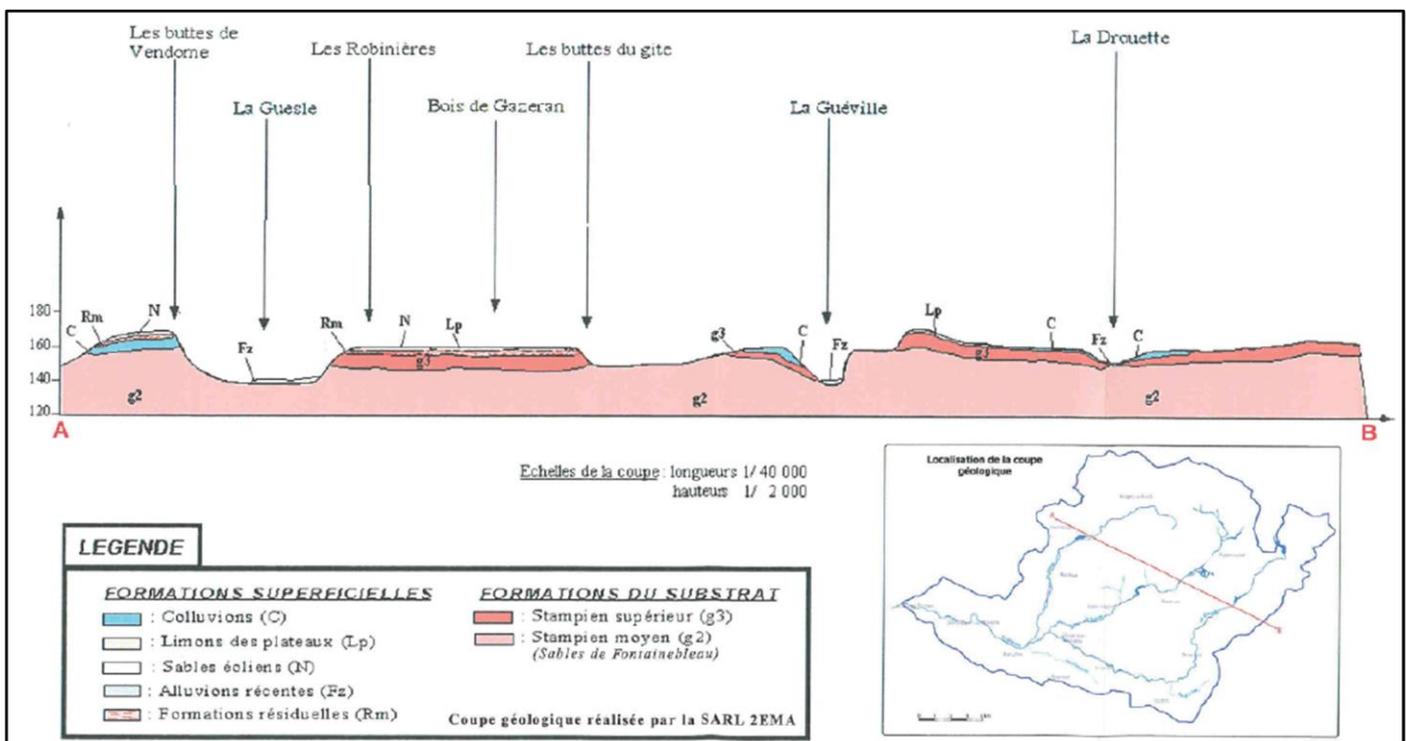


Figure 15. Coupe géologique Nord-Ouest / Sud-Est sur le bassin versant de la Drouette (source : étude ZEMA, 2005)

2.2.6 Caractéristiques hydrogéologiques

Dans notre bassin d'étude, les facteurs d'alimentation des cours d'eau sont multiples. Il peut s'agir des précipitations directes, des ruissellements de surface ou encore des **apports souterrains**. Il est important de considérer ces derniers, car bien souvent, ils représentent la majorité de l'écoulement annuel du bassin.

Le bassin versant repose en effet sur différentes formations géologiques, décrites précédemment, dont certaines poreuses, fissurées ou karstifiées, contiennent de l'eau en quantité. Cette eau est généralement en circulation dans le sous-sol. D'autres couches plus ou moins imperméables et rigides, telles que les marno-calcaires, les séparent et les isolent localement, créant ainsi des réservoirs que l'on qualifie de **systèmes aquifères**.

D'un point de vue hydrogéologique, **trois aquifères principaux ont été répertoriés** sur le bassin versant de la Drouette :

- La **nappe des sables de Fontainebleau (nappe de l'Oligocène)** : cette nappe domine largement le bassin versant. Elle est drainée par les trois rivières principales et permet d'alimenter la majorité des captages en eau potable du département des Yvelines. Elle est surmontée de différents substrats perméables et imperméables et peut donc être libre, captive ou permanente.
- La **nappe des calcaires de Beauce (nappe de Beauce)** : ce réservoir en forme de cuvette est constitué d'un empilement de couches géologiques carbonatées et sableuses. La nappe de Beauce dépend exclusivement des précipitations et en particulier des pluies hivernales qui s'infiltrent et reconstituent les réserves.
- La **nappe de la Craie du Sénonien (nappe de la Craie)** : cette nappe est située au niveau des fonds de vallées actives et son eau circule au niveau de fissures (diaclasses). L'exploitation de cet aquifère pour l'alimentation en eau potable est importante mais moins marquée que pour la nappe de Fontainebleau. Cette nappe s'inscrit exclusivement à l'aval du bassin versant de la Drouette.

Ces nappes, **majoritairement libres** et localisées à **faible profondeur**, peuvent alors provoquer des **inondations par remontées**, lors de forts épisodes pluvieux comme mai 2016.

Le risque inondation est **d'autant plus important dans les fonds de vallées humides**, en raison de la nature et de la faible épaisseur des terrains superficiels (limons et sables) et de la proximité de la nappe.

Aussi, en s'éloignant des fonds de vallées du bassin d'étude, les inondations par remontées de nappes s'avèrent **particulièrement marquées en tête de bassin**, au niveau du **massif forestier de Rambouillet** où la nappe y est bien souvent sub-affleurante. Une cartographie de la **sensibilité aux inondations par remontées de nappes** témoigne de ce constat (Fig. 16).

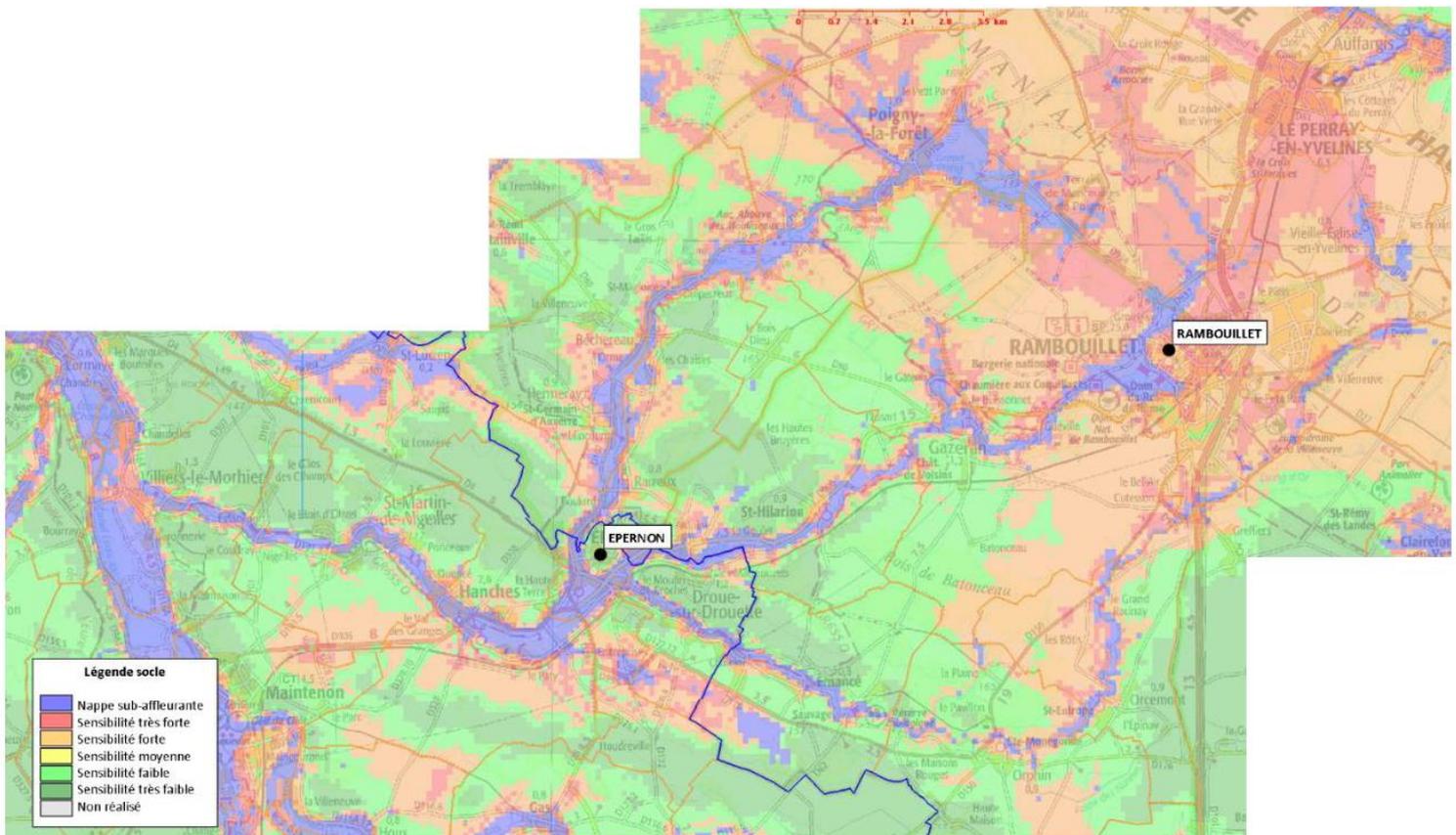


Figure 16. Sensibilités aux inondations par remontées de nappes dans le bassin versant de la Drouette (source : BRGM, 2002)

Le réservoir Oligocène est essentiellement constitué de sables de Fontainebleau. Ces derniers reposent directement sur des formations résiduelles à silex peu perméables (argiles à silex). Il est à noter que les crêtes piézométriques sont sensiblement identiques aux crêtes topographiques.

A partir de quelques points hauts, la nappe est divergente et épouse alors la forme des buttes de l'Oligocène. **La profondeur de la nappe des sables de Fontainebleau, dominant le bassin d'étude, est de 30 à 35 m environ sous les sommets, mais elle peut affleurer sous la surface du sol dans les vallées.**

Les vallées drainantes constituent le principal exutoire des nappes. Les sables sont bien souvent digressifs sur les formations crayeuses, ce qui engendre un drainage de la nappe par déversement.

Le contexte hydrogéologique du bassin de la Drouette s'avère relativement complexe, notamment en raison des interactions potentielles qui existent entre aquifères.

Dans le cadre de la présente étude, il convient de préciser que **la nappe de l'Oligocène est très vulnérable.** Elle présente une **direction d'écoulement vraisemblablement dominée par le soutirage via les cours d'eau du bassin** (direction générale vers le sud-ouest, à l'exutoire) et une **communication verticale avec la nappe de la Craie sous-jacente**, dont la piézométrie se raccorde à celle des sables de Fontainebleau (Fig. 17).

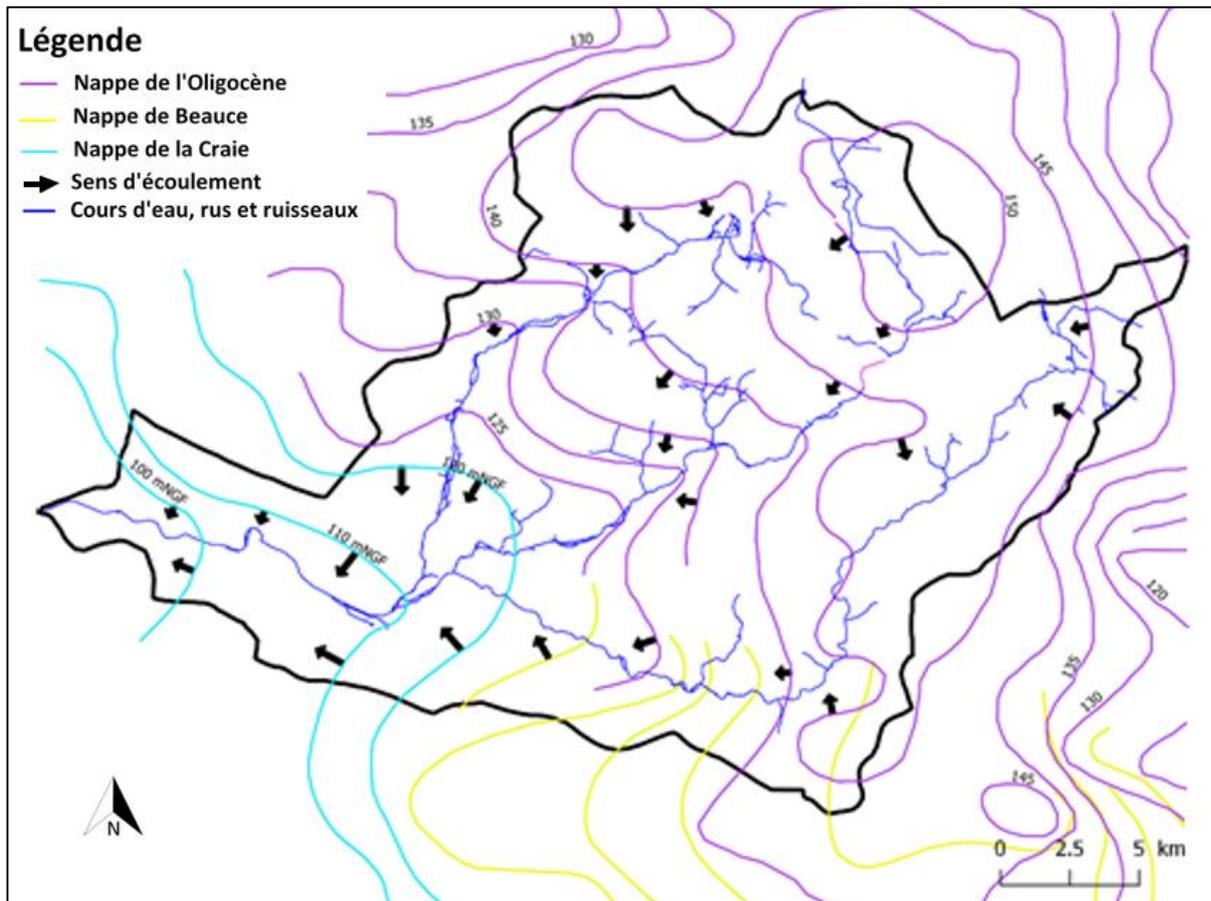


Figure 17. Niveaux piézométriques et écoulements des eaux souterraines du bassin versant

Cette cartographie, fondée à partir de données des années 1990, illustre les conditions initiales des niveaux piézométriques du bassin, hors période de crue. Au vu des sens d'écoulement, les nappes alimentent les cours d'eau principaux du bassin versant. Faute de données suffisantes à ce jour, nous ne pouvons établir une cartographie plus récente nous permettant de comparer ces conditions initiales à celles observables en périodes de crues. Toutefois, nous pouvons aisément supposer qu'en périodes de fortes crues, s'opèrent alors des flux hydriques inverses qui alimentent les nappes depuis les cours d'eau.

Les nappes présentes dans les différentes formations géologiques du territoire expliquent alors les importants ruissellements observés en mai 2016, suite à la longue période pluvieuse ayant rapidement saturé les sols et alimenté les nappes de haut et mi versant.

La complexité du contexte hydrogéologique ainsi décrit, laisse donc présager une forte réactivité du bassin versant au regard des à-coups hydrauliques qu'il subit fréquemment.

2.2.2 Occupation des sols

On retrouve **deux principales entités paysagères sur le bassin versant** : un **milieu forestier** et un **milieu agricole** (de type grandes cultures), ponctués de deux pôles impliquant une pression urbaine relativement importante (Fig. 18).

D'une superficie totale d'environ 110 km², les **boisements** dominent largement le bassin. Ces massifs forestiers font pour plus de la moitié l'objet d'une gestion publique domaniale assurée par l'Office National des Forêts (ONF). Ces surfaces sont principalement localisées sur les communes de Rambouillet et de Poigny-la-Forêt.

Les **surfaces agricoles**, quasiment toutes drainées, tiennent également une place majeure dans le bassin (environ 100 km²). Elles occupent quelques plateaux majeurs insérés dans des zones boisées à l'amont d'Épernon (plateau d'Hermeray-Raizeux, plateau de Gazeran, plateau d'Orphin-Orcemont), et elles dominent l'occupation du sol à l'aval d'Épernon (sur les versants en rives gauche et droite de Hanches, Saint-Martin-de-Nigelles et Villiers-le-Morhier) (ZEMA, 2005).

Ces zones de plateaux ondulés et bordés de coteaux évoluent d'une commune à l'autre. Les coteaux se composent généralement de vastes boisements de feuillus mais s'ouvrent parfois pour accueillir une alternance de plaines cultivées et de quelques rares pâturages. La présence de boisements indique clairement la rupture entre coteaux et plateaux, et à ce titre, représente un élément identitaire fort. Notons également la présence de vallées sèches plus ou moins marquées, mais qui participent à créer des liens transversaux entre plateaux et coteaux tout en jouant un rôle déterminant dans les processus d'écoulements des eaux. Peu perceptibles physiquement, les cours d'eau constituent cependant le fil conducteur de cet ensemble paysager grâce à la végétation associée aux berges. Une grande part du lit majeur est consacrée à l'agriculture : les parcelles cultivées à proximité des cours d'eau se rencontrent principalement sur les communes de Sonchamp et d'Orcemont en amont du bassin versant et sur les communes de Hanches et Saint-Martin-de-Nigelles en aval.

Enfin, l'urbanisation se concentre donc essentiellement en deux pôles majeurs localisés sur les communes de Rambouillet et d'Épernon. Ces **deux secteurs fortement urbanisés** affectent particulièrement le territoire en matière d'infiltration et de ruissellement superficiel. Les autres communes du bassin versant, quant à elles plus rurales, impliquent une domination de parcs et jardins dans le lit majeur des cours d'eau au niveau des bourgs.

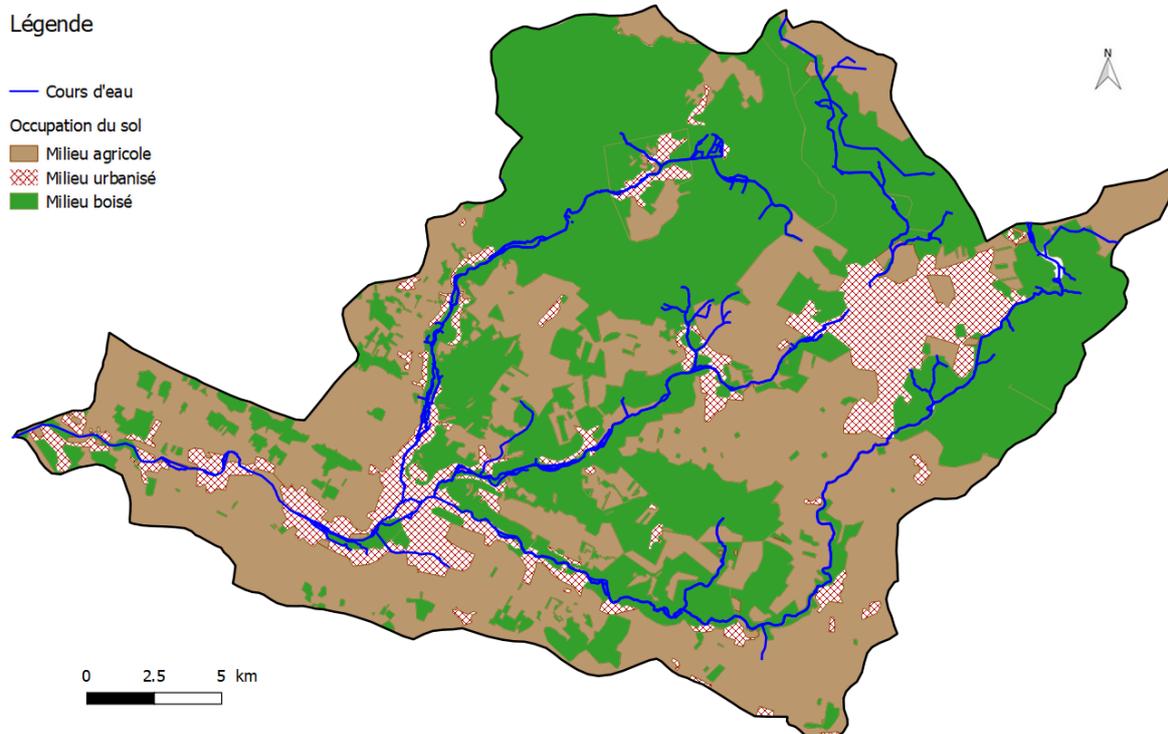


Figure 18. Occupation des sols sur le bassin versant

2.2.7 Caractéristiques agro-pédo-géologiques

L'approche pédologique de notre étude est d'une importance capitale car elle renseigne sur la **capacité d'infiltration du sol** en fonction de son usage et également sur les risques d'érosion et d'inondation dans le bassin (Roose *et al.*, 2000).

L'activité végétative et le type de sol sont en effet intimement liés. Leurs actions combinées **influencent singulièrement le ruissellement de surface**. Le couvert végétal retient, selon sa densité, sa nature et l'intensité des précipitations, une proportion variable des eaux.

De façon indirecte, une forêt régularise le débit des cours d'eau puisqu'elle intercepte et amortit une partie des pluies via sa frondaison. Selon ses propriétés et la nature du sol, elle exerce alors une action plus ou moins limitatrice sur le ruissellement superficiel. Précisons que **son action est bien plus négligeable sur les débits extrêmes** causés par les fortes crues (Musy & Higy, 2004).

Etant donné l'influence avérée des boisements sur le ruissellement superficiel, il est donc pertinent d'évaluer **l'indice de couverture végétale** du bassin versant (noté **K**) :

$$K = \frac{\text{Surface des forêts}}{\text{Surface totale du bassin}} \cdot 100$$

Sur le bassin de la Drouette, l'indice de couverture forestière est de 45.9 %.

Il traduit ainsi une **prédominance de milieux boisés qui influencent fortement la réactivité et le comportement hydrologique du bassin versant**.

Pour cause, sous l'effet d'un **relief marqué en tête de bassin** et du **caractère sableux et drainant** de son sol, **le massif forestier de Rambouillet accentue considérablement les ruissellements de versants** vers l'aval.



Massif forestier de Rambouillet

Les milieux ouverts agricoles dominent également le territoire (K = 43.5%). Leur impact en matière de ruissellement superficiel est tout aussi important à considérer.

A ce jour, les **méthodes de cultures intensives** (drainage agricole, labour dans le sens de la pente...) sont directement impliquées dans les **problématiques d'écoulements des eaux et d'inondations**.



Labour dans le sens de la pente, à Orphin (78)

Enfin, les **milieux urbanisés** occupent quant à eux une part de superficie moins conséquente mais toutefois non négligeable en matière de ruissellement ($K = 10.6\%$).

Dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, il convient alors de tenir compte de ces **surfaces imperméables** puisqu'elles augmentent fortement le volume d'écoulement des eaux.

De faible capacité de rétention, **les sols nus imperméabilisés accélèrent considérablement les ruissellements de surfaces.**



Écoulement des eaux pluviales
en milieu urbanisé

La vitesse d'infiltration de l'eau dépend alors de la **perméabilité du sol**. Comme décrits précédemment, les sables de Fontainebleau dominent le bassin d'étude notamment au niveau du massif forestier de Rambouillet, situé en tête de bassin. La littérature révèle que ce type de sol « affiche » une perméabilité nettement plus faible que celle des formations environnantes (SIGES Seine-Normandie, BRGM) : les **sables de Fontainebleau** présentent en effet une **perméabilité moyenne de $0,3 \cdot 10^{-4}$ m/s**. Cette faible valeur confirme le **caractère vulnérable des sols très drainants du bassin face aux enjeux de la maîtrise du ruissellement superficiel.**

2.2.8 Le réseau hydrographique

Pour précision ...

La littérature définit bien souvent le **réseau hydrographique** comme un ensemble de cours d'eau, et de milieux aquatiques sur un territoire donné. Dans notre contexte d'étude, il est primordial de considérer dans sa globalité, **l'ensemble hiérarchisé et structuré de chenaux (cours d'eau, rus, ruisseaux, fossés et tronçons indéterminés) qui assurent le drainage superficiel, permanent ou temporaire, sur le bassin versant de la Drouette.** C'est donc dans cette optique que le réseau hydrographique est ici défini et perçu.

A) Les cours d'eau

Pour rappel, le bassin versant de la Drouette possède **trois cours d'eau principaux : la Drouette (42 km) ; la Guesle (24.3 km) et la Guéville (18.5 km).**

Les **affluents secondaires** décrits par de nombreux ruisseaux représentent un **linéaire total de 27 km**. Le périmètre d'étude comprend ainsi un linéaire total de cours d'eau d'environ 112 km.

Appliquée à l'hydrologie, la topologie s'avère utile dans la description du réseau hydrographique, notamment en proposant une **classification des cours d'eau**. La classification des cours d'eau selon Strahler est présentée sur la carte ci-après (Fig. 19). Celle-ci met clairement en évidence **une ramification relativement dense en tête de bassin**, enrichie notamment par le drainage des parcelles (agricoles ou forestières) **lié aux activités anthropiques du territoire**.

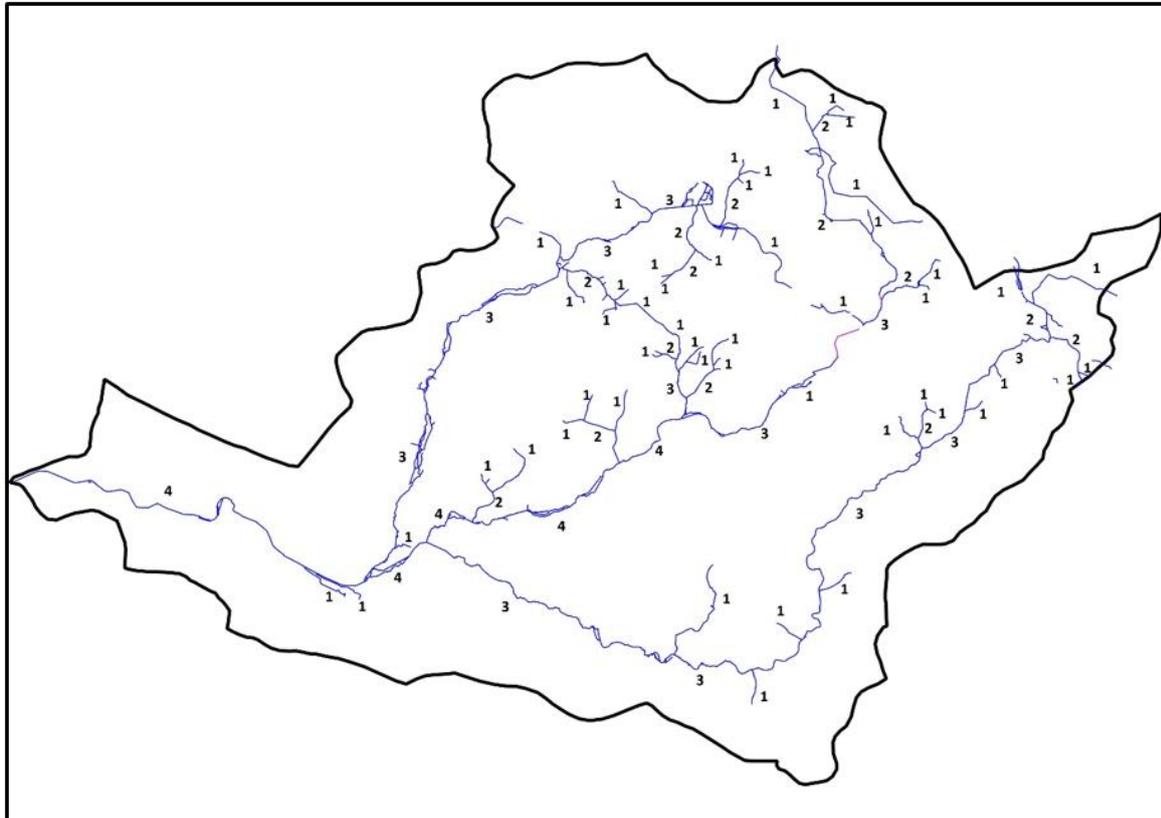


Figure 19. Classification des cours d'eau selon le système de Strahler (1957)

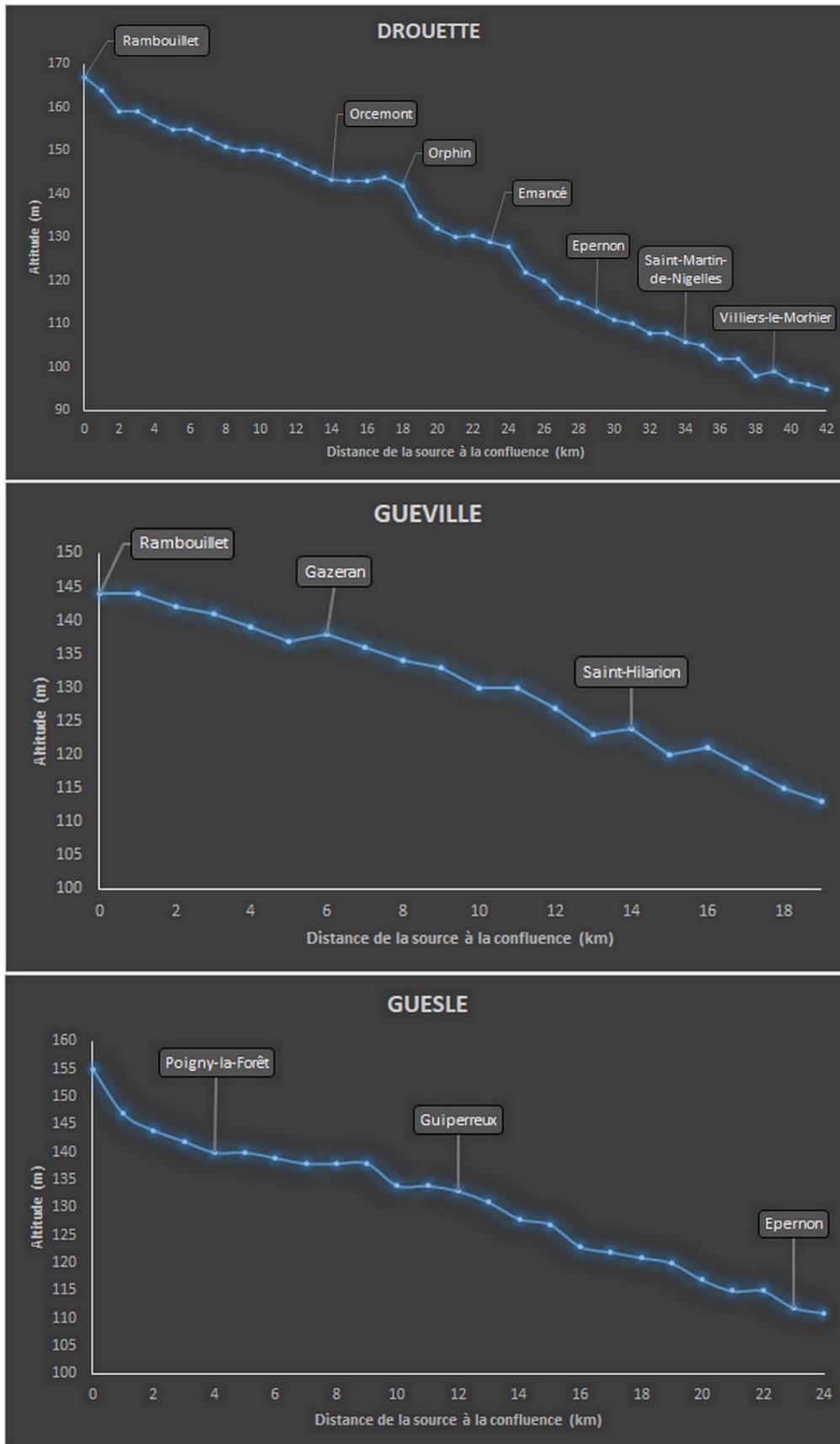
L'analyse des profils longitudinaux des principaux cours d'eau du bassin versant peut également contribuer à **préciser les rapports existant entre dynamique alluviale et topologie** et par conséquent, à déterminer les pentes moyennes et les vitesses d'écoulement de l'amont à l'aval (Fig. 20).

La Drouette, la Guéville et la Guesle présentent chacune une pente moyenne respective de 1.7 m/km, 1.6 m/km et 1.8 m/km.

Pour les trois cours d'eau principaux, les profils longitudinaux révèlent donc une **pente moyenne faible et régulière de 0.17 %**, de l'amont à l'exutoire du bassin.

A noter également que la Guesle se distingue de ses voisines par une pente davantage marquée à la source, dans les plateaux inclinés du massif forestier de Rambouillet en amont du marais du Cerisaie. Sous l'effet de la topologie, **le ruissellement forestier provenant de sols sableux des hauts plateaux est d'autant plus impactant sur la commune de Poigny-la-Forêt**, localisée en aval à proximité immédiate. Du fait de cette position « piège », **la commune est donc particulièrement sensible aux pluies torrentielles qu'elle réceptionne**.

• Profils longitudinaux des 3 rivières



Outre les cours d'eau, **les fossés constituent également le réseau hydrographique du bassin versant.**

B) Les fossés

Parties intégrantes du réseau hydrographique, **les fossés perturbent et dégradent les milieux aquatiques tant d'un point de vue « qualitatif »** (pollutions diffuses par ruissellement, exutoires de drains agricoles ou forestiers, érosion des sols) **que d'un point de vue « quantitatif »** (débits importants lors d'épisodes pluvieux significatifs, modification importante du régime hydraulique des cours d'eau).

Il paraît donc essentiel de tenir compte de ces **éléments structurants et drainants du paysage** pour appréhender efficacement le comportement du bassin dans sa globalité. Ils sont pour la majorité d'entre eux matérialisés sur la carte IGN en traits pointillés.

Au total, le réseau hydrographique (cours d'eau, fossés et tronçons indéterminés) se compose d'un linéaire d'environ 278 km. Représentant 48.6 % du réseau hydrographique, les fossés dominent largement le territoire (Fig. 21). Le réseau de fossés est particulièrement dense à l'échelle globale du bassin versant, ce qui induit par conséquent des enjeux d'autant plus forts en matière de ruissellement.

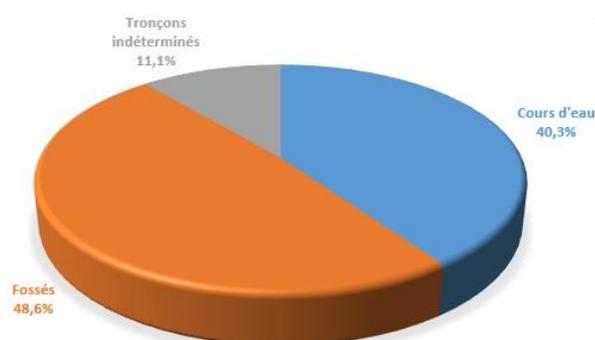


Figure 21. Taux d'occupation des fossés dans le bassin versant

Pour rappel ...

La différence entre un cours d'eau et un fossé

La définition réglementaire d'un **cours d'eau** est jurisprudentielle, fondée en particulier sur la présence d'un **lit naturel à l'origine**, qui peut être attesté par l'exploitation des cartes IGN et du cadastre ; d'une **alimentation par une source** et d'un **débit suffisant une majeure partie de l'année**. Certains cours d'eau présentant régulièrement des assecs, la pérennité de l'écoulement n'est donc pas un facteur décisif.

Les **fossés** peuvent quant à eux être définis comme des milieux artificiels ne résultant pas d'une modification d'un cours d'eau et créés pour l'évacuation des eaux de ruissellement ou de drainage.

Quel que soit le statut de l'émissaire (fossé ou cours d'eau), les précautions doivent être identiques et les interventions menées avec discernement.

L'ensemble du réseau hydrographique (cours d'eau, fossés et tronçons indéterminés) réceptionne notamment les eaux de ruissellement, souvent chargées en intrants agricoles, provenant des plateaux inclinés du territoire.

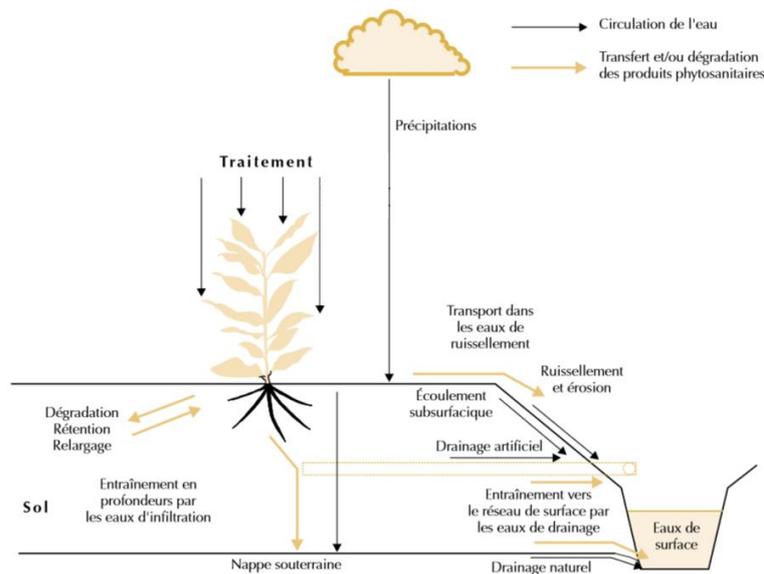


Figure 22. Schéma de collecte des flux hydriques à la parcelle (source : IRSTEA, 2002)

Il est important de traiter les enjeux de la maîtrise du ruissellement et des pollutions diffuses. Pour ce faire, il s'avère pertinent d'analyser et d'estimer **le degré de développement du réseau hydrographique** du bassin versant pour pouvoir appréhender au mieux sa réactivité vis-à-vis du ruissellement :

➤ Densité de drainage

Dépendant de la géologie des caractéristiques topographiques du bassin versant, la **densité de drainage** permet d'évaluer la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin. Celle-ci est donc directement corrélée au relief et aux pentes du bassin ainsi qu'à la perméabilité de la roche sur laquelle repose le réseau. Dans notre bassin d'étude, la densité de drainage est de **1.18 km/km²**. Cette valeur reflète parfaitement le **caractère drainant du bassin**.

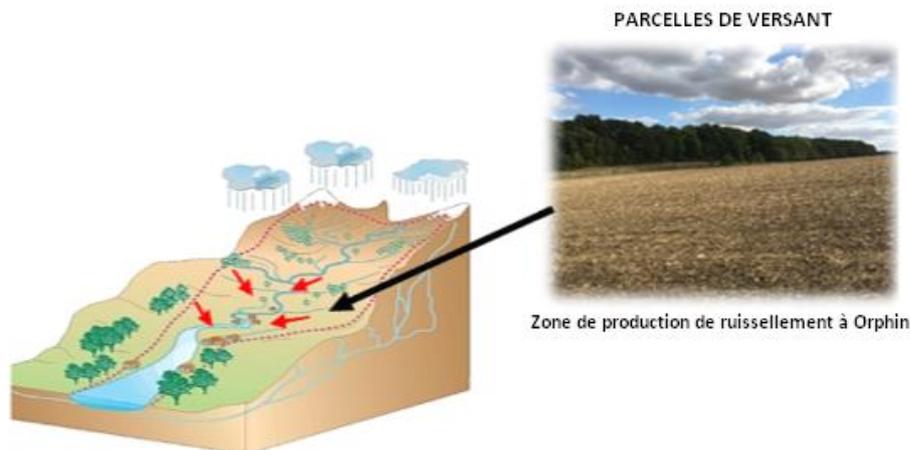


Figure 23. Réactivité du bassin versant face au ruissellement de versant

Sous l'effet de la structure paysagère et d'une densité de drainage non négligeable, le bassin versant présente **une réactivité relativement importante** en réponse aux ruissellements de versants.

➤ Densité hydrographique

La **densité hydrographique** va de pair avec la densité de drainage. Elle représente le nombre de canaux d'écoulement par unité de surface du bassin versant. Le bassin de la Drouette dénombre 51 structures drainantes : la densité hydrographique est donc de **0.22 km⁻²**.

Cette faible valeur traduit à l'échelle du bassin **la présence d'un territoire à substratum plus ou moins perméable, à couvert végétal important** (massif forestier de Rambouillet) **et à relief peu marqué**.

➤ Rapport de confluence

Pour exprimer le degré de développement du réseau hydrographique, nous pouvons également évaluer **le rapport de confluence**, noté **R_c**. Il varie suivant l'ordre considéré et correspond au rapport du nombre de cours d'eau d'ordre inférieur sur le nombre de cours d'eau d'ordre supérieur.

Ordre des cours d'eau	Rapport de confluence (R _c)
2	3,5
3	3,5
4	2

Tableau I. Valeurs des rapports de confluence du bassin

Selon Strahler (1964), le rapport de confluence varie de 3 à 5 pour une région où la géologie n'a aucune influence sur le réseau hydrographique. Ce postulat semble se vérifier pour les observations menées sur les cours d'eau d'ordres 2 et 3 (Tableau I).

En revanche, pour les cours d'eau d'ordre 4 ($R_c = 2$) qui réceptionnent la majorité des ramifications du bassin, le réseau réagirait davantage sous l'effet de la géologie et de la topologie.

Le réseau hydrographique présente de nombreuses ramifications d'ordres inférieurs, notamment en amont du bassin de la Drouette. Il convient de souligner que ce nombre important de segments élémentaires d'ordres inférieurs, est potentiellement cause d'une réponse rapide du réseau hydrographique aux pluies torrentielles. Le bassin versant s'avère donc particulièrement réactif.

2.2.9 Contexte hydrologique

L'essentiel des données hydrométriques de la Drouette en matière de débits repose sur la station de mesure de Saint-Martin-de-Nigelles (code station : H9113001).

Cette station, gérée par la DREAL Haute-Normandie, se situe sur la Drouette aval et contrôle ainsi 98 % du bassin versant. Elle dispose d'une chronique de débits de 32 ans de mesures et permet notamment de déterminer les débits caractéristiques moyens inter-annuels (modules), d'étiage et de crues.

L'exploitation des données existantes pour cette station révèle que **le débit moyen de la Drouette est faible : 0,89 m³/s environ.**

En été (période d'étiage), de juillet à septembre inclus, le bassin versant connaît des débits moyens mensuels relativement faibles, pouvant atteindre des valeurs oscillant autour de 0,5 m³/s au mois d'août (Fig. 24). Les hautes eaux se déroulent en hiver et se caractérisent par des débits moyens allant de 1,13 à 1,30 m³/s, de décembre à mars inclus (avec un maximum en janvier).

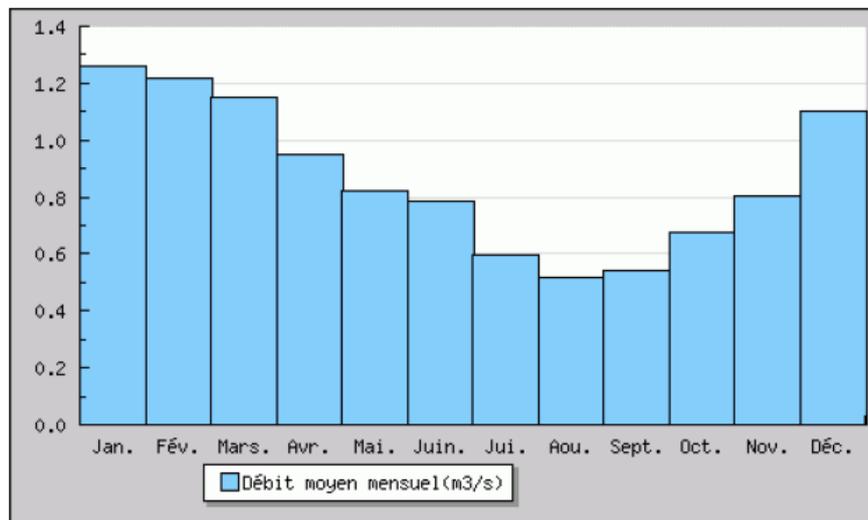


Figure 24. Ecoulements mensuels naturels de la Drouette (source : Banque Hydro)

Toutefois, le bassin versant de la Drouette et de ses affluents est susceptible de subir de **fortes périodes de crues** capables d'engendrer d'**importantes inondations** sur son territoire. Le pattern de **l'hydrogramme de crue de 2016** témoigne de l'ampleur de ces phénomènes (Fig. 25) : le 1^{er} juin 2016, la station enregistre en effet un pic à 29,4 m³/s ; valeur de débit largement supérieure aux pics de crues recensés depuis 1987 et à une crue cinquantennale ($Q_{50} = 19 \text{ m}^3/\text{s}$).

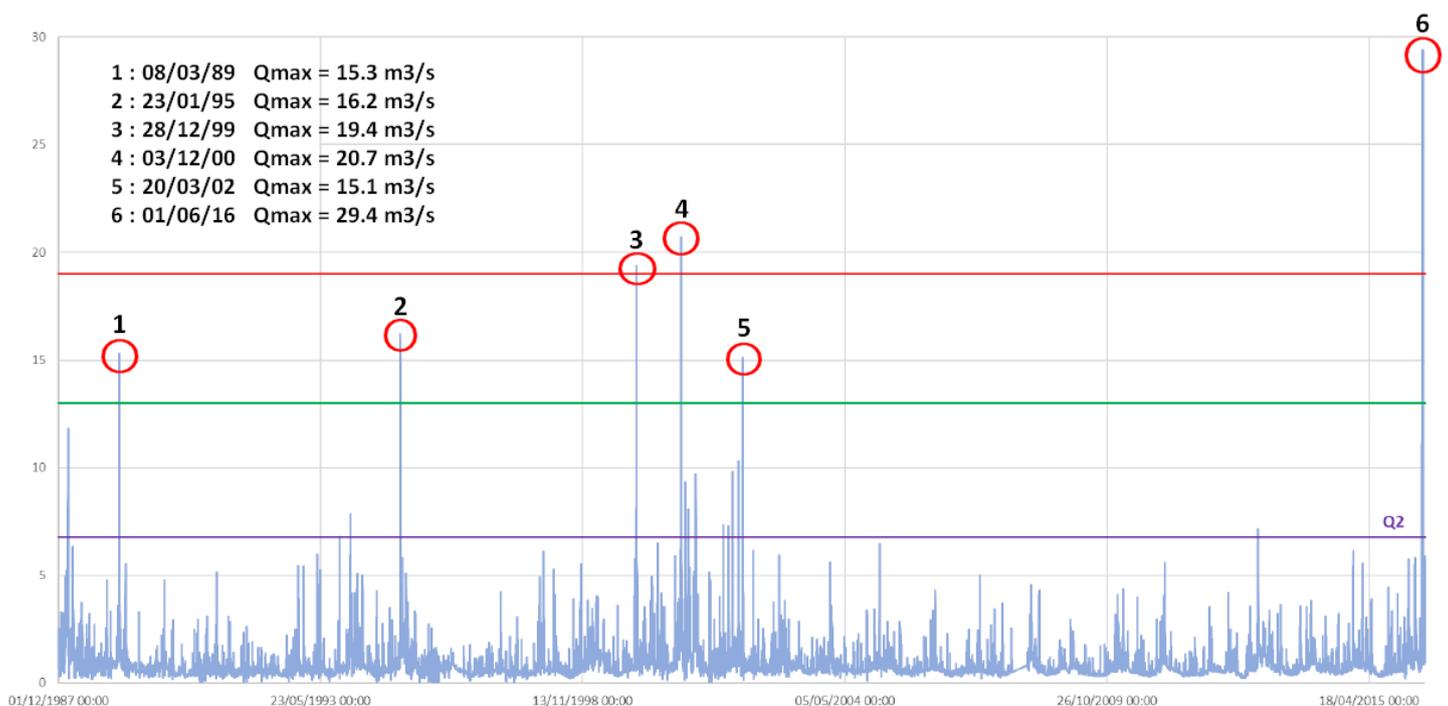


Figure 25. Débits (m³/s) enregistrés à la station de St-Martin-de-Nigelles, entre 1987 et 2016 (source : Banque Hydro)

Sur le territoire, **plusieurs événements hydrologiques exceptionnels** ont pu être observés et enregistrés à la station de St-Martin-de-Nigelles : **6 débits de pointe remarquables ($Q > 15 \text{ m}^3/\text{s}$)** ont en effet été relevés depuis 1987.

2.2.10 Les particularités du territoire : constats et diagnostic

D'un point de vue hydrologique et écologique, l'analyse des caractéristiques du bassin versant, les observations de terrain ainsi que les divers témoignages confirment **la présence de perturbations et de dysfonctionnements majeurs à l'échelle globale du territoire.**

Par temps de pluie, **de nombreux tronçons concernés par des écoulements non pérennes se mettent rapidement en charge.** Des volumes d'eau variables, selon l'intensité des pluies, transitent alors vers les cours d'eau par les fossés et émissaires agricoles.

Les rivières du bassin de la Drouette subissent fréquemment des **pressions** : en effet, il n'est pas rare d'observer des phénomènes de pollutions chimiques et/ou organiques (boues, mousses, ...), d'érosion de berges, d'envasement et de colmatage au niveau des cours d'eau.

De même, les **zones humides comme les mares isolées du territoire, sont bien souvent altérées ou menacées** sous l'effet des perturbations anthropiques. **Les zones humides de tête de bassin constituent l'un des types de milieux les plus menacés.** Pour cause, elles sont souvent de surfaces réduites et ne rentrent pas dans les seuils de protection réglementaires prévus par la loi.

De plus, le bon état écologique exigé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) ne tient compte que du linéaire de cours d'eau pour déterminer si les objectifs sont atteints pour l'ensemble d'une masse d'eau. Autrement dit, l'unité hydrographique « masse d'eau » n'apparaît pas comme une échelle de diagnostic pertinente pour les milieux de tête de bassin versant. En effet, malgré les dégradations subies par les cours d'eau et les zones humides de tête de bassin, le cours d'eau évalué peut être en bon état.

Il est toutefois important de rappeler que la multitude de petites zones humides en tête de bassin peut remplir autant, voire plus, de fonctions qu'une grande zone humide.

• **Diagnostic territorial :**

Les processus physiques, écologiques et hydrologiques du bassin versant sont **perturbés par les activités humaines** qui transforment continuellement le territoire pour l'adapter aux divers **besoins socio-économiques** (pollutions industrielles, agriculture, ...). Il est notamment important d'appréhender ces problématiques en matière de **ruissellement de surface**, vecteur insidieux de transfert des intrants agricoles des parcelles cultivées vers les cours d'eau et par conséquent, de **dégradation de la qualité des eaux.**

➤ **STEP, zones d'activités, ruissellement agricole et pollutions diffuses :**

Il existe de nombreuses stations d'épuration sur le bassin versant de la Drouette. La plus importante et impactante est la STEP de Gazeran-La Guéville, située à l'aval de Rambouillet et se rejetant dans la Guéville (traitement des eaux de Gazeran, Vieille-Eglise et Rambouillet avec un réseau majoritairement unitaire).

Il existe également plusieurs **zones d'activités**, principalement au niveau de Rambouillet et Epernon, avec de **nombreux rejets significatifs d'un point de vue quantitatif et qualitatif.** Ces zones d'activités impliquent la présence de surfaces imperméabilisées importantes où l'infiltration à la parcelle est limitée. Des bassins de rétention et d'orages existent afin de limiter les apports violents aux rivières en temps de pluie.

Pour rappel, les **surfaces agricoles** occupent une grande place sur le bassin avec plus d'un tiers de la surface totale, avec de vastes plateaux consacrés à la production agricole. Lors des événements pluvieux significatifs, les **émissaires et fossés agricoles** s'apparentent à des torrents qui acheminent rapidement jusqu'aux cours d'eau les **eaux de ruissellement et de drainage chargées en MES et de très mauvaise qualité physico-chimique**. Dépourvus de toute capacité auto-épuratrice, les milieux récepteurs sont donc le plus souvent non fonctionnels en termes de filtration/épuration.



Emissaire agricole à proximité de la Drouette



La Drouette à Orphin et Orcemont le lendemain d'un fort épisode pluvieux (décembre 2017)

Les fortes pluies sont généralement réparties de façon homogène sur le bassin. La presque totalité des communes du bassin est en effet concernée par ces **phénomènes de ruissellement intense**, notamment en **provenance des plateaux agricoles**.

➤ Ruissellement forestier :

Les têtes de bassins s'insèrent dans un **contexte forestier** marqué par des **pentés importantes**.

Cette configuration topographique ne permet donc pas la rétention des eaux et favorise par conséquent les **ruissellements violents de versants** (Fig.26).



Ruissellement forestier en tête de bassin versant

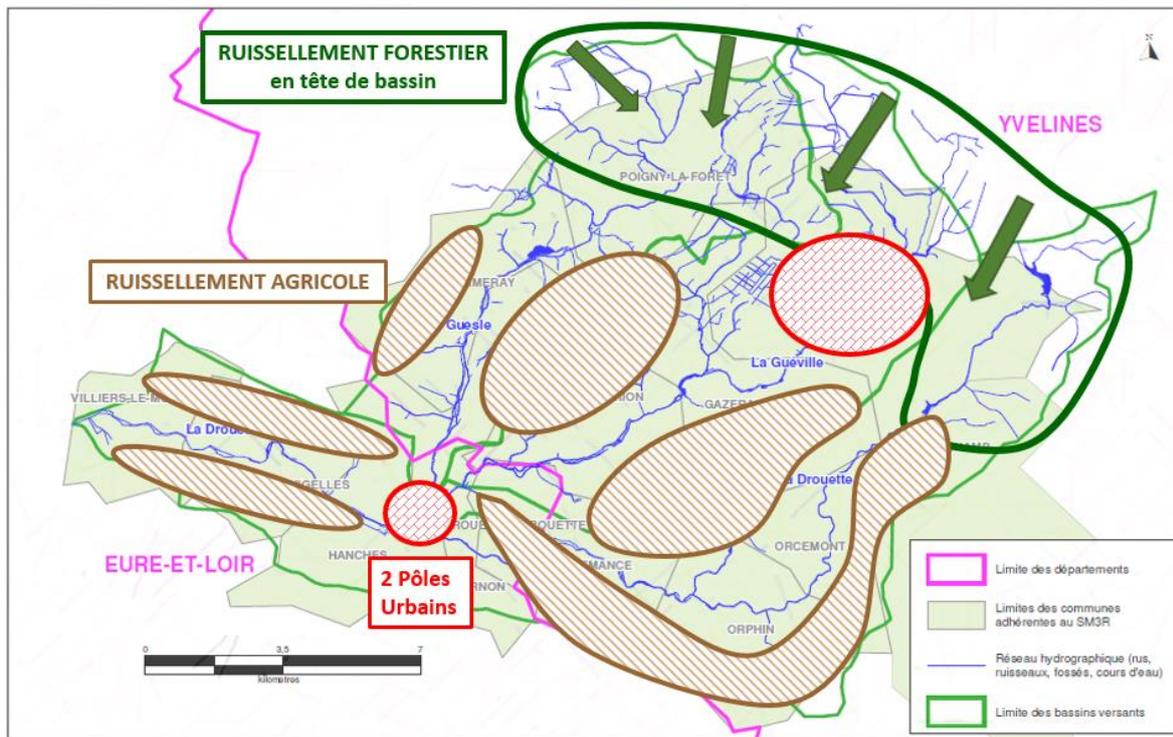


Figure 26. Ruissellement de versant en contextes forestier et agricole

➤ Recalibrage, curage :

Les **travaux hydrauliques passés** sont, d'une certaine manière, également **responsables des fortes crues**, comme celle survenue en 2016.

Pour cause, le remaniement des rivières ayant été marqué par **un recalibrage et un fort encaissement du lit**, participe aujourd'hui à l'accélération des écoulements, ce qui engendre des **dommages plus importants en aval** dans des secteurs à enjeux (biens et population).



La Guesle, recalibrée et fortement encaissée, en amont de Poigny-la-Forêt (78)

Les **aménagements hydro-morphologiques** (endiguement, protection des berges, ouvrages hydrauliques, rectification des profils...) **ont donc déconnecté le lit mineur des rivières de leurs zones humides associées** : les hauteurs de berges étant importantes, les rivières ne peuvent donc plus déborder sur ces secteurs au rôle d'expansion.

➤ Remembrement agricole :

Depuis le milieu du XX^{ème} siècle, **le remembrement agricole s'est également fortement accentué, ce qui n'est pas sans effet sur le ruissellement superficiel** (Fig. 27). L'agrandissement des parcelles a permis aux agriculteurs de ne cultiver qu'une seule espèce sur des surfaces importantes, par souci de rentabilité, là où on dénombrait autrefois une dizaine de cultures différentes. Aujourd'hui, cela implique que de grandes parcelles se retrouvent dépourvues de couvert végétal pendant de longues périodes.

Avant le remembrement, grâce à la polyculture, lorsqu'une parcelle était dépourvue de végétation en hiver, la parcelle se trouvant en contrebas pouvait contribuer à freiner les eaux de ruissellement si elle était recouverte d'une espèce végétale au système racinaire bien développé et adapté à la saison. Dès lors que l'ensemble est homogénéisé, ce dispositif n'est plus fonctionnel.



Figure 27. Exemple d'évolution du parcellaire agricole à Hermeray (source : IGN)

Suite à la simplification du paysage agricole (uniformisation des surfaces et absence d'éléments freinants), **les phénomènes de ruissellement et d'érosion ont été largement augmentés** sur le territoire du bassin.

➤ Urbanisation et imperméabilisation des sols :

Les pluies génératrices des crues dans notre bassin d'étude interviennent bien souvent sur des **sols saturés et imperméabilisés** (parkings, voiries, zones d'activités, lotissements, ...).

L'anthropisation du bassin versant modifie continuellement le tracé originel du réseau hydrographique, ce qui **perturbe ainsi le régime hydrologique** (Fig. 28) et accentue par ailleurs le **risque inondation**.

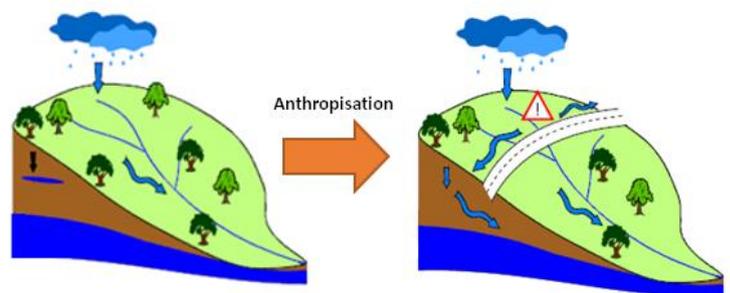


Figure 28. Impact de l'anthropisation sur le régime hydrologique d'un bassin versant

Pour information, depuis 1950, **le bassin de la Drouette a vu son taux de surfaces imperméabilisées progresser de 4.4 % par an en moyenne** (Fig. 29).

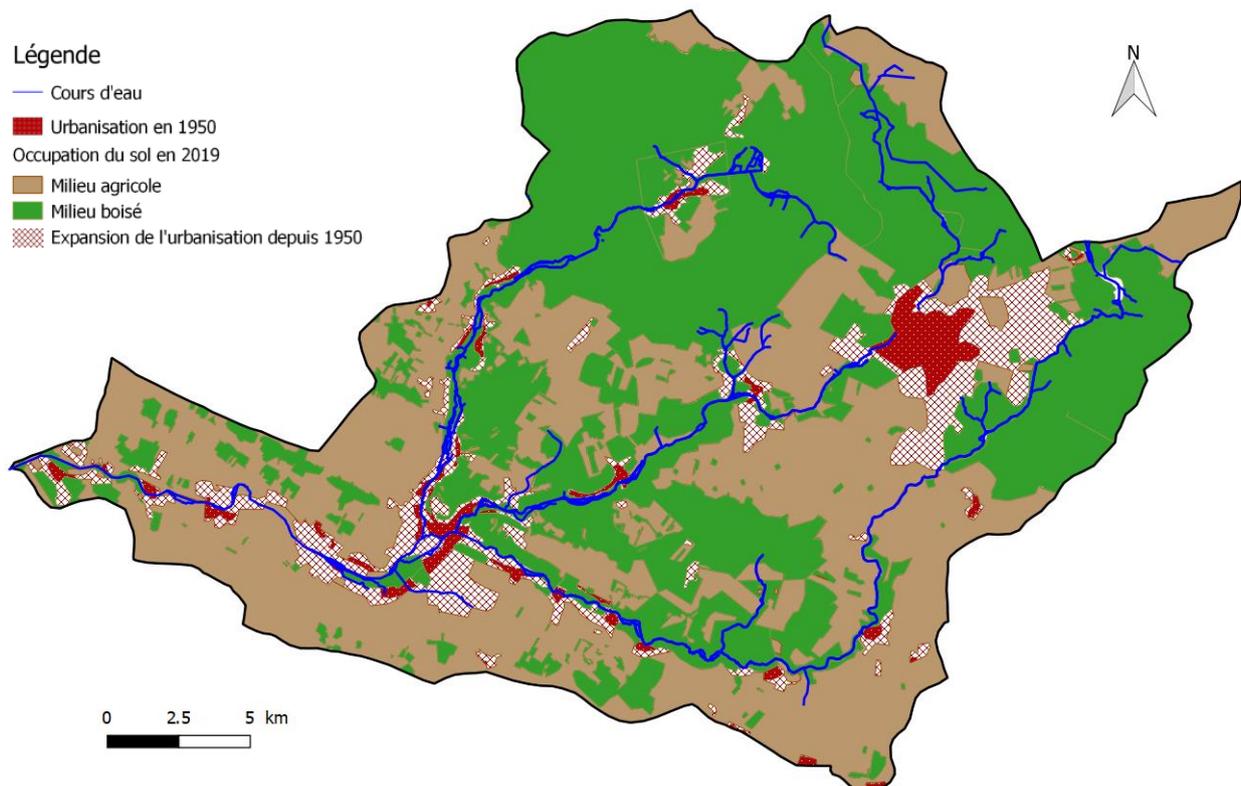


Figure 29. Expansion de l'urbanisation de 1950 à nos jours

Ce **taux accru d'imperméabilisation** se reflète en partie via l'impact des deux pôles urbains qui dominent le bassin : les communes de Rambouillet et d'Éperon (Fig. 30).

Du fait de la croissance démographique et d'un **étalement urbain de plus en plus conséquent** (création de zones industrielles, lotissements, voiries...), la commune d'Éperon a vu ses surfaces imperméabilisées augmenter de 4.8 % par an en moyenne depuis 1950.

De même, la commune de Rambouillet a connu une hausse de son taux d'imperméabilisation depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle : avoisinant en moyenne les 4 % par an, ce taux est plus faible mais non négligeable pour autant en matière de ruissellement superficiel.

Pour cause, sur ces surfaces imperméabilisées, les capacités d'infiltration et d'évaporation vont diminuer tandis que les volumes d'eau ruisselés vont augmenter de manière significative.

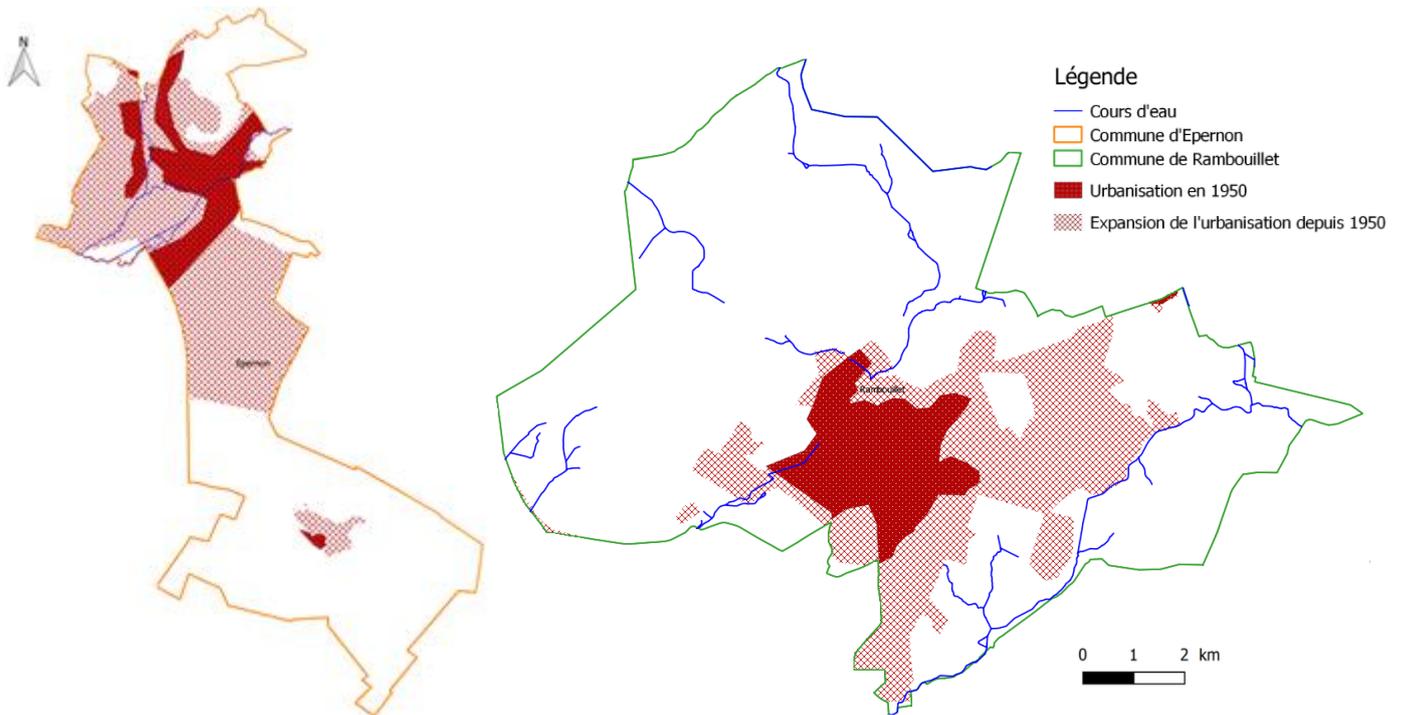


Figure 30. Accroissement du taux d'imperméabilisation sur les communes d'Epernon (à gauche) et de Rambouillet (à droite) depuis 1950

Par ailleurs, sur l'ensemble du territoire, **bon nombre d'habitations et de surfaces imperméables ont été conçues dans le lit majeur des cours d'eau**. Celles-ci sont donc directement impactées lors des phénomènes de crues. Une telle situation est par exemple observable sur la commune de Poigny-la-Forêt (Fig. 31).

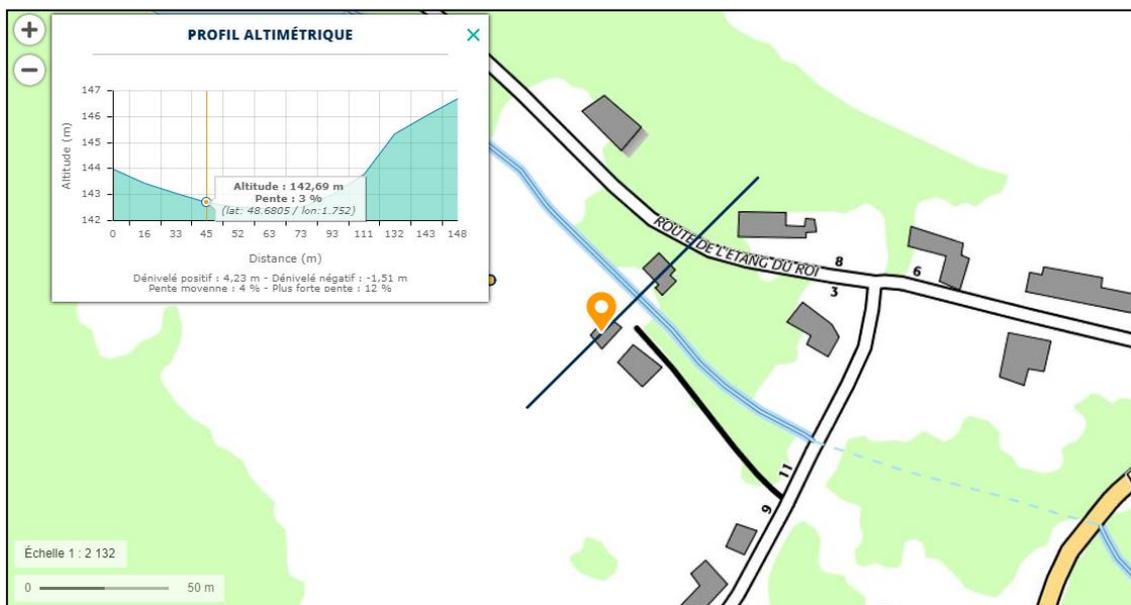


Figure 31. Profil altimétrique illustrant l'implantation d'habitations dans le lit majeur de la Guesle à Poigny-la-Forêt

Bien qu'une crue soit un phénomène naturel, l'installation des populations en zones inondables, l'imperméabilisation des sols ainsi que l'altération des zones naturelles d'expansion de crues ont aggravé le risque inondation, sur fond de méconnaissance du risque.

L'urbanisation est généralement associée aux phénomènes d'inondation et de dégradation de la qualité de l'eau des rivières qui se manifestent sur des laps de temps plutôt courts.

Or à des échelles de temps plus longues se jouent aussi, au fil des crues, **des processus d'ajustement morphologique d'incision des cours d'eau en lien direct avec l'imperméabilisation des sols et le ruissellement des eaux pluviales**. Les ajustements se font la plupart du temps par un élargissement et un approfondissement du lit du cours d'eau.

Les conséquences économiques et environnementales de ces ajustements morphologiques sont nombreuses. En effet, **un cours d'eau incisé concentre les écoulements dans un chenal unique, à la manière d'un cours d'eau endigué, aggravant ainsi le risque inondation à l'aval** ; et cela a aussi pour effet de fragiliser les ouvrages transversaux (ponts, seuils...) et les berges.

L'urbanisation entraîne une **imperméabilisation du bassin versant**, qui à son tour entraîne une **augmentation nette de l'intensité des crues fréquentes**. Ce changement de régime hydrologique génère alors des incisions d'autant plus importantes que le cours d'eau est petit. Quantifier ces ajustements reste une démarche complexe reposant sur une connaissance fine du terrain et du contexte historique du bassin versant.

Les impacts anthropiques sur la réactivité et le comportement hydrologique du bassin versant sont donc non négligeables. Ce constat préoccupant confirme l'importance d'appréhender les divers enjeux de territoire et de préserver/restaurer les fonctionnalités naturelles et le bon état écologique des milieux aquatiques et humides, à l'échelle globale du bassin de la Drouette.

2.2.11 Genèse de la crue de 2016

L'épisode exceptionnel de la crue de 2016 est synthétisé ici afin de mieux appréhender les processus hydrologiques et hydrauliques pouvant s'opérer sur le bassin lors de fortes pluies.

Suite à un épisode intense de précipitations dans la nuit du 30-31 mai 2016, **la Drouette, la Guesle et la Guéville sont montées en crue et ont causé des inondations exceptionnelles**. Le caractère exceptionnel de l'événement s'est illustré dans toutes les communes traversées par les trois rivières. Des secteurs qui n'avaient jamais été inondés ont été touchés lors de cet événement reconnu catastrophe naturelle sur les 15 communes adhérentes au SM3R (voir les photos des inondations par commune présentées en annexe). Sur le secteur d'Epernon, des zones non comprises dans l'atlas des zones inondables ont d'ailleurs été touchées (secteurs hors R.111-3 valant PPRI).

Outre cet événement pluvieux particulièrement intense, il est à noter qu'il a fait suite à **un mois de mai particulièrement pluvieux**, notamment les 22 et 23 mai. Un **premier épisode de crue** a alors pu être observé.

Du 28 au 31 mai 2016, **des précipitations exceptionnelles** ont été enregistrées sur le territoire (Fig. 32). Elles sont tombées sur des sols gorgés d'eau et déjà saturés engendrant alors **un second pic de crue plus rapide et surtout beaucoup plus élevé que la normale** :

- 50 mm de précipitations cumulées à la station Eure-et-Loir (à Chartres) ;
- 90 mm de précipitations cumulées à la station Yvelines (à Trappes)

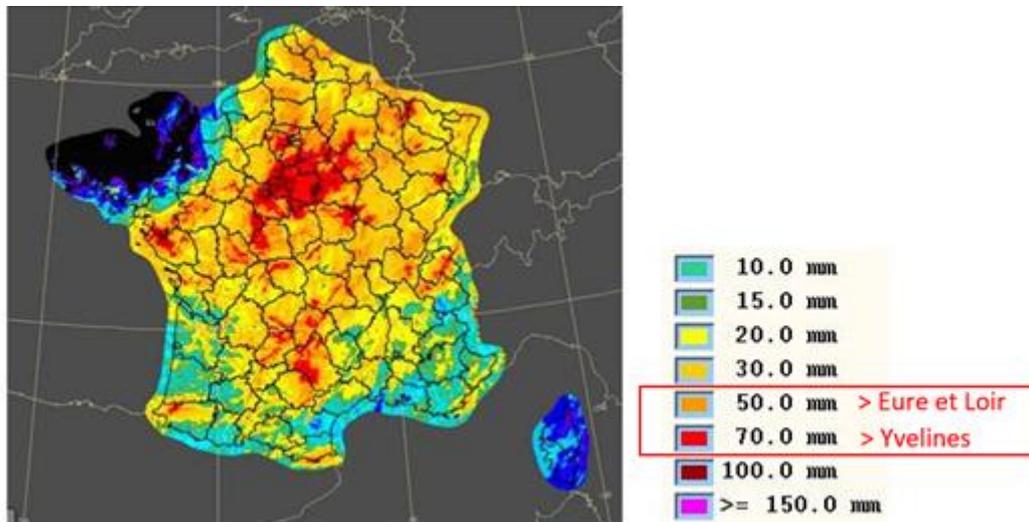


Figure 32. Lame d'eau observée mardi 31 mai 2016 : cumul des précipitations en 72h du 28 au 31 mai (source : Météo France)

A une semaine d'intervalle, **le territoire a donc connu deux épisodes de très fortes pluies**, les 22-23 mai et les 30-31 mai (Fig. 33). **La première pluie a provoqué une crue importante et a surtout saturé les sols** : tous les espaces agricoles et naturels ont vu leur capacité d'infiltration réduite à néant le 30 mai. Les ruissellements sur les terrains ont augmenté très vite. De même, les sols du massif forestier de Rambouillet, à l'amont du bassin versant, ont rapidement été saturés en eau. Les rivières se sont donc chargées dès leur source dans les Yvelines, causant d'exceptionnelles inondations jusqu'à la confluence avec l'Eure.

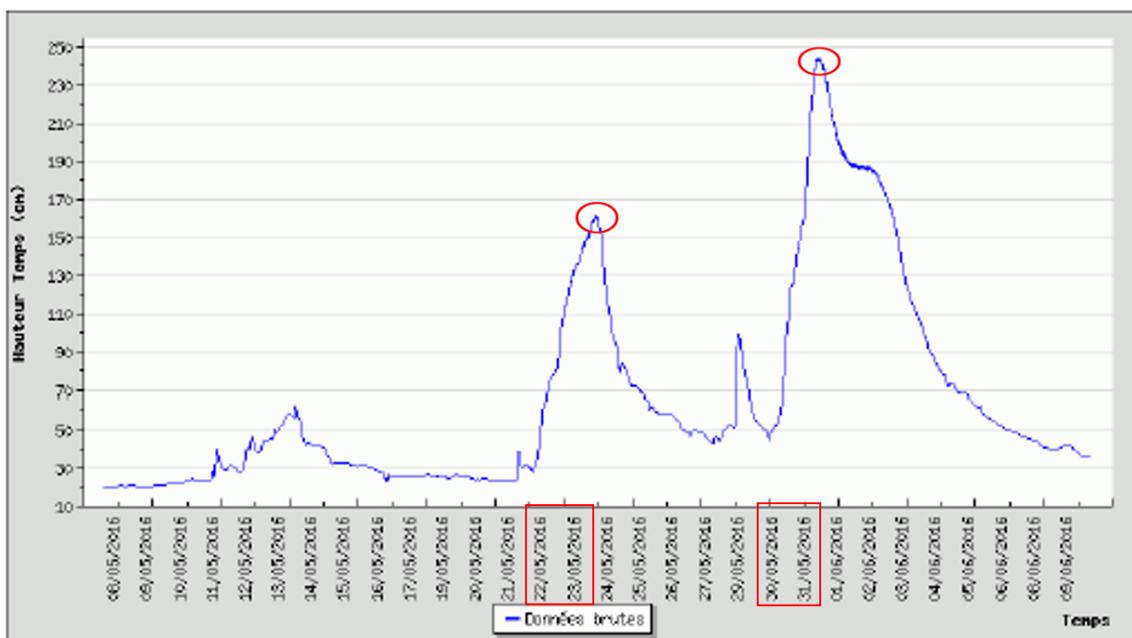


Figure 33. Hauteurs d'eau atteintes sur la période du 10 mai au 10 juin 2016 (source : Banque Hydro)

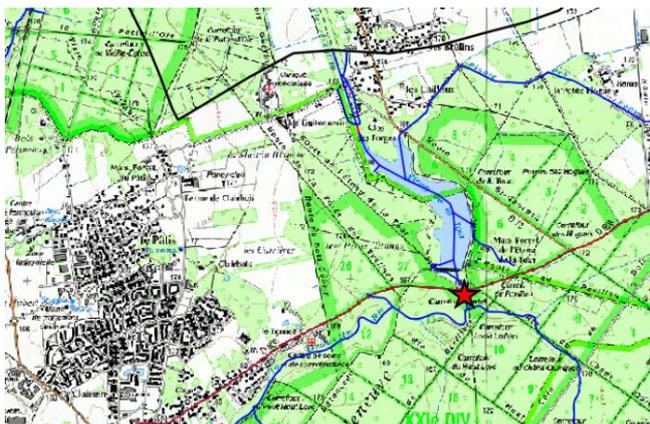
➤ **Rétrospective de l'événement par rivière sur quelques secteurs/ouvrages du bassin :**

• **LA DROUETTE : l'étang de La Tour, à Rambouillet**

Les précipitations continues du 30 au 31 mai ont eu pour incidence une **montée en charge significative de l'étang de la Tour** en l'espace de 30 heures seulement. Le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion des Etangs et Rigoles (SMAGER) qui en assure alors la gestion, a pris toutes les dispositions pour préserver l'ouvrage en évitant qu'il ne déborde : un point d'équilibre entre le débit entrant et le débit sortant vers la Drouette a été obtenu le 1^{er} juin à 3h20.

Le débit de sortie de l'étang de la Tour vers la Drouette a atteint une valeur maximale de **485 L/s réparti de la façon suivante : 305 L/s par la surverse de sécurité et 180 L/s par la vanne de fond**. Il convient alors de préciser que cette valeur de débit de restitution à la sortie de l'ouvrage, d'à peine 0.5 m³/s, était **minime comparé à un débit d'écoulement naturel**. Pour rappel, le pic de crue maximal enregistré à la station de Saint-Martin-de-Nigelles, en aval de la Drouette, était de 29.4 m³/s.

L'étang de la Tour a donc parfaitement joué son rôle de **protection des biens et des personnes** : sa gestion contrôlée a permis de **réguler la crue et de limiter par conséquent certains dommages en aval**.



Exutoire de la vanne de fond (φ 350 mm) de l'étang de la Tour vers le bassin de la Drouette

• **LA GUESLE : l'étang du Roi, à Poigny-la-Forêt**

Sur le secteur de Poigny-la-Forêt, le **ruissellement des eaux en provenance des sols sableux du massif forestier** est venu s'ajouter aux eaux de l'étang du Roi qui était déjà plein. Celui-ci a d'ailleurs débordé sous l'effet des pluies continues : les avaloirs des voiries non entretenus étant bouchés, **une surverse totale s'est en effet produite en formant un véritable torrent** qui a emporté une partie de la route et des clôtures sur son passage pour venir gonfler l'étang du Moutier, en aval, qui a débordé également.

Ces étangs de petite surfaces, conçus à l'origine pour la pêche et/ou l'agrément n'ont pas été conçus pour faire de la rétention et se remplissent donc rapidement jusqu'à débordement lors des épisodes pluvieux intenses.



Digue de l'étang du Roi fortement dégradée après la surverse totale

Les habitations situées directement à l'aval ont toutes été sévèrement inondées. La traversée du centre-bourg est marquée par un **effet « entonnoirs successifs »** créé par une **succession de ponts sous-dimensionnés** qui obstruent fortement le fond de vallée (écoulements lents, ensablement, érosion des berges, débordements en amont des ponts...) et accentuent donc le risque inondation dans cette zone à enjeux.



Exemples de ponts sous-dimensionnés dans le centre-bourg de Poigny-la-Forêt

Les **différentes problématiques ainsi identifiées** (ruissellement forestier, montée en charge rapide des étangs, effet cumulatif d'ouvrages bloquants, ...) sont autant de facteurs tous liés aux **dysfonctionnements hydrauliques** observés lors de la crue de 2016.

Plus en aval, la zone tampon entre les communes de Poigny-la-Forêt et Hermeray (**marais et étang de Guiperreux**) a rapidement été saturée sous l'effet de l'intensité exceptionnelle des pluies de 2016. L'étang de Guiperreux a également subi une **surverse totale de sa digue** inondant notamment la route RD107 et les habitations situées à proximité.

• LA GUÉVILLE : Vannage du domaine de Voisins, à Saint-Hilarion

Sur la Guéville, la berge de la rive gauche directement liée à l'ouvrage de rétention du domaine de Voisins s'est totalement érodée durant la crue de 2016. Cette **érosion accidentelle et soudaine de la berge** s'est alors accompagnée d'une **accélération des écoulements vers l'aval**, aggravant ainsi les inondations.



Vues amont (à gauche) et aval (à droite) du phénomène d'érosion de berge sur la Guéville lors de la crue de 2016

➤ **Les facteurs aggravants des inondations de 2016 :**

En 2016, des facteurs explicatifs variés se sont donc cumulés et ont aggravé les inondations sur le territoire.

Il s'agit principalement des **effets de l'urbanisation et des activités humaines** :

- Ruissellements plus volumineux avec l'augmentation des surfaces urbaines imperméabilisées ;
- Augmentation du ruissellement avec la simplification du paysage agricole (uniformisation des surfaces et absence d'éléments freinants) ;
- Vitesse d'écoulement des pluies plus rapide par la concentration et la canalisation des eaux dans les drains et fossés agricoles et/ou forestiers ;
- Diminution des espaces d'expansion naturelle des crues au profit du développement urbain en fond de vallée, le long des cours d'eau...

*Pour rappel, depuis les années 50, le taux moyen d'imperméabilisation du bassin versant de la Drouette s'élève à 4.4% par an. **L'étalement urbain est un des facteurs aggravants majeurs du territoire.** L'urbanisation de ces dernières années a pu influencer considérablement les écoulements. En 1950, les capacités de rétention/infiltration des sols étaient bien meilleures que celles d'aujourd'hui : une crue d'envergure comparable à celle de 2016, aurait engendré des impacts différents en matière de ruissellement et par conséquent, causé des dégâts de moindre importance.*

... mais aussi des **phénomènes naturels** :

- Saturation totale des sols due aux pluies du 22/23 mai 2016 empêchant toute infiltration naturelle des pluies ;
- Remontée du niveau des nappes locales, suite au printemps 2016 très pluvieux.

La décrue de la Drouette a été très lente à partir du 1^{er} juin, probablement à cause des apports importants provenant depuis l'amont des trois rivières en tête de bassin versant (plusieurs étangs dans les Yvelines toujours en surverse le 2 juin) et également à cause d'un niveau d'eau soutenu de l'Eure.

2.3 La trame bleue du bassin versant : état des lieux et diagnostic

Durant la période 2018/2019, des prospections de terrain ont été réalisées afin de pouvoir **identifier, localiser et caractériser les éléments constitutifs de la trame bleue**, à savoir :

- les cours d'eau, les fossés et les tronçons indéterminés (= réseau hydrographique) ;
- les zones humides ;
- les plans d'eau (mares et étangs).

Toutes ces entités paysagères perçues comme supports de la trame bleue, du fait de leur rôle de continuité écologique (réservoir de biodiversité et/ou corridor écologique), ont alors fait l'objet de fiches d'état des lieux/diagnostic. **Ces fiches « Vallées » ; « Zones humides » et « Plans d'eau » sont consultables au sein d'un recueil intitulé « Fiches diagnostic et programme d'actions ».**

Pour précision et dans un souci de clarté de lecture, **des atlas cartographiques (*joints à la présente étude*) ont également été réalisés pour pouvoir visualiser précisément les orientations de gestion associées à chaque secteur et milieux d'intérêts recensés à l'échelle globale du bassin versant :**

- Un premier atlas présentant les **actions d'hydraulique douce** pouvant être mises en place au sein des vallées à forts enjeux en matière de ruissellement ;
- Un second atlas dressant les **principales actions à mener sur les zones humides et les plans d'eau du territoire.**

2.3.1 Les cours d'eau

Pour rappel, les principaux cours d'eau du bassin versant (Drouette, Guesle et Guéville) ont fait l'objet d'un diagnostic et d'une caractérisation précise et détaillée par tronçons homogènes dans le cadre du P.P.R.E.

Cet état des lieux/diagnostic a alors permis de définir un programme d'actions concrètes en matière de gestion et de restauration des milieux aquatiques, consultable dans le recueil des fiches « Actions » du P.P.R.E.

Conformément à l'instruction du ministère en charge de l'écologie de juin 2015, la cartographie des cours d'eau du bassin a été élaborée par les services de l'Etat (DDT). Précisons toutefois que cette carte est actualisée chaque année, puisqu'à ce jour sur le bassin de la Drouette, certains linéaires identifiés comme « cours d'eau » nécessitent d'évoluer en « fossés » ou en « tronçons indéterminés » car les critères d'inventaires ne semblent pas tous réunis. De plus, bon nombre de tronçons n'ont pas pu être prospectés lors de l'élaboration du P.P.R.E.

2.3.2 Les fossés et les tronçons indéterminés

La mise à jour des données issues des DDT concernées (Yvelines, Eure-et-Loir), ainsi que les prospections de terrain ont permis de localiser et de cartographier un réseau important de fossés agricoles et forestiers (Fig. 34).

Au regard des critères d'identification définis par la Police de l'Eau, **environ 135 km de fossés** ont pu être inventoriés.

De même, **31 km de tronçons indéterminés** ont été recensés et actualisés sur la zone d'étude.

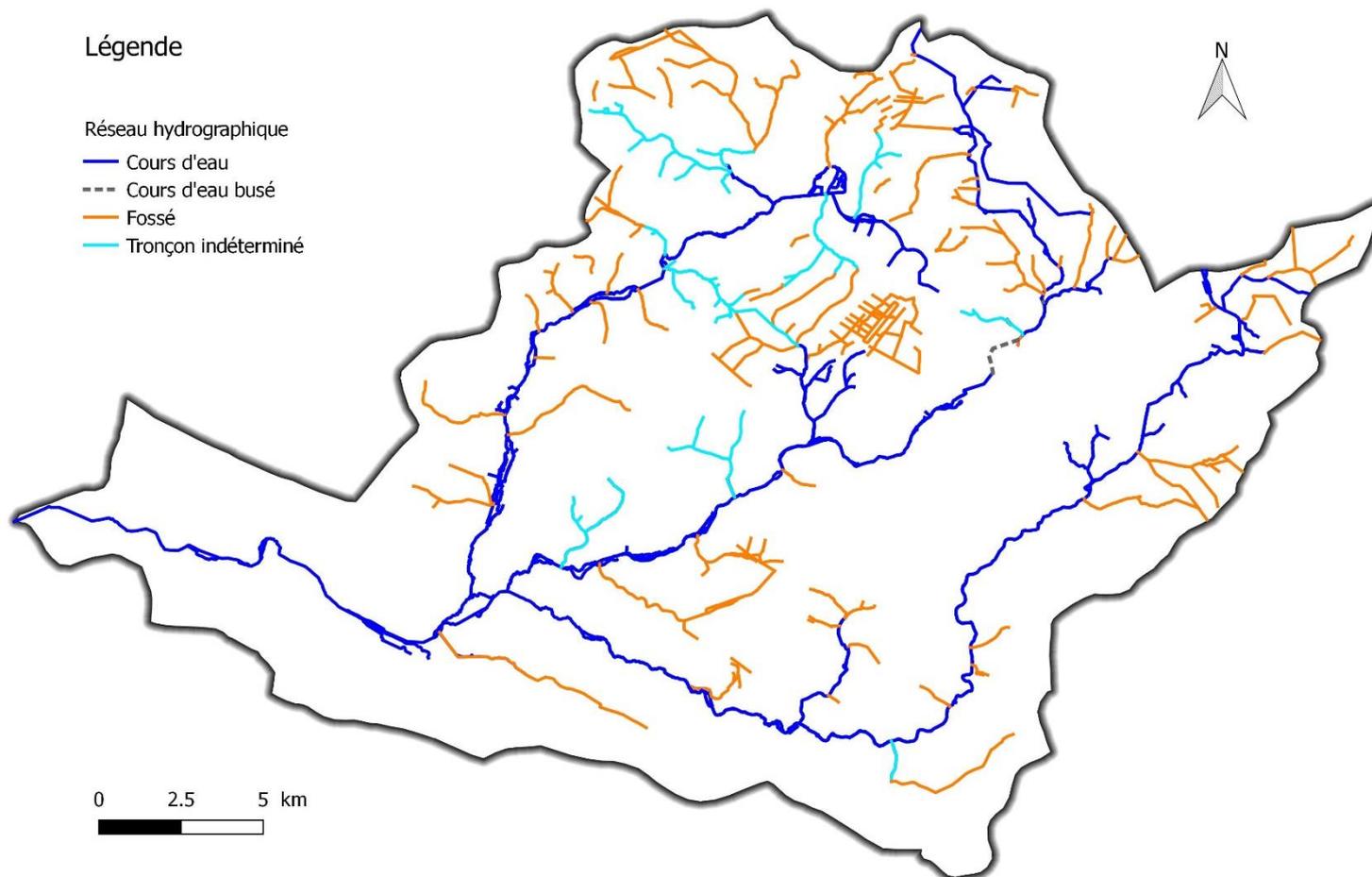


Figure 34. Réseau hydrographique du bassin versant de la Drouette

Les fossés du territoire s'insèrent majoritairement en milieux ouverts sur des parcelles cultivées et drainées ou bien en milieux fermés boisés, notamment en raison de leur rôle d'intérêt à vocation sylvicole (production d'essences forestières).

Ce réseau développé est constitué de fossés de gabarits variables et à fonctions variées (vidange d'étangs, drainage des terres agricoles, évacuation des eaux de voiries...).

La densité de fossés recensés n'est pas homogène dans le bassin : ils prédominent quasi-exclusivement en amont du bassin versant, en drainant essentiellement le massif forestier de Rambouillet. En matière de ruissellement et de gestion des eaux pluviales, ce constat laisse donc suggérer des impacts non négligeables en aval du bassin, d'autant plus que les fossés sont bien souvent sur-entretenus notamment dans le massif forestier de Rambouillet.

Comme précisé précédemment, des **fiches « Vallées »** ont été réalisées pour caractériser **l'ensemble du réseau hydrographique (cours d'eau, fossés et tronçons indéterminés)**. Les prospections sur le terrain ont été réalisées durant l'hiver. Elles ont ainsi permis de délimiter les principaux plateaux et versants concernés par le ruissellement, puis de prioriser les secteurs à enjeux en proposant des mesures d'interventions en matière d'aménagement et de gestion des écoulements dans le bassin (techniques d'hydraulique douce) *.

Pour précision, dans une optique de gestion intégrée à la source des eaux pluviales et des eaux de ruissellement, seules les vallées situées à l'amont du bassin versant ont été recensées puis caractérisées. Il a été exclu du périmètre d'étude, les vallées localisées en aval d'Épernon (lieu de confluence des 3 rivières) ainsi que la part du bassin versant naturel de la Drouette se trouvant sur le territoire du Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion des Etangs et Rigoles (SMAGER). L'inventaire des vallées proposé n'est donc pas exhaustif à l'échelle du bassin d'étude.

Les surfaces collectées de versants ont pu être estimées à partir des données topographiques (courbes de niveau, profils altimétriques) et des observations de terrain. Chaque surface à considérer correspond à la surface d'un sous-bassin hydrographique dont toutes les eaux de ruissellement sont interceptées et convergent vers un unique point de rejet.

Après chaque expertise, les tronçons façonnant les fonds de vallées ont été classés puis identifiés comme « fossés », « cours d'eau » ou « tronçons indéterminés » au regard des critères définis par la réglementation.

***Pour rappel, les actions et les orientations de gestion préconisées sur les vallées du territoire sont consultables à échelle précise et adaptée au sein d'un atlas cartographique, joint à la présente étude.**

2.3.3 Les zones humides

Définies par le code de l'Environnement (article L.211-1) et la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, les zones humides sont décrites comme des « *terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, saumâtre ou salée de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année* ».

Écosystèmes à l'interface entre les milieux terrestre et aquatique, les zones humides présentent de ce fait des caractéristiques chimiques, biologiques et physiques particulières dont les bénéfices pour le développement de la biodiversité et le bon déroulement du cycle de l'eau sont reconnus. Elles constituent un **véritable réservoir de biodiversité**, beaucoup d'espèces étant caractéristiques de ce type d'écosystème. Elles jouent également un rôle dans le déroulement du cycle biologique de nombreuses espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (refuge, zone d'alimentation, de reproduction ...).

Les zones humides rencontrées sur le territoire du bassin versant correspondent majoritairement à des **zones humides alluviales**, c'est-à-dire liées aux cours d'eau. En dehors de ce grand type de zone humide, on peut trouver des zones humides ponctuelles représentées par des mares et des étangs. Les zones humides alluviales sont fortement influencées par la dynamique de l'eau. Elles sont constituées de milieux naturels particulièrement riches et diversifiés. Elles subissent des pressions importantes notamment à travers les activités anthropiques du territoire. Les opérations de drainage passées sont en particulier suspectées d'avoir largement modifié leur caractère humide et leur fonctionnement hydrologique. Pourtant, leur position d'interface entre le versant et le cours d'eau leur confère un **rôle majeur vis-à-vis de la ressource en eau, que ce soit au niveau des fonctions**

hydrologiques d'écrêtement des crues et de soutien en période d'étiage, ou que ce soit au niveau de l'épuration de l'eau et de protection contre les pollutions du versant. Elles participent également à l'attrait des cours d'eau : qualité paysagère de la ripisylve ou des prairies inondables.

Les zones humides ont en effet un rôle clé dans le cycle de l'eau. Sur le plan qualitatif, elles fonctionnent comme un **épurateur** : elles filtrent l'eau et permettent de retenir et d'éliminer certains polluants – azote, phosphore, matières en suspension, métaux, polluants organiques...

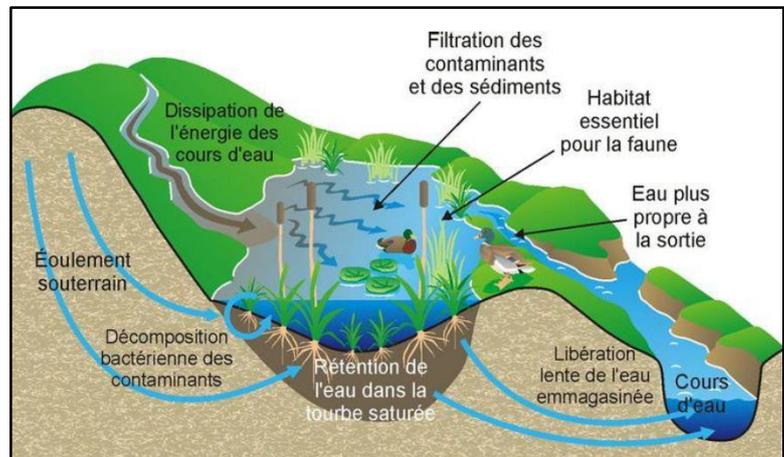


Figure 35. Fonctionnalités naturelles des zones humides

Sur le plan quantitatif, les zones humides de tailles suffisantes jouent un **rôle tampon sur le régime hydrologique** : en cas de crue, elles permettent de stocker un vaste volume d'eau, et en période de sécheresse elles réapprovisionnent les nappes et les cours d'eau. Les zones humides offrent ainsi des services environnementaux essentiels, tant sur le plan de la qualité que de la quantité d'eau disponible.

Grâce aux volumes d'eau qu'elles peuvent stocker, les zones humides évitent une surélévation des lignes d'eau de crue à l'aval. L'atténuation des crues peut avoir lieu sur l'intégralité du bassin versant. Au niveau national, la politique actuelle de protection contre les risques d'inondations des zones urbaines ou sensibles consiste à favoriser l'expansion de la crue dans tous les secteurs où cela est possible. **Toute zone humide peut contribuer au laminage d'une crue, autant les zones humides d'altitude que les lits majeurs des cours d'eau.**

La présente étude avait donc pour objectif de réaliser également un **inventaire complet des zones humides** du territoire. Les prospections de terrain, réalisées durant l'été 2019, ont ainsi permis **d'identifier et de caractériser les zones humides à partir d'une méthodologie de détermination se basant sur les caractères botaniques et pédologiques.**

- ➔ **Pour rappel, depuis l'été 2019, la notion de zone humide est de nouveau élargie à des critères pédologique (Fig. 36) et floristique alternatifs (et non plus cumulatifs comme mentionné dans le décret du 22/02/2017 du Conseil d'Etat) par la loi portant création de l'Office français de la biodiversité, parue le 26 juillet 2019.**

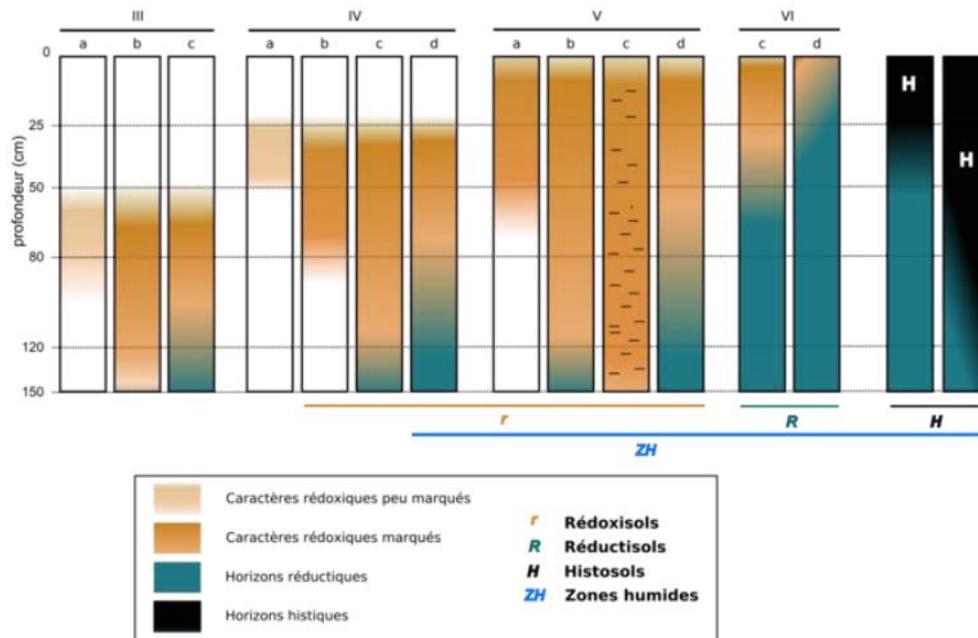


Figure 36. Critères d'hydromorphie des sols de zones humides (source : GEPPA, 1981)

Concernant l'identification et la délimitation des zones humides du territoire, **il convient de préciser que notre cadre d'étude s'inscrit exclusivement dans une démarche de connaissance, de valorisation, de préservation et de restauration de ces écosystèmes d'intérêts majeurs**. Les objectifs de cet inventaire n'ayant pas de portée à visée réglementaire, le protocole d'inventaire adopté s'est alors appuyé sur **la nomenclature retenue par la typologie des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du territoire français**. Cette typologie permet d'appréhender de façon simplifiée les différentes zones humides existantes sur le bassin versant, contrairement aux codes CORINE Biotope qui ont vocation à caractériser et classifier les habitats selon une nomenclature plus précise (formations végétales complexes ou en mosaïques...).

Pour précision, dans le cadre d'un projet d'aménagement, la typologie SDAGE permettra notamment d'apporter une attention particulière à la nature du terrain mais une expertise complémentaire conformément à la réglementation en vigueur sera alors nécessaire pour préserver au mieux les fonctionnalités du milieu concerné.

Chaque zone humide a ses propres caractéristiques tant au niveau biodiversité qu'au niveau fonctionnalités naturelles. Toutefois, il est impossible de quantifier l'intérêt d'un type de zone humide par rapport à un autre. En effet, le potentiel du réservoir biologique est fonction de l'état de santé de la zone humide et non de son type. Plus une zone humide sera en bon état de conservation, plus elle sera efficace dans ses fonctions.

Lors des prospections de terrain, le potentiel de la zone humide recensée (niveau de dégradation, intérêts hydraulique, écologique...) a été notifié sur chaque fiche (assèchement, drainage, fermeture du milieu...). Les photos de la zone humide et des profils « tarière » ont aussi été enregistrés. Lors de l'inventaire et après expertise formelle, certaines limites des zones prospectées ont donc pu être affinées voire même confirmées comme « non humides ». Afin de garder une trace de cette expertise, les secteurs identifiés comme « non humides » ont été également répertoriés dans la base de données du syndicat.

La description de la répartition typologique des zones humides du SDAGE est rappelée ci-après à titre indicatif (voir les détails en annexe 2).

Nomenclature de la typologie Zone humide SDAGE	
1 - Grands estuaires	8 - Régions d'étangs
2 - Baies et estuaires moyens et plats	9 - Bordures de plans d'eau
3 - Marais et lagunes côtiers	10 - Marais et landes humides de plaines et plateaux
4 - Marais saumâtres aménagés	11 - Zones humides ponctuelles
5 - 6 - Bordures et cours d'eau et plaines alluviales (Zones humides liées aux cours d'eau)	12 - Marais aménagés dans un but agricole
7 - Zones humides de bas-fond en tête de bassin	13 - Zones humides artificielles

Tableau II. Les 13 grands types de zones humides de la typologie SDAGE

Les **fiches « Zones humides »** permettent d'une part de valoriser les fonctionnalités naturelles de ces milieux à préserver, et d'autre part, de proposer des orientations de gestion adaptées et durables.

Les zones humides ont été parcourues par le SM3R durant l'été 2019, de façon à réaliser un inventaire complet et adapté à la phénologie des espèces végétales en présence.

Cet inventaire ZH a été mené selon trois phases principales :

→ PHASE 1 : Pré-localisation

Cette phase a permis dans un premier temps d'obtenir une pré-localisation des zones humides du territoire, de façon à savoir où réaliser les inventaires et diminuer les déplacements. La pré-localisation a notamment été réalisée via la prise en compte de la connaissance des acteurs locaux et des outils cartographiques (photo-interprétation, données du SAGE Nappe de Beauce, enveloppe d'alerte des zones humides avérées de la DRIEE (*Classe 2* : « Zones dont le caractère humide ne présente pas de doute mais dont la méthode de délimitation diffère de celle de l'arrêté »)).

→ PHASE 2 : Identification et délimitation des ZH sur le terrain

Chaque pré-localisation a été vérifiée sur le terrain, afin de délimiter plus précisément les zones humides sur une carte à l'échelle parcellaire. Le protocole de terrain a été défini à partir de la méthodologie décrite dans l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement (*Annexes I et II*), en tenant compte des modifications apportées par la loi portant création de l'Office français de la biodiversité, parue le 26 juillet 2019 (les deux critères *alternatifs*).

Pour rappel, l'inventaire des ZH n'avait pas vocation à s'inscrire dans une finalité réglementaire. S'inscrivant dans une démarche à visées multiples de connaissance, de préservation, de restauration et de valorisation des milieux humides du bassin versant, le protocole de terrain a alors été simplifié et adapté au contexte d'étude.

VOIR LES DÉTAILS DU PROTOCOLE TERRAIN « Inventaire ZH » DÉCRIT EN ANNEXE 3

→ PHASE 3 : Caractérisation de l'état de la ZH

La description et la caractérisation de l'état du fonctionnement de la zone humide sont nécessaires afin d'y apporter les mesures de gestion et de protection adaptées. Une zone humide est dite « efficace » quand sa fonctionnalité écologique est maintenue, c'est-à-dire quand elle peut remplir ses différentes fonctions. L'inventaire a alors identifié les fonctions actuelles de chacune des zones humides recensées (rôle vis à vis de la ressource en eau, intérêts hydraulique/épuration, écologique et/ou patrimonial, type de connexion, enjeux, activités environnantes, facteurs d'évolution...).

Bien souvent de grandes superficies, les secteurs humides du bassin versant sont principalement situés :

- **Pour la Guesle** : à l'amont de Poigny-la-Forêt (marais du Cerisaie), de part et d'autre de l'étang de Guiperreux, sur les communes d'Hermeray et de Raizeux ;
- **Pour la Guéville** : sur une grande partie de la commune de Saint-Hilarion, à l'aval de l'étang communal ;
- **Pour la Drouette** : principalement sur les communes d'Orcemont (aval du lavoir) et d'Orphin, Emancé, Droue-sur-Drouette, en aval d'Epernon et Hanches.

La cartographie générale des zones humides présentée ci-dessous, répertorie les **64 zones humides avérées** du territoire et décrit les grandes orientations de gestion associées à chaque milieu concerné.

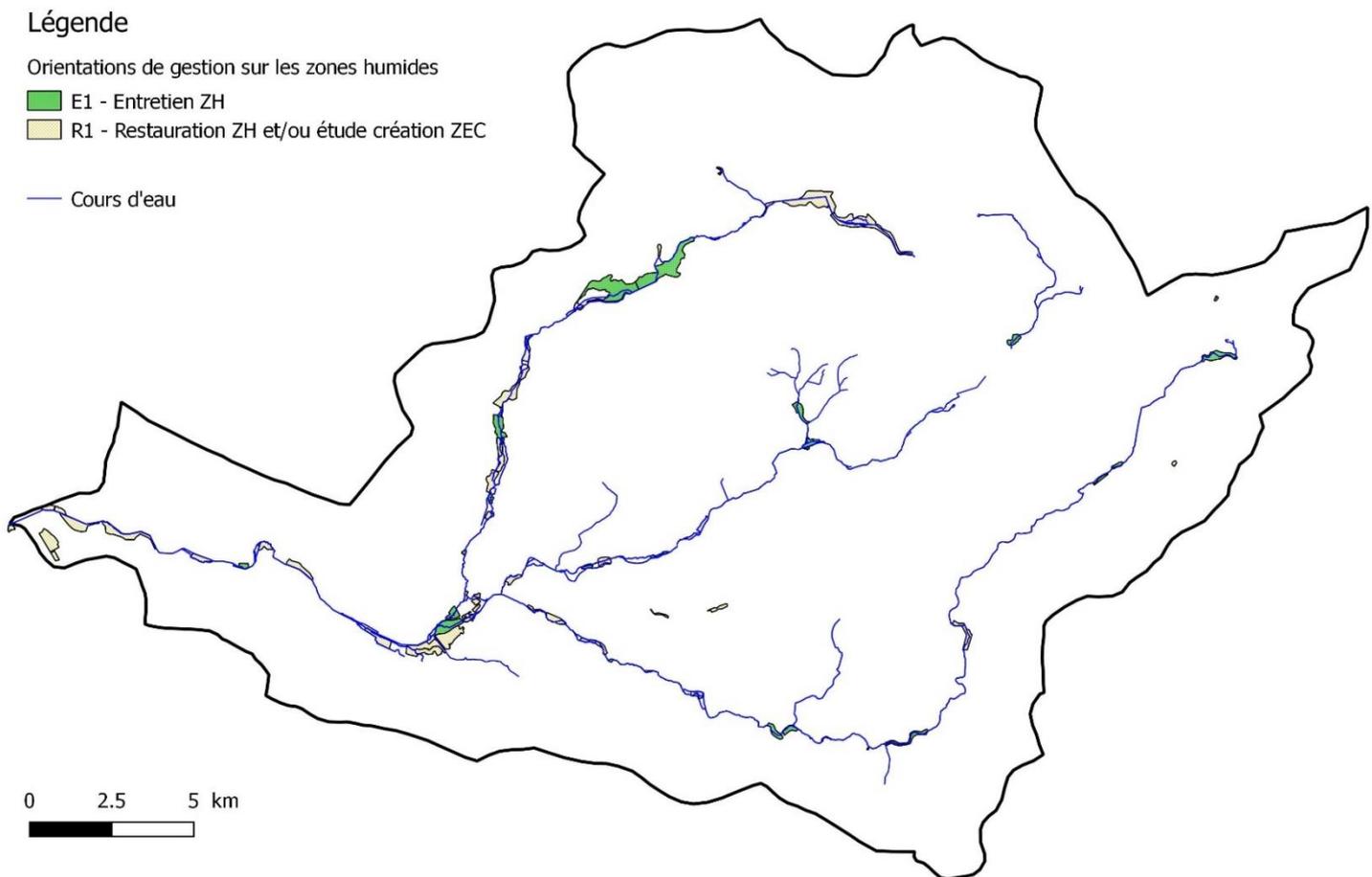


Figure 37. Cartographie des zones humides avérées sur le bassin versant de la Drouette et description des orientations de gestion*

***Pour rappel, les actions et les orientations de gestion préconisées sur les milieux humides sont consultables à échelle précise et adaptée au sein d'un atlas cartographique, joint à la présente étude.**

Sur le plan floristique, les espèces végétales identifiées de manière récurrente lors des prospections terrains sont les suivantes : laîche, consoude officinale, roseau commun, salicaire commune, épilobe hirsute, eupatoire chanvrine, gaillet des marais, oseille, reine des prés, jonc diffus, prêle des champs, lycoperon d'Europe, pulicaire dysentérique, menthe aquatique, lysimaque commune, lysimaque nummulaire, myosotis des marais, lamier jaune, populage des marais, renoncule scélérate, véronique des marais ...



Roselière à Villiers-le-Morhier (28)

2.3.4 Les plans d'eau

Parmi les éléments de la couverture du sol qui influencent le comportement hydrologique d'un bassin versant, on doit prendre en compte la présence de surfaces d'eau libre tels que **les plans d'eau qui jouent un rôle important du fait de leur capacité de stockage temporaire d'un certain volume d'eau**. Ce stockage temporaire a ainsi pour effet de réduire le débit de pointe de la crue.

Les eaux de surface du bassin versant d'étude se caractérisent donc d'une part, par des cours d'eau naturels permanents (Drouette, Guesle et Guéville) et d'autre part, par un **réseau de plans d'eau associés ou non à ces cours d'eau. Ce réseau est donc principalement constitué d'étangs et de mares** bien souvent isolées.

Qu'elles soient temporaires ou permanentes, les mares accueillent généralement une **biodiversité importante**. Depuis plusieurs dizaines d'années, sur le bassin versant, **les mares subissent de nombreuses menaces que ce soit en milieu agricole, forestier ou urbanisé**. En effet, l'agriculture intensive moderne a conduit au comblement de mares, à leur pollution et à leur eutrophisation. Les mares forestières non entretenues subissent un comblement progressif par la végétation et les mares des villages sont parfois comblées au profit de l'urbanisation ou subissent une pression humaine forte (empoisonnement, dérangement, etc.).

De même, dans le cas des plans d'eau en relation avec un cours d'eau, les milieux sont pollués à l'occasion des vidanges par les substances contenues dans l'eau (souvent des écosystèmes eutrophes, riches en azote et en phosphore) mais aussi par l'apport d'eau plus chaude, ce qui modifie localement la température et peut être néfaste pour la biocénose inféodée au milieu (diminution du taux d'oxygène par exemple). Des espèces indésirables issues des plans d'eau peuvent également proliférer et entrer en compétition avec les espèces locales.

Dans une optique d'atteinte du bon état des masses d'eau, il est nécessaire de limiter les impacts négatifs de ces aménagements sur le milieu environnant. L'objectif est donc de **préserver le réseau de mares du territoire**, de **contrôler la gestion et la réglementation des plans d'eau existants (mares et étangs)** et de **renforcer la continuité écologique** des milieux aquatiques et humides.

Les plans d'eau (mares ET étangs) ont fait l'objet d'un recueil de **fiches « Plans d'eau »**. Ces fiches détaillées permettent de valoriser les divers enjeux liés à ces milieux d'intérêts, notamment à travers leurs rôles de réservoir de biodiversité, de rétention des eaux ou encore de connectivité aux zones humides.

En raison de la forte abondance des plans d'eau sur le territoire, il convient de préciser que **le recensement de ces milieux est non exhaustif**.

Pour pouvoir justifier de l'intérêt ou non d'élaborer une fiche terrain descriptive du plan d'eau concerné, et d'un point de vue méthodologique, une pré-sélection des plans d'eau a été réalisée selon 2 critères sélectifs reposant sur les connaissances de terrain et la photo-interprétation (carte IGN, photographies aériennes) :

- La surface du plan d'eau doit être **> à 20 m² (soit > à 0.002 ha)** ;
- Le plan d'eau présente un **intérêt hydraulique** (position stratégique dans une vallée : rôle tampon freinant les écoulements vers l'aval) et/ou des **potentialités écologiques avérées** (proximité d'un cours d'eau ; zonage naturel de protection ; élément constitutif de la Trame bleue locale, réservoir de biodiversité, rôle de corridor en « pas japonais » ...).

Chaque fois qu'un plan d'eau réunissant ces 2 critères a pu être prospecté sur le terrain, une **fiche « Plan d'eau - Diagnostic et Programme d'actions »** a donc été associée au milieu recensé.

Pour précision, concernant les plans d'eau n'ayant pas pu être prospectés et caractérisés dans le cadre de la présente étude (accès difficile, domaine privé...), mais présentant néanmoins un intérêt potentiel en matière d'hydraulique et/ou d'écologie, ceux-ci ont alors été identifiés comme « milieux d'intérêts à prospecter » puis localisés (en jaune) sur la cartographie présentée ci-après.

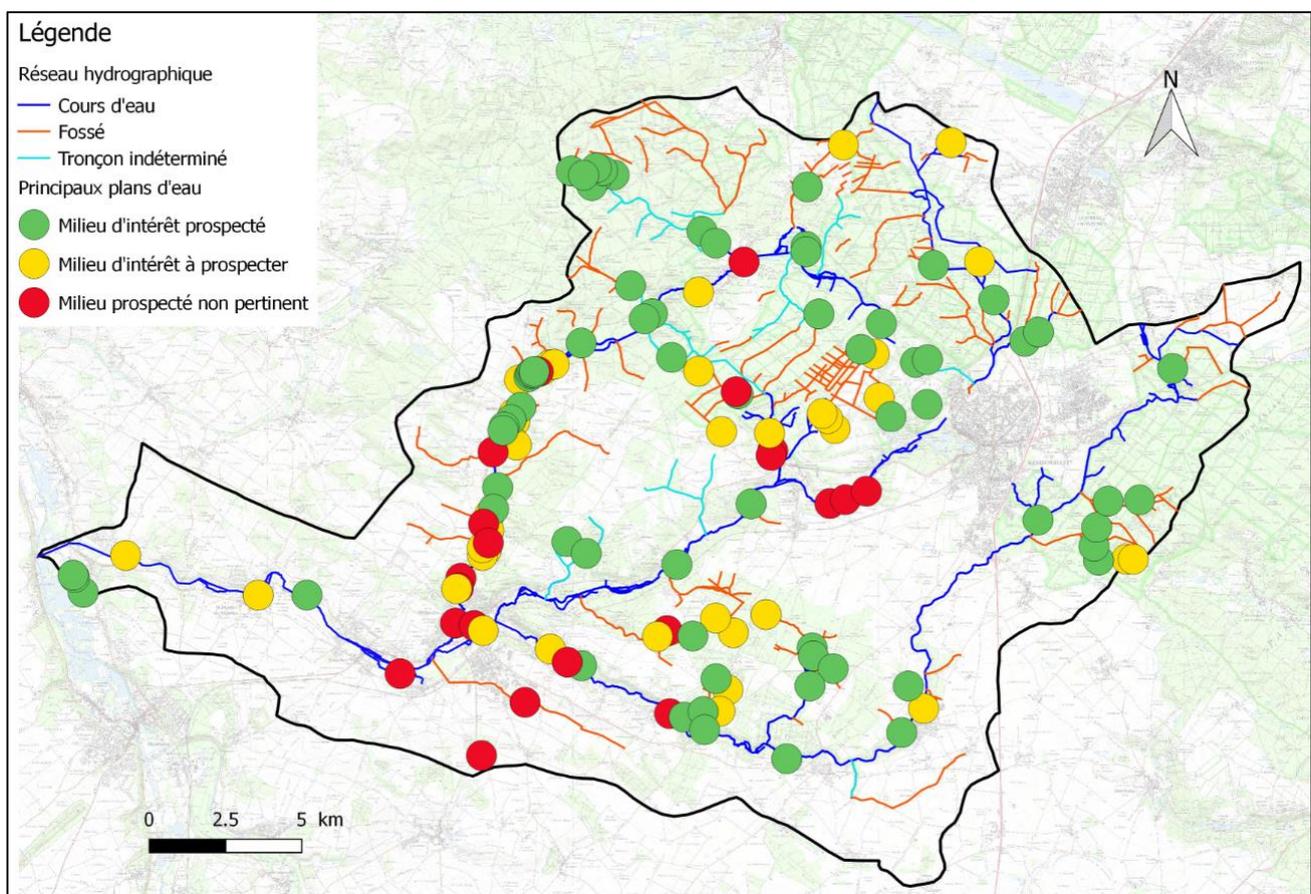


Figure 38. Cartographie des principaux plans d'eau du bassin versant*

****Pour rappel, les actions et orientations de gestion préconisées sur les plans d'eau sont consultables à échelle précise et adaptée au sein d'un atlas cartographique, joint à la présente étude.***

2.3.5 Valorisation de la trame bleue locale

A l'échelle du bassin versant, la trame bleue mérite tout à fait d'être mise en avant par le biais d'une sous-trame aquatique/humide, liée notamment à la présence des réseaux de plans d'eau à conforter et de zones humides à préserver/restaurer.

Pour faciliter la compréhension, il est mentionné, ci-après, les **principaux objectifs liés à la conservation des milieux aquatiques et humides** du territoire, espaces naturels s'inscrivant donc pleinement dans la **trame bleue locale** :

- Intégrer pleinement la biodiversité locale dans les actions d'aménagement et d'entretien du lit mineur et du lit majeur (milieux associés aux cours d'eau) ;
- Recenser les milieux naturels du territoire et les classer comme zonage naturel de protection réglementaire dans les documents d'urbanisme (PLU, SCoT, SRCE...) ;
- Inventorier et restaurer les sites dégradés prioritaires ;
- Veiller à la compatibilité des actions du gestionnaire avec les règles de sécurité et de préservation de la ressource en eau ;
- Suivre l'évolution de la végétation ligneuse des zones humides et la contrôler si besoin ;
- Préserver durablement l'alimentation en eau des plans d'eau et des zones humides ;
- Maintenir des zones humides ouvertes ;
- Mettre en place des aménagements d'encadrement de la fréquentation des sites à préserver (balisage de sentiers et création de sentiers de découverte, panneaux d'informations et de sensibilisation, ...) ;
- Préserver des zones refuges « sauvages » sur les plans d'eau (mise en place d'une gestion maîtrisée et raisonnée sur les plans d'eau) ;
- Contrôler les espèces invasives ou envahissantes et conserver/développer les populations d'espèces patrimoniales ;
- Inventorier et analyser les discontinuités écologiques impactant le déplacement des espèces aquatiques et terrestres (continuités écologiques à préserver pour assurer un bon déroulement du cycle biologique de la faune sauvage locale au sens large : ichtyofaune, avifaune, mammifères, insectes, etc...) ...

La cartographie présentée ci-après donne une vision globale de la trame bleue à appréhender localement. Les continuités écologiques ainsi identifiées, sont à prendre en compte dans les divers projets d'aménagements du territoire (intégration de la trame bleue locale dans les documents d'urbanisme). Les réservoirs de biodiversité et les corridors ont été établis en croisant l'ensemble des données de prospections et de connaissances de terrain (données SM3R, PNR de la Haute Vallée de Chevreuse, DRIEE, ...), avec une logique de connectivité à l'échelle du bassin versant. Ils n'ont fait l'objet d'aucune modélisation.

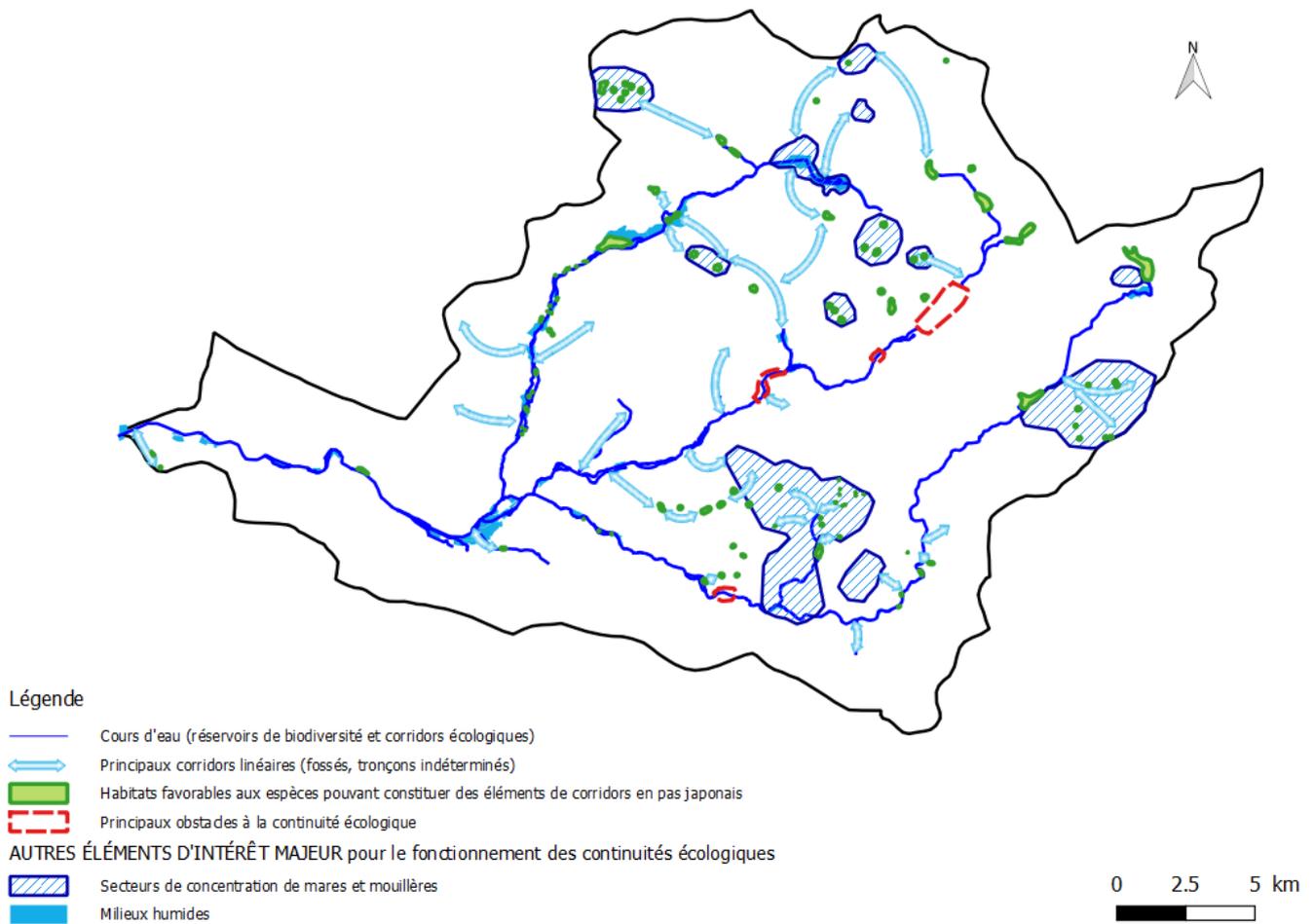


Figure 39. Éléments constitutifs de la trame bleue à valoriser sur le bassin versant

2.4 Définition des enjeux et objectifs de gestion

On entend par « enjeu » la raison profonde qui motive une intervention. Un enjeu peut être défini dans deux cas de figure :

- Lorsque des dysfonctionnements ont été mis en évidence dans le diagnostic, et si l'absence d'intervention risque d'engendrer une détérioration préjudiciable de la situation ;
- Lorsque le milieu présente des intérêts remarquables qu'il convient de préserver.

A partir de l'état de lieux et diagnostic dressé précédemment, trois enjeux fondamentaux apparaissent à l'échelle globale du bassin versant de la Drouette :

1. Un enjeu relatif à **l'entretien/restauration des milieux naturels** ;
2. Un enjeu relatif à **la maîtrise du ruissellement superficiel et à la lutte contre les pollutions diffuses** ;
3. Un enjeu relatif à **la prévention des inondations**.

Ces trois grandes catégories d'enjeux répondent pleinement aux orientations et modalités opérationnelles fixées par le 11^{ème} Programme d'intervention de l'agence de l'eau Seine-Normandie (2019-2024). Les objectifs définis, qu'ils soient globaux, c'est-à-dire applicables à l'échelle de l'ensemble du bassin versant, ou locaux, à l'échelle de chaque entité paysagère, **contribuent ainsi à favoriser un ou plusieurs de ces enjeux**.

2.4.1 L'enjeu de l'entretien et de la restauration des milieux aquatiques et humides – E1

Cet enjeu de nature écologique constitue un des enjeux majeurs à appréhender sur l'ensemble du bassin versant pour atteindre les objectifs de bon état (conformément à la loi, Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 ; déclinée dans le SDAGE Seine-Normandie). Il fait l'objet d'une prise en compte préférentielle dans toutes les zones géographiques définies mais peut être nuancé localement en fonction des autres enjeux importants identifiés.

Le bassin de la Drouette présente des **potentialités écologiques intéressantes à préserver et/ou à restaurer** (zones humides de fond de vallée de types prairies humides ou roselières, formations forestières marécageuses, ...). Le territoire possède donc des milieux naturels remarquables d'intérêt patrimonial et favorables à l'expression de la biodiversité locale.

Cependant, les pressions anthropiques et les altérations hydro-morphologiques ont entraîné des pertes de richesses spécifiques conséquentes liées directement à la dégradation des écosystèmes (zones humides déconnectées, perte des zones de frayères, ...).

La prise en compte de l'enjeu de restauration des milieux aquatiques et humides vise alors à préserver et à valoriser les fonctionnalités naturelles des cours d'eau et de leurs zones humides associées ; et à en assurer une meilleure gestion ou prise en compte dans les interventions futures, relatives à ces milieux.

2.4.2 L'enjeu de la maîtrise du ruissellement et de la lutte contre les pollutions diffuses – E2

Sur le bassin de la Drouette, les problématiques en matière de ruissellement superficiel, d'érosion des sols et de pollutions diffuses ont clairement été constatées.

À ce jour, les modes de gestion ou usages sur ce territoire (activités agricoles et industrielles, drainage...) se doivent d'évoluer afin de pouvoir contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux mais également à la préservation ou à la reconquête d'une biodiversité équilibrée et à l'ouverture d'espaces naturels socialement valorisables.

Pour ce faire, **les solutions fondées sur la nature doivent être encouragées pour limiter les impacts d'érosion, de transfert de polluants et de sédiments vers les ressources en eau** (nappes souterraines...) **et les milieux aquatiques et humides**. Développer la gestion à la source des eaux pluviales via la mise en place d'aménagements d'**hydraulique douce** est un enjeu de taille à appréhender et à mettre en œuvre à une échelle globale et cohérente de bassin versant.

2.4.3 L'enjeu de la prévention des inondations – E3

Comme en témoigne la crue de 2016, le bassin versant de la Drouette est susceptible de subir des inondations importantes. Il convient alors de privilégier des **actions conciliant la gestion des inondations avec l'atteinte des objectifs de bon état des milieux** de la Directive Cadre sur l'Eau.

Les actions pour limiter et prévenir le risque inondation doivent être compatibles avec les objectifs du Plan de gestion des risques d'inondations (PGRI) du bassin Seine-Normandie et programmées dans le cadre d'une stratégie de réflexion globale à l'échelle du bassin versant incluant la notion de **solidarité amont-aval**. Différents principes de gestion « à la source » s'imposent pour réduire le risque inondation : limiter l'imperméabilisation des surfaces ou compenser les effets de cette imperméabilisation, pour diminuer les quantités d'eau qui ruissellent et le risque d'inondations en aval ; limiter les volumes raccordés aux réseaux pour éviter leur débordement en aval (déconnexion et infiltration ou régulation).

Dans une optique de protection efficace des biens et des personnes, les **travaux d'hydraulique douce** seront également privilégiés dans le cadre de cet enjeu d'envergure. Une attention particulière sera portée à **l'entretien et à la restauration des zones humides et des champs d'expansion de crues**.

Une étude spécifique « Prévention des inondations », complémentaire à la présente étude, pourra être menée à l'échelle globale du bassin versant. Des modélisations numériques du terrain permettront ainsi de mieux comprendre la réactivité du bassin et d'établir également des **dispositifs d'hydraulique structurante** adaptés aux à-coups hydrauliques que subit fréquemment le territoire (bassin de rétention, zones tampons artificielles, ouvrages régulateurs...). L'expérience montre aujourd'hui que, pour un même niveau de protection, **les solutions alternatives de gestion des eaux pluviales sont moins onéreuses en investissement que les solutions traditionnelles**. De plus, la plurifonctionnalité des équipements permet d'optimiser les coûts.

2.4.4 Objectifs de gestion

Les objectifs de gestion sont des objectifs définis à l'échelle du bassin versant, ayant pour finalité de satisfaire et de répondre aux enjeux précédemment définis. Ces objectifs seront ensuite précisés et déclinés localement au travers d'actions qui seront priorisées et sectorisées en phase 2. La combinaison de tous les objectifs relatifs aux enjeux identifiés doit permettre d'aboutir à un **bon état des masses d'eau et des milieux naturels**, conciliant intérêts naturels et intérêts humains.

Le tableau ci-dessous synthétise les enjeux et objectifs identifiés dans le cadre de la présente étude.

Enjeux	Objectifs
<p>Enjeu n°1 (E1) : Entretien et restauration des milieux aquatiques et humides</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien/restauration des habitats aquatiques/humides (zones humides, mares...) : reconnexion, entretien, limitation des accès et des usages, remise en lumière, fauches tardives, lutte contre les espèces invasives... ; - Préservation/restauration des continuités écologiques : avoir une approche intégrée de la trame verte et bleue en élargissant les réflexions aux milieux associés aux cours d'eau (zones humides, plans d'eau...) et aux éléments fixes du paysage (fossés, mares isolées, haies...), prise en compte des éléments constitutifs de la trame bleue recensés dans les documents d'urbanisme (SRCE, PLU, ...).
<p>Enjeu n°2 (E2) : Maîtrise du ruissellement superficiel et lutte contre les pollutions diffuses</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion des usages liés aux activités agricoles/industrielles : réduire les pressions agricoles et industrielles du territoire sur l'environnement, développer et pérenniser des pratiques favorables et raisonnées (privilégier des méthodes de cultures raisonnées avec des sens de labour adaptés, des techniques sans labour...), réduire les risques de rejets et dépolluer les effluents industriels pour limiter les transferts de polluants chimiques vers les cours d'eau ; - Maîtrise des ruissellements par des actions à la source et/ou de gestion alternative (hydraulique douce) : favoriser la rétention/infiltration à la parcelle via des aménagements d'hydraulique douce (plantations de haies, fascines vivantes ou mortes, zones enherbées, ...) ; - Aménagement des systèmes drainants existants : mise en place de systèmes de filtration/épuration naturelle type mare tampon (phytoremédiation).
<p>Enjeu n°3 (E3) : Prévention des inondations</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Préservation/restauration des champs d'expansion de crues dans les zones sans enjeu : entretien raisonné et non drastique, arasement des digues ou des merlons de curage, recul des digues, acquisitions foncières de zones d'expansion de crues (ZEC) ... ; - Limiter l'imperméabilisation des surfaces ou compenser les effets de cette imperméabilisation via des techniques d'hydraulique douce pour diminuer les quantités d'eau qui ruissellent et le risque inondation en aval ; - Aménagement des fossés agricoles et/ou forestiers pour ralentir les écoulements : installations de redents, engazonnement, reprofilage, ... ; - Réaliser des ouvrages d'hydraulique structurante lorsqu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante (canalisations, bassins de rétention, systèmes d'endiguement, ...).

Tableau III. Synthèse des enjeux du territoire et des objectifs de gestion

3. PHASE 2 : Définition d'un programme d'actions et d'interventions

3.1 Rappel de l'état des lieux/diagnostic

A partir du travail d'expertise réalisé précédemment, il convient alors de proposer un **programme d'actions et d'interventions** permettant de répondre aux enjeux, aléas et risques identifiés sur le territoire. La définition de ce programme sera principalement axée sur des **actions liées à la restauration des milieux aquatiques et humides structurant la trame bleue du territoire et aux problématiques de ruissellement**.

En phase 1 de la présente étude, **les éléments constitutifs de la trame bleue du bassin versant ont donc été recensés et caractérisés** à partir d'un travail rigoureux de recherches bibliographiques, d'expertises de terrain, d'analyses cartographiques et de témoignages.

Le diagnostic ainsi établi permet d'avoir une **vision globale du bassin versant** et plus particulièrement, du réseau hydrographique et des vallées associées (cours d'eau, ruisseaux, fossés) ; de la diversité des habitats à préserver/valoriser (zones humides, mares...) ; des zones de dysfonctionnement ; des zones à risques ; des points forts et des points faibles, ...

Lors de cette phase 2, la **trame bleue** sert donc d'**unité principale de réflexion**. En effet, des **propositions d'actions et de gestion** seront définies pour chaque milieu naturel d'intérêt écologique s'intégrant à la trame bleue du paysage et/ou pour chaque secteur d'intérêt hydraulique (potentialités d'infiltration et de rétention des eaux).

3.2 Méthodologie

3.2.1 Principes

L'élaboration de propositions d'aménagements s'opère selon la méthodologie suivante :

- **Proposition d'actions par élément de la trame bleue** en fonction de ses dysfonctionnements et de ses potentialités/altérations ;
- Les actions à réaliser pour chaque milieu/secteur recensé sont listées dans la **partie « Programme d'actions et d'interventions »** de chaque fiche de diagnostic établie.
- Les actions proposées (techniques utilisées, bonnes pratiques...) sont synthétisées dans un **recueil de fiches « Actions »**, afin de présenter la description générale des interventions à effectuer ainsi que le coût moyen engendré par nature de travaux ;
- Enfin, une **programmation de ces actions** est proposée selon une hiérarchisation des priorités d'interventions bien établie (voir le tableau de programmation des actions joint à la présente étude).

3.2.2 Enjeux et typologie d'actions du programme

À partir des éléments mis en évidence lors de la phase 1 (état des lieux et diagnostic), les actions à mener sur les milieux aquatiques et humides de la trame bleue du bassin versant, en cohérence avec les enjeux identifiés, ont pu être définies.

Le programme d'actions et d'interventions du bassin de la Drouette regroupe, dans le cadre de la présente étude, l'ensemble des **actions visant à la gestion raisonnée et la restauration des fonctionnalités naturelles des milieux aquatiques et humides associés ou non aux cours d'eau**. Il convient de préciser que ces actions s'intègrent aussi bien dans une **démarche d'intérêt écologique**

que dans une optique de **lutte contre les inondations au moyen de techniques naturelles** (hydraulique douce).

D'après la typologie des actions identifiées, ce programme se compose en 4 volets principaux :

- **Programme d'hydraulique douce :**

Un programme regroupant les actions privilégiant des techniques d'hydraulique douce afin de favoriser la gestion à la source des eaux pluviales, et ainsi, la rétention et l'infiltration naturelle à la parcelle. Elles sont codifiées de **HD1 à HD7** ;

- **Programme d'entretien des milieux aquatiques et humides :**

Un programme d'entretien et de gestion raisonnée du lit majeur des cours d'eau et des milieux d'intérêts de types zones humides, mares et plans d'eau. Ces actions sont codifiées de **E1 à E3** (code action) ;

- **Programme de restauration des milieux aquatiques et humides :**

Un programme de restauration des milieux naturels comprenant certaines actions (restauration des continuités écologiques, ...) qui nécessitent des études spécifiques préalables (modélisations hydrauliques, études géotechniques...). Ces actions de restauration sont codifiées de **R1 à R3**.

- **Programme de communication/sensibilisation :**

Un programme englobant les actions et les interventions en communication et en sensibilisation auprès des acteurs locaux du territoire (élus, riverains, exploitants agricoles, propriétaires d'ouvrages, industries, ...). Les opérations à réaliser chez le privé ne se feront qu'au bon vouloir du propriétaire, d'où l'importance des phases de communication et de sensibilisation (**D1, D2**).

Thématiques	Nom de l'action	Code action	Fiche action
Hydraulique douce	Plantation de haies	HD1	Fiche n°1
	Mise en place de fascines	HD2	Fiche n°2
	Aménagement des fossés	HD3	Fiche n°3
	<i>Non-intervention sur les fossés</i>		
	Mise en place de zones enherbées	HD4	Fiche n°4
	Reconversion des terres en boisements d'infiltration	HD5	Fiche n°5
	Création de mares tampons	HD6	Fiche n°6
	Zone tampon végétalisée en sortie de drains agricoles (ZTVA)	HD7	Fiche n°7
Entretien	Pratiques culturales adaptées	HD8	Fiche n°8
	Entretien des zones humides (ZH)	E1	Fiche n°9
Restauration	Entretien des mares	E2	Fiche n°10
	Restauration des ZH et création des ZEC (<i>études</i>)	R1	Fiche n°11
	Restauration des mares	R2	Fiche n°12
Communication / Sensibilisation	Aménagement d'étang et rétablissement de la continuité écologique (<i>études</i>)	R3	Fiche n°13
	Sensibilisation à la gestion raisonnée des plans d'eau existants	D1	Fiche n°14
	Moyens de communication et de sensibilisation	D2	Fiche n°15

Tableau IV. Typologie des actions complémentaires au PPRE

3.2.3 Contraintes des propositions d'actions

Pour proposer un programme d'actions et d'interventions opérationnel et réalisable, les propositions doivent tenir compte des **contraintes réglementaires, foncières et techniques** en plus des éléments issus du diagnostic.

Les réflexions à l'échelle du bassin versant impliquent que **toutes les décisions doivent être le fruit de concertations et de coordinations entre les différents acteurs** pour que les actions collectives aient davantage d'impacts.

Les solutions artificielles de l'hydraulique structurante (bassins écrêteurs de crues, digues de sur-inondation...) ont leurs limites et sont particulièrement coûteuses. Des **mesures naturelles (hydraulique douce)** répondant aux **orientations de la compétence GEMAPI**, sont donc ici proposées afin de **contribuer notamment à la lutte contre les inondations** dans une optique de protection des personnes et des biens du territoire.

Dans le cadre de cette étude, la **recherche de solutions préventives efficaces et moins onéreuses** est à privilégier et pousse à prendre le problème à son origine : **limiter les violents ruissellements de versants et favoriser l'infiltration sur place ou la rétention naturelle locale et temporaire dès l'amont**. Les enjeux de ruissellement sont importants sur le bassin versant de la Drouette. Les derniers événements pluvieux causant les dernières crues de 2016 et 2018 nous le rappellent bien.

Qui plus est, les solutions de lutte contre le ruissellement doivent être appréhendées à **plusieurs échelles d'actions**. Les actions concernent **l'ensemble des acteurs du territoire** (agriculteurs, collectivités, riverains...) **de l'échelle parcellaire à celle du bassin versant lui-même**. Selon l'échelle, les réflexions de mises en place de ces solutions seront d'ordre individuelles (parcelle) ou collectives (inter-parcellaire et bassin versant).

Une synthèse de l'ensemble des actions proposées ainsi qu'une hiérarchisation en fonction de leur priorité d'intervention sont présentées dans les chapitres suivants.

3.2.4 Priorisation et sectorisation des actions

Le programme souhaite donc proposer des actions concrètes d'entretien ou d'aménagement à l'échelle parcellaire et à celle du bassin versant, pour lutter contre l'altération des milieux naturels et le ruissellement agricole et forestier. Pour cela, chaque milieu d'intérêt a été caractérisé vis-à-vis de son état écologique et de sa sensibilité à la genèse du ruissellement, puis hiérarchisé selon une délimitation de zones d'actions prioritaires.

La programmation globale des actions est donc définie en fonction de leurs priorités d'interventions :

- Les **actions d'hydraulique douce** seront mises en œuvre dès la première année du programme sur tout le territoire. Au vu de la variabilité de la nature et du prix des travaux selon les interventions et les secteurs concernés, certaines techniques d'hydraulique douce seront planifiées progressivement afin de répartir les coûts. Qui plus est, le travail de concertation à mener avec les propriétaires concernés (exploitants agricoles, ...) sera également un facteur décisif dans la programmation des actions. Pour précision, les aménagements proposés seront uniquement soumis au bon vouloir du propriétaire.
- Les **actions d'entretien sur les milieux aquatiques/humides** doivent être mises en place rapidement afin de freiner leur dégradation et d'enrayer le déclin de la biodiversité locale. Les premiers fauchages, arrachages, débroussaillages sont à effectuer dès la première année de lancement du programme

d'actions. Il conviendra alors de poursuivre cet entretien avec une fréquence de passage adaptée au milieu concerné.

➤ Les **actions de restauration sur les milieux aquatiques/humides** doivent être programmées en fonction de plusieurs critères à prendre en compte :

- Localisation de l'intervention (conditions d'accès au site, manutention, ...) ;
- Opportunités d'intervention (domaine public ou privé, prise en compte des délais d'instruction relatifs à un dossier de demande de déclaration d'intérêt général...) ;
- Degré d'importance de l'enjeu identifié (qualité de la ressource en eau, sécurité des biens et des personnes, catastrophe écologique avérée, ...) ;
- La faisabilité technico-économique des mesures proposées (elle devra être évaluée en fonction du contexte local, au cas par cas).

Bien souvent, les actions de restauration préconisées devront être soumises à des expertises spécifiques au préalable (études hydraulique et géotechnique, modélisations...).

➤ Les **actions de communication et de sensibilisation** doivent être mises en place le plus tôt possible, afin de freiner les perturbations et de limiter les risques liés aux activités anthropiques du territoire. L'objet des fiches de « Programme d'actions et d'interventions » est de conduire les acteurs locaux vers une réflexion globale et raisonnée.

Cette priorisation des actions s'échelonne de la priorité P1 (pour les secteurs à préserver/restaurer ou pouvant être restaurés rapidement) **à la priorité P3** (pour les secteurs non prioritaires, ne nécessitant pas d'intervention majeure). Les paragraphes suivants présentent la **priorité des actions à mener sur quelques exemples de secteurs d'intérêts** et l'analyse qui a conduit à ce résultat.

- Les secteurs forestiers de l'amont (P1)

Les enjeux de maîtrise des ruissellements et de lutte contre les inondations dépendent majoritairement de l'aménagement des fossés drainants des secteurs forestiers localisés en tête de bassin versant. Les tronçons concernés sont en effet marqués par un entretien drastique régulier (curage, calibrage rectiligne) contribuant alors à un effet « autoroute » des écoulements des eaux. Le ruissellement forestier est fortement accentué et accéléré vers les zones à enjeux (biens et personnes) en aval. Ainsi, la gestion à la source des eaux pluviales (hydraulique douce) est à assurer dès l'amont du territoire, ce qui, aujourd'hui est facilement envisageable : le SM3R pourra engager rapidement des concertations avec l'Office national des forêts (ONF), propriétaire du secteur domanial du massif forestier de Rambouillet. Pour toutes ces raisons, les secteurs ONF sont à restaurer dans les premières années du programme pluriannuel d'actions et d'interventions issu de la présente étude (P1).



Fossé forestier sur-entretenu dans le massif de Rambouillet

- Les ZEC en amont de Poigny-la-Forêt (P1)

Dans une optique de prévention des inondations, la préservation et/ou restauration des zones d'expansion de crues (ZEC) nécessite d'être rapidement effective (**P1**), notamment en amont de Poigny-la-Forêt, secteur à enjeux (habitations, ...) particulièrement sensible au risque inondation. Ces ZEC sont localisées principalement dans le secteur du Grand Etang en amont de la commune. Elles sont bien souvent altérées et non fonctionnelles en raison des actions passées du recalibrage à l'origine de nombreux merlons de curage. Les débordements ne sont plus possibles dans ces secteurs aux potentialités d'expansion de crues. Il est donc important d'agir rapidement afin de reconnecter ces milieux associés à la Guesle et de valoriser leurs fonctions naturelles de rétention et d'infiltration pour contribuer ainsi à la protection des biens et des personnes.

- Les plateaux agricoles en amont d'Épernon (P2)

Le ruissellement agricole est sans aucun doute l'un des facteurs aggravants des dysfonctionnements observés sur le bassin d'étude. Il convient, là encore, d'appréhender cette problématique le plus en amont possible, tant à l'échelle parcellaire qu'à celle du bassin versant dans sa globalité. Les plateaux agricoles d'Hermeray-Raizeux (pour la Guesle), de Gazeran (pour la Guéville) et d'Orphin-Orcemont (pour la Drouette) sont donc situés en amont de la confluence des trois rivières à Epernon. Un aménagement fondé sur les techniques naturelles de l'hydraulique douce est à privilégier. Celui-ci est préconisé sur bon nombre de ces parcelles agricoles concernées. Toutefois, l'envergure des mesures proposées devra être appréhendée en fonction des enjeux socio-économiques locaux. Les interventions agricoles seront par conséquent effectuées progressivement (**P2**) durant le programme d'actions « milieux humides et ruissellement », en fonction de l'état d'avancement des concertations engagées par le SM3R avec les exploitants agricoles concernés (via les opérations de communication et de sensibilisation).

- Les milieux aquatiques et humides du territoire : zones humides, mares (P1, P3)

Sur le bassin d'étude, de nombreuses zones humides et mares représentent un intérêt majeur en matière de continuités écologiques (réservoir de biodiversité et/ou corridor écologique). Selon les critères nationaux de cohérence écologique définis par la politique « Trame verte et bleue » (issus du Grenelle de l'Environnement), il convient donc d'entretenir ou de restaurer rapidement ces habitats d'intérêts (**P1**).



Milieu humide d'intérêt à préserver dans le massif forestier de Rambouillet

Certaines zones humides et certaines mares sont parfois isolées : elles sont déconnectées de tout autre milieu aquatique vivant (cours d'eau...) et ne s'insèrent que ponctuellement dans le paysage. Dans un tel contexte, elles peuvent être d'autant plus menacées par les diverses pressions anthropiques du territoire (activités agricoles, industrielles, remembrement parcellaire, urbanisation...).

À l'inverse, de manière plus rare, certains milieux présentent un état de conservation jugé jusqu'alors convenable d'un point de vue « potentialités écologique et/ou hydraulique » : dans ce cas, l'entretien et les bonnes pratiques de gestion à mener sont donc planifiés plus tardivement (P3).

3.3 Présentation du programme d'actions

Pour rappel, toutes les actions envisagées sont présentées dans les paragraphes suivants et décrites au sein d'un recueil de fiches « ACTIONS ».

Précisons que les méthodes d'interventions proposées ci-après, répondent majoritairement aux **orientations fixées par le SDAGE du bassin Seine-Normandie réglementairement en vigueur** (AESN, 2010-2015). La définition du programme d'actions a vocation à **proposer de manière exhaustive des mesures d'aménagement solutionnant les diverses problématiques identifiées sur le territoire**. Chaque action envisagée sera proposée **le plus en amont possible** et devra contribuer à un **meilleur fonctionnement hydraulique du bassin versant**, mais également s'inscrire dans une **optique de valorisation du patrimoine naturel**.

3.3.1 Hydraulique douce (HD)

Les **actions d'hydraulique douce** visent principalement à apporter des **solutions de lutte contre le ruissellement et les inondations**. Ces solutions sont intimement liées, du fait des processus de formation de ces phénomènes. Ainsi, les mesures proposées seront très souvent les mêmes, mais leurs localisations et leurs articulations devront se faire en fonction des objectifs suivants : augmenter la rétention et l'infiltration à la parcelle, mettre en place des actions anti-érosives ou encore gérer les débits.

Il s'agit donc de proposer aux **échelles parcellaires** et/ou **inter-parcellaires** :

- la plantation de haies ;
- la mise en place de fascines ;
- l'aménagement des fossés de drainage à enjeux (engazonnement, systèmes à redents, reprofilage de type reméandrage...);
- la mise en place de zones enherbées : bandes enherbées dans les fonds de vallon, bas de parcelle, coin de parcelle enherbée, parcelle entièrement enherbée ;
- des boisements d'infiltration ;
- la création de mares tampons (avec débit de fuite) ;
- des zones végétalisées pour éviter les rejets directs dans les milieux aquatiques ;
- des pratiques de cultures adaptées et raisonnées.

A- Plantation de haies (HD1)

Les haies constituent **des obstacles perméables aux écoulements** et limitent ainsi la concentration des ruissellements et ont un **rôle important dans la retenue des particules solides**. Elles favorisent ainsi l'infiltration de l'eau et le dépôt de la terre hors des zones vulnérables. Elles exercent également d'autres fonctions et notamment : une protection contre le vent, le froid, le soleil pour le troupeau ou la culture proche ; une source de biodiversité (réserve d'insectes auxiliaires, abri et nourriture pour la petite faune sauvage...) ; un élément fort de l'esthétique paysagère...

Dans la majorité des cas, les haies sont implantées au bas des parcelles ou au milieu des grands versants en pente douce, afin de **bloquer les ruissellements en provenance des grandes surfaces cultivées**. Leur localisation sera pertinente afin de limiter au mieux les ruissellements. D'une manière générale, on cherchera à les positionner parallèlement aux courbes de niveaux pour être efficaces sur toute leur longueur. Une haie placée perpendiculairement à un axe d'écoulement aurait en effet peu d'intérêt hydraulique.

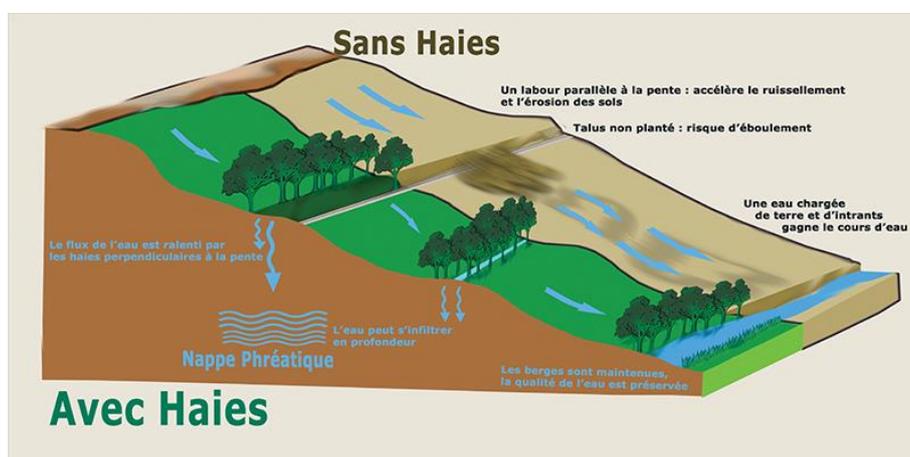


Figure 40. Intérêts hydrauliques des haies.

➔ FICHE ACTION N°1

B- Mise en place de fascines (HD2)

La fascine est un aménagement linéaire constitué de branchages. Positionné en travers du ruissellement, il constitue un obstacle perméable qui freine l'eau. Les fascines dont il est question dans cette étude sont des fascines en caisson, c'est-à-dire qu'elles sont constituées de 2 rangées de pieux entre lesquelles on a amassé des branchages de façon à constituer un « fagot ». On distingue généralement **les fascines dites mortes** dont tous les constituants sont en bois mort (pieux et fagot) des fascines dites **vivantes** qui comportent au moins un élément vif : soit les pieux, soit des tiges piquées autour du fagot.

Des fascines vivantes ou mortes sont donc envisageables et présentent chacune leurs avantages :

- Évolution en haie pour les fascines vivantes ;
- Possibilité de déplacer l'ouvrage pour les fascines mortes.

➔ FICHE ACTION N°2

C- Aménagement des fossés (HD3)

Lorsqu'il fonctionne comme une véritable zone tampon, un fossé peut avoir des incidences très positives sur la qualité des eaux en jouant un **rôle phyto-épurateur**. Afin d'assurer au mieux ces rôles secondaires, les fossés ne doivent pas être curés trop souvent (effet « autoroute »), comme on peut le constater sur de nombreux tronçons du bassin versant. Des **obstacles aux écoulements perpendiculaires au sens d'écoulement**, tels que des **redents naturels** (en terre ou en pierres sèches), des ballots de pailles (à renouveler) ou encore des fascines en bois (fixes ou mobile), pourront être installés dans les fossés, afin de piéger les particules et ralentir considérablement les écoulements. La **végétalisation des fossés à enjeux** sera également préconisée pour accentuer la rétention et l'infiltration sur place.

Conçus pour drainer les parcelles agricoles des terres argileuses, **les fossés peuvent donc contribuer au stockage temporaire de volumes d'eau et à la sédimentation**. Pour ce faire, **plusieurs types d'aménagements existent**. L'entretien de ces dispositifs reste le principal inconvénient.

➔ FICHE ACTION N°3

D- Non-intervention sur les fossés pour favoriser leur comblement naturel

Dans les secteurs sans enjeu, la **« non-intervention » sur certains fossés** sera préconisée. Cette solution d'alternative aux aménagements des fossés, consiste avant tout à laisser évoluer naturellement le milieu. En effet, sur un fossé drainant une **zone sans enjeu** et qui ne présente **aucun usage d'intérêt avéré** (agriculture, sylviculture, ...), il est alors possible d'induire indirectement son **comblement naturel par le biais d'un arrêt total de son entretien** et de **favoriser ainsi la gestion à la source des eaux pluviales et des eaux de ruissellement**. Ainsi, ne pas intervenir sur un fossé en matière d'entretien ou d'aménagement pourra bien souvent être recommandé.

Ce type de **comblement naturel** sera notamment privilégié dans les milieux difficiles d'accès comme les milieux fermés boisés via la mise en place de **matériaux naturels à effet « bouchon »** et présentant une faible perméabilité (pierres, terre argileuse, ligneux, ...).

Dans une telle optique de non-entretien, les **actions de communication auprès des propriétaires et exploitants** s'avèrent indispensables pour sensibiliser aux **bonnes pratiques** et encourager la **volonté d'une gestion adaptée et raisonnée des fossés** (par opposition aux entretiens bien souvent trop drastiques sur le territoire).

➔ AUCUNE FICHE ACTION

E- Mise en place de zones enherbées (HD4)

Les **surfaces enherbées** sont des aménagements très simples, mais très efficaces pour lutter contre le ruissellement. Mais cela n'est pas leur unique avantage. En effet, outre la limite du ruissellement et donc la lutte contre l'érosion, les bandes enherbées sont également un **moyen de lutte contre les pollutions diffuses** et un **espace propice pour l'expression de la biodiversité locale**.

En augmentant la rugosité de surface, ces dispositifs facilitent donc la micro-rétention locale, l'infiltration et la sédimentation. Les bandes enherbées (largeur minimum de 3 mètres) sont très développées en bordures de cours d'eau, et de fossés (enjeux pollutions diffuses, soutenus par des fonds européens), mais peu rencontrées ailleurs. Ces dispositifs sont cependant aussi efficaces lorsqu'ils sont positionnés à la perpendiculaire des écoulements (frein hydraulique), ou encore sur les chemins préférentiels de l'eau (évite l'incision et ralentit les écoulements).

➔ FICHE ACTION N°4

F- Reconversion des terres en boisements d'infiltration (HD5)

Le **boisement** est la couverture végétale qui **possède la capacité d'infiltration la plus importante**. Il assure une filtration mécanique et offre une surface d'infiltration maximale assurant également un effet tampon (l'eau est retenue temporairement).

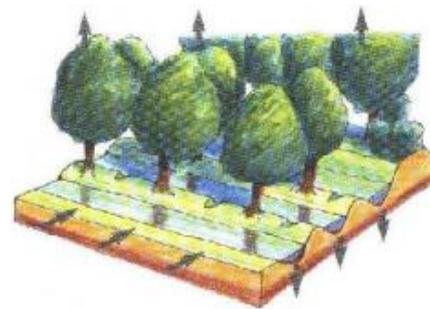


Figure 41. Rôle hydraulique d'un boisement d'infiltration

Les **boisements ralentissent les écoulements sur les zones de versants**. La reconversion de surfaces de grandes cultures en bois (sur des zones pertinentes) est donc une piste intéressante à explorer. Bien souvent, cette méthode alternative est cependant difficilement acceptée par les agriculteurs. Le **recours à l'acquisition foncière de certaines parcelles pertinentes** pourra exceptionnellement être une solution pour la collectivité.

➔ FICHE ACTION N°5

G- Création de mares tampons (HD6)

Les mares constituent de petits éléments traditionnels du paysage qui peuvent assurer un certain **stockage des ruissellements**. Les mares les plus efficaces en matière de régulation sont celles qui disposent d'un débit de fuite leur permettant de jouer un **rôle tampon efficace**. Ces mares sont constituées de deux parties : une partie "permanente" en eau, et une partie "temporaire" en eau. Cette zone temporaire correspond à la zone tampon. La partie de stockage temporaire est ainsi libérée pour la pluie suivante.

Sur le bassin d'étude, **la plupart des mares existantes ne jouent pas ce rôle tampon et ne présentent donc pas un fonctionnement optimal pour tamponner les eaux de ruissellement**. En effet, celles-ci sont parfois **comblées par des sédiments** et **ne disposent généralement pas de débit de fuite** permettant de leur donner un rôle tampon. Ainsi, elles sont rapidement pleines en hiver suite à des pluies prolongées, puis restent en eau tout l'hiver et perdent ainsi de leur efficacité pour les pluies suivantes.

L'objectif est alors de **créer des mares tampons** dans des secteurs s'avérant pertinents d'un point de vue hydraulique : **une mare tampon est à situer dans un axe de passage des écoulements** (fond de vallon ou point bas, exutoire d'un fossé, ...). La création de ces mares pourra également être appréhendée en considérant l'aspect biodiversité. Dans ce cas, des préconisations techniques spécifiques pourront être ajoutées afin de favoriser l'expression de la biodiversité.

➡ FICHE ACTION N°6

H- Zones végétalisées en sortie de drains agricoles (HD7)

L'objectif, dans les secteurs agricoles largement drainés, est de pouvoir proposer des **solutions techniques permettant d'interrompre les réseaux de drainage existants à 5 mètres au minimum du cours d'eau récepteur**, sur une largeur qui correspond à l'emprise minimale de la bande enherbée. Dans cet espace, il est proposé d'**aménagement l'exutoire des drains par la création de zones tampons humides artificielles** qui peuvent être une combinaison de zones surfaciques (mares) ou linéaires (chenaux ou noues) permettant le transit de l'eau jusqu'au cours d'eau tout en créant un milieu potentiellement intéressant d'un point de vue biologique. La création d'une **zone de filtration des eaux de drainage**, dans les secteurs à enjeux, permettra ainsi de **bloquer les sédiments et matières en suspensions et de filtrer les polluants agricoles diffus** (nitrates et pesticides).

➡ FICHE ACTION N°7

I- Les pratiques culturales adaptées (HD8)

Des **solutions agronomiques** permettent d'**augmenter la capacité d'infiltration du sol**. De ce fait, les flux d'eau ruisselée en sortie de parcelle sont diminués, ce qui limite la force des écoulements, et donc la mobilisation des particules de terres. On peut notamment citer un **travail de sol peu affiné** (uniquement sur l'inter-rang pour la culture de maïs par exemple), le **déchaumage rapide après récolte** (décompacte le sol après le chantier de récolte), le **binage ou l'écroûtage** (destruction de la croûte de battance sur l'inter-rang), le **labour perpendiculaire au sens de la pente**, ou encore la **couverture des sols lors de l'inter-culture** (méthode des cultures intermédiaires pièges à nitrates, CIPAN).

Certaines de ces solutions agronomiques sont regroupées sous l'appellation « **Techniques Sans Labour** » (TSL). Les TSL (détaillées dans la fiche Action n°7) combinent plusieurs effets positifs sur le ruissellement et l'érosion (maintien des résidus en surface pour réduire l'érosion, amélioration de la stabilité du sol (résistance à l'arrachement), augmentation de la porosité et donc l'infiltration en surface, ...). Néanmoins, la conversion en TSL, ou l'adaptation d'une pratique agricole particulière sont des **changements profonds du raisonnement agronomique**. La mise en œuvre des pratiques culturales conservatives relève du volontariat des exploitants agricoles. Les solutions pouvant être adoptées sont fonction du système d'exploitation agricole en place. Certaines mesures imposent bien souvent une modification importante, voire radicale des systèmes de cultures. Cette modification ne peut se faire que par une réflexion globale sur le système d'exploitation, notamment à l'occasion d'une reconversion d'activité.

➡ FICHE ACTION N°8

Pour réduire significativement les risques d'érosion des terres agricoles et de ruissellement superficiel, il conviendra de privilégier **l'association des différentes techniques d'hydraulique douce** énoncées précédemment. Une réflexion à l'échelle globale du bassin versant est essentielle et indispensable pour réduire significativement les risques.

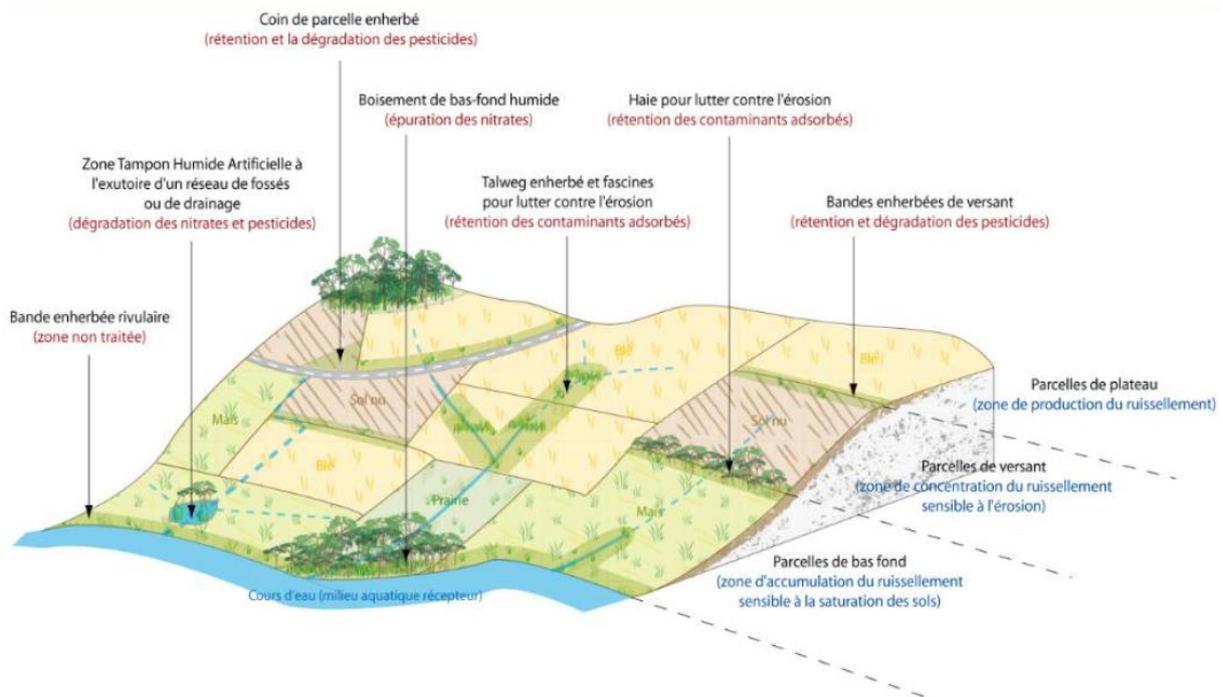


Figure 42. Exemple d'association des techniques d'hydraulique douce dans un versant à forte dominante agricole (source : IRSTEA)

3.3.2 Entretien des milieux aquatiques et humides (E)

Pour rappel, les milieux aquatiques et humides du bassin versant (mares, zones humides, marais, plans d'eau, abords des cours d'eau...) rendent de nombreux services et doivent être conservés :

- Ils contribuent au **maintien et à l'amélioration de la qualité de l'eau** en agissant comme un filtre épurateur ;
- Ils **ralentissent l'écoulement de l'eau** ce qui limite l'importance des crues et permet de maintenir un débit minimal en été ;
- Ils abritent une **grande diversité biologique**.

➤ **Les interventions d'entretien à mener sur les milieux aquatiques et/ou humides du bassin de la Drouette sont les suivantes :**

A- Entretien des zones humides (E1)

Les zones humides sont des espaces d'intérêt général pour la qualité de l'eau, la biodiversité et jouent un rôle de zone tampon. Elles sont en effet à entretenir, tant pour leurs **fonctions écologiques** (zones

de nourrissage, d'abri et de reproduction pour la faune, continuité écologique...) que leurs **fonctionnalités naturelles de rétention, d'infiltration et d'épuration des eaux**.

Un manque d'entretien conduit à une fermeture progressive des zones humides. L'objectif de cette action (E1) est donc de maintenir un stade optimal en termes de fonctionnalités naturelles, de biodiversité ou de services écosystémiques. Pour un bois humide, seront privilégiés l'élagage et le recépage. Le fauchage tardif, mécanisé ou non, sera conseillé pour la gestion des prairies humides. Les espèces invasives devront être supprimées et la repousse surveillée également. L'entretien d'une zone humide est donc constitué d'**actions régulières visant à conserver ou rétablir un état écologique correct** lorsque des perturbations ont été mises en évidence sur le milieu en déprise.

Pour les différents travaux d'entretien, une **approche sélective** sera indispensable à adopter (conservation des espèces remarquables, retrait des adventices types orties, ronces...). L'entretien sera proportionnel aux dégradations mises en évidence lors du diagnostic et sera fonction des objectifs de l'opération et des potentialités du milieu recensé. En aucun cas, l'intervention ne doit être systématique. Par ailleurs, les opérations d'entretien de la végétation devront respecter la phénologie des espèces biologiques en présence.

Une contractualisation avec les agriculteurs peut également être mise en place : le principe est alors de laisser la gestion de la zone humide concernée contre rémunération.

➡ FICHE ACTION N°9

B- Entretien des mares (E2)

L'objectif de cet entretien est essentiellement d'**éviter la fermeture totale du milieu** par un envahissement de la végétation ou encore un phénomène d'atterrissement. Les actions d'entretien des mares incluent le désenvasement, un curage raisonné, le débroussaillage des abords, le faucardage de la végétation aquatique, le retrait des végétaux ligneux...

➡ FICHE ACTION N°10

3.3.3 Restauration des milieux aquatiques et humides (R)

A- Restauration des zones humides et création de zones d'expansion de crues (R1) :

La restauration d'un milieu aquatique et/ou humide consiste à améliorer son fonctionnement par des travaux le plus souvent de nature hydraulique. De telles actions permettent d'assurer la **réouverture de zones humides en cours de fermeture** (embroussaillage puis colonisation progressive par des ligneux). Enfin, des travaux plus rares mais plus lourds de remise en état de milieux dont le caractère humide a été altéré par des activités humaines peuvent avoir lieu : déblaiement de sites remblayés, enlèvements de décharges sauvages, limitation des accès et des usages (aménagement de sentiers pédagogiques, installation de panneaux d'informations, ...). Dans certains cas, des **acquisitions foncières** peuvent s'avérer pertinentes pour mener à bien un projet de restauration.

Sur de nombreux secteurs du bassin versant, la connectivité lit mineur-lit majeur est altérée. Les actions proposées visent la **restauration des zones humides déconnectées des cours d'eau** et favorisent donc la reconnexion lit mineur/lit majeur. Elles ciblent également la **création ou la**

restauration de zones naturelles d'expansion des crues (ZEC) dans les secteurs sans enjeu particulier (absence d'activités économiques, d'habitations...). Des opérations d'aménagement de ralentissement des écoulements seront envisagées dans ces zones sans enjeu, afin de favoriser les débordements et de prévenir des inondations dans les secteurs urbains ou bourgs de villages situés en aval (suppression des merlons de curage).

Les travaux étant de nature et de prix variables, seules les études de restauration de zones humides et de création de ZEC sont ici planifiées.

➡ FICHE ACTION N°11

B- Restauration des mares (R2) :

La plupart des mares du territoire ne présentent pas un fonctionnement optimal pour tamponner les eaux de ruissellement. En effet, celles-ci sont parfois comblées par des sédiments et ne disposent généralement pas de débit de fuite permettant d'assurer leur rôle tampon. Ainsi, elles sont rapidement pleines en hiver suite à des pluies prolongées, puis restent en eau tout l'hiver et perdent ainsi de leur efficacité pour les pluies suivantes.

Aussi, certaines mares recensées sur le bassin versant méritent d'être restaurées au regard de leurs **potentialités écologiques** avérées. Différentes techniques de restauration existent pour améliorer la fonctionnalité des mares. Les travaux de restauration concernent le plus souvent une **remise en lumière du milieu en déprise** accompagnée de mesures d'aménagements favorables à l'équilibre de l'écosystème.

L'objectif est ainsi de réaménager tout un réseau de mares existantes aussi bien dans une optique de **reconquête de la biodiversité** que de **protection de la ressource en eau**. Ceci peut être réalisé de plusieurs manières : réouverture du milieu, végétalisation, curage et/ou réaménagement permettant d'assurer un rôle tampon (modelé de terre, ...).

Les réaménagements de mares menés selon une approche favorable à la biodiversité pourront également s'appuyer sur des préconisations techniques spécifiques portées par divers partenaires du territoire (PNR de la Haute Vallée de Chevreuse, Conservatoire des Espaces Naturels, ...).

➡ FICHE ACTION N°12

C- Aménagement d'étang et rétablissement de la continuité écologique (R3) :

Il s'agit d'évoquer ici la maîtrise d'ouvrage à des fins de mise en œuvre du **rétablissement de la continuité écologique**.

Lorsqu'un étang a été **créé directement dans le lit mineur d'un cours d'eau permanent**, il **bloque la continuité écologique** et nuit aux caractéristiques physico-chimiques, biologiques et écologiques de la rivière. Ces **effets néfastes** sont importants et difficilement réversibles. Les **répercussions** peuvent être à la fois **quantitatives** (accentuation de l'évaporation), **qualitatives** (élévation de la température) et

piscicoles tels que, modification du peuplement, modification de l'habitat, obstacle à la remontée du poisson, colmatage d'habitats ou de frayères au moment de la vidange ; ou avoir un **impact sur la sécurité** avec la fragilisation des digues et les risques d'effondrement. De ce fait, **la qualité et la morphologie des cours d'eau associés sont fortement dégradées.**

La **dérivation** constitue alors un aménagement efficace pour permettre d'assurer la circulation des espèces et sédiments du cours d'eau.

De même, au bon vouloir du propriétaire, la **solution de l'effacement** peut également être envisagée pour remédier à ces problématiques constatées sur certains étangs du territoire d'étude.

Pour être efficaces et durables, ces solutions de restauration nécessiteront à minima des études complémentaires (hydraulique, géotechnique...) au préalable.

➡ FICHE ACTION N°13

3.3.4 Actions de Communication / Sensibilisation (D)

A- Sensibilisation à la gestion raisonnée des plans d'eau existants (D1)

Les **plans d'eau (principalement de type « étang »)** remplissent un certain nombre de **fonctions à forts enjeux sociaux, économiques et écologiques** : régulation des débits, irrigation, épuration, alimentation en eau potable, pisciculture, soutien d'étiage et écrêtement de crues... Egalement lieux de loisirs, les plans d'eau ont un fort potentiel économique et touristique.

Certains étangs sont de véritables réservoirs de biodiversité à préserver ou à restaurer. Dans ce cas, ils contribuent bien souvent à structurer la trame bleue du paysage environnant (continuité écologique) et offrent l'habitat nécessaire au bon déroulement du cycle biologique des espèces migratrices ou nicheuses (avifaune, ...).

Sous ces conditions, il est recommandé d'intégrer les plans d'eau du bassin versant de la Drouette dans **un plan de gestion permettant l'équilibre entre les usages et les fonctionnalités des milieux naturels.** Cette orientation d'intervention a donc pour objectif de mettre en avant certaines pratiques ou certains aménagements, limitant l'impact des étangs sur le milieu aquatique et permettant une gestion équilibrée de la ressource en eau et de la biodiversité.

L'action E3 a pour principal objectif de **limiter la création de nouveaux plans d'eau et d'encadrer la gestion des plans d'eau existants**, conformément aux **orientations fixées par le SDAGE du bassin Seine-Normandie**. On privilégiera ainsi une réflexion d'aménagement au cas par cas en fonction du contexte local. Afin de **concilier l'ensemble des usages et la préservation des zones naturelles**, les propriétaires d'ouvrages doivent établir un plan de gestion qui délimite notamment la localisation des usages (secteurs différenciés zone de pêche/zone de reproduction) et identifie les périodes pendant lesquelles ces usages sont possibles. La prise en compte de leur connexion éventuelle aux cours d'eau et de leurs modalités de vidanges est essentielle.

➡ FICHE ACTION N°14

B- Moyens de communication et de sensibilisation (D2)

De nombreux dysfonctionnements ont été observés sur le bassin versant de la Drouette, dont l'origine majeure est anthropique. **L'objectif de ces actions est de sensibiliser les riverains, les élus et les exploitants à une bonne gestion des milieux naturels aquatiques et humides.** Ces actions passent par l'animation d'expositions et d'interventions en tout genre par le SM3R, par l'installation de panneaux didactiques à des endroits stratégiques, par l'utilisation de l'outil « site internet » pour permettre plus de visibilité aux actions engagées dans le cadre de ce programme d'actions, pour rappeler les bonnes pratiques, la réglementation en vigueur...

➡ **FICHE ACTION N°15**

3.3.5 Chiffrage des actions

Les estimations financières des travaux préconisés dans le cadre des programmes d'entretien et de restauration des milieux aquatiques/humides et des aménagements d'hydraulique douce, ont été effectuées à partir des données existantes du SM3R (Bordereau de Prix Unitaires retenu pour le PPRE du bassin versant de la Drouette, 2018), mais également à partir d'autres études récentes et de retours d'expériences pour des interventions similaires sur d'autres territoires (PPRE de la Risle ; Syndicat du bassin versant du Clignon amont, 2018 ; SERPN, 2017).

Chaque intervention proposée dans le programme d'actions a ainsi pu être budgétisée (voir le tableau de programmation joint à la présente étude).

Ce chiffrage demeure néanmoins estimatif et doit être affiné lors des études préalables d'avant-projet lorsque cela est nécessaire. En effet, **le prix de ces interventions est très variable en fonction de la nature des travaux envisagés** (taille des aménagements, spécificités techniques, quantités réalisées...).

Pour précision, certaines actions de communication et de sensibilisation n'ont pas été estimées. Celles-ci seront systématiquement associées à chaque intervention et se dérouleront selon une démarche continue sur une période pluriannuelle.

3.3.6 Périodes d'interventions

Toutes les actions programmées doivent être adaptées à la phénologie des espèces animales et végétales potentiellement présentes. Autrement dit, il convient par exemple d'effectuer l'entretien d'une mare en dehors de la période de reproduction des amphibiens, ou encore de tenir compte de la période de nidification de l'avifaune prairiale pour certains aménagements d'hydraulique douce en secteur agricole.

Qui plus est, concernant les actions d'entretien comme l'arrachage des espèces végétales invasives, celui-ci sera favorisé en période de repos végétatif pour limiter les risques de dissémination.

Opérations/mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Plantation de haies												
Mise en place de fascines												
Aménagements fossés												
Mise en place de zones enherbées												
Reconversion des terres en boisements d'infiltration												
Création mare tampon												
Zone tampon végétalisée en sortie de drains agricoles												
Pratiques culturales adaptées												
Entretien ZH												
Entretien mare												
Restauration ZH												
Étude création ZEC												
Acquisition foncière ZH												
Restauration mare												
Sensibilisation à la gestion raisonnée des plans d'eau existants												
Sensibilisation élus + acteurs + grand public												
Valoriser l'accès d'un site au grand public (aménagement parcours/sentier nature)												

Tableau V. Calendrier d'interventions des actions à mener sur le bassin versant de la Drouette

3.4 Programmation : estimatif financier et subventions

3.4.1 Programmation et estimations financières

Toutes les actions envisagées s'inscrivent dans une démarche territoriale à l'échelle globale du bassin versant et précisent les enjeux du territoire au regard des objectifs du SDAGE en vigueur (2010-2015).

L'ensemble des travaux doit faire l'objet d'une programmation conjointe.

Concernant les travaux d'hydraulique douce :

- Si l'attributaire est l'EPCI compétent en matière d'urbanisme, il doit fournir une délibération s'engageant à identifier les éléments de trame verte et bleue (en particulier les haies) dans son PLUi au titre de l'article L.113-29 du code de l'urbanisme à l'occasion d'une prochaine modification de son PLUi ;
- Dans tous les autres cas, l'attributaire s'engage à transmettre les éléments utiles à l'identification des éléments de trame verte et bleue dans le PLUi à l'EPCI compétent en matière d'urbanisme ainsi qu'au service de l'Etat en charge du porter à connaissance en matière d'urbanisme.

Pour rappel, les aménagements d'hydraulique douce ont vocation à répondre à de multiples enjeux adaptés au territoire notamment dans une **perspective d'adaptation au changement climatique** : ruissellement-érosion, pollutions diffuses, lutte contre les inondations et biodiversité. **Les projets seront donc multifonctionnels** (permettant de traiter plusieurs de ces problématiques) **et tireront parti de solutions fondées sur la nature**.

Les actions et les orientations de gestion préconisées dans le cadre de la présente étude ont été réparties selon 3 états de priorité (P1, P2 et P3) définis en fonction des divers enjeux de territoire.

Le programme d'actions ainsi établi représente un montant total de 4 781 516 euros pour l'ensemble des mesures envisagées, qu'elles soient programmées sur terrain privé ou public.

Il convient de préciser que ce montant total estimatif reste évolutif. De même, toutes les interventions à mener sur le bassin versant ne seront réalisées et opérationnelles qu'à l'issue d'une période pluriannuelle indéterminée à ce jour : la programmation des actions évoluera en effet au regard des opportunités et des enjeux locaux du territoire (emprise foncière, enjeux socio-économiques, environnementaux, politiques...) ainsi qu'en fonction du bon vouloir de chaque propriétaire, riverain ou exploitant concerné.

La programmation détaillée est consultable au sein d'un tableau (**joint à la présente étude**) dont les actions sont ventilées :

- soit **par type d'action** ;
- soit **par type d'entité paysagère** (vallée, plan d'eau, zone humide) ;
- soit **par priorité d'intervention**.

Le diagramme et l'histogramme suivants illustrent respectivement la répartition du budget selon les divers programmes d'actions et selon les priorités d'interventions définies. Dans des proportions quasi identiques, **les actions de restauration et les aménagements d'hydraulique douce représentent la part la plus importante du budget du programme d'actions** établi dans le cadre de la présente étude (Fig. 43). D'autre part, les priorités d'interventions P2 et P3 sont nettement moins chargées que l'état de priorité P1 : pour cause, les états P2 et P3 concerneront principalement la réalisation des travaux de restauration de la continuité écologique (RCE) qui découleront des études spécifiques menées en amont (P1) et dont les coûts pourront être relativement élevés (Fig. 44). Pour rappel, **concernant les travaux RCE ou encore les créations de zones d'expansion de crues (ZEC), seules les études ont été budgétisées et intégrées au présent programme**.

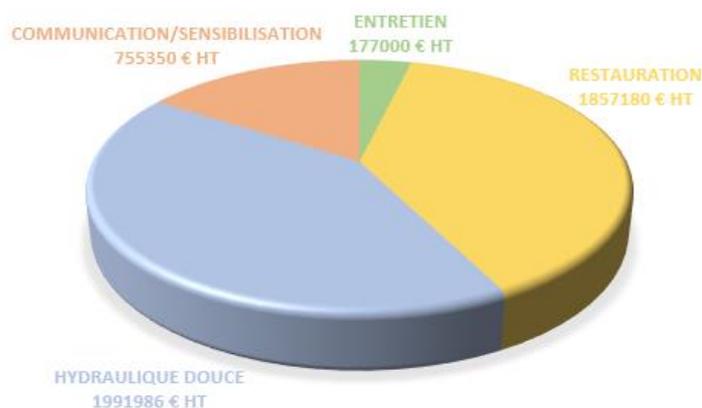


Figure 43. Répartition du budget selon les différents programmes d'actions

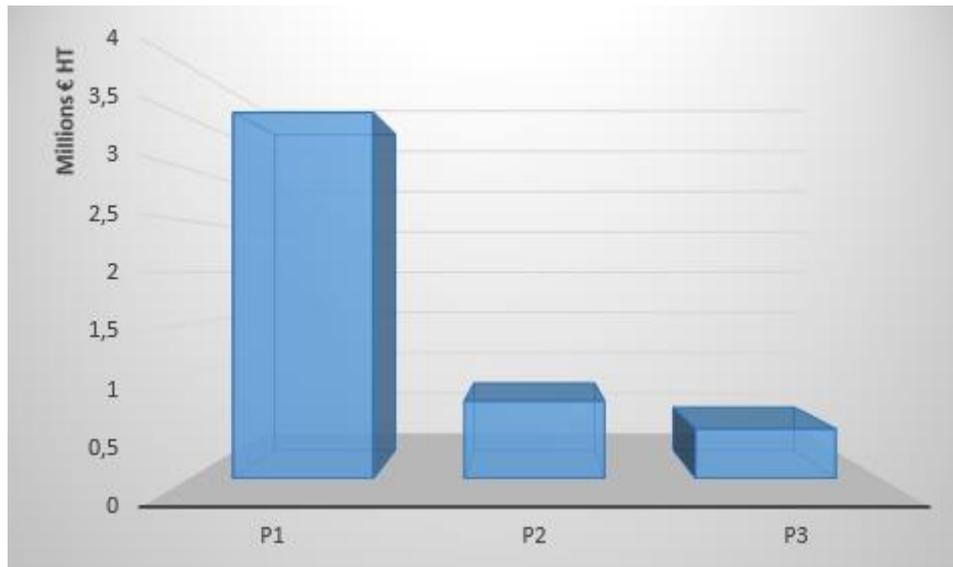


Figure 44. Répartition du budget selon les états de priorités d'interventions définis

3.4.2 Subventions envisagées

Dans une optique de préservation et de restauration des milieux aquatiques/humides et de leurs milieux associés, ainsi que de la maîtrise du ruissellement et des pollutions diffuses, les modalités d'aides de l'AESN s'inscrivent dans le cadre de dispositifs d'aide conformes à l'encadrement communautaire. Pour précision, les opérations ne sont éligibles que lorsqu'elles relèvent d'une **échelle hydrographique cohérente** (bassin versant, tronçon de rivière) et qu'elles s'inscrivent notamment dans une **démarche territoriale** aux enjeux « protection des milieux aquatiques ou humides » et « maîtrise de l'érosion et du ruissellement ».

L'objectif majeur est en effet de réduire les risques de ruissellement, d'érosion et de transfert des polluants et des sédiments vers les ressources en eau, les milieux aquatiques et humides et les zones sensibles à la pollution microbiologique.

A titre indicatif, les actions aidées dans le cadre de la présente étude sont :

- Les études et les diagnostics hydrauliques à l'échelle du bassin versant ;
- Les actions de communication et l'animation à l'échelle du bassin versant ;
- Le suivi de l'impact des actions sur les aspects qualitatifs et quantitatifs des masses d'eau ;
- Les aménagements d'hydraulique douce et leur insertion dans la trame verte et bleue existante ;
- Les études et les opérations expérimentales de génie écologique ;
- Les travaux de rétablissement de la continuité écologique longitudinale et latérale ;
- Les travaux d'entretien des milieux naturels aquatiques/humides ;
- Les travaux de restauration ou de renaturation des écosystèmes aquatiques ou humides et de leurs milieux connectés ;
- La lutte contre les foyers émergents d'espèces exotiques envahissantes et/ou indésirables ;
- Les acquisitions foncières (temporaires ou permanentes).

Les projets multifonctionnels qui permettent de traiter plusieurs problématiques (ruissellement, érosion, pollutions diffuses, lutte contre les inondations, changement climatique et biodiversité) sont privilégiés.

De même, les actions relatives aux **changements de pratiques culturelles ou de systèmes agricoles** sont éligibles « pour les exploitations agricoles situées en tout ou partie sur un territoire à enjeu bénéficiant d'une démarche territoriale s'ils permettent de répondre aux enjeux définis sur le territoire considéré » (AESN, 11^{ème} programme d'intervention 2019-2024).

Ces subventions publiques sont allouées et plafonnées à un maximum de 80%. Les taux d'aides de l'AESN détaillés dans le tableau ci-après sont les taux effectifs pour le 11^{ème} programme.

Code action	Programme	AESN Subvention maximale (%)
HYDRAULIQUE DOUCE		
HD1	Plantation de haies	80%
HD2	Mise en place de fascines	80%
HD3	Aménagements fossés	80%
HD4	Mise en place de zones enherbées	80%
HD5	Reconversion des terres en boisements d'infiltration	80%
HD6	Création mare tampon	80%
HD7	Zone tampon végétalisée en sortie de drains agricoles	80%
HD8	Pratiques culturelles adaptées	-
ENTRETIEN		
E1	Entretien ZH	40%
E2	Entretien mare	40%
RESTAURATION		
R1	Restauration ZH et/ou Étude création ZEC	80%
R2	Restauration mare	80%
COMMUNICATION / SENSIBILISATION		
D1	Sensibilisation à la gestion raisonnée des plans d'eau existants	-
D2	Sensibilisation élus + acteurs + grand public	50% (aménagement d'un parcours nature pour valoriser l'accès d'une zone humide)

Tableau VI. Tableau des montants d'aides maximum de l'AESN

3.5 Mise en œuvre du programme d'actions

3.5.1 Déclaration d'une DIG pour les actions en terrain privé

Le Syndicat Mixte des Trois Rivières (SM3R) est le maître d'ouvrage et s'assurera de la bonne mise en œuvre du programme d'actions défini par la présente étude sur l'ensemble du bassin versant de la Drouette.

L'article L 211.7 du code de l'environnement précise par ailleurs que « *les collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 5721-2 du code général des collectivités territoriales sont habilités à utiliser les articles L. 151-36 à L. 151-40 du code rural pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux s'il existe, et visant : 4° La maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ou la lutte contre l'érosion des sols* ».

Dans le cadre du programme d'actions établi, **la mise en œuvre d'une Déclaration d'Intérêt Général (DIG) est indispensable afin d'intervenir sur terrain privé**. Toutes les actions en terrain privé (entretien et/ou restauration des milieux aquatiques et humides, travaux d'hydraulique douce) sont concernées par la mise en place de cette DIG lorsque les interventions et les aménagements envisagés présentent un caractère d'intérêt général ou d'urgence.

3.5.2 Régime de déclaration ou d'autorisation (Dossier Loi sur l'Eau)

Les projets d'aménagements qui reposent sur l'implantation d'ouvrages végétalisés dits « d'hydraulique douce » (haies, fascines, zones enherbées, boisements d'infiltration...) dans les parcelles agricoles situées en amont des fonds de vallées, ne sont pas soumis aux procédures de Déclaration et d'Autorisation au titre des **articles L. 214.1 et suivants du Code de l'Environnement**.

Toutefois, si un projet n'est soumis ni au régime de déclaration ni au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'Eau, il reste dans tous les cas soumis aux dispositions du **code civil** : « *Le propriétaire du fonds supérieur n'a pas le droit de modifier le cours naturel de l'écoulement des eaux si cela se traduit par une aggravation de la servitude pour le fonds inférieur* ».

Par ailleurs, il convient de mentionner que **certains travaux de restauration (hors entretien) ayant un impact direct ou indirect sur les milieux aquatiques et humides peuvent nécessiter la mise en œuvre d'une procédure de Déclaration** (signalée dans l'article R. 214-1 par le texte « (D) ») **ou d'Autorisation** (signalée dans l'article R. 214-1 par le texte « (A) ») **au titre de la loi sur l'Eau**.

Cette procédure soumet à autorisation ou déclaration les I.O.T.A. (Installations Ouvrages Travaux et Activités) susceptibles d'avoir un impact sur l'eau et les milieux aquatiques, dont en particulier pour les zones humides :

Rubrique 3.3.1.0 : Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais

- **Demande d'autorisation** : la zone asséchée ou mise en eau est supérieure ou égale à 1 hectare.
- **Demande de déclaration** : la zone asséchée ou mise en eau est supérieure à 0,1 hectare, mais inférieure à 1 hectare.

Un assèchement, une mise en eau, une imperméabilisation ou un remblai de zones humides de moins de 0,1 hectare ne sont pas soumis à la réglementation, sauf si le cumul avec des opérations antérieures réalisées par le même demandeur, dans le même bassin versant, dépasse ce seuil.

Le choix de la procédure (Déclaration ou Autorisation) dépend donc principalement de l'emprise impactée par le projet (linéaire de cours d'eau, surface de zone humide, surface de plan d'eau...) et également d'autres rubriques de la « Nomenclature Eau » en fonction des caractéristiques du projet lui-même.

Une procédure loi sur l'Eau nécessite donc auprès des services de Police de l'eau, la production de plusieurs documents et peut conduire à la mise en place de mesures correctives et éventuellement compensatoires (recréation ou restauration de milieux naturels équivalents sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité).

3.5.3 Cas des actions de communication et de sensibilisation

Les actions de communication et de sensibilisation ne nécessitent pas de dossier spécifique. Lorsqu'un suivi biologique sera nécessaire, celui-ci pourra nécessiter des autorisations spécifiques (arrêté préfectoral pour les interventions en domaine privé, dérogation espèces protégées délivrée par les services de l'Etat, ...) dans le but de réaliser les inventaires naturalistes permettant de mieux appréhender les effets induits par les différentes interventions.

Pour mener à bien une opération de suivi biologique, le SM3R pourra tout à fait missionner un assistant à maîtrise d'ouvrage spécialisé dans les inventaires faune/flore (bureau d'études, associations naturalistes locales...) par le biais d'une convention signée entre les principaux acteurs concernés.

4. CONCLUSION

4.1 Du diagnostic territorial au programme d'actions

Sur le territoire, l'analyse de l'occupation des sols a permis de mettre en évidence un secteur d'étude relativement homogène avec une **forte dominance de zones agricoles et boisées non imperméabilisées mais dont la majorité sont drainées** : les eaux ne s'infiltrent plus dans le sol et se retrouvent toutes rapidement dans le cours d'eau récepteur. Alors, la qualité du milieu aquatique est bien souvent altérée sous l'effet des **transferts de pollutions diffuses agricoles et de particules de sol**.

Les zones imperméabilisées sont malgré tout présentes au sein du bassin d'étude et représentent environ 10% de la superficie totale. En effet, les cours d'eau traversent plusieurs centres-villes et bourgs et subissent de **fortes pressions anthropiques** entraînant des dégradations prononcées et une artificialisation des milieux. Du fait d'un **étalement urbain de plus en plus accentué** depuis les années 1950, **le risque inondation est alors d'autant plus fort** sur le territoire.

Les zones humides sont menacées en raison d'une périurbanisation qui tend à les faire disparaître. Les **zones humides** en place présentent un intérêt ou potentiel écologique et hydraulique élevé mais **ne sont pas nécessairement mises en valeur**. Ces zones humides doivent absolument être préservées des futurs projets d'aménagement.

Les enjeux du territoire sont importants. Il s'agit de **préserver la qualité des milieux naturels, l'alimentation naturelle des nappes et des cours d'eau, les usages de l'eau** (alimentation en eau potable, ...) mais aussi de **contribuer à la prévention des inondations via des techniques naturelles** de restauration et de valorisation des fonctionnalités des divers milieux impliqués. La **rétenction/infiltration à la parcelle** permet de maintenir les flux d'alimentation naturelle des nappes et des cours d'eau, participant au maintien de la ressource. Selon une telle démarche de **gestion intégrée des eaux pluviales**, les eaux interceptées au plus près du lieu où elles tombent sont moins chargées en polluants et la pollution des milieux récepteurs est ainsi limitée.

Cette étude a donc permis de diagnostiquer les **principaux atouts et dysfonctionnements du territoire** dans le but de pouvoir maîtriser, à posteriori, aussi bien les risques environnementaux que les risques d'inondations via la définition d'un **programme d'actions et d'interventions** visant à encourager des **solutions fondées sur la nature et le génie écologique**.

Le diagnostic ainsi dressé, a alors permis d'**entrevoir les secteurs les plus opportuns à d'importants travaux**, c'est-à-dire les secteurs présentant un potentiel de restauration élevé ainsi que **les secteurs prioritaires (en matière de ruissellement)** présentant un besoin urgent d'interventions d'aménagement et/ou d'entretien. Dans une **optique de gestion et de préservation durable à une échelle globale et cohérente de territoire**, les propositions d'actions (axées majoritairement sur la maîtrise du ruissellement et sur la valorisation du patrimoine naturel) sont à mener dès l'amont, en tête de bassin versant.

Tous les travaux issus du **programme d'actions** doivent favoriser le rétablissement de la continuité écologique, la renaturation, la restauration et l'entretien des milieux aquatiques et humides intégrant la reconquête écologique des milieux naturels pour une **synergie eau et biodiversité à l'échelle territoriale**. De plus, les mesures d'actions envisagées tiennent compte aussi bien **des éléments constitutifs de la trame bleue** (milieux aquatiques et humides) **que ceux de la trame verte** (reconstitution des continuités écologiques terrestres notamment via la plantation de haies). Chaque proposition d'action tend à contribuer, de façon naturelle, à la **prévention des inondations** pour les crues de faibles occurrence et intensité. Notons que pour les paysages d'openfield (milieux ouverts)

du bassin versant, les principaux aménagements d'hydraulique douce mis en place constitueront bien souvent les seuls réservoirs ou corridors écologiques indispensables au maintien d'une biodiversité ordinaire, voire remarquable.

4.2 Un territoire vulnérable et victime de son passé

Les évolutions des surfaces agricoles et urbaines des cinquante dernières années ont fortement modifié l'esthétique paysagère du bassin versant de la Drouette. On peut notamment citer **l'homogénéisation de l'occupation du sol** (grandes cultures), la **disparition partielle d'éléments structurants du paysage** (haies, talus), ou encore le **développement des zones urbaines et périurbaines**. Aujourd'hui, l'impact de ces évolutions se manifeste notamment par la présence de **ruissellements superficiels plus importants**.

Les **fossés agricoles et forestiers conçus et entretenus par l'Homme**, sont à la genèse des cours d'eau et constituent en cela des « têtes de bassin ». Lorsqu'ils présentent un bon état global, ces linéaires rendent de nombreux services (autoépuration, régulation des débits, ...) assurant un fonctionnement équilibré du bassin versant et contribuant ainsi à la qualité de la ressource en eau. Ainsi, ils nécessitent une **gestion raisonnée et adaptée**. Néanmoins, les émissaires agricoles et/ou forestiers ont souvent fait l'objet d'aménagements sévères et généralement axés sur un usage et sur le sentiment de faible intérêt de ces milieux, par manque d'approche globale à l'échelle du bassin versant.

Toutefois, une amélioration significative de la qualité de ces milieux est possible et il en va de la responsabilité de chaque propriétaire riverain de veiller à la non-dégradation de cette qualité.

En raison des **activités anthropiques** et des **aménagements passés**, la rétention naturelle à la parcelle y est donc aujourd'hui très limitée ; d'autant plus que les **solutions compensatoires et alternatives** existantes en matière d'assainissement pluvial, ne sont à ce jour, que très **peu motivées et respectées**.

4.3 Les limites de l'étude

L'analyse des caractéristiques du territoire et les résultats permettent d'appréhender la réactivité et le comportement du bassin versant, et qui plus est, de mieux comprendre la genèse d'une crue exceptionnelle en réponse à un épisode pluvieux intense comme celui de 2016.

Toutefois, faute de données et/ou moyens suffisants à ce jour, certains résultats doivent alors être confortés par des méthodes d'analyses plus rigoureuses (modélisations hydrauliques et géotechniques, mesures physico-chimiques de la qualité des rejets, ...).

Dans le cadre de cette étude, **plusieurs données manquantes listées ci-après limitent en effet l'analyse précise du fonctionnement hydrologique et hydraulique du bassin versant** :

- Les **données pluviométriques** : à ce jour, les données sont uniquement issues des stations de mesures de Trappes (78) et de Chartres (28) pour la pluviométrie (achat de données possible auprès de Météo France). Qui plus est, il convient de noter que la pluviométrie a été déficitaire entre l'automne 2018 et le printemps 2019 : l'exploitation de certaines données a en effet été limitée au regard des particularités de la pluviométrie recensée. La mise en œuvre d'un observatoire des pluies alimenté par un système de bénévolat ou encore le recueil d'informations auprès des Chambres d'Agriculture pourraient s'avérer efficaces pour mener à bien les études complémentaires ;

- Les données hydrométriques : l'essentiel des données repose sur la station de mesure de Saint-Martin-de-Nigelles à l'aval du bassin versant (proposer une installation cohérente de nouvelles stations de mesures sur l'ensemble du périmètre d'étude) ;
- La topographie : indices topographiques, profils altimétriques (dissymétrie rives droite et gauche ?), exploitation des données topographiques au moyen de Modèles Numériques de Terrain (MNT) pour mieux comprendre l'évolution du bassin versant et son rééquilibrage ;
- L'hydromorphie des sols ;
- L'occupation des sols : recueil des données relatives aux types de cultures et couvert végétal en fonction des différentes périodes de l'année (Registre parcellaire graphique, Recensement général agricole), réseaux de drainage et localisation des exutoires, agriculture conventionnelle ou raisonnée, mesures agro-environnementales, identification des exploitations en agriculture biologique, les types de produits phytosanitaires utilisés, les outils de gestion et les modes de raisonnement... ;
- Les données relatives à l'érosion agricole : sensibilité à la battance et à l'érodabilité, étude des zones de drainage, de ruissellement, d'érosion et des données liées au remembrement ;
- La sensibilité des captages d'eau potable et des captages agricoles au ruissellement ;
- La localisation et la caractérisation des zones de remontées de nappe ;
- Les sens d'écoulements théoriques des eaux de surface : modélisations hydrologiques et/ou hydrauliques en fonction de l'intensité des pluies pour anticiper le risque inondation... ;
- La localisation des aménagements de gestion des eaux pluviales : bassins de rétention et ouvrages hydrauliques déjà implantés (position, fonctionnement, dimensionnement, débit de fuite, ...), plans de zonage d'assainissement des communes (réseaux unitaire ou séparatif ?) ;
- Les modalités d'aides financières : se tenir informé de l'évolution des régimes de compensations agricoles existants auprès des divers organismes (Chambres d'Agriculture, FDSEA, ...) A noter qu'à ce jour, en cas d'inondation, les fonds d'indemnisation ne couvrent pas les dommages liés au ruissellement. Seuls les débordements par cours d'eau sont pris en charge.

La présente étude laisse donc entrevoir certaines **zones d'ombre qui nécessitent d'être approfondies** pour pouvoir mettre en œuvre des actions de restauration cohérentes et durables sur l'ensemble du bassin versant de la Drouette. De même, pour mener à bien chaque projet, **la concertation entre acteurs du territoire est primordiale** : il s'agit donc de favoriser la communication et d'informer régulièrement l'ensemble des parties prenantes des actions engagées ou à venir.

4.4 Perspectives

Dans le cadre des **contours de la compétence GEMAPI**, la présente étude intègre exclusivement les **items 1°, 2° et 8° de l'article L. 211-7 du code de l'Environnement** : il convient en effet de préciser que le programme d'actions proposé vise principalement **la restauration des fonctionnalités naturelles des milieux et la préservation de la biodiversité**. Issu de ce même article, **l'item optionnel 4°** relatif à

la « *maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ou la lutte contre l'érosion des sols* » est également en partie traité via les propositions d'aménagements d'hydraulique douce.

Pour aller aujourd'hui plus loin, particulièrement dans une **démarche globale « GEMAPI »** et au regard des différents enjeux identifiés sur le territoire (notamment la **prévention du risque inondation**), l'étude témoigne alors d'un **besoin primordial en étude complémentaire** pour appréhender efficacement le fonctionnement hydrologique et hydraulique du bassin versant (besoins en ouvrages hydrauliques ? ; définir des systèmes d'endiguement ? ; études de restauration de ZEC ...).

L'analyse des données manquantes par le biais d'**expertises complémentaires et de modélisations** permettra alors de hiérarchiser précisément, en fonction des sous-bassins versants identifiés, chacun des **enjeux, aléas** (ruissellement, érosion) **et risques** (inondations, pollutions diffuses) ; et de préciser les communes sur lesquelles intervenir en priorité. De ce travail, découlera alors un **programme complet et rigoureux** pour garantir une **gestion optimale des milieux naturels et des risques d'érosion ou de ruissellement** sur le territoire.

Si les conditions de genèse du ruissellement dans les parcelles agricoles sont aujourd'hui bien établies (Boiffin, 1984 ; Auzet, 1987 ; Boiffin *et al.*, 1988), le parcours des écoulements de surface est bien plus difficile à appréhender, notamment en contexte forestier où la structure paysagère tend à complexifier ce phénomène (Gascuel-Odoux *et al.*, 2009 ; Viel *et al.*, 2014). Il serait intéressant d'évaluer **les débits entrants et sortants au niveau des émissaires agricoles et forestiers** du territoire. Cependant, il n'est pas simple de quantifier l'impact d'un fossé sur le parcours des écoulements, sauf si l'on se trouve à proximité du réseau linéaire au moment même où le processus est en cours. En mesurant les débits entrants et sortants, l'observateur pourrait caractériser le fonctionnement hydrologique du linéaire mais cette connaissance, aussi fine soit-elle, ne pourrait pas être dupliquée simultanément sur tous les linéaires du bassin d'étude. Connaître l'impact de chaque linéaire sur la réponse hydrologique globale d'un bassin reste complexe (Baudry et Jouin, 2003).

Positionnés dans les fonds de vallées, les villes et petits bourgs du territoire réceptionnent également les eaux provenant du ruissellement rural en amont. Les mesures de lutte, préconisées dans le cadre de la présente étude, visent à ralentir et à diminuer ces ruissellements des zones amont vers l'aval. Cependant, la problématique inondation ne dépend pas uniquement de ces ruissellements « amont », mais également des limites de la **gestion traditionnelle du « tout au réseau » des eaux pluviales urbaines**. Bien que le domaine de l'hydraulique urbaine n'entre pas directement dans les items fixés par la compétence GEMAPI, il serait néanmoins pertinent et cohérent, d'intégrer à plus ou moins long terme, les aspects aussi bien techniques (réseaux, canalisations), qu'hydrologiques (réflexions à l'échelle du bassin versant) et socio-économiques (quels ouvrages, à quels coûts et quels gains pour la population ?) dans l'aménagement urbain.

En associant préventif et curatif dans une logique de **solidarité amont-aval**, un bureau d'études sera alors en charge de **mener une étude hydraulique spécifique à une échelle globale et cohérente de bassin versant**, en travaillant en partenariat étroit avec la cellule d'animation du SM3R pour sa connaissance fine du territoire et des milieux humides. Pour réaliser ce travail, des données seront à recueillir auprès des divers partenaires techniques : le Parc Naturel Régional (PNR) de la Haute Vallée de Chevreuse, le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion des Etangs et Rigoles (SMAGER), les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) du territoire, l'Office national des forêts (ONF), les Chambres d'Agriculture, les services de l'Etat des départements (DDT 28, DDT 78) et des régions (DREAL, DRIEE) ...

5. Références citées

- AUZET V., 1987 - L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques. Ministère de l'Environnement et Ministère de l'Agriculture, CEREG, Organisation-Environnement, 53 pages + annexes.
- BAUDRY J., JOUIN A., 2003 - De la haie aux bocages. Organisation, dynamique et gestion, INRA Editions.
- BOIFFIN J., 1984 - La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse D.I. INA-PG, 320 p. + annexes.
- BOIFFIN J., PAPY F. et EIMBERCK M., 1988 - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I. – Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. Agronomie, EDP Sciences, 1988, 8 (8), pp.663-673.
- CORDELIER C. et DE BILLY V., 2009 - Observatoire « zones humides » : guide d'expertise de documents d'incidences, ONEMA, 43 p.
- EAU – ENVIRONNEMENT – MAITRISE DE L'AMENAGEMENT (2EMA), 2005 – « Étude préalable à la réalisation du second contrat de bassin du Syndicat Mixte des Trois Rivières ».
- EPTB Vienne, 2009 - Préservation des zones humides : *Vade-mecum* à l'usage des maires. Établissement Public du Bassin de la Vienne, Non paginé.
- GASCUEL-ODOUX C., MASSA F., DURAND P., MEROT P., TROCCAZ O. et al., 2009 - Framework and tools for agricultural landscape assessment relating to water quality protection. *Environmental Management*, Springer Verlag (Germany), 2009, 43 (5), pp.921-935.
- KAO C., VERNET G., LE FILLEUL J.M., NEDELEC Y. et CARLUER N., 2002 - Élaboration d'une méthode de typologie des fossés d'assainissement agricole et de leur comportement potentiel vis-à-vis des produits phytosanitaires. Ingénieries - E A T, IRSTEA édition 2002, p. 49 - p. 65.
- LABORDE, J.P., 2009 - Eléments d'hydrologie de surface. Nice, Université de Nice- Sophia Antipolis, Département Hydro-informatique et Ingénierie de l'eau.
- MUSY A. et HIGY C., 2004 - *Hydrologie, une science de la nature*. Coll. Gérer l'environnement, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 314 p.
- ROOSE É., CHEBBANI R. et BOUROUGAA L., 2000 - Ravinement en Algérie : typologie, facteurs de contrôle, quantification et réhabilitation. *Sécheresse*, vol. 11, p. 317-326.
- TRINTIGNAC Pascal, BOUIN Nausicaa et KERLEO Violaine, 2004-2005 - Guide de bonnes pratiques pour la gestion piscicole d'étangs dans le pays de la Loire - SMIDAP (Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en Pays de la Loire). 2004 – 2005, 200p.
- VIEL V., DELAHAYE D. et REULIER R., 2014 - Impact de l'organisation des structures paysagères sur les dynamiques de ruissellement de surface en domaine bocager. Etude comparée de trois petits bassins versants bas-normands. *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, 20 (2), 175-188.

ANNEXES

Annexe 1 : Photos des inondations de 2016 sur le bassin versant de la Drouette

➤ À Épernon (28) :



➤ À Droue-sur-Drouette (28) :



➤ À Saint-Martin-de-Nigelles (28) :



➤ À Saint-Hilarion (78) :



➤ À Villiers-le-Morhier (28) :



➤ À Poigny-la-Forêt (78) :



➤ À Rambouillet (78) :



Annexe 2 : Typologie SDAGE des zones humides

NOMENCLATURE INITIALE DES SDAGE (1996)		N° SANDRE 2001	DESCRIPTION DU TYPE SDAGE PRINCIPAL	AUTRES TYPES SDAGE PRESENTS	APPLICATION DU TYPE SDAGE PRINCIPAL
EAUX SALEES ET SAUMATRES					
1	Grands estuaires	1	Il s'agit exclusivement des estuaires des 3 grands fleuves français de la façade atlantique . Le type comprend au minimum une partie aquatique et les vasières associées.	Selon les cas : marais et lagunes côtiers (type 3) marais saumâtres aménagés (type 4) bordures de plans d'eau (type 9) marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13)	Seulement 3 cas : estuaire de la Seine, estuaire de la Loire et estuaire de la Gironde
2	Baies et estuaires moyens et plats	2	Zones plus ou moins étendues, localisées en fond de baies ou à l'embouchure de fleuves . Sur le littoral atlantique, le type comprend au minimum une partie aquatique et des zones intertidales (vasières, bancs sableux).	Selon les cas : marais et lagunes côtiers (type 3) marais saumâtres aménagés (type 4) bordures de plans d'eau (type 9) marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13)	S'applique surtout au littoral atlantique. <i>Exemples :</i> - Baie de Somme - Baie du Mont Saint-Michel - Golfe du Morbihan - Bassin d'Arcachon <i>Pour le littoral méditerranéen, retenir dans cette catégorie : les estuaires non endigués, inondant périodiquement les zones humides adjacentes.</i>
3	Marais et lagunes côtiers	3	Milieux salés à saumâtres comprenant : - les lagunes : plans d'eau peu profonds (souvent de l'ordre du mètre, ne dépassant pas 10 mètres) permanents ou temporaires, alimentés en eau marine de façon permanente ou temporaire, par des communications étroites ; - les marais : zones à submersion temporaire ou	marais saumâtres aménagés (type 4) marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13)	<i>Exemples atlantiques :</i> Baie d'Audierne, Olonne, Talmont, Zones humides du littoral aquitain qui sont en connexion avec le milieu marin <i>Exemples méditerranéens :</i> tous les milieux littoraux

			permanente (la hauteur d'eau est faible ne dépassant pas 1 mètre), qui ne sont pas alimentés en eau par le milieu marin, mais par le débordement de lagunes, les remontées des nappes ou parfois des eaux douces. Inclus les pannes dunaires.		saumâtres, y compris la Grande Camargue (pour laquelle on peut compléter avec les autres types SDAGE)
4	Marais saumâtres aménagés	4	Milieus résultant d'aménagements anciens ou récents dans les zones d'estuaires ou de lagunes permettant la production de sel, l'aquaculture intensive ou extensive, allant jusqu'aux dispositifs de pêche. Les mouvements d'eau douce ou salée peuvent être (ou ont pu être) contrôlés (présence de canaux, d'ouvrages, éventuellement abandonnés). Les étendues d'eau ont des formes géométriques régulières et des faibles profondeurs. Diffère des zones humides artificielles (type 13) par le but de leur mise en valeur.		<i>Exemples atlantiques :</i> - Marais d'Olonne, de Talmont, de la Seudre, - Marais du bassin d'Arcachon (Certes, Audange) <i>Exemples méditerranéens :</i> - Salins d'Hyères, - Salins de Giraud (Camargue), - Salins d'Aigues Mortes et zones bassins aquacoles (petite Camargue), - Salins de l'Ingril.

EAUX DOUCES					
5 et 6	Bordures de cours d'eau Plaines alluviales	5 (le code 6 est gelé)	Zones humides liées aux cours d'eau. Ce sont les zones humides situées le long d'un cours d'eau ayant une relation (permanente ou non) avec les eaux du cours d'eau. On peut distinguer : les zones humides liées au lit mineur inondées quasiment en permanence les zones humides liées au lit majeur inondées saisonnièrement les annexes alluviales	Selon les cas : marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13)	<i>Exemples :</i> - Saligues du gave de Pau - Val de Loire - Vallée de l'Eyre - Val de Drôme - Val de Saône - Aube et Seine en amont de Montereau - etc.
7	Zones humides de bas-fonds en tête de bassin (Ou zones humides de montagne, colline)	7	Zones humides , souvent de petite ou moyenne taille, dispersées et localisés dans les régions montagneuses ou de collines. Ces zones sont alimentés en eau par des débordements de ruisseaux, ou par des ruissellements d'eaux superficielles. Certaines ne sont alimentées que par les pluies.	Selon les cas : marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13)	Comprend : - les zones humides liées aux glaciers, - les combes à neige, - les sources, - les tourbières d'altitude.
8	Régions d'étangs	8	Désigne une zone comprenant plusieurs plans d'eau, les marais associés et les territoires entre les plans d'eau. La zone comporte un réseau hydrologique plus ou moins important. Les étangs sont souvent issus d'un aménagement pour la pisciculture.	Selon les cas : bordures de plan d'eau (type 9) marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13) Peut contenir aussi : zones humides liées aux cours d'eau (5 et 6)	<i>Exemples :</i> - Dombes - Sologne - Champagne humide - Double - etc.
9	Bordures de plans d'eau	9	Désigne soit un plan d'eau douce peu profond et les marais associés, soit les marais associés à un plan d'eau profond.	Selon les cas : marais aménagés dans un but agricole (type 12) - zones humides artificielles (type 13)	<i>Exemples :</i> - lac du Der en Champagne humide - lac de Grand Lieu - étangs doux de Petite Camargue (Scamandre, Charnier) - zones humides des rives du lac Léman

10	Marais et landes humides de plaines et plateaux	10	Zones humides localisées dans des dépressions de plaines ou de plateaux naturellement mal drainés, pouvant être exondés à certaines périodes. Elles sont déconnectées des cours d'eau et souvent alimentées par des nappes.	Selon les cas : marais aménagés dans un but agricole (type 12) zones humides artificielles (type 13)	<i>Exemples :</i> - landes humides de Gascogne - landes humides du cap Fréhel
11	Zones humides ponctuelles	11	Il s'agit des mares : petits plans d'eau plus ou moins stagnants, permanents ou temporaires, d'origine anthropique ou naturelle. Peuvent être isolés ou regroupés	Selon les cas : zones humides artificielles (type 13)	<i>Exemples :</i> - mares abreuvoir en région d'élevage, - mares d'affaissement minier, - platières de Fontainebleau, - mardelles du plateau lorrain.
12	Marais aménagés dans un but agricole	12	Désigne des zones humides aménagées pour la culture et/ou l'élevage, y compris extensif. Ces zones sont souvent drainées et comportent des ouvrages permettant de gérer les alimentations et/ou les évacuations d'eaux douces.		A utiliser comme type principal pour les grands marais de la façade atlantique : marais poitevin, marais breton... Peut être utilisé comme type secondaire pour toute zone ayant des aménagements visant à contrôler les eaux douces pour une production agricole même extensive.
13	Zones humides artificielles	13	S'applique à tout plan d'eau et aux marais adjacents dès lors qu'ils ont été créés pour des besoins d'activités diverses qui ne sont dans leurs objectifs initiaux ni salins ni aquacoles.		<i>Exemples :</i> gravières, sablières, plans d'eau de loisir (dont la chasse), plan d'eau de barrages, bassins de lagunage, mares d'abreuvement...

Annexe 3 : Protocole de terrain « Inventaire zones humides » d'après l'arrêté du 24 juin 2008 et la loi portant création de l'Office français de la biodiversité, parue le 26 juillet 2019

Pour rappel, depuis le 26 juillet 2019, **la notion de zone humide est de nouveau élargie à des critères pédologique et floristique alternatifs** (et non plus cumulatifs) **par la loi portant création de l'Office français de la biodiversité**, annulant ainsi le décret du Conseil d'Etat en date du 22 février 2017 :

« [...] 4. Aux termes de l'article L. 211-1 du code de l'environnement : " I. - Les dispositions des chapitres Ier à VII du présent titre ont pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ; cette gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer : / 1° La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, **OU DONT** la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ; / (...) "[...] » (Legifrance.gouv.fr)

1. Analyse du sol : le critère pédologique

Le protocole de terrain décrit ci-après a donc pris pour principale référence l'arrêt du 22 février 2017. Toutefois, puisque l'inventaire des zones humides n'a pas de visée réglementaire, le protocole a alors été simplifié et adapté au contexte d'étude.

Une zone humide se caractérise par un type de sol particulier qu'on appelle un sol hydromorphe. Il s'agit d'un sol où le déficit d'oxygène (lié à la saturation en eau) ralentit l'humification et réduit le fer. Ces deux processus vont donner des couleurs particulières au sol et permettre leur identification.

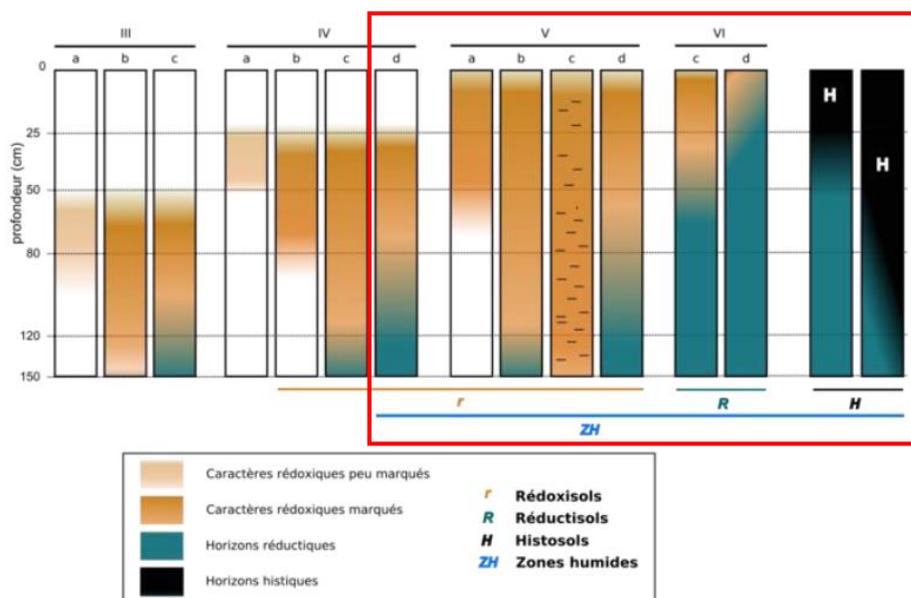
- Rechercher en premier des indices visibles à la surface du sol. En effet, dans un sol gorgé d'eau, l'absence d'oxygène empêche l'oxydation de la matière organique, celle-ci s'accumule et forme un horizon plus ou moins développé à la surface du sol. Cet horizon sera caractérisé par une couleur noire (indicateur de la présence de matière organique). L'intensité de la couleur varie en fonction de la teneur et de la qualité en matière organique. Les sols des milieux humides peuvent aussi dégager une odeur particulière d'œufs pourris.

- Utilisation de la tarière :

La tarière pédologique sert à prélever des échantillons de sols à différentes profondeurs. Ces échantillons mis bout à bout forment un profil pédologique, qui va présenter différentes couches appelées « horizons ». Au sein de ces horizons se trouvent des éléments qui vont donner des indices (couleur) sur le type de sol.

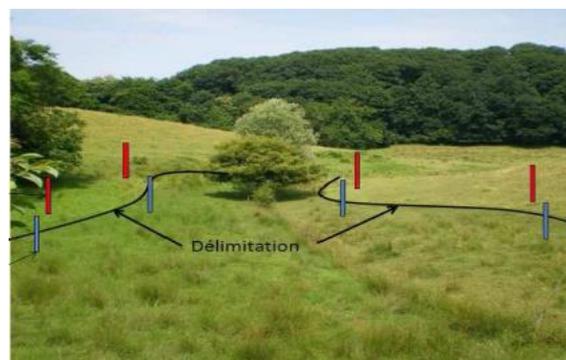
Les sols des milieux humides sont soumis à des conditions d'inondation et de saturation en eau qui vont s'accompagner de processus d'oxydoréduction. La couleur est un très bon indicateur de l'état d'oxydo-réduction du milieu. La présence du Fer se traduit dans le sol par la présence de couleurs vives (rouille) quand il est sous forme oxydé (Fer ferrique). En l'absence d'oxygène (saturation en eau) il se trouve sous forme réduite (Fer ferreux) et donne une couleur gris-bleu au sol.





Démarche de prospection de terrain à partir de la limite supposée de la zone humide :

L'examen pédologique porte prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise des points de sondage dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site.



2. Analyse de la végétation : le critère floristique

Comme pour les sols, cet examen porte sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site.

Protocole de terrain adopté :

- Effectuer une estimation visuelle du pourcentage de recouvrement des espèces en présence pour les 2 types de strates de végétation définies (strate herbacée, strate arbustive/arborée) ;
- Classer les espèces observées par ordre décroissant : les espèces ayant individuellement un pourcentage de recouvrement supérieur ou égal à 20 % sont dites dominantes.
→ Une liste d'espèces dominantes est ainsi obtenue pour chaque strate considérée.
- Examiner le caractère hygrophile des espèces de cette liste.
→ Si la moitié au moins des espèces de cette liste est constituée d'espèces hygrophiles, la zone est alors humide (si critère pédologique validé également).
- Répéter l'opération pour chaque strate végétale.

L'analyse de la végétation se fait au printemps et en été. Cela correspond à la période de floraison de la plupart des espèces, ce qui facilite leur détermination.