DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION UNIQUE

CHAPITRE 4

ÉTUDE D'IMPACT

ANNEXE AU 6 – VOLET HYDRAULIQUE

Version complétée en réponse
à la demande de compléments adressée
par le Préfet de l'Aisne au pétitionnaire le 6 mars 2017

EDF renouvelables

Etude hydraulique des projets éoliens terrestres

ETUDE D'INCIDENCE ET MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

RAPPORT COMPLET

ARTELIA Ville & Transport
Agence de Strasbourg

Espace Européen de l'Entreprise
15 avenue de l'Europe
67300 SCHILTIGHEIM
Tel. : +33 (0)3 88 04 04 00
Fax : +33 (0)3 88 56 90 20

DATE : FEVRIER 2019 REF : 4 63 2901

SOMMAIRE

CONTEXTE DE L'ETUDE 1

1. OBJET DE L'ETUDE 1

2. ANALYSE DU CONTEXTE 2

Document d'incidence 3

3. ETAT INITIAL DU SITE 3

3.1. RELIEF ET CLIMAT 3
3.1.1. Contexte climatique 3
3.1.2. Contexte topographique 4
3.2. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE 5
3.2.1. Occupation des sols et imperméabilisation des surfaces 5
3.2.2. Contexte géologique 6
3.3. EAUX SOUTERRAINES 7
3.3.1. Profondeur de la nappe 7
3.3.2. Qualité des eaux souterraines 8
3.3.3. Périmètres de protection 9
3.4. EAUX SUPERFICIELLES 10
3.4.1. Inventaire des eaux superficielles 10
3.4.2. Qualité des eaux superficielles 11
3.5. ZONES INONDABLES 12
3.5.1. Plan de prévention du risque inondation et coulée de boue 12

4. DIAGNONSTIC DU SITE 13

4.1. INVESTIGATIONS DE TERRAIN 13
4.1.1. Localisation des singularités du secteur d'étude 13
4.1.1.1. SINGULARITE 1 13
4.1.1.2. SINGULARITE 2 15
4.1.1.3. SINGULARITE 3 16
4.1.2. Caractérisation du secteur d'étude 18
4.1.2.1. BASSIN VERSANT DE SOMMELANS 19
4.1.2.2. BASSIN VERSANT DE BONNESVALYN 20
4.1.2.3. BASSIN VERSANT DE MONTHIERS 21
4.1.2.4. SYNTHESE DES BASSINS VERSANTS A RISQUES 22
4.1.3. Tests de perméabilité : estimation des coefficients de perméabilité par la Méthode Porchet 22
4.1.3.1. PRESENTATION DU DISPOSITIF DE MESURE 22
4.1.3.2. LOCALISATION DES ESSAIS PORCHET 24
4.1.3.3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE 29
4.2. ETUDE HYDROLOGIQUE 29
4.2.1. PRESENTATION DU MODELE PLUTON 30
4.2.2. DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT 31
4.2.2.1. DEFINITION DE LA METHODE SCS 31
4.2.2.2. CLASSIFICATION HYDROLOGIQUE DES SOLS 32
4.2.2.3. CONDITIONS ANTERIEURES D'HUMIDITE 33
4.2.2.4. COUVERTURE VEGETALE 33
4.2.2.5. BILAN SUR LES COEFFICIENTS CN DE CHAQUE SOUS BV 35
4.3. LES PLUIES DE PROJET POUR LE DIAGNOSTIC 37
4.4. RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE – ETAT INITIAL 39
4.4.1. Bassin versant Sommelans 39
4.4.2. Bassin versant Bonnesvalyn 39
4.4.3. Bassin versant Monthiers 40

4.5. ETUDE DES INCIDENCES 40
4.6. COMPARAISON DES RESULTATS DE LA MODELISATION NUMERIQUE 42
4.6.1. Bassin Versant Sommelans 42
4.6.2. Bassin Versant Bonnesvalyn 43
4.6.3. Bassin Versant Monthiers 44
5. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT 45
5.1. DESCRIPTION DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ENVISAGEABLES 45
5.1.1. Fossés enherbés ou noues 45
5.1.2. Mise en place de haies 46
5.1.3. Réseaux des drains agricoles 47
5.2. AMENAGEMENTS PROPOSES 49
5.2.1. Emplacement n°1 51
5.2.2. Emplacement n°2 53
5.2.3. Emplacement n°3 55
5.2.4. Emplacement n°4 57
5.2.5. Emplacement n°5 59
5.2.6. Emplacement N°6 60
5.2.7. Emplacement n°7 61
5.2.8. Emplacement n°8 63
5.2.9. Emplacement n°9 64
5.2.10. Emplacement n°10 66
5.2.11. Emplacement n°11 67
5.3. PPRICB 68
5.3.1. Zone rouge clair 68
5.3.2. Zone bleue clair 68
6. CONCLUSION 69

TABLEAUX

TABL. 1 - SURFACE ARTIFICIALISEE PERMANENTE 1
TABL. 2 - MASSES D'EAU SOUTERRAINES CONCERNEES PAR LE TERRITOIRE DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE (SOURCE : BRGM) 8
TABL. 3 - ETAT DES MASSES D'EAU SOUTERRAINES ET OBJECTIFS D'ATTEINTE DE BON ETAT (SOURCES : SDAGE SEINE-NORMANDIE 2016-2021) 8
TABL. 4 - ETAT DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES ET OBJECTIFS D'ATTEINTE DE BON ETAT (SOURCE : SDAGE SEINE-NORMANDIE 2016-2021) 11
TABL. 5 - TABLEAU RECAPITULATIF DES ZONES AFFECTEES PROJET DES GRANDES NOUES 22
TABL. 6 - RECAPITULATIF DES TESTS DE PERMEABILITE PAR ESSAI PORCHET 29
TABL. 7 - PLUIES DE PROJET MODELISEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE 38
TABL. 8 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE EN SITUATION ACTUELLE SUR LE BV SOMMELANS 39
TABL. 9 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE EN SITUATION ACTUELLE SUR LE BV BONNESVALYN 39
TABL. 10 - RESULTATS DE LA MODELISATION EN SITUATION ACTUELLE SUR LE BV MONTHIERS 40
TABL. 11 - TABLEAU SYNTHETIQUE DES SURFACES IMPERMEABILISEES PAR BASSIN VERSANT 40
TABL. 12 - COMPARAISON DES CURVE NUMBER SITUATION INITIAL ET PROJET 42
TABL. 13 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE EN SITUATION ACTUELLE SUR LE BV SOMMELANS 42
TABL. 14 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE AVEC LE PROJET DES GRANDES NOUES SUR LE BV SOMMELANS 42
TABL. 15 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE EN SITUATION ACTUELLE SUR LE BV BONNESVALYN 43
TABL. 16 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE AVEC LE PROJET DES GRANDES NOUES SUR LE BV BONNESVALYN 43
TABL. 17 - RESULTATS DE LA MODELISATION EN SITUATION ACTUELLE SUR LE BV MONTHIERS 44
TABL. 18 - RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE AVEC LE PROJET DES GRANDES NOUES SUR LE BV MONTHIERS 44

FIGURES

FIG. 1. AMENAGEMENTS PROJETES – PROJET DES GRANDES NOUES 1
FIG. 2. DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE A LA STATION DE CHEVRU (METEO FRANCE, 1980-2010) 3
FIG. 3. EXTRAIT DE LA CARTE IGN ET LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU PROJET EOLIEN DES GRANDES NOUES) 4
FIG. 4. OCCUPATION DU SOL ACTUELLE (SOURCE : GEOPORTAIL/REGISTRE PARCELLAIRE GRAPHIQUE 2010) 5
FIG. 5. GEOLOGIE DU SITE D'ETUDE (SOURCE : INFOTERRE, BRGM) 6
FIG. 6. SITUATION DE L'AEI PAR RAPPORT AUX CAPTAGES DESTINES A L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET A LEURS PERIMETRES DE PROTECTION ASSOCIES (SOURCE : ARS PICARDIE, 2015) 9
FIG. 7. HYDROGRAPHIE DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE (SOURCE : GEOPORTAIL) 10
FIG. 8. FIGURE 1 EXTRAIT DU PPRICB DE BONNESVALYN AVEC AMENAGEMENTS 12
FIG. 9. FIGURE 2 EXTRAIT DU PPRICB DE MONTHIERS AVEC AMENAGEMENTS 12
FIG. 10. FIGURE 3 EXTRAIT DU PPRICB DE LATILLY AVEC AMENAGEMENTS 13
FIG. 11. LOCALISATION DE LA SINGULARITE 1 14
FIG. 12. PHOTOGRAPHIE DU FOSSE A PROXIMITE DE LA D87 14
FIG. 13. PHOTOGRAPHIES DU SYSTEME DE BUSAGE A PROXIMITE DE LA D87 15
FIG. 14. LOCALISATION DU FOSSE DES HACOTIS (SOURCE : GEOPORTAIL) 15
FIG. 15. PHOTOGRAPHIE DU FOSSE DES HACOTIS VU DEPUIS LA D871 16
FIG. 16. PHOTOGRAPHIE DU FOSSE DES HACOTIS ET DU SYSTEME DE DRAINAGE 16
FIG. 17. LOCALISATION DE LA SINGULARITE 3 17
FIG. 18. PHOTOGRAPHIES DU FOSSE DE BLANCHARD 17
FIG. 19. PHOTOGRAPHIES DE LA BUSE REJETANT LES EAUX USEES DANS LE RU DE BLANCHARD A GAUCHE ET DE LA SOURCE DU COURS D'EAU TEMPORAIRE A DROITE 17
FIG. 20. LE BASSIN VERSANT DE SOMMELANS 18
FIG. 21. LE BASSIN VERSANT DE MONTHIERS 18
FIG. 22. LE BASSIN VERSANT DE BONNESVALYN 19
FIG. 23. DETAIL DU BASSIN VERSANT DE SOMMELANS 19
FIG. 24. DETAIL DU BASSIN VERSANT DE BONNESVALYN 20
FIG. 25. DETAIL DU BASSIN VERSANT DE MONTHIERS 21
FIG. 26. REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU DISPOSITIF PAR ESSAI PORCHET 23
FIG. 27. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES DES ESSAIS PORCHET 24
FIG. 28. LOCALISATION DE L'ESSAI PORCHET N°1 25
FIG. 29. LOCALISATION DE L'ESSAI PORCHET N°2 26
FIG. 30. PHOTOGRAPHIE DE LA MESURE N°2 26
FIG. 31. LOCALISATION DE L'ESSAI PORCHET N°3 ET N°4 27
FIG. 32. PHOTOGRAPHIE DE LA MESURE N°4 27
FIG. 33. LOCALISATION DE L'ESSAI PORCHET N°5 ET N°6 28
FIG. 34. PHOTOGRAPHIE DE LA MESURE N°5 ET N°6 28
FIG. 35. ECHELLES DE PERMEABILITE DES SOLS 29
FIG. 36. VALEURS DE CN (CONDITION HYDROLOGIQUE II) POUR DIFFERENTS COMPLEXES HYDROLOGIQUES CULTIVE OU NON 34
FIG. 37. SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS UTILISEES POUR LA MODELISATION HYDROLOGIQUE D'AVANT-PROJET – BASSIN VERSANT SOMMELANS 35
FIG. 38. SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS UTILISEES POUR LA MODELISATION HYDROLOGIQUE D'AVANT-PROJET – BASSIN VERSANT BONNESVALYN 36
FIG. 39. SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS UTILISEES POUR LA MODELISATION HYDROLOGIQUE D'AVANT-PROJET – BASSIN VERSANT MONTHIERS 37
FIG. 40. PLUIES DE PROJETS MODELISEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE 38
FIG. 41. LOCALISATION DES SURFACES IMPERMEABILISEES PAR SOUS-BASSINS 41
FIG. 42. COUPE TYPE DE FOSSE D'INFILTRATION 46
FIG. 43. REPRESENTATION DU FONCTIONNEMENT D'UNE HAIE, SOURCE : SITE ENSEEIHT 46
FIG. 44. PISTES IMPACTEES PAR LES RESEAUX DE DRAINAGES (EN ROUGE) 47
FIG. 45. EMPLACEMENT DES AMENAGEMENTS PROPOSES 49
FIG. 46. LEGENDE 49
FIG. 47. CARTE GLOBALE DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT PROPOSEES POUR LA GESTION DES RUISSELLEMENTS DE VERSANTS 50
FIG. 48. FOSSE DES HACOTIS – PROPOSITION D'AMENAGEMENT 51
FIG. 49. SCHEMA DE RESTAURATION DU FOSSE DES HACOTIS 52
FIG. 50. RESEAUX DRAINANTS ET EXUTOIRES DANS LE FOSSE DES HACOTIS 52
FIG. 51. EMPLACEMENT N° 2 - PROPOSITION D'AMENAGEMENT 53
FIG. 52. EMPLACEMENT N° 2 - RESEAU DE DRAINAGE 54
FIG. 53. PHOTOGRAPHIE DU FOSSE LONGEANT LA D87 (SOURCE GOOGLE STREET VIEW, 2013) 55
FIG. 54. EMPLACEMENT N° 3 - PROPOSITION D'AMENAGEMENT 55
FIG. 55. EMPLACEMENT N° 4 - PROPOSITION D'AMENAGEMENT 57
FIG. 56. COUPE DU FOSSE A CREER 57
FIG. 57. EXTRAIT DU PPRICB DE BONNESVALYN 58
FIG. 58. EMPLACEMENT 4 - RESEAUX DE DRAINAGE 58
FIG. 59. EMPLACEMENT N°5 – PROPOSITION D'AMENAGEMENTS 59
FIG. 60. EMPLACEMENT N°6 – PROPOSITION D'AMENAGEMENTS 60

FIG. 61. EMPLACEMENT N°7 – PROPOSITION D'AMENAGEMENTS 61
FIG. 62. PPRICB DE MONTHIERS 62
FIG. 63. EMPLACEMENT N°8 - AMENAGEMENT PROPOSE 63
FIG. 64. EMPLACEMENT N°9 - AMENAGEMENT PROPOSE 64
FIG. 65. EMPLACEMENT N°9 - RESEAUX DRAINANTS 65
FIG. 66. EMPLACEMENT N°10 - VISUALISATION DES SENS DE RUISSELEMENTS 66
FIG. 67. EMPLACEMENT N°11 - VISUALISATION DES SENS DE RUISSELEMENT 67
FIG. 68. EMPLACEMENT N°11 - RESEAU DRAINANT 67

CONTEXTE DE L'ETUDE

1. OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre du développement d'un projet éolien sur les communes de Bonnesvalyn, Monthiers et Sommelans dans le département de l'Aisne, EDF EN souhaite en parallèle de l'instruction du dossier ICPE, confier à un prestataire spécialisé, une mission complémentaire spécifique d'étude des incidences des aménagements projetés, sur les milieux aquatiques environnants, en lien notamment avec les problématiques de ruissellements boueux qui affectent les territoires concernés.

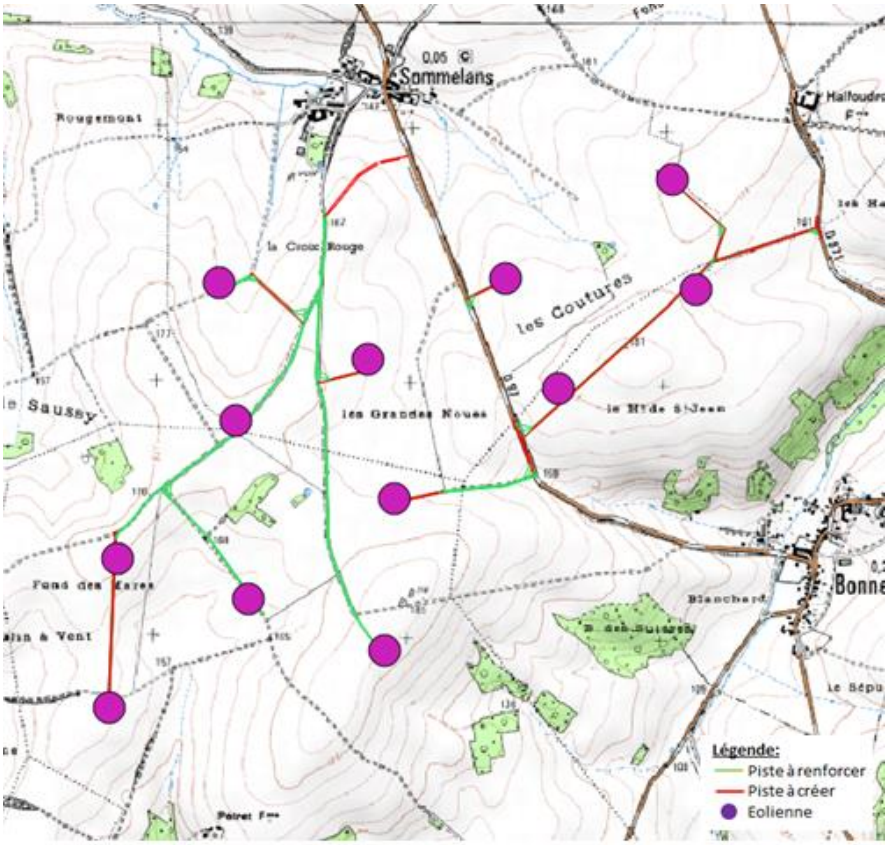


Fig. 1. Aménagements projetés – Projet des Grandes Noues

L'emprise du projet des Grandes Noues est de 4,70 ha en phase d'exploitation.

L'imperméabilisation pour ce projet a été estimée au maximum à 2,19 ha due aux postes de livraisons et aux éoliennes.

Tabl. 1 - Surface artificialisée permanente

Résumé des nouvelles surfaces artificialisées	
Type de surface	**Surfaces en hectares**

Plateformes et fondations des éoliennes	2.15
Surface des plateformes des PDL	0.04
Chemins et virages crées	2.34
Chemin rural cadastré à recréer (accès E6)	0.18
Total des surfaces artificialisées pendant toute la durée de vie du parc éolien	**4.70**

Les infrastructures développées pour les travaux de mise en place des éoliennes et leur exploitation future, interféreront avec :

- L'un ou l'autre émissaire recueillant les ruissellements de versant,
- Des fossés,
- Potentiellement des drains agricoles,
- Des surfaces de ruissellement actives lors d'événements pluvieux intenses…

La mission a donc pour objectif d'expertiser le contexte hydrologique, géologique et pédologique dans lequel se situe le projet éolien, en vue de préciser dans un premier temps les incidences potentielles des pistes et plates-formes projetées sur la fonctionnalité hydraulique des bassins versants concernés, pour dans un deuxième temps, formuler des prescriptions si besoin pour minimiser les impacts, voire améliorer la situation des communes et des enjeux sensibles aux inondations par ruissellements boueux.

2. ANALYSE DU CONTEXTE

EDF Energies Nouvelles a déposé le 29 Décembre 2016, un dossier de demande d'autorisation d'exploiter pour le projet éolien des Grandes Noues. Le projet est soumis à la réglementation ICPE et ne se trouve de ce fait pas directement concerné par la réglementation Loi sur l'eau.

L'étude d'impact développée dans le cadre de la demande d'autorisation ICPE, aborde l'ensemble des thématiques de l'environnement, y compris les milieux aquatiques, mais sans toutefois traiter ce sujet de manière approfondie. EDF EN, souhaite rassurer les acteurs locaux en prenant en considération leurs préoccupations vis-à-vis des enjeux d'inondation et de la sensibilité de certains vallons aux coulées d'eaux boueuses et à la prise en compte des réseaux de drainage existants. Par ailleurs l'étude a pour but d'approfondir la conformité du projet par rapport aux schémas d'orientations majeurs du territoire touchant aux problématiques hydrauliques (SAGE, PPRI ...).

L'objectif principal de la mission est donc de quantifier les phénomènes hydrologiques et de qualifier les capacités d'écoulement des fossés et des surfaces de ruissellement interceptées, en vue de définir les mesures à prendre pour gérer au mieux les flux dans le cadre du projet et éviter toute aggravation du risque dans les secteurs sensibles. Ceci permettra alors de hiérarchiser et d'orienter des choix de solutions adaptées et pérennes.

Le périmètre de l'étude hydrologique porte sur l'ensemble des bassins versants interceptés par le parc éolien ; néanmoins les investigations qui seront menées, seront ciblées sur les zones à enjeux et les secteurs où des actions sont potentiellement envisageables pour réduire la vulnérabilité des secteurs concernés ou susceptibles d'être impactés.

Document d'incidence

3. ETAT INITIAL DU SITE

3.1. RELIEF ET CLIMAT

3.1.1. Contexte climatique

Les communes de Bonnesvalyn, Monthiers et Sommelans localisées dans le département de l'Aisne possèdent un climat caractéristique de type continental et océanique caractérisé par des saisons généralement contrastées (épisodes caniculaires l'été et des hivers parfois rigoureux).

Selon les statistiques fournies par Météo France pour la station de référence de Chevru, située à environ 45 km au sud-ouest de la zone d'étude, sur la période 1980-2010, la température moyenne annuelle est de 11°C. Les minimas sont observés au cours du mois de janvier avec une température moyenne de 1,0°C et les maximas en août avec une température de 25,1°C en moyenne. L'amplitude thermique est par conséquent de 24,1°C, valeur relativement élevée et particulière du climat de type continental.

Les précipitations annuelles, de l'ordre de 681 mm sont relativement faibles et sont globalement régulières tout au long de l'année, caractéristiques d'un climat océanique. Les maximums de précipitations s'observent pendant les mois de novembre et décembre tandis que les événements orageux se concentrent en période estivale lors des mois de mai à août. L'utilisation des données pluviométriques permettra de définir les pluies de projet nécessaires à la modélisation hydrologique.

La vitesse moyenne annuelle du vent est comprise entre 11,2 nœuds et 12,5 nœuds avec 2 directions dominantes : nord/nord-est et sud/sud-ouest.

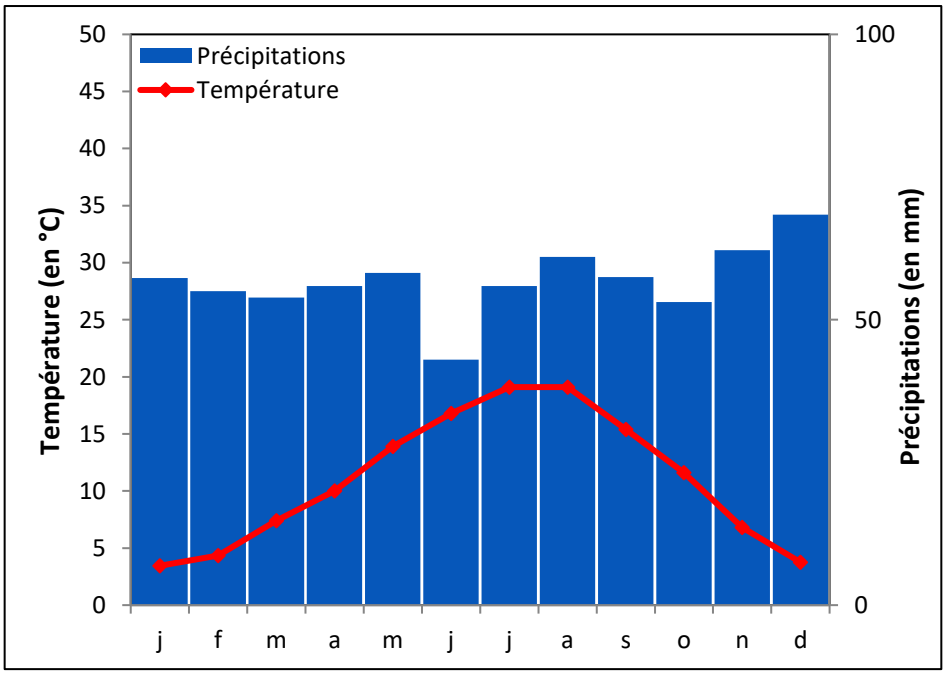


Fig. 2. Diagramme ombrothermique à la station de Chevru (Météo France, 1980-2010)

3.1.2. Contexte topographique

Le projet retenu du parc éolien des Grandes Noues aura pour objectif l'implantation au total de 12 éoliennes sur l'aire d'étude immédiate. La zone d'étude représente une superficie de 540,5 ha, marquée par un relief relativement vallonné et par l'existence de cours d'eau permanents et temporaires, de fossés et de drains agricoles captant les eaux en contrebas du plateau agricole.

Les trois villages situés en fond de vallon (Monthiers et Bonnesvalyn particulièrement) sont donc des secteurs favorables aux risques de coulées boueuses, la topographie des surfaces agricoles permettant la convergence de la masse d'eau ruisselée vers ces zones sensibles.

La création des nouveaux aménagements éoliens ainsi que de pistes imperméables sur les points hauts du plateau, pourrait augmenter les débits aux exutoires des bassins versants, de ce fait le risque de ruissellement pourrait s'accentuer lors de forts événements pluvieux sur les communes de Sommelans, Bonnesvalyn et Monthiers. Une analyse plus approfondie du secteur d'étude sera développée dans le cadre de la présente étude.

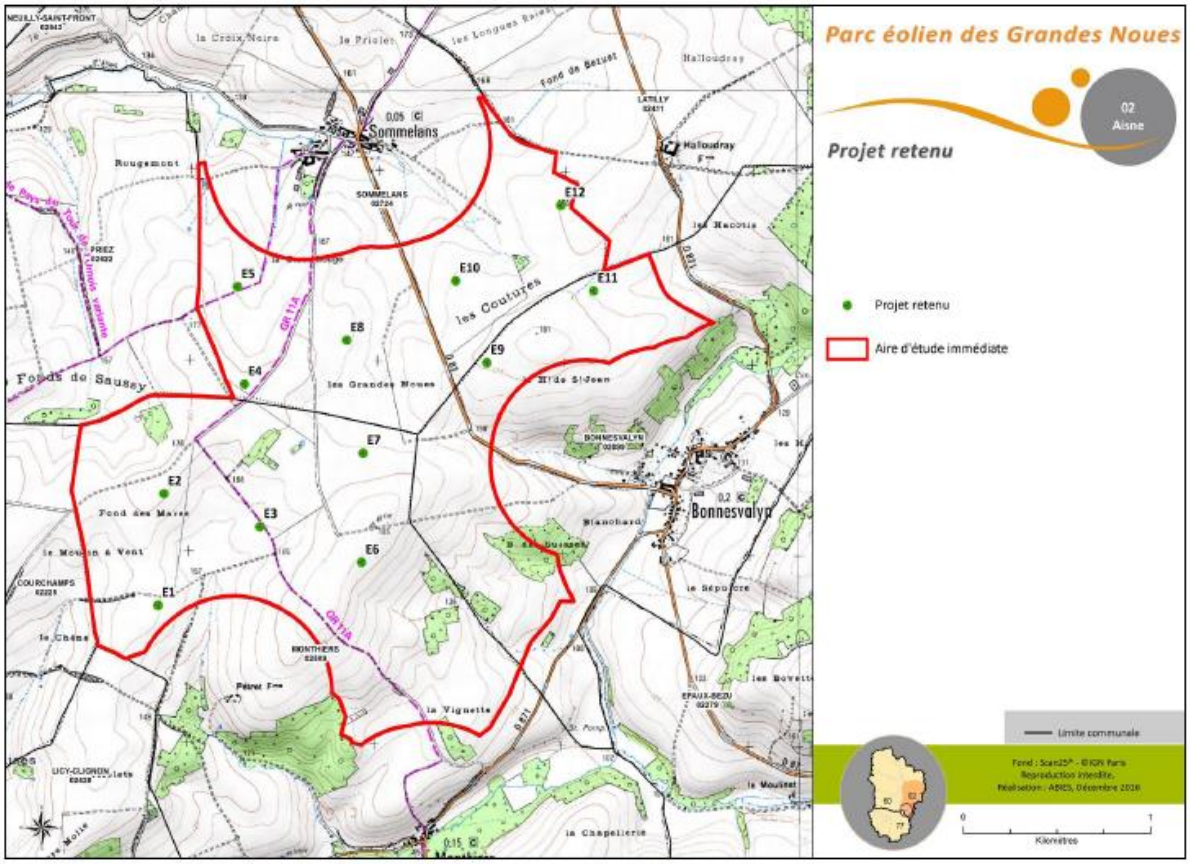


Fig. 3. Extrait de la carte IGN et localisation de la zone d'étude (source : Etude d'impact sur l'environnement du Projet éolien des Grandes Noues)

3.2. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE

3.2.1. Occupation des sols et imperméabilisation des surfaces

D'après le site de cartographie Géoportail, sur la base du registre parcellaire graphique 2010, le site du projet éolien des Grandes Noues est situé sur des terres arables exploitées en cultures de blé, d'orge, de colza et d'autres types d'oléagineux.

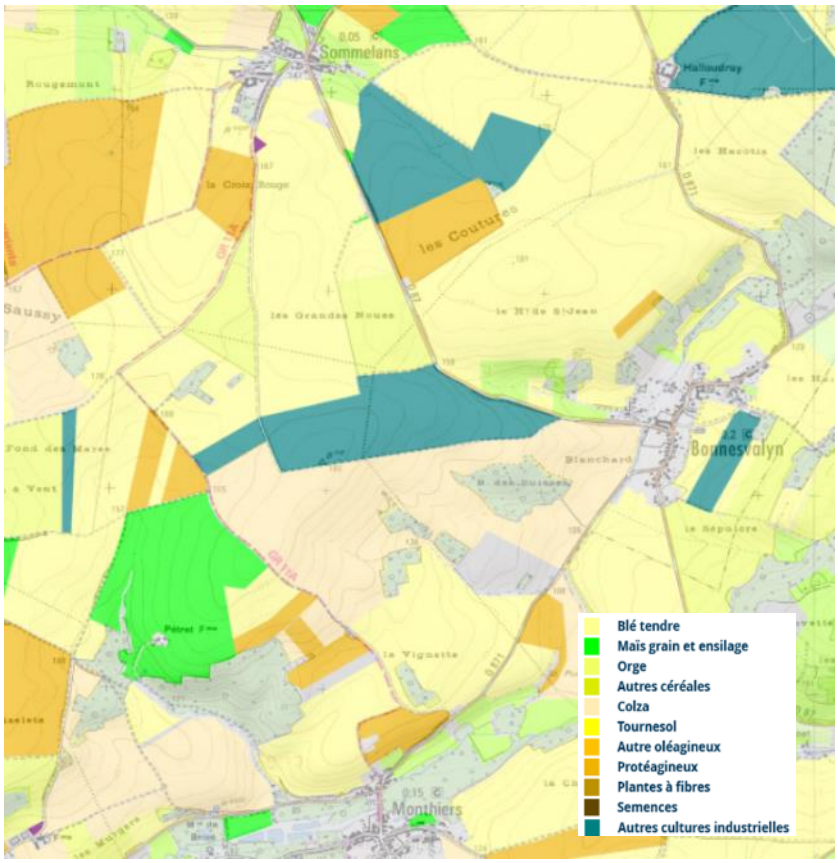


Fig. 4. Occupation du sol actuelle (source : Géoportail/Registre Parcellaire Graphique 2010)

Le site d'étude est marqué par une forte activité agricole qui génère des surfaces de ruissellement importantes et plus ou moins actives en fonction du type de culture :

- Les cultures de printemps en particulier (maïs, orge...) offrent une faible couverture végétale lors des périodes orageuses critiques de mai à juin
- Les cultures d'hiver (blé, colza, …), en revanche, assurent une bonne couverture végétale dès le printemps.

Une part significative des parcelles sont drainées, mais il est difficile d'estimer l'impact réel des systèmes de drainage : sur une pluie de courte durée, type orageuse, l'intensité des précipitations élevée ne permet pas une infiltration des eaux dans le sol ce qui engendre de fortes surfaces de ruissellement. Au contraire, pour des pluies longues mais peu intenses, le système de drainage a plus de probabilité de capter les eaux de ruissellement. Dans la présente étude, le scénario le plus contraignant sera considéré i.e. un système de drainage effacé ou saturé ce qui permettra d'estimer les impacts les plus défavorables liés à la construction de surface imperméabilisée.

Le projet éolien des Grandes Noues générera la création d'une surface totale artificialisée de 4,70 ha, de façon définitive pour la durée de vie du parc éolien et de 1,70 ha de manière temporaire lors de la phase chantier.

Les 4,7 hectares de surfaces nouvellement artificialisées de manière permanente concernent diverses infrastructures (chemins et virages d'accès, plateformes des éoliennes et des postes de livraison). Seules les fondations des douze éoliennes et des quatre postes de livraison seront totalement imperméabilisées, ce qui représente 0,39 ha soit 0,07% de l'aire d'étude immédiate.

Le procédé de réalisation des chemins d'accès, des virages et des plateformes n'est pas encore définitivement choisi. Plusieurs techniques sont possibles comme l'apport de gravillons de compactage externe, l'utilisation de grave compactée ou encore le traitement des couches inférieures et intermédiaires des sols existants grâce à l'ajout de chaux et de liant hydraulique. Dans tous les cas ces surfaces ne seront pas totalement imperméabilisées mais ralentiront l'infiltration des eaux superficielles. Afin de se placer dans le cas le plus défavorable la présente étude considérera ces surfaces comme imperméables.

3.2.2. Contexte géologique

Le site du projet se trouve principalement sur des couches limoneuses, de marnes (mélanges d'argile et de calcaire) et de gypses. On trouve également des couches de calcaires de Saint-Ouen et de Ducy, du sable et du grès qui affleurent la pointe sud de la zone d'étude.

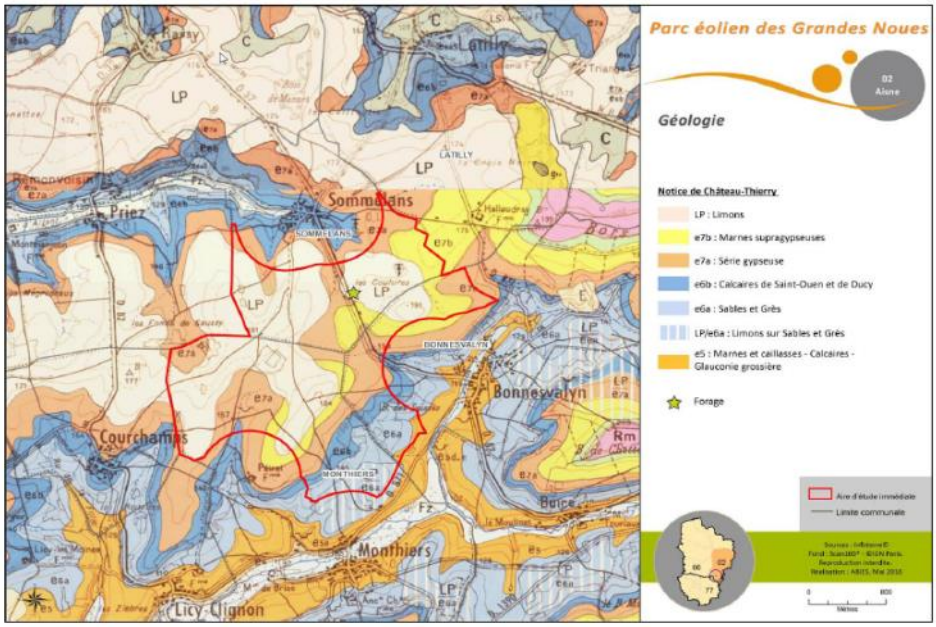


Fig. 5. Géologie du site d'étude (source : Infoterre, BRGM)

	Notation	Description
	LP	Limons : épaisse formation de limons très argileux, jaunâtres, généralement non carbonates.
	e7b	Marnes supragypseuses : • Au sommet, marnes calcaires blanchâtres à silex, souvent grumeleuses ; • En profondeur, Marnes bleues d'Argenteuil dont la couleur est liée à la présence de sulfures.

	e7a	Série gypseuse : base constituée de Marnes blanches à silex bruns zonés, avec bancs calcaires, filets d'argile grise et des lits gypseux et est surmontée de 3 masses de Gypse saccharoïde séparées par des couches calcaires et marneuses.
	e6b	Calcaires de Saint-Ouen et de Ducy : constitués de marnes calcaires blanches, de bancs calcaires plus ou moins compacts, et de couches argileuses vertes.
	e6a	Sable et Grès : rousse ou jaunâtre à la base et blanche et violacée plus haut ; elle se termine fréquemment par un ou plusieurs bancs gréseux à tubulures.
	LP/e6a	Cette formation correspond à une phase de transition entre les couches limoneuses (LP) et les Sables de Beauchamp (e6a).
	e5	Quatre formations se distinguent : • Au sommet, les Marnes et Caillasses, constituées par des alternances de bancs calcaires sublithographiques ou siliceux et d'horizons de marnes jaunâtres, blanches, verdâtres et pseudomorphoses gypseuses; • Les Calcaires à Cérithes, constitués de calcaire à grain fin souvent criblés d'empreintes de Cerithium denticulatum, avec nombreuses Milioles; • Les Calcaires à Milioles et Orbitolites complanatus et les Calcaires à Ditrupa, constitués de bancs de calcaire tendre assez granuleux, homogène; • les Calcaires grossiers glauconieux et quartzeux à Nummulites laevigatus et nombreux Mollusques avec à la base une couche sableuse glauconieuse assez grossière.

L'analyse de la géologie de l'aire d'étude immédiate indique des zones majoritairement limoneuses, marneuses et gypseuse qui présentent comme caractéristique une perméabilité relative modérée à faible suivant leurs teneurs en argile. Dans le cadre du projet des Grandes Noues, les éoliennes ainsi que les pistes implantées seront positionnées sur ce type de sols.

En première approche, les aménagements projetés n'impacteront que de façon négligeable les phénomènes de coulées de boue et de ruissellement en raison des faibles superficies d'imperméabilisation comparativement à la taille du secteur d'étude.

Les essais Porchet réalisés lors des investigations sur le terrain permettront de mieux définir les caractéristiques des sols et conforter le faible impact des nouvelles infrastructures sur le ruissellement. Le raffinement du diagnostic hydrologique sera ensuite entrepris sous le logiciel PLUTON suivant les résultats obtenus.

3.3. EAUX SOUTERRAINES

3.3.1. Profondeur de la nappe

L'Aire d'Etude Immédiate (AEI) se développe sur deux masses d'eau souterraines superposées à dominante sédimentaire et recouvrant la totalité du site d'étude :

- L'Albien-néocomien, nappe captive ;
- L'Éocène du bassin versant de l'Ourcq, nappe libre

Le tableau suivant présente les caractéristiques des deux masses d'eau souterraines :

Tabl. 2 - Masses d'eau souterraines concernées par le territoire de l'aire d'étude immédiate (Source : BRGM)

Nom masse d'eau	Type d'écoulement	Mode de recharge	Piézométrie au droit de l'AEI (m NGF)	Superficie de la masse d'eau (km^2)
Albien-néocomien captif	Captif	Drainance	163	61 010
Éocène du bassin versant de l'Ourcq	Libre	Pluviale et Drainance	80	1 635

L'Albien-néocomien est une nappe captive rechargée via un réseau de drainage des eaux et ce grâce à des couches semi-imperméables. Les mesures de piézométrie ont révélé une nappe de grande profondeur (163m NGF).

L'Éocène du bassin versant de l'Ourcq est une nappe libre caractérisée par une moins grande profondeur que l'Albien-néocomien (profondeur mesurée de 80m NGF) et est rechargée à la fois via un réseau de drainage des eaux mais également via un mode de recharge pluviale. L'Éocène du bassin versant de l'Ourcq est donc plus sujet à un risque de pollution.

3.3.2. Qualité des eaux souterraines

Les masses d'eau souterraines de l'aire d'étude immédiate présentent tous deux un bon état quantitatif ; au contraire l'état chimique est mauvais pour l'Éocène et bon pour l'Albien-néocomien.

Les objectifs fixés par le SDAGE Seine-Normandie 2016-2021 préconisent un bon état quantitatif et un bon état chimique respectivement pour les deux masses d'eau.

Le tableau suivant récapitule les états des masses d'eau ainsi que les objectifs fixés par le SDAGE :

Tabl. 3 - Etat des masses d'eau souterraines et objectifs d'atteinte de bon état (Sources : SDAGE Seine-Normandie 2016-2021)

Nom masse d'eau	Etat de la masse d'eau (2013)	Objectifs état qualitatif (délais)	Objectif état chimique (délais)
Albien-néocomien captif	Etat quantitatif Bon Etat chimique Bon	Bon état 2015	Bon état 2015
Éocène du bassin versant de l'Ourcq	Etat quantitatif Bon Etat chimique Médiocre	Bon état 2015	Bon état 2027

Le mauvais état chimique de l'Éocène du bassin versant de l'Ourcq est expliqué par la présence d'un fort enjeu agricole sur site. La faible profondeur de la nappe libre ainsi que son mode de

recharge favorisent sa pollution chimique. Les polluants issus de l'utilisation de produits phytosanitaires, de pesticides ont ainsi pu percoler vers la nappe libre superficielle et engendré une pollution de l'Eocène.

Il est à noter que la présence d'argiles au droit de l'AEI limite la vitesse d'infiltration des eaux pluviales vers cette masse d'eau et permet de capter certains polluants drainés.

3.3.3. Périmètres de protection

Les données suivantes proviennent de l'Agence Régionale de Santé de Picardie.

Sur l'aire d'étude immédiate, aucun captage pour l'alimentation en eau potable n'est recensé. Cependant, deux entités proches de la zone d'étude sont situées en bordure de l'AEI :

- le captage d'Epaux-Bézu, déclaré d'Utilité Publique le 08 septembre 2015 et implanté à près de 580 m au sud-est des limites de l'aire d'étude immédiate ;
- le captage de l'Union des Services d'Eau du Sud de l'Aisne dont la procédure de Déclaration d'Utilité Publique est en cours, s'inscrit sur la commune de Monthiers, à environ 700 m au sud de l'AEI.

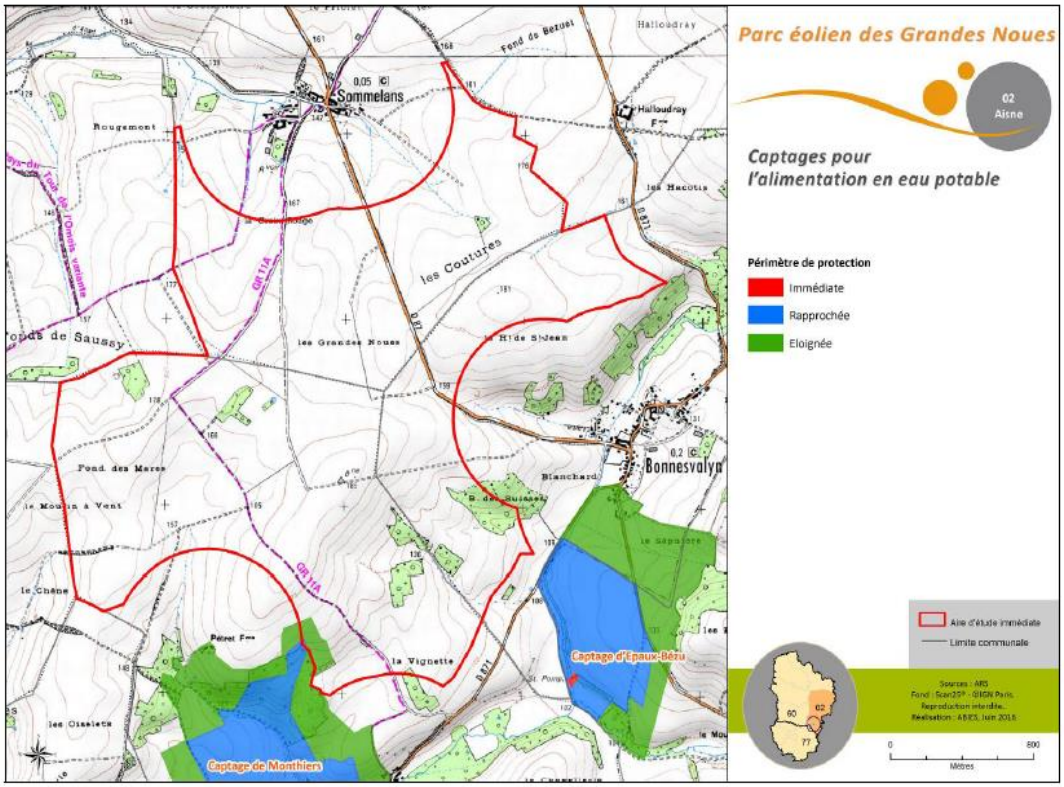


Fig. 6. Situation de l'AEI par rapport aux captages destinés à l'alimentation en eau potable et à leurs périmètres de protection associés (Source : ARS Picardie, 2015)

La pointe Sud du site d'étude est directement concernée par le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable de la commune de Monthiers. Une vigilance est donc requise pour le projet d'implantation des éoliennes en particulier lors de la phase chantier. Les véhicules ainsi que les engins de chantier pourraient provoquer un risque de pollution accidentelle des sous-sols en raison de l'utilisation d'hydrocarbures, d'huiles sur site. Néanmoins, l'éloignement du périmètre de

protection du captage de Monthiers des travaux d'éoliennes indique que l'impact du risque pollution des nappes sur site serait faible à modéré.

3.4. EAUX SUPERFICIELLES

3.4.1. Inventaire des eaux superficielles

Le site d'étude du projet éolien s'inscrit dans le bassin versant de l'Ourcq et est caractérisé par un réseau hydrographique dense, constitué de cours d'eau modestes situées en amont du bassin versant.

L'aire d'étude immédiate est concernée par la présence de 5 masses d'eau qui ont été identifiées via le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Seine-Normandie (SDAGE):

- 2 cours d'eau situés au droit de l'AEI : « Ru d'Allan » et « Le Clignon de sa source au confluent de l'Ourcq (exclu) » ;
- 3 cours d'eau localisés à proximité du site du projet éolien : « L'Ourcq de sa source au confluent de l'Autheuil (inclus) », « le Ru de Bonnesvalyn » et « le Ru le Vingt-Muids ».

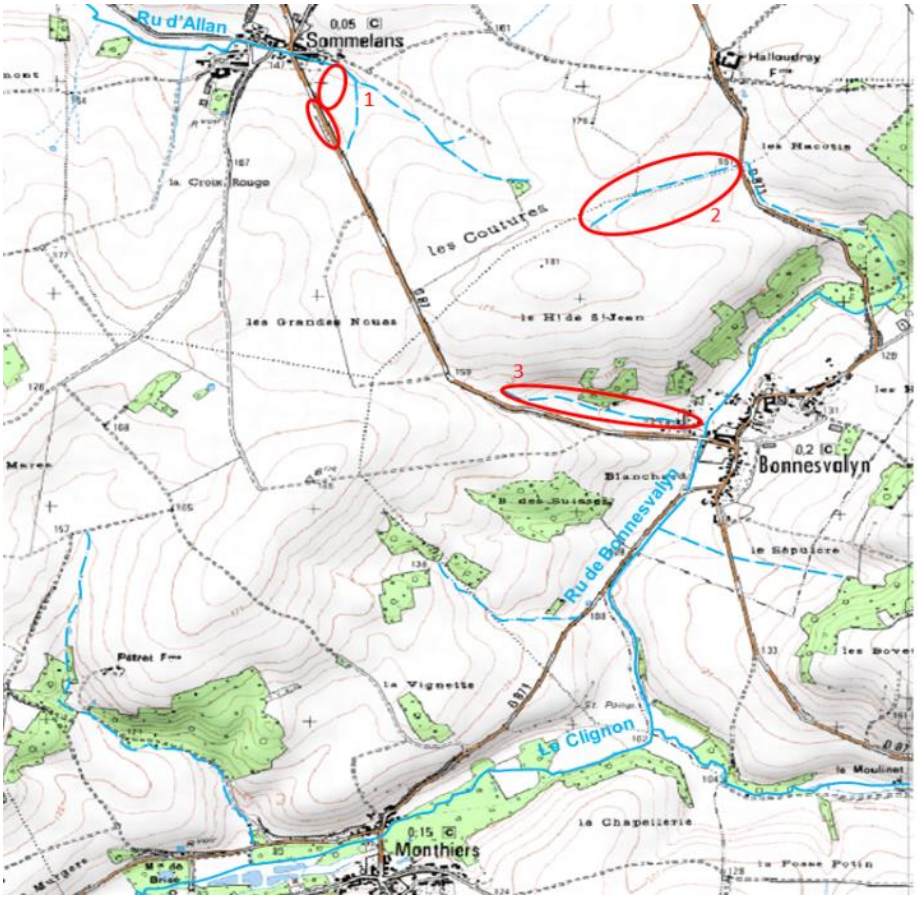


Fig. 7. Hydrographie de l'aire d'étude immédiate (source : Géoportail)

L'AEI est marquée par la présence de nombreux cours d'eau temporaires et fossés. Des ouvrages hydrauliques tels que les buses ou les avaloirs peuvent affecter l'hydrologie sur site. Les

prospections sur le terrain ont permis de dénoter trois zones hydrologiques sensibles qui seront détaillées dans la partie Investigations de terrain.

3.4.2. Qualité des eaux superficielles

D'après les données du SDAGE, les objectifs de bon état écologique ont été fixés à 2021 ou à 2027 suivant les masses d'eau considérées et à 2027 pour le bon état chimique.

Les 5 masses d'eau présentaient un état écologique « moyen » et un état chimique « mauvais » lors des campagnes de mesures menées en 2013.

Le tableau suivant récapitule les états écologique et chimique des cinq masses d'eau superficielles présentes à proximité du site ainsi que les objectifs fixés par le SDAGE :

Tabl. 4 - Etat des masses d'eau superficielles et objectifs d'atteinte de bon état (Source : SDAGE Seine-Normandie 2016-2021)

Nom masse d'eau	Etat de la masse d'eau (2013)	Objectif d'état écologique (délai)	Objectif d'état chimique (délai)
L'Ourcq de sa source au confluent de l'Autheuil (inclus)	Etat écologique Moyen Etat Chimique Mauvais	Bon état 2027	Bon état 2027
Ru d'Allan	Etat écologique Moyen Etat Chimique Mauvais	Bon état 2027	Bon état 2027
Le Clignon de sa source au confluent de l'Ourcq (exclu)	Etat écologique Moyen Etat Chimique Mauvais	Bon état 2027	Bon état 2027
Ru de Bonnesvalyn	Etat écologique Moyen Etat Chimique Mauvais	Bon état 2021	Bon état 2027
Ru le Vingt-Muids	Etat écologique Moyen Etat Chimique Mauvais	Bon état 2021	Bon état 2027

La présence d'une forte activité agricole dans cette zone permet d'expliquer les états écologiques « moyens » ainsi que les états chimiques « mauvais » des masses d'eau sur site. En effet, l'utilisation d'engrais ou l'épandage de produits phytosanitaires (herbicides, insecticides, répulsifs…) sur les cultures ont pu générer une pollution de l'eau et donc dégrader la qualité des eaux superficielles.

3.5. ZONES INONDABLES

Les communes de Bonnesvalyn et Monthiers sont concernées par le Plan de Prévention des Risques inondation et coulée de boue (PPRIcb) entre Mont-Notre-Dame et Monthiers prescrit le 17 juin 2008.

3.5.1. Plan de prévention du risque inondation et coulée de boue

Les cartes de zonage qui ont été réalisées dans le plan de Prévention des Risques Inondations et Coulées de Boue pour les communes de Monthiers et Bonnesvalyn ont été établies sur la base des données topographiques, géologiques, pédologiques, les cartes des pentes et l'occupation du sol. Il est à noter qu'aucune étude hydraulique ou hydrologique n'a été entreprise afin d'établir la carte de zonage.

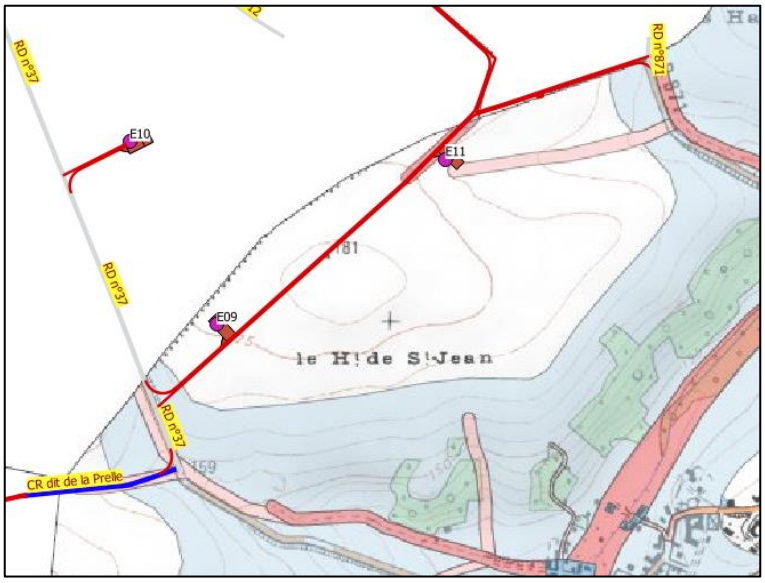


Fig. 8. Figure 1 extrait du PPRIcb de Bonnesvalyn avec aménagements

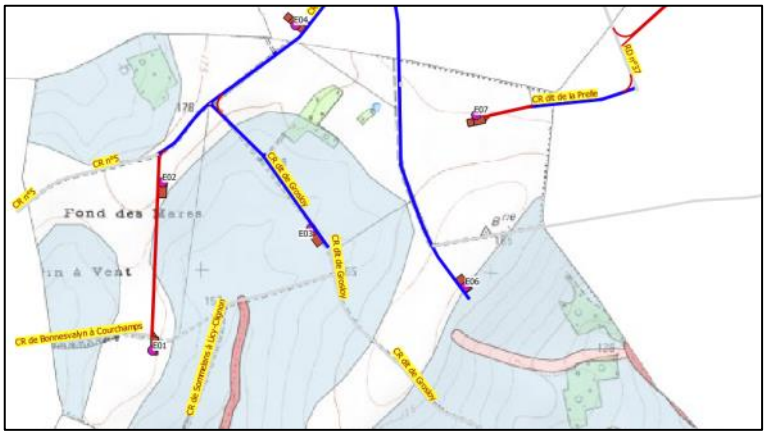


Fig. 9. Figure 2 extrait du PPRIcb de Monthiers avec aménagements

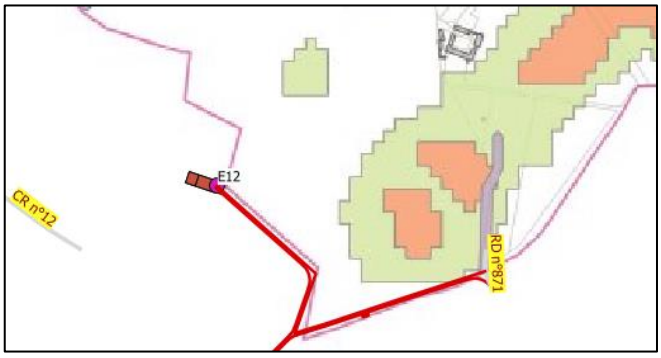


Fig. 10. Figure 3 Extrait du PPRIcb de Latilly avec aménagements

La comparaison de la carte de zonage avec le positionnement des éoliennes a mis en évidence deux zones sur lesquels les éoliennes seront implantées :

- Les secteurs peu exposés aux inondations et coulées de boue (zone blanche) ;
- Les secteurs vulnérables mais dont les enjeux d'aménagement urbain nécessitent des dispositions particulières lors de leurs constructions (zone bleu clair).

En particulier, l'étude hydrologique devra permettre de connaitre le degré d'intensification du phénomène de coulées de boues lié à la création de surfaces imperméabilisées (fondations des éoliennes, voiries...).
Les sites à enjeux sont donc les secteurs les plus exposés par les phénomènes d'inondation à savoir les habitations construites à proximité des cours d'eau. **On ne référence aucune éolienne implantée dans cette zone dans le cadre du projet des Grandes Noues**.

4. DIAGNONSTIC DU SITE

4.1. INVESTIGATIONS DE TERRAIN

Les investigations de terrain ont pour objectifs d'analyser les conditions de ruissellement sur les bassins versants, de relever leurs exutoires mais également de vérifier l'occupation des sols et le type de cultures pratiquées. Les calculs hydrologiques seront donc basés sur les observations du terrain. Les enquêtes de terrain ont eu lieux lors des journées du 28 février et du 1er Mars 2017.

4.1.1. Localisation des singularités du secteur d'étude

4.1.1.1. SINGULARITE 1

Les prospections effectuées et situées à proximité de la commune de Sommelans ont permis de constater l'existence d'un fossé récupérant les eaux pluviales au niveau de la départemental D87 et les rejetant dans le Ru d'Allan grâce à un système de busage qui traverse la route.

La construction d'une piste reliant la D87 et le chemin rural n°4 de Sommelans à Monthiers nécessitera une certaine vigilance. Le phénomène de ruissellement vers la commune de

Sommelans pourrait s'accentuer puisqu'après aménagements de la piste, le fossé en terre serait susceptible de récupérer un volume d'eau supplémentaire, une mesure de perméabilité a été effectuée pour caractériser le sol à proximité de ce fossé.

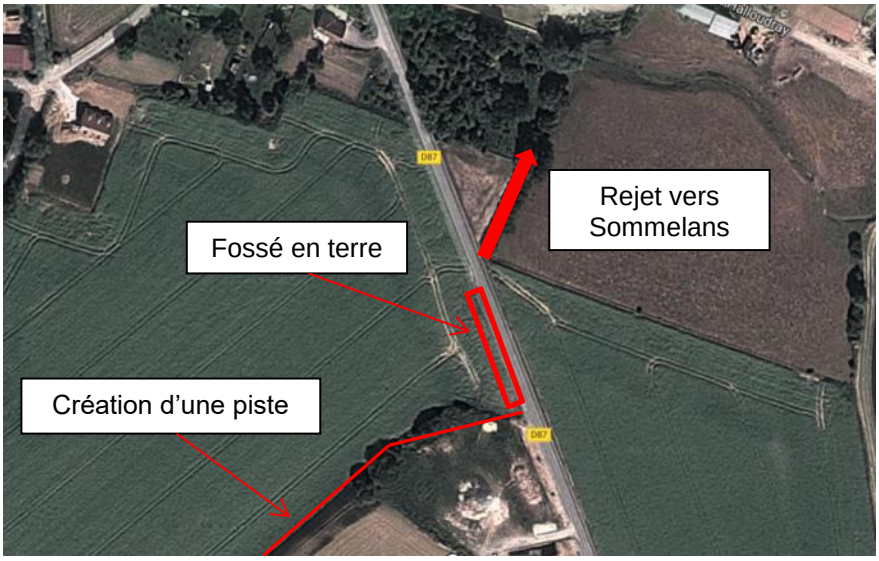


Fig. 11. Localisation de la singularité 1

Fig. 12. Photographie du fossé à proximité de la D87

Fig. 13. Photographies du système de busage à proximité de la D87

4.1.1.2. SINGULARITE 2

Le fossé des Hacotis se trouve en limite des communes de Latilly et Bonnesvalyn, Le projet éolien des Grandes Noues nécessitera la création d'une piste qui longera le fossé des Hacotis, dès lors, une attention particulière doit être requise afin d'éviter tout risque de débordement pendant la phase chantier. Les relevés topographiques ont permis de déterminer les caractéristiques du fossé qui est long d'environ 150m.

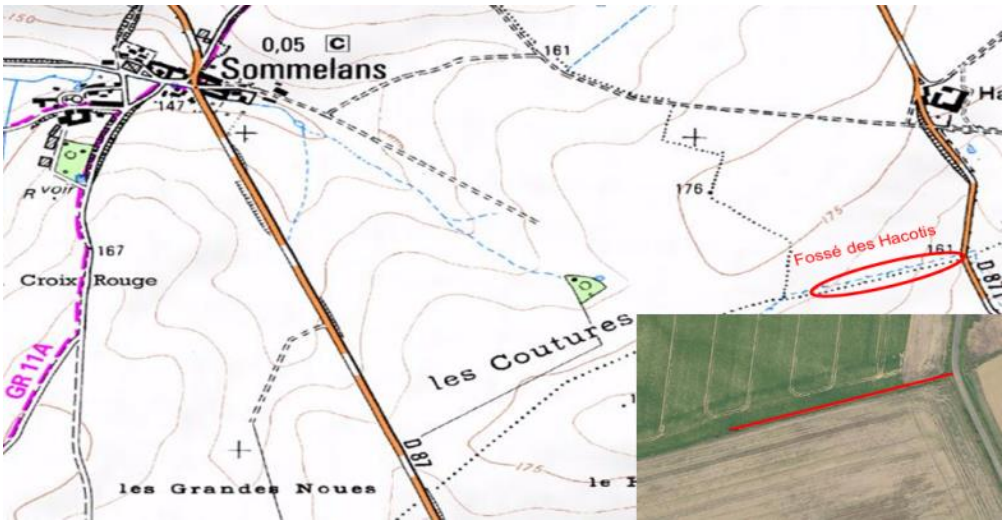


Fig. 14. Localisation du fossé des Hacotis (source : Géoportail)

Fig. 15. Photographie du fossé des Hacotis vu depuis la D871

Fig. 16. Photographie du fossé des Hacotis et du système de drainage

Le fossé des Hacotis assure la collecte des eaux de ruissellement lors d'événement pluvieux via un système de drainage. Les drains permettent la collecte des eaux pluviales et sont amenés directement vers un collecteur qui déverse dans le fossé du côté amont par rapport aux ruissèlements d'orage, à 288m de la RD871 (réseau drainé sur 5ha). Les travaux de construction des éoliennes et des pistes ne devront pas impacter le bon fonctionnement du système de collecteur des eaux de pluie, élément essentiel pour l'activité agricole de ce secteur.

4.1.1.3. SINGULARITE 3

Le Ru de Blanchard est un fossé longeant la D87 se rejetant dans le Ru de Bonnesvalyn. La création de la piste menant l'éolienne E9 à l'éolienne E11 est placée en amont de ce bassin versant et une mesure de perméabilité a été réalisée à proximité du Ru de Blanchard.

Lors des enquêtes sur le terrain du 29 Février 2017, le Ru de Blanchard présentait une lame d'eau superficielle malgré les épisodes pluvieux qui se sont abattus durant les derniers jours.

Fig. 17. Localisation de la singularité 3

Fig. 18. Photographies du fossé de Blanchard

Fig. 19. Photographies de la buse rejetant les eaux usées dans le Ru de Blanchard à gauche et de la source du cours d'eau temporaire à droite

4.1.2. Caractérisation du secteur d'étude

Le secteur a été découpé en trois bassins versants. Pour rappel, un bassin versant est un espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par lui. Ce découpage est différent du découpage administratif/cadastral des parcelles.

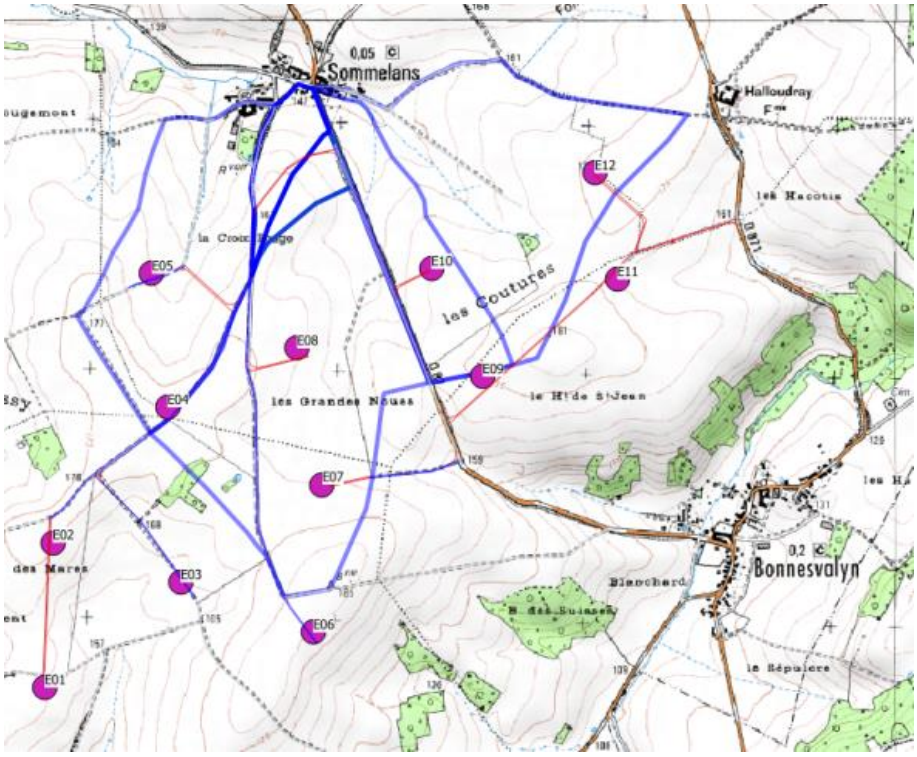


Fig. 20. Le bassin versant de Sommelans

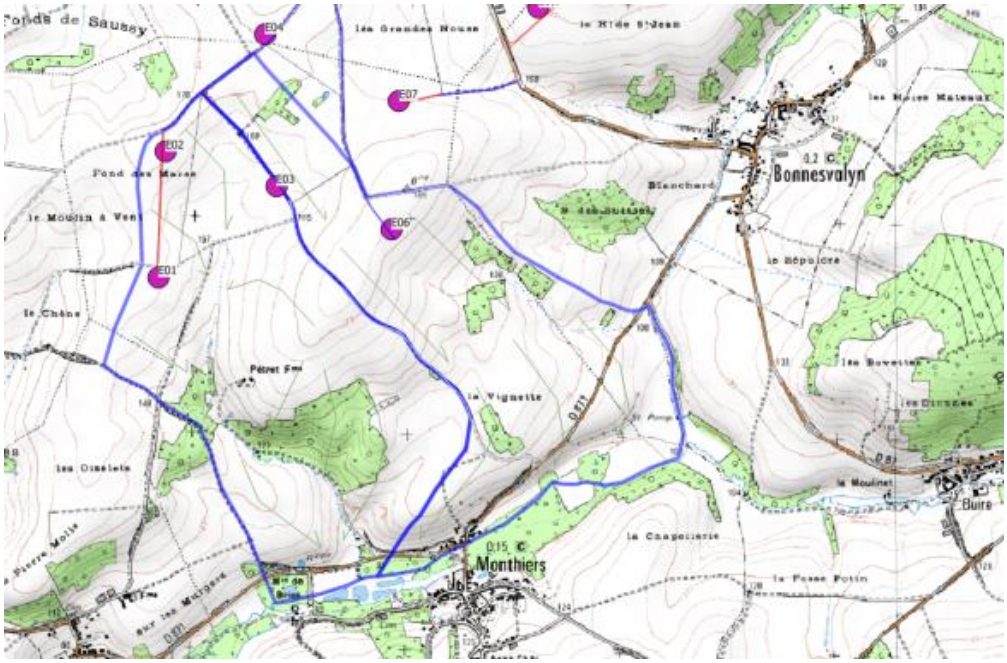


Fig. 21. Le bassin versant de Monthiers

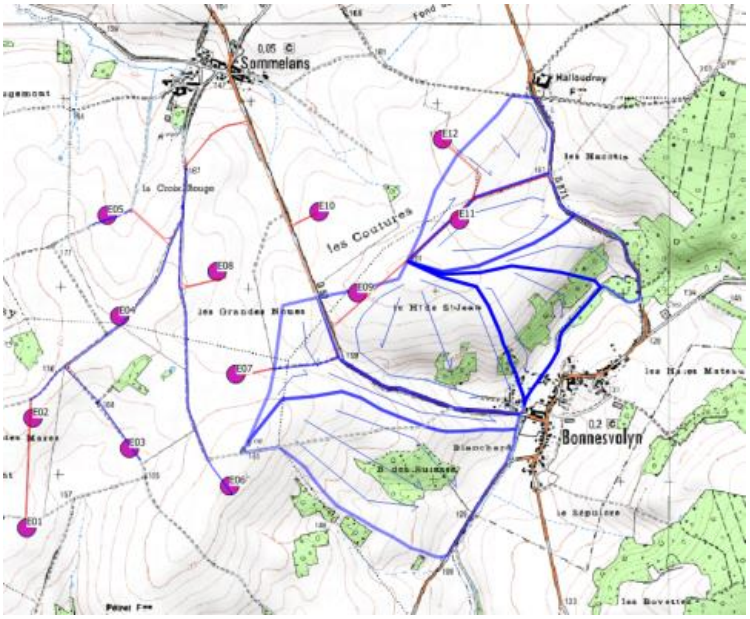


Fig. 22. Le bassin versant de Bonnesvalyn

4.1.2.1. BASSIN VERSANT DE SOMMELANS

La commune de Sommelans est un secteur agricole légèrement vallonné pouvant être délimité par cinq sous-bassins versants dont les cheminements hydrauliques vont en direction du Ru d'Allan.

Fig. 23. Détail du bassin versant de Sommelans

L'analyse des sites à enjeux et la prise à compte des nouvelles pistes du cahier des charges des Grandes Noues ont permis de déterminer cinq sous-bassins versants potentiellement impactés par les aménagements : les BV1, BV2, BV3, BV4 et BV5. Des mesures de perméabilité seront donc menées pour affiner l'étude hydrologique au niveau de ces secteurs.

4.1.2.2. BASSIN VERSANT DE BONNESVALYN

La commune de Bonnesvalyn peut être découpée en 7 sous-bassins versants dont les écoulements convergent vers le ru de Bonnesvalyn. Trois sous-bassins peuvent être classés comme zones à risques dans ce secteur : les BV1, BV2 et BV5. Les quatre autres sous-bassins versants (BV3, BV4, BV6 et BV7) ne sont pas affectés par un risque d'aggravation du ruissellement en raison de l'absence de constructions d'aménagements éoliens sur le secteur.

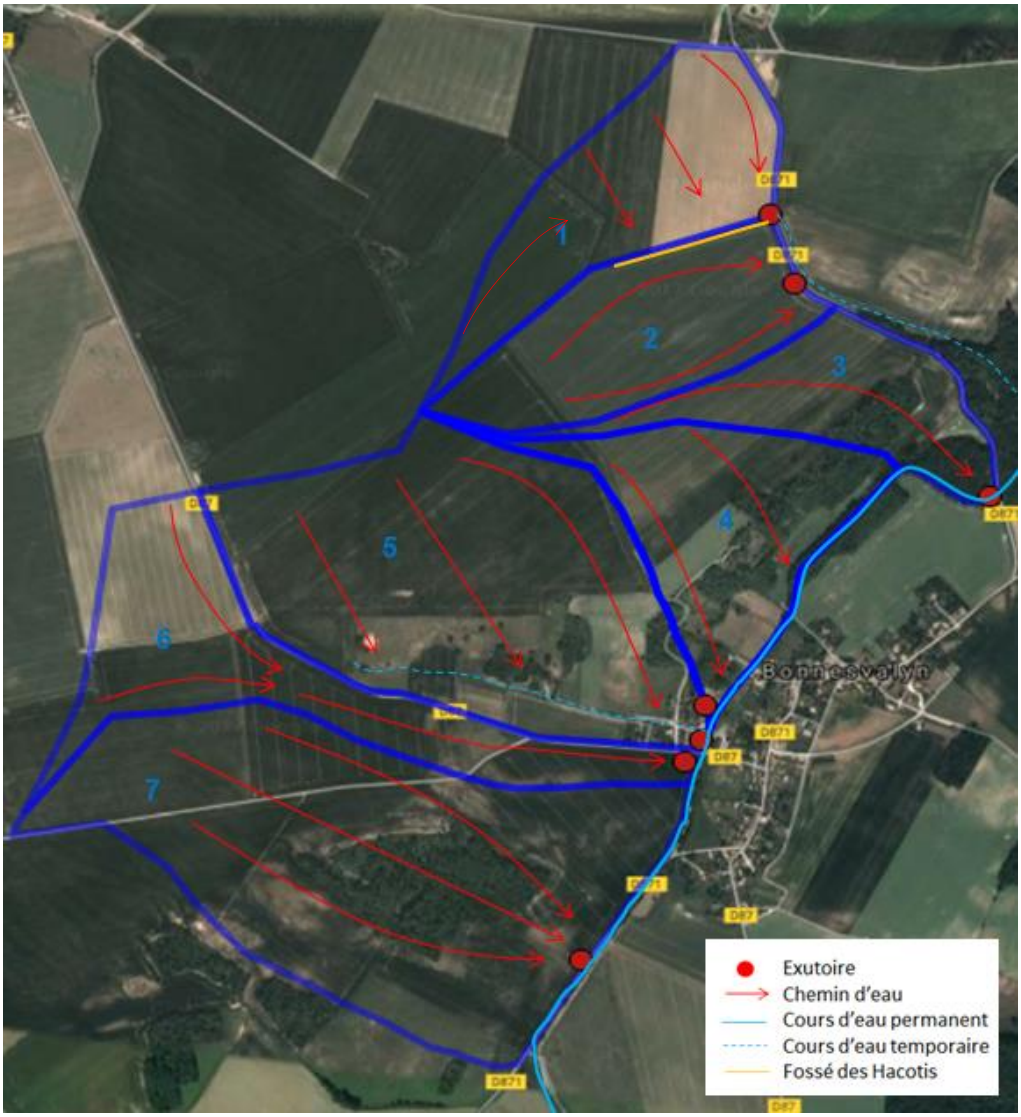


Fig. 24. Détail du bassin versant de Bonnesvalyn

Les bassins versants BV1 et BV2 seront placés comme zones à risques du fait de la création de piste reliant la D87 avec la D871 à proximité directe du fossé des Hacotis. Ces bassins versants étant situés en amont de la commune de Bonnesvalyn, ils pourraient aggraver les risques d'inondations dans le village. Une attention particulière est aussi à prévoir lors de la phase

chantier : les événements pluvieux, pouvant entraîner un débordement du fossé des Hacotis, ne devront pas empêcher le bon déroulé des travaux d'aménagements.

Le ruissellement pourrait s'accentuer avec la création de la piste en amont du BV5 dont l'écoulement mène vers les habitations de Bonnesvalyn. L'étude hydraulique devra permettre de connaitre les conséquences de la construction des pistes sur le ruissellement.

4.1.2.3. BASSIN VERSANT DE MONTHIERS

La commune de Monthiers peut être découpée suivant 2 sous-bassins versants, les écoulements hydrauliques se rejetant dans le cours d'eau du Clignon. Le bassin versant de Monthiers est marqué par la création de 4 éoliennes ainsi que d'une piste aménagée reliant les éoliennes E1 et E2.

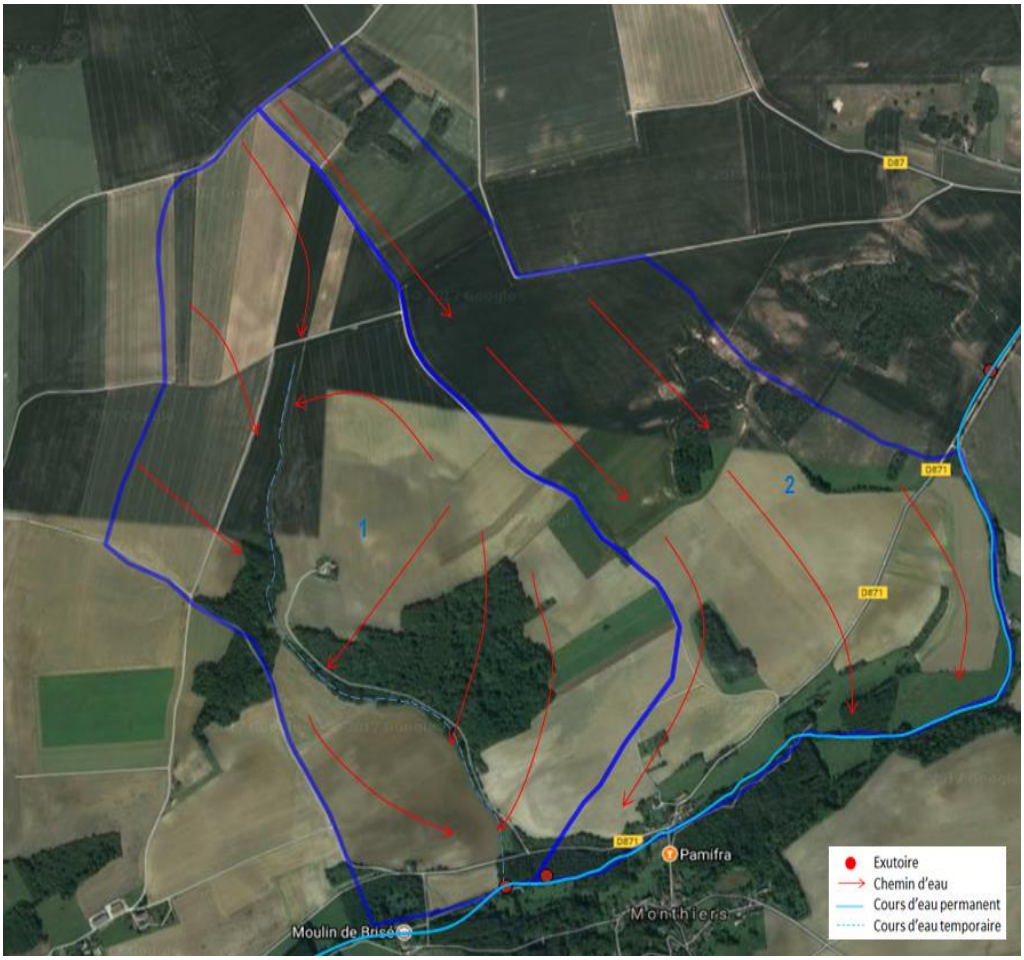


Fig. 25. Détail du bassin versant de Monthiers

Le projet éolien n'impactera pas de manière significative le ruissellement au niveau des zones à enjeux en raison de la superficie élevée des sous-bassins versants comparativement à la surface à imperméabilisée. Ainsi, pour le bassin versant 1, le plus affecté par le projet, moins d'1% des sols seront imperméabilisés. De plus, l'éloignement des aménagements par rapport au village de Monthiers réduira les impacts à l'exutoire. De ce fait, les deux bassins versants ne seront pas considérés comme zones à risques.

4.1.2.4. SYNTHESE DES BASSINS VERSANTS A RISQUES

L'analyse de l'hydrologie a permis de mettre en évidence les cheminements hydrauliques sur les différents bassins versants de l'aire d'étude immédiate. La mise en relation des écoulements préférentiels dans les bassins versants associés à l'étude de la carte de zonage justifiera à la fois la mise en place de mesure de perméabilité pour caractériser le type de sol et une étude hydrologique plus fine sur ces secteurs à enjeux. Le tableau suivant synthétise la localisation des risques pour le projet éolien des Grandes Noues.

Tabl. 5 - Tableau récapitulatif des zones affectées projet des Grandes Noues

Commune	Sommelans					Bonnesvalyn							Monthiers	
Bassin versant	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2
Zone à risques	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non

Dix sous-bassins versants sont donc potentiellement affectés par les travaux d'installation d'éoliennes mais seul huit d'entre eux sont classés comme zones à risques. Cinq sont placés sur la commune de Sommelans et trois sont localisés aux alentours du village de Bonnesvalyn.

4.1.3. Tests de perméabilité : estimation des coefficients de perméabilité par la Méthode Porchet

4.1.3.1. PRESENTATION DU DISPOSITIF DE MESURE

La méthode Porchet est un dispositif élémentaire permettant la caractérisation rapide du type de sol par régulation d'un niveau d'eau constant. Il s'appuie sur le principe de percolation de l'eau dans le sol pour pouvoir mesurer le coefficient de perméabilité local en particulier lorsque les superficies de bassins versants sont de taille modeste.

Pour la réalisation des tests de percolation, l'appareillage suivant a été mis en place :

- Une réserve d'eau (environ 25 litres) ;
- Une cellule de mesure permettant la mesure du volume d'eau percolé dans le sol ;
- Un système de robinet « trois voies » ;
- Des tuyaux souples munis de raccords rapides ;
- Une tige permettant de descendre le régulateur de niveau dans des trous forés pouvant atteindre 2 mètres de profondeur.

La réalisation des cavités a été faite avec une tarière à main de diamètre 15cm, pour une profondeur globale de l'ordre de 50 à 70cm.

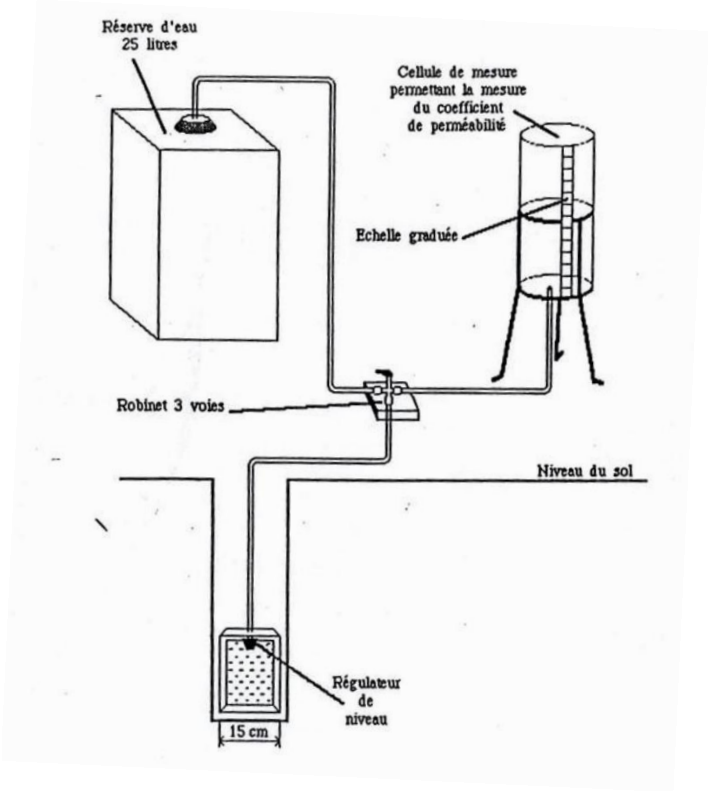


Fig. 26. Représentation schématique du dispositif par essai Porchet

Une phase préalable d'imbibition du terrain est nécessaire pour que le sol puisse être saturé en eau et ainsi obtenir la mesure d'un coefficient de perméabilité stabilisé, cette durée est estimée à environ 2h. Durant cette première phase, le régulateur est relié à la réserve d'eau de 25 litres assurant le maintien d'un niveau d'eau constant de 150 mm dans le trou.

A la fin de la phase de saturation en eau du sol, le régulateur de niveau est relié à la cellule de mesure. La cellule de mesure permet alors d'estimer le volume d'eau infiltré dans la cavité pendant la durée Δt du test. La perméabilité relative du sol est ainsi connue par la relation :

$$K = \frac{V_{infiltré}}{S_m \, \Delta t}$$

La surface mouillé S_m constitue la surface de sol en contact avec l'eau, le contrôle du niveau d'eau assure une surface d'infiltration d'eau constante.

Les conditions expérimentales menées lors des investigations sur le terrain ont été les suivantes :

- Phase d'imbibition d'une durée de deux heures
- Phase de mesures d'une durée Δt de 10 min
- Hauteur d'eau régulée de 15 cm
- Diamètre de trou de 15 cm

L'incertitude relative sur les mesures de perméabilité est estimée à 1,89 10^{-5} m/s.

4.1.3.2. LOCALISATION DES ESSAIS PORCHET

Le positionnement des mesures de perméabilité par essai Porchet a été déterminé en considérant :

- La topographique de l'aire d'étude immédiate,
- L'analyse des zones à risques,
- L'occupation des sols,
- Les enquêtes sur le terrain, menées auprès des riverains, permettant de connaitre les zones les plus favorables aux coulées de boues.
- La réflexion menée précédemment concernant les écoulements hydrauliques dans les bassins versants

Les essais de perméabilité ont été réalisés sur 6 points de mesures proches des aménagements éoliens projetés :

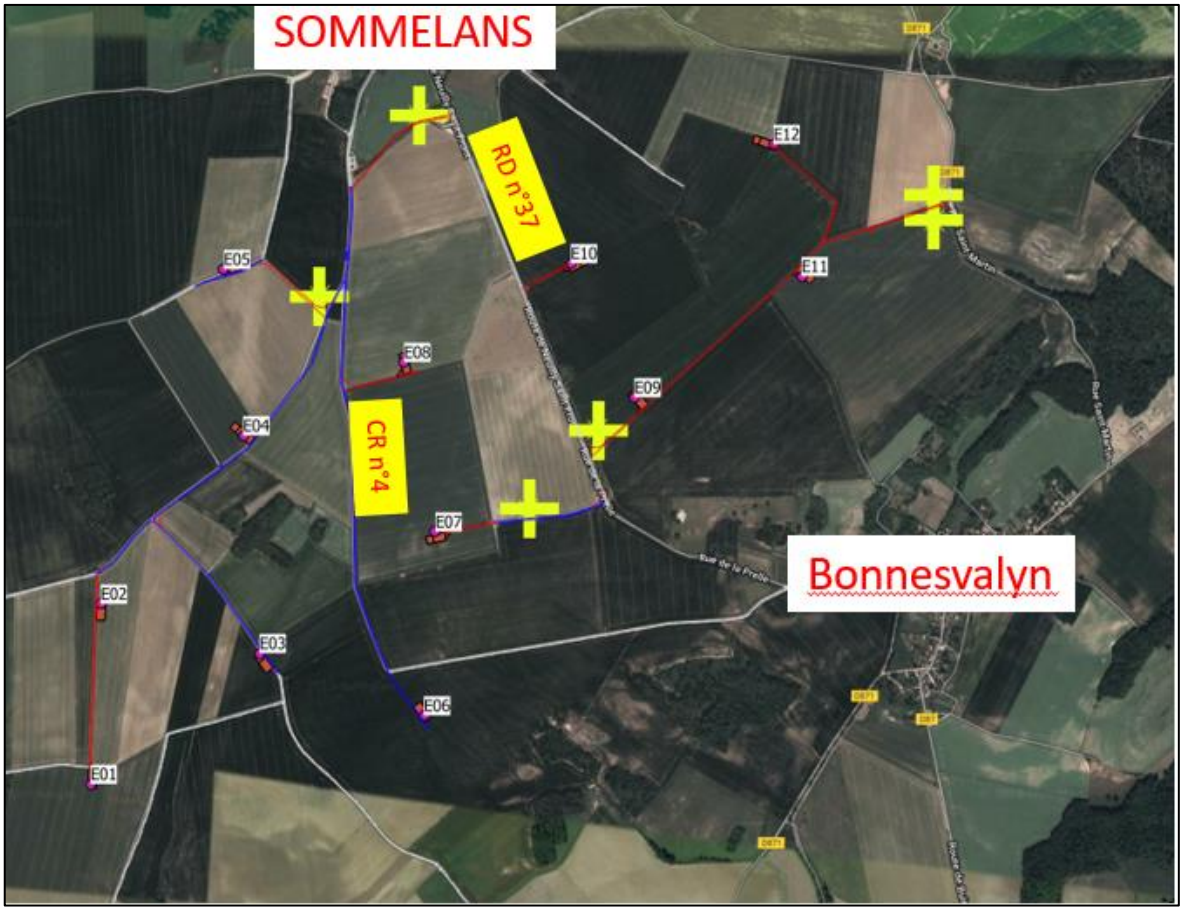


Fig. 27. Localisation des points de mesures des essais Porchet

4.1.3.2.1. **Mesure 1**

La mesure de perméabilité par essai Porchet a été effectuée à proximité de la commune de Sommelans au vu des enjeux liés aux risques de coulées de boue. Elle a été réalisée au niveau d'une nouvelle piste qui pourrait engendrer une accentuation du ruissellement sur les versants 3 et

4 de Sommelans. Cette route assurera la jonction entre la D87 et le chemin rural n°4 de Sommelans à Monthiers.

Fig. 28. Localisation de l'essai Porchet n°1

4.1.3.2.2. Mesure 2

La seconde mesure a été mise en place aux environs de la piste permettant la liaison des éoliennes E4 et E5 définie dans le cadre du projet. La création de la voie interfère avec le BV1 de Sommelans. Les eaux ruisselées de ce sous bassin versant convergent vers le Ru d'Allan à l'aval de la commune de Sommelans.

Fig. 29. Localisation de l'essai Porchet n°2

Fig. 30. Photographie de la mesure n°2

4.1.3.2.3. Mesures 3 et 4

La mesure 3 est localisée à proximité de l'éolienne 9 et de la future piste vers l'éolienne 11. Cette piste d'accès sera totalement créée dans le cadre du projet des Grandes Noues.

Le quatrième essai Porchet s'est déroulé au droit du chemin d'accès à la futur éolienne 7. Le chemin en terre actuel sera renforcé et une extension de piste sera créée afin de prolonger le chemin existant jusqu'à l'éolienne 7.

La mise en place des pistes et des éoliennes interfère avec les bassins versants de Sommelans et de Bonnesvalyn.

Fig. 31. Localisation de l'essai Porchet n°3 et n°4

Fig. 32. Photographie de la mesure n°4

4.1.3.2.4. Mesures 5 et 6

Les essais Porchet 5 et 6 ont été définis au niveau du fossé des Hacotis. Ces mesures ont un double enjeu, à savoir l'impact du ruissellement lors de fortes précipitations en phase d'exploitation des éoliennes mais aussi lors de la phase travaux. En raison de la topographie particulière du site, les mesures ont été réalisées de part et d'autre du fossé des Hacotis sur les sous-bassins versants 1 et 2 de Bonnesvalyn.

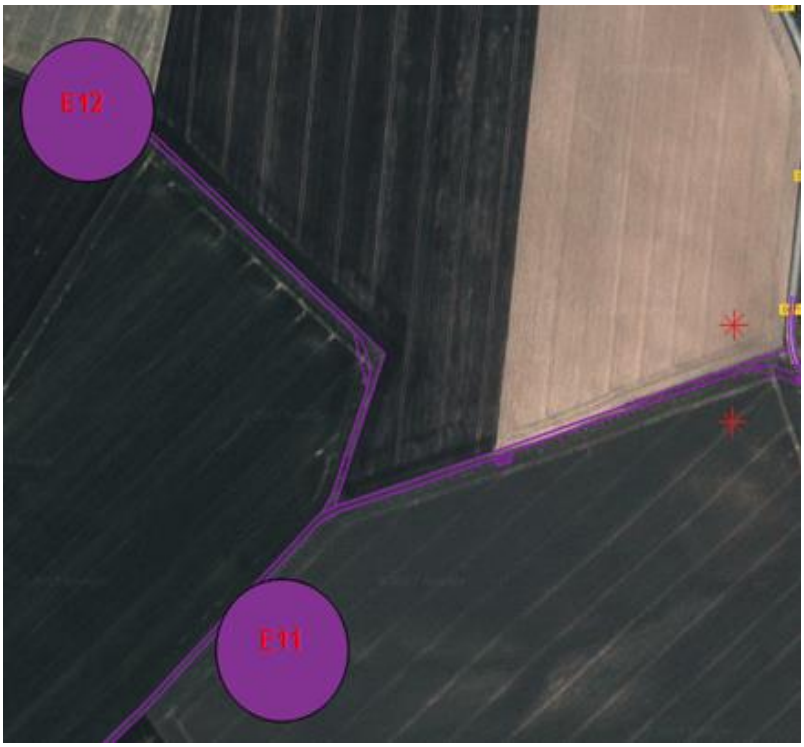


Fig. 33. Localisation de l'essai Porchet n°5 et n°6

Fig. 34. Photographie de la mesure n°5 et n°6

4.1.3.3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La création de surfaces imperméabilisées modifiera la perméabilité locale du terrain. Un sol est considéré comme imperméable si son coefficient de perméabilité K est inférieur à 10^{-6} m/s et perméable si son coefficient est supérieur à 5,0 10^{-5} m/s.

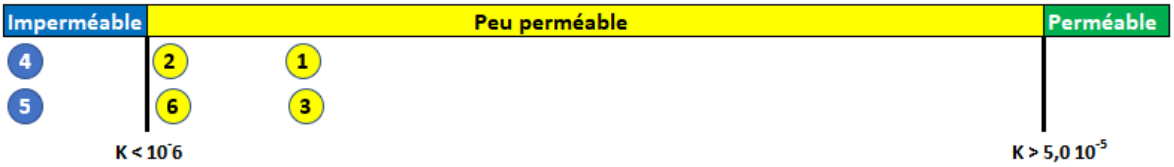
Les essais in situ sur le site d'étude ont permis la détermination des coefficients de perméabilité sur l'ensemble des zones à enjeux grâce à la collecte et aux traitements de données de mesures.

Les mesures de perméabilité par essai Porchet sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tabl. 6 - Récapitulatif des tests de perméabilité par essai Porchet

Essai Porchet	1	2	3	4	5	6
K (m/s)	9.44 10^{-6}	1,41 10^{-6}	1,05 10^{-5}	1,89 10^{-7}	1,89 10^{-7}	1,88 10^{-6}
Caractérisation du sol	Peu Perméable	Très peu Perméable	peu Perméable	Imperméable	Imperméable	Très peu Perméable
BV affecté	BV3 et BV4 Sommelans	BV1 Sommelans	BV5 Bonnesvalyn	BV2 Sommelans	BV1 Bonnesvalyn	BV2 Bonnesvalyn

Fig. 35. Echelles de perméabilité des sols



Les tests Porchet ont confirmé la forte teneur en argile des sols sur la zone de projet, en cohérence avec l'analyse géologique préliminaire. Les perméabilités estimées lors des campagnes de mesures ont révélé des sols peu perméables voire imperméables sur certains secteurs en particulier au niveau du fossé des Hacotis, du BV2 de Sommelans et du BV1 de Bonnesvalyn.

L'implantation des nouvelles infrastructures pourrait modifier très légèrement le phénomène de ruissellement boueux pour le BV5 de Bonnesvalyn et les BV3 et BV4 de Sommelans, sans toutefois augmenter significativement les risques en raison des surfaces de travaux en jeu : moins de 1% de la taille du sous bassin versant. Un diagnostic hydrologique plus approfondi de ces secteurs sera donc engagé à l'appui d'une modélisation pluie / débit (logiciel PLUTON) pour quantifier ce phénomène.

4.2. ETUDE HYDROLOGIQUE

Le diagnostic hydrologique vise à quantifier les débits ruisselés sur les bassins versants en vue de caractériser l'aléa ou potentiel de ruissellement.

Le bassin versant associé à un exutoire peut être défini de la manière suivante : tout écoulement prenant naissance à l'intérieur du bassin versant traversera l'exutoire pour poursuivre son trajet vers l'aval. Les débits générés aux exutoires sont dus à des écoulements de surface, les bassins versants ici considérés sont donc de type topographiques (par opposition aux hydrogéologiques).

Nous prenons appui sur les parties précédentes et plus précisément sur :

- Le diagnostic agronomique et pédologique afin de déterminer les coefficients de ruissellement ;
- Les caractéristiques morphométriques des bassins versants.

Remarque sur l'influence des réseaux de drainage :

- En cas de pluie longue mais d'intensité modérée, la présence des réseaux de drainage implique une augmentation du temps de concentration : l'eau arrive plus vite à l'exutoire. Cela s'explique par le fait que l'eau s'écoule rapidement dans les drains une fois s'être infiltrée dans le sol jusqu'aux drains ; alors qu'en leur absence, le temps d'infiltration et d'écoulement dans le sol jusqu'à l'exutoire est bien plus long.
- En revanche, en cas d'épisode orageux (pluie courte et intense), le temps de concentration ne varie pas selon la présence de drains ou non. L'eau arrivant en effet en grande quantité sur le sol, elle ruissèle et s'écoule quasiment aussi vite en surface que dans les drains.

Il en résulte que la présence des réseaux de drainage sur le site d'étude des Grandes Noues n'augmente pas les débits vers l'aval dans les conditions qui nous intéressent (conditions d'orages). Nous ne les prenons donc pas en compte dans notre modèle hydrologique.

4.2.1. PRESENTATION DU MODELE PLUTON

Le logiciel PLUTON est un logiciel de transformation pluie-débit, permettant le calcul en régime transitoire de la formation et la propagation d'hydrogrammes de crue sur des bassins versants multiples et imbriqués. Ce modèle permet d'étudier l'influence ponctuelle et globale de plusieurs types d'aménagements à l'échelle du bassin versant (bassins de rétentions, ouvrages de ralentissements). Ce module de calcul est utilisé afin de déterminer les débits au niveau de chaque exutoire de bassins versants à risques.

Chaque bassin élémentaire est décrit par ses caractéristiques : superficie, longueur, pente, coefficient de ruissellement. Le temps de concentration Tc est alors calculé par l'une des formules proposées, la plus appropriée.

Le système mis en œuvre comprend :

- Un modèle pluie-débit de type hydrogramme unitaire ;

Un modèle de propagation et de sommation des hydrogrammes de type Muskingum ;

- Des modèles d'écrêtement par laminage dans des retenues schématisées.

Le modèle comprend un ensemble de nœuds, deux nœuds délimitant un bief. Un nœud reçoit les apports :

- De son bassin versant propre (modèle pluie-débit) ;
- Du bief amont (modèle de propagation).

Les nœuds doivent être positionnés de manière stratégique sur le bassin versant :

- À l'exutoire des principaux sous-bassins versants ;
- Au droit des stations hydrométriques ou des échelles limnimétriques ;
- Au droit des secteurs à risque du bassin versant où des objectifs de réduction de débits sont définis.

4.2.2. DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Le coefficient de ruissellement Kr(t) peut être défini comme le rapport entre la pluie ruisselée et la pluie totale durant un intervalle de temps dt. Ainsi le coefficient de ruissellement varie dans le temps, selon l'intensité de la pluie, et l'état d'humectation du sol.

La détermination du coefficient de ruissellement est basée sur la méthode SCS (Soil Conservation Service). Elle s'appuie sur trois critères :

- La vitesse d'infiltration du sol : classification hydrologique des sols ;
- Les conditions d'humidité du sol (pluies antérieures, saturation des sols ou non) ;
- La couverture végétale.

La variabilité temporelle du coefficient de ruissellement est prise en compte par la méthode SCS. Pour les bassins versants, nous indiquons en fait la moyenne du coefficient calculé sur la durée totale de la pluie. Nous le noterons C.

4.2.2.1. DEFINITION DE LA METHODE SCS

En 1972, l'US Soil Conservation Service a proposé un modèle empirique pour déterminer le ruissellement basé sur le potentiel d'absorption du sol d'une certaine quantité d'humidité.

Sur la base des observations de terrain, ce potentiel de stockage S (ou capacité totale d'infiltration), a été lié à un « numéro de courbe » CN (curve number), qui est une caractéristique du type de sol (« géologie »), de l'utilisation des terres (couvert végétal) et de son état d'humectation initial.

La méthode SCS vise à caractériser le ruissellement sur un bassin versant en fonction d'une hauteur d'eau précipitée et d'un facteur de rétention caractérisant le milieu. La relation lie le ruissellement (R) à la hauteur d'eau précipitée (H).

En notant (S) l'infiltration potentielle du terrain considéré et (F) l'infiltration à la date t, l'hypothèse formulée est la suivante : Le rapport ruissellement sur pluie après pertes initiales est égal au rapport volume infiltré sur infiltration potentielle maximale.

$$\boxed{\frac{R}{H - I_a} = \frac{F}{S}}$$

Or le volume infiltré (F) est égal à la pluie totale (H) moins le ruissellement (R), moins la perte initiale (I_a) (absorption initiale).

Nous avons donc : $F = H - R - I_a$

Nous aboutissons ainsi à la relation :

$$\boxed{R = \frac{(H - I_a)^2}{H - I_a + S}}$$

Où (I_a) correspond à la hauteur d'eau interceptée par les végétaux, évaporée et infiltrée, donc ne participant pas au ruissellement. Il y a donc ruissellement lorsque la hauteur d'eau précipitée est supérieure à (I_a).

En pratique, (I_a) est généralement fixé à 0,2*S.

S est un paramètre de rétention, calculé sur la base du Curve Number (CN). Il est fonction de la capacité d'infiltration du sol, du type de couvert végétal et des conditions antérieures d'humidité :

$$S = 254\left(\frac{100}{CN} - 1\right)$$

Le Soil Conservation Service propose une table de valeurs de CN. C'est la détermination du CN qui nous permettra par la suite d'évaluer le coefficient de ruissellement.

L'intérêt de cette méthode est d'estimer le ruissellement total d'une pluie de temps de retour donné, afin de fixer, sous PLUTON (modèle de transformation pluie-débit), un coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin considéré.

4.2.2.2. CLASSIFICATION HYDROLOGIQUE DES SOLS

La méthode SCS répartit les types de sols en 4 groupes. Cette classification est basée sur la mesure de la capacité d'infiltration d'échantillons de sols, au cours d'une période d'humectation prolongée [Dautrebande, 1982].

Classe A : Cette classe est caractérisée par des sols qui ont un faible potentiel de ruissellement. Elle comprend des sols sableux contenant une faible fraction de limon et d'argile (moins de 15%) et des loess profonds (de 75 à 150 cm), à vitesse d'infiltration de base élevée (de 7,5 à 12 mm/h) et à drainage excellent à bon. On retrouve ces sols dans des paysages ouverts relativement plats à légèrement inclinés.

Classe B : Cette classe est caractérisée par des sols ayant un potentiel de ruissellement relativement faible. Elle comprend les sols sablo-limoneux et les loess moins profonds (50 à 125 cm), de texture moyennement grossière à moyennement fine (donc moins bien structurés que dans la classe A), à vitesse d'infiltration de base modérée (de 4 à 7,5 mm/h) et bien à moyennement drainés. Ils se situent dans des endroits légèrement plus vallonnés que ceux de la classe A.

Classe C : Les sols de cette classe sont caractérisés par un potentiel de ruissellement assez élevé. La classe comprend les sols sablo-limoneux superficiels (de 15 à 75 cm) ainsi que les limons argileux, à faible teneur en matières organiques et à haute teneur en argile et colloïdes, de texture moyennement fine à fine. Ils contiennent souvent une couche imperméable à faible profondeur. La vitesse d'infiltration de base est relativement faible (de 1 à 4 mm/h) et le drainage est modéré.

Classe D : Cette classe comprend les sols caractérisés par un potentiel de ruissellement très élevé. Ce sont les sols à teneur élevée en argile gonflante, ou superficiels (moins de 75 cm) reposant sur une couche imperméable enfouie à faible profondeur. Elle inclut également certains sols salins. Ces sols sont à très faible capacité d'infiltration (moins de 1 mm/h) et à drainage très médiocre (nappe permanente à faible profondeur). On les localise dans des régions plutôt escarpées [Chow, 1964 cité par Dautrebande 1982].

Pour effectuer la classification, nous étudions les cartes géologiques du BRGM ainsi que les résultats des mesures de perméabilité. Les informations recensées permettent de trancher sur la catégorie du sol A, B, C ou D et nous choisirons donc dans notre cas une classe de sol **imperméable de type D**. La classe du sol est un élément repris pour l'évaluation du Curve Number (CN) qui lui-même nous permet par la suite de déterminer le coefficient de ruissellement.

4.2.2.3. CONDITIONS ANTERIEURES D'HUMIDITE

La « condition antérieure d'humidité du sol » correspond aux conditions d'humidité du sol au moment de l'événement orageux et intervient donc dans la prise en compte de la capacité du sol à pouvoir absorber une part plus ou moins importante de la pluviométrie.

Trois situations sont définies :

- Condition I : Sols secs proches du point de flétrissement (condition d'humidité à partir de laquelle la plante sent les effets du manque d'eau). Cette condition est optimale pour l'infiltration.
- Condition II : Humidité moyenne du sol.
- Condition III : Sols très humides proche de la capacité du champ (capacité de rétention maximale en eau du sol).

Le degré de saturation des sols peut fortement varier selon les événements et les conditions climatiques précédant chaque événement, mais compte tenu du risque associé au phénomène de battance, nous nous placerons systématiquement en « condition II ». Nous positionnant dans un sol de classe D (condition très forte de sol quasiment imperméable), la condition d'humidité moyenne du sol est suffisante, et la plus réaliste d'un point de vue hydraulique en cas d'orage.

4.2.2.4. COUVERTURE VEGETALE

Il est ici tenu compte de la façon dont la plante couvre le sol. Toutes les cultures sont reprises dans des tables de calculs de la méthode SCS. Il est nécessaire de préciser les conditions hydrologiques (I, II, ou III) en relation avec la couverture du sol, la rotation des cultures etc. Pour une condition antérieure d'humidité fixée, on se réfère à des tables qui fournissent en fonction des différents paramètres les valeurs du Curve Number (CN) nécessaires à la détermination du coefficient de ruissellement.

Ci-après sont présentées les tables des CN en condition antérieure d'humidité II :

Cover type	Treatment	Hydrologic condition	Curve numbers for hydrologic soil group			
			A	B	C	D
Fallow	Bare soil	-	77	86	91	94
Row crops	Crop residue cover (CR)	Poor	72	81	88	91
		Good	67	78	85	89
	Straight row (SR)	Poor	70	79	84	88
		Good	65	75	82	86
	Contoured and terraced (C and T)	Poor	66	74	80	82
		Good	62	71	78	81
Small grain	SR	Poor	65	76	84	88
		Good	63	75	83	87
	SR + CR	Poor	64	75	83	86
		Good	60	72	80	84
	C	Poor	63	74	82	85
		Good	61	73	81	84
	C + CR	Poor	62	73	81	85
		Good	60	72	80	83
	C+T	Poor	61	72	79	82
		Good	59	70	78	81
	C+T+CR	Poor	60	71	78	81
		Good	58	69	77	80
Close seeded or broadcast legumes or rotation meadow	SR	Poor	66	77	85	89
		Good	58	72	81	85
	C	Poor	64	75	83	85
		Good	55	69	78	83
	C+T	Poor	63	73	80	83
		Good	51	67	76	80

Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition	A	B	C	D
Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.[A]	Poor	68	79	86	89
	Fair	49	69	79	84
	Good	39	61	74	80
Meadow—continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay.	—	30	58	71	78
Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element.[B]	Poor	48	67	77	83
	Fair	35	56	70	77
	Good	30[C]	48	65	73
Woods—grass combination (orchard or tree farm).[D]	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods.[E]	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	30	55	70	77
Farmsteads—buildings, lanes, driveways, and surrounding lots.	—	59	74	82	86

Fig. 36. Valeurs de CN (condition hydrologique II) pour différents complexes hydrologiques cultivé ou non

C'est lors de cette phase que nous intégrons le diagnostic agronomique. Le but est de recenser les cultures contenues dans les bassins versants à risques. Nous nous appuyons pour cela sur :

- Les observations terrains ;
- Les photographies aériennes et autres données récupérées (registre parcellaire, etc.).

L'assolement nous permet pour un bassin versant composé de différents types d'occupation du sol d'établir un CN composite par moyenne pondérée. Les extraits de cartes présentées lors de la synthèse des investigations de terrain permettent de différencier les cultures de printemps des cultures d'hiver, sur base des différentes analyses citées ci-dessus. C'est à l'aide de cette donnée que seront établies les caractéristiques de chaque sous bassin versant.

4.2.2.5. BILAN SUR LES COEFFICIENTS CN DE CHAQUE SOUS BV

Le calcul selon la méthode SCS a donc été mené de telle façon à en déduire un coefficient de ruissellement propre à chacun des bassins versants élémentaires identifier dans l'étude. Le calcul a été réalisé pour les bassins versants de Sommelans, Bonnesvalyn et Monthiers. Les extraits de cartographies suivantes reprennent le découpage des bassins versants avec les caractéristiques permettant par la suite la modélisation à l'aide du logiciel de calcul hydrologique PLUTON :

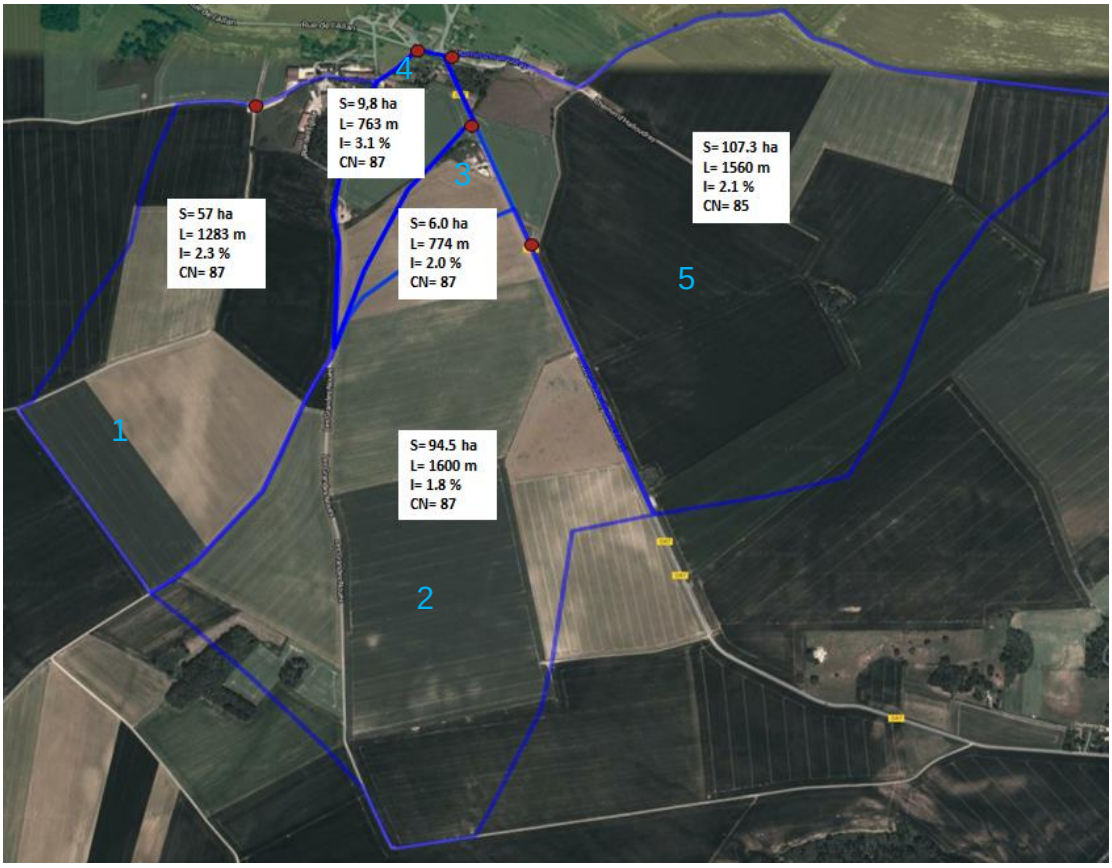


Fig. 37. Synthèse des caractéristiques des bassins versants utilisées pour la modélisation hydrologique d'avant-projet – Bassin versant Sommelans

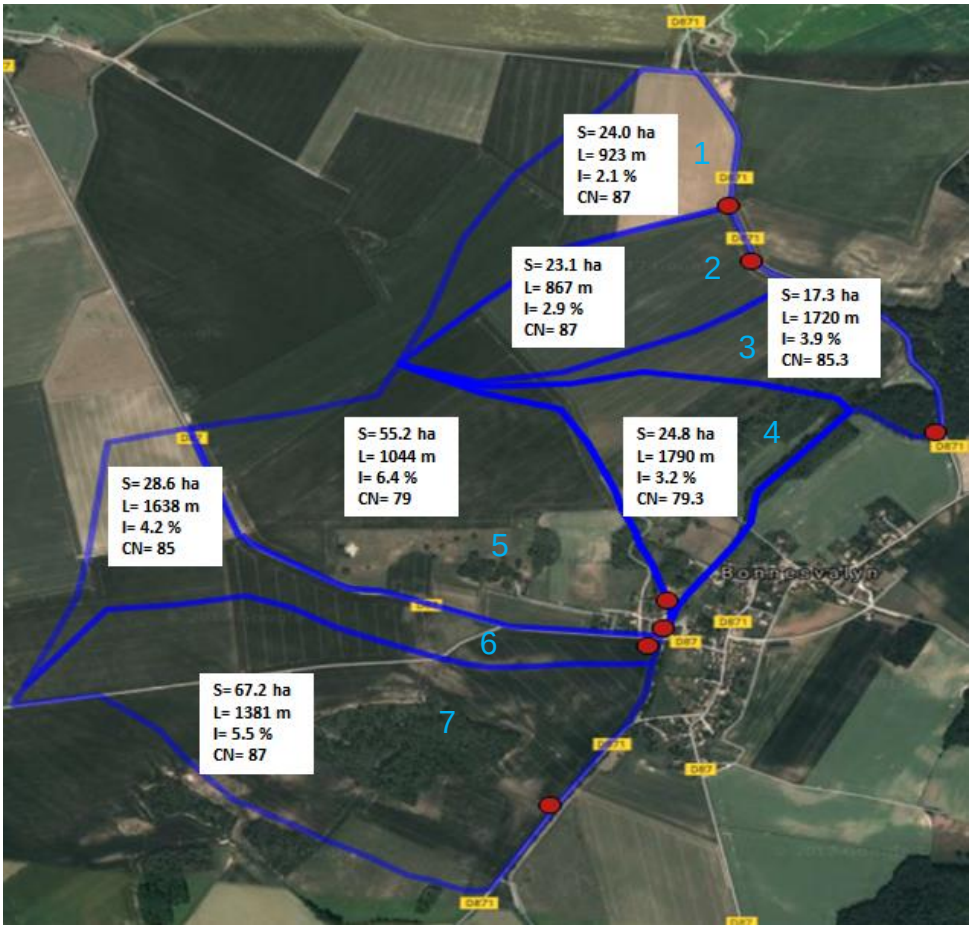


Fig. 38. Synthèse des caractéristiques des bassins versants utilisées pour la modélisation hydrologique d'avant-projet – Bassin versant Bonnesvalyn

Fig. 39. Synthèse des caractéristiques des bassins versants utilisées pour la modélisation hydrologique d'avant-projet – Bassin versant Monthiers

4.3. LES PLUIES DE PROJET POUR LE DIAGNOSTIC

La pluie de projet se réfère à des événements orageux, intenses et de courte durée, se produisant au printemps et/ou en été. Ce sont ces évènements qui sont en général à l'origine des inondations par coulées d'eau boueuse. La présente étude s'efforce d'évaluer les résultats pour des périodes de retour 10 ans, 50 ans et 100 ans. Pour obtenir la pluie de projet, les coefficients de Montana de la station Météo France de Roissy (données de 1982-2014) ont été appliqués. Il s'agit à la fois de la station météorologique la plus proche, situé à 50 kilomètres de la zone d'étude mais aussi de la seule disposant de données suffisamment précises pour décrire les phénomènes orageux autour du secteur d'étude. Le relief étant relativement homogène dans la région, les paramètres de Montana de la station de Roissy décrivent de manière correcte les événements orageux autour du secteur étudié.

Tabl. 7 - Pluies de projet modélisées dans le cadre de cette étude

Période de retour	10 ans	50 ans	100 ans
Durée totale de la pluie (h)	2	2	2
Durée de pluie intense (min)	45	45	45
Pluie brute totale générée (mm)	37.03	51.63	58.35

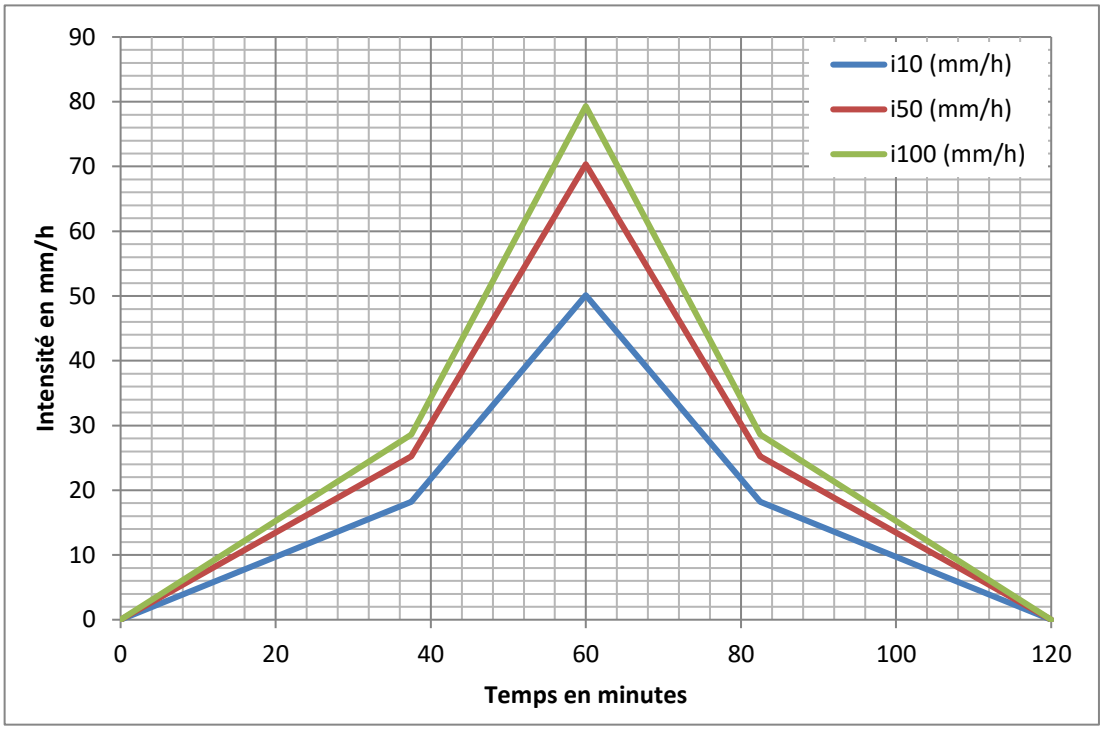


Fig. 40. Pluies de projets modélisées dans le cadre de cette étude

La durée de pluie intense est ici calée sur le temps de concentration du bassin versant global, afin d'obtenir le débit de pointe le plus contraignant à l'exutoire du bassin versant. Le temps de concentration serait de l'ordre de 30 minutes d'où une durée de pluie intense de l'ordre de 45 minutes sur une durée totale de pluie de 2h. Sur certains versants plus petits et à forte pente, le temps de concentration est plus court, de l'ordre de 20 minutes et la durée de pluie intense a alors été réduit à 30 minutes.

4.4. RESULTATS DE LA MODELISATION HYDROLOGIQUE – ETAT INITIAL

Le calcul effectué à l'aide du modèle pluie/débit PLUTON permet d'estimer pour chaque évènement théorique de période de retour donnée, un débit à l'exutoire du bassin versant. Ainsi les calculs ont été menés pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans pour avoir un aperçu de différents débits caractéristiques du ruisseau à l'exutoire du modèle.

La modélisation hydrologique a été réalisée indépendamment sur chacun des versants étudiés et permet de représenter les réponses hydrologiques bien spécifiques des différents bassins versants.

4.4.1. Bassin versant Sommelans

Le bassin versant de Sommelans est délimité par 5 bassins élémentaires, les calculs hydrologiques ont été menés en situation actuelle et après installation des éoliennes. L'exploitation agricole est très présente sur ce versant.

Tabl. 8 - Résultats de la modélisation hydrologique en situation actuelle sur le BV Sommelans

BV	1	2	3	4	5
Débit à l'exutoire pour Q10	1.445 m³/s	2.054 m³/s	0.234 m³/s	0.384 m³/s	1.965 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q50	2.764 m³/s	3.856 m³/s	0.462 m³/s	0.756 m³/s	3.853 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q100	3.429 m³/s	4.764 m³/s	0.576 m³/s	0.943 m³/s	4.826 m³/s

4.4.2. Bassin versant Bonnesvalyn

Le bassin versant de Bonnesvalyn est découpé en 7 sous-bassins élémentaires dont 3 sont concernés par les travaux d'aménagements d'éoliens. Comme le secteur de Sommelans, le bassin versant de Bonnesvalyn est très agricole, on note néanmoins la présence de parcelles de forêt (Bois de Bonnes) sur les BV3 et BV4 qui possède une capacité plus importante de rétention que les cultures.

***Tabl. 9* - Résultats de la modélisation hydrologique en situation actuelle sur le BV Bonnesvalyn**

BV	1	2	3	4	5	6	7
Débit à l'exutoire pour Q10	0.717 m³/s	0.751 m³/s	0.530 m³/s	0.343 m³/s	0.733 m³/s	0.780 m³/s	2.019 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q50	1.394 m³/s	1.467 m³/s	1.094 m³/s	0.842 m³/s	1.814 m³/s	1.616 m³/s	3.925 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q100	1.735 m³/s	1.827 m³/s	1.384 m³/s	1.122 m³/s	2.421 m³/s	2.048 m³/s	4.885 m³/s

4.4.3. Bassin versant Monthiers

Le bassin versant de Monthiers est découpé en 2 sous-bassins élémentaires qui sont tous les deux concernés par les aménagements du projet éolien. A noter que notre analyse préalable nous a conduits à considérer que ces deux sous-bassins versants étaient des zones à très faible risque pour la commune de Monthiers.

Tabl. 10 - Résultats de la modélisation en situation actuelle sur le BV Monthiers

BV	1	2
Débit à l'exutoire pour Q10	3.79 m^3/s	3.45 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q50	7.24 m^3/s	6.49 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q100	9.0 m^3/s	8.022 m^3/s

4.5. ETUDE DES INCIDENCES

Le projet d'aménagements prévoit la création de surfaces imperméabilisées totalement ou partiellement liées aux fondations des éoliennes, aux plateformes de levage, aux postes de livraison et la création de chemins d'accès et de virages.

Les pistes seront traitées en grave, ce qui laisse supposer une certaine infiltration dans le sol. A priori, le projet n'accentuerait pas le phénomène de coulée de boue puisque les matériaux utilisés possèdent une perméabilité plus élevée que le sol argileux sur lequel repose la construction.

Dans la présente étude, ARTELIA a considéré **l'hypothèse la plus pénalisante** à la fois pour les fondations des éoliennes ainsi que pour les pistes (routes bitumées), le Curve Number appliqué est de CN=100 correspondant à une surface totalement imperméable.

Le tableau suivant récapitule les données du projet pour chaque bassin versant :

Tabl. 11 - Tableau synthétique des surfaces imperméabilisées par bassin versant

Bassins versants		Sommelans					Bonnesvalyn							Monthiers	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2
Pistes et virages	Linéaire (m)	340	1150	130	275	150	1200	0	0	0	335	300	0	150	680
	Surface (m2)	1700	5750	650	1375	750	6000	0	0	0	1675	1500	0	750	3400
Eolienne + Plateformes	Nombre	2	2	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	3	1
	Surface (m2)	3993	3533	0	0	3424	0	1700	0	0	1924	0	0	5186	1736
Total	Surface (m2)	4800	8850	650	1375	3850	6000	1550	0	0	3225	1500	0	2300	8050

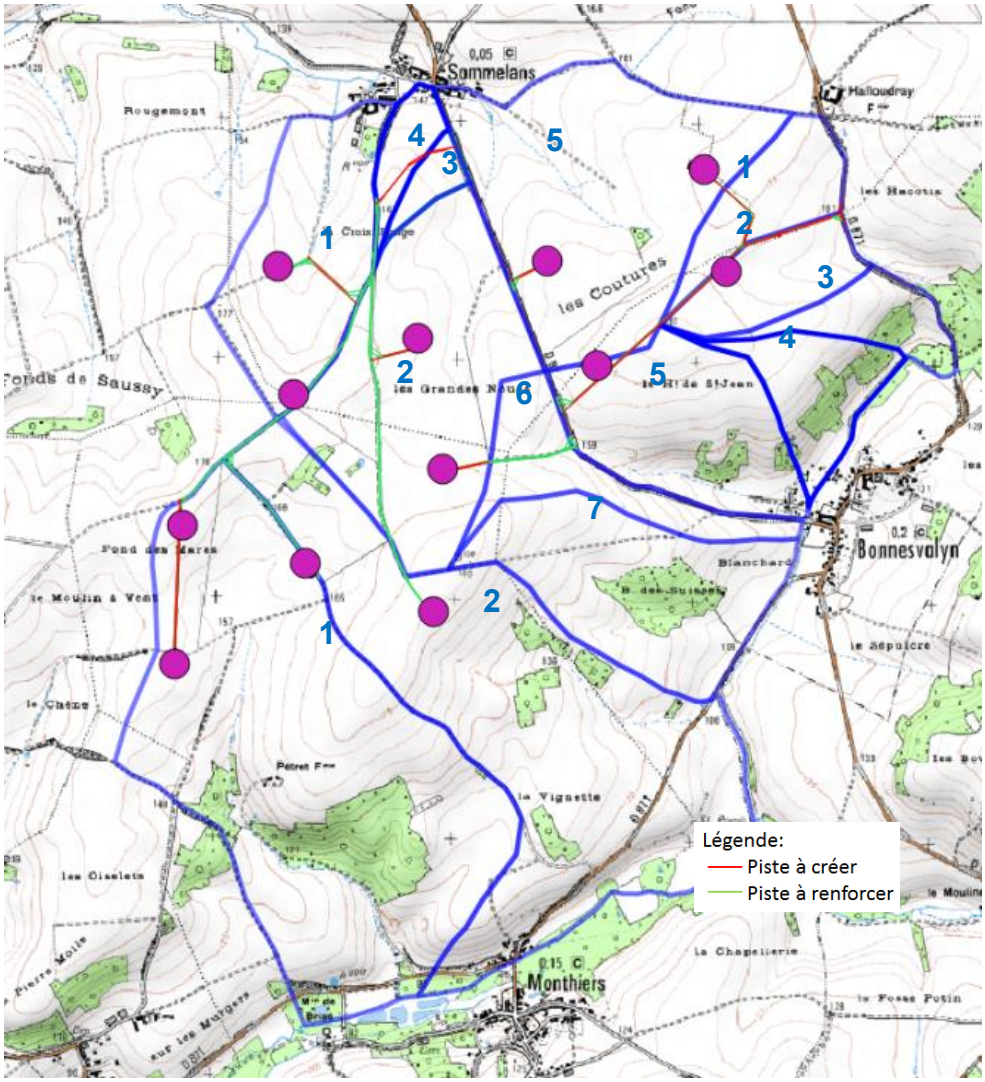


Fig. 41. Localisation des surfaces imperméabilisées par sous-bassins

La carte ci-dessus montre que la majorité des chemins à renforcer sont des limites de bassins versants. Ils n'ont donc pas été pris en compte dans le calcul des surfaces imperméabilisés responsables de l'accentuation des coulées de boues. Ainsi, seuls les aménagements se situant à « l'intérieur » des bassins versants ont été considérés.

A noter que l'étude d'impact sur l'environnement mentionne une imperméabilisation de 0,39 ha pour le projet des Grandes Noues. Dans le cadre de la présente étude, nous avons considéré l'ensemble des surfaces nouvellement créées comme imperméables.

Pour déterminer le Curve Number sur chaque sous bassin versant en situation projetée, un calcul proportionnel a été réalisé entre la surface du bassin versant et celles des parcelles imperméabilisées.

Le tableau suivant récapitule les Curve Number sur chaque sous bassin versant :

Tabl. 12 - Comparaison des Curve Number Situation Initial et Projet

Bassins versants	Sommelans					Bonnesvalyn							Monthiers	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2
CN Situation initial	87	87	87	87	85	87	87	85,3	79,3	79	85	87	85,8	86,5
CN Situation projet	87,11	87,12	87,14	87,18	85,05	87,33	87,09	85,3	79,3	79,12	85,08	87	85,9	86,52

4.6. COMPARAISON DES RESULTATS DE LA MODELISATION NUMERIQUE

Cette partie est consacrée à la quantification des incidences entre la situation actuelle et projetée et les différentes comparaisons ont été menées pour les débits Q10, Q50 et Q100.

4.6.1. Bassin Versant Sommelans

Le bassin versant de Sommelans est délimité par 5 bassins élémentaires, les résultats des simulations entre l'état actuel et projeté sont donnés ci-dessous :

Tabl. 13 - Résultats de la modélisation hydrologique en situation actuelle sur le BV Sommelans

BV	1	2	3	4	5
Débit à l'exutoire pour Q10	1.445 m^3/s	2.054 m^3/s	0.234 m^3/s	0.384 m^3/s	1.965 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q50	2.764 m^3/s	3.856 m^3/s	0.462 m^3/s	0.756 m^3/s	3.853 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q100	3.429 m^3/s	4.764 m^3/s	0.576 m^3/s	0.943 m^3/s	4.826 m^3/s

Tabl. 14 - Résultats de la modélisation hydrologique avec le projet des Grandes Noues sur le BV Sommelans

BV	1	2	3	4	5
Débit à l'exutoire pour Q10	1.453 m^3/s	2.063 m^3/s	0.239 m^3/s	0.391 m^3/s	1.972 m^3/s

Débit à l'exutoire pour Q50	2.786 m³/s	3.888 m³/s	0.467 m³/s	0.766 m³/s	3.867 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q100	3.454 m³/s	4.799 m³/s	0.581 m³/s	0.954 m³/s	4.841 m³/s

Les résultats obtenus pour les deux situations sont très similaires, le cas le plus défavorable engendrant une augmentation au maximum de 0,035 m³/s pour des pluies de périodes de retour de 100 ans, en particulier pour le BV2 qui est le secteur à enjeux subissant l'impact le plus notable en terme d'aménagements.

La comparaison de ces deux situations traduit une influence négligeable des aménagements sur les phénomènes de ruissellement boueux. Les sols aux alentours de la commune de Sommelans, ou plus généralement autour du site d'étude, étant très argileux et donc peu perméables, associés à la construction d'aménagements représentant sur chaque sous bassin versant une faible superficie (moins de 1% de la surface délimitée impactée), l'intensification du ruissellement est donc imperceptible.

4.6.2. Bassin Versant Bonnesvalyn

Le bassin versant de Bonnesvalyn est découpé en 7 sous-bassins élémentaires et les résultats des incidences sont détaillés ci-dessous :

***Tabl. 15 -* Résultats de la modélisation hydrologique en situation actuelle sur le BV Bonnesvalyn**

BV	1	2	3	4	5	6	7
Débit à l'exutoire pour Q10	0.717 m³/s	0.751 m³/s	0.530 m³/s	0.343 m³/s	0.733 m³/s	0.780 m³/s	2.019 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q50	1.394 m³/s	1.467 m³/s	1.094 m³/s	0.842 m³/s	1.814 m³/s	1.616 m³/s	3.925 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q100	1.735 m³/s	1.827 m³/s	1.384 m³/s	1.122 m³/s	2.421 m³/s	2.048 m³/s	4.885 m³/s

Tabl. 16 - Résultats de la modélisation hydrologique avec le projet des Grandes Noues sur le BV Bonnesvalyn

BV	1	2	3	4	5	6	7
Débit à l'exutoire pour Q10	0.741 m³/s	0.753 m³/s	0.530 m³/s	0.343 m³/s	0.739 m³/s	0.780 m³/s	2.019 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q50	1.427 m³/s	1.470 m³/s	1.094 m³/s	0.842 m³/s	1.825 m³/s	1.627 m³/s	3.925 m³/s
Débit à l'exutoire pour Q100	1.773 m³/s	1.838 m³/s	1.384 m³/s	1.122 m³/s	2.444 m³/s	2.060 m³/s	4.885 m³/s

Les mêmes remarques peuvent être faites concernant le bassin versant de Bonnesvalyn. Le BV1 est le bassin versant pour lequel le risque est le plus important avec un débit centennal de 1.772 m^3/s soit une augmentation de 2% par rapport à la situation initial, expliqué par les plus importants travaux d'aménagements.

Au vue de l'éloignement du fossé des Hacotis avec les zones à enjeux, l'augmentation de débit n'est pas réellement impactant sur le bassin versant global. On peut considérer que l'effet hydraulique sur le ruisseau de Bonnesvalyn dans la traversée du centre du village est totalement insignifiant.

Le BV5, secteur référencé à enjeux sur la commune de Bonnesvalyn subirait une augmentation du débit centennal de 0.023 m^3/s soit une accentuation du risque de 0.9%.

4.6.3. Bassin Versant Monthiers

Deux sous-bassins élémentaires composent le bassin versant de Monthiers, la comparaison des deux simulations sont donnés ci-dessous :

Tabl. 17 - Résultats de la modélisation en situation actuelle sur le BV Monthiers

BV	1	2
Débit à l'exutoire pour Q10	3.79 m^3/s	3.45 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q50	7.24 m^3/s	6.49 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q100	9.0 m^3/s	8.022 m^3/s

Tabl. 18 - Résultats de la modélisation hydrologique avec le projet des Grandes Noues sur le BV Monthiers

BV	1	2
Débit à l'exutoire pour Q10	3.82 m^3/s	3.46 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q50	7.29 m^3/s	6.51 m^3/s
Débit à l'exutoire pour Q100	9.051 m^3/s	8.037 m^3/s

La comparaison des résultats démontre que la commune de Monthiers n'est que très faiblement impactée par l'imperméabilisation des sols avec un rejet supplémentaire au maximum de 50l/s lors d'un événement d'occurrence centennal soit 0,5% de plus par rapport à la situation actuelle pour le BV 1. Les mêmes conclusions peuvent être faites sur le second bassin versant, les effets sont donc très négligeables sur le ruissellement. Et il n'y a guère d'enjeux urbains concernés.

5. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Le présent chapitre a pour objet de proposer des mesures d'accompagnement pour réduire voire améliorer, à l'échelle du projet, les risques de ruissellement.

L'étude d'incidence a montré que le sol sur l'emprise du projet peut être caractérisé comme peu perméable, voire imperméable. En cas d'orage, l'eau a donc tendance à ruisseler et à se charger en particules en suspension sur les parcelles agricoles affectées.

Il en ressort que le projet qui prévoit des pistes et plates-formes en matériau stabilisé (ou, dans le cas le plus défavorable, en matériau imperméable), aura une incidence très faible sur les phénomènes de ruissellement.

Néanmoins pour favoriser au mieux l'intégration des aménagements et tenir compte du risque de ruissellement préexistant, des mesures d'accompagnement pourront utilement être mises en œuvre ans le cadre d'une démarche volontariste d'amélioration et de gestion intégrée.

Les mesures d'accompagnement proposées consistent principalement en :

- La création de noues (fossés enherbés) pour favoriser l'infiltration des eaux de ruissellement,

Il est proposé la mise en œuvre de mesures d'accompagnement au droit des tronçons de piste,

- **En interférence avec des axes de ruissellement potentiels,**
- **Dotées d'une inclinaison sensible dans le sens de la pente.**

En revanche, les tronçons peu inclinés situés en crête de versants pourront être aménagés sans dispositif complémentaire.

5.1. DESCRIPTION DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ENVISAGEABLES

5.1.1. Fossés enherbés ou noues

La première mesure d'accompagnement préconisée est la création de fossés le long des chemins d'accès aux éoliennes qui interfèrent avec des axes de ruissellement, afin d'interrompre les flux boueux et de favoriser l'infiltration.

Les fossés seront aménagés le long des pistes crées ou renforcées dans le cadre du projet. Ils seront placés du côté amont de la piste en interférence avec les ruissèlements, afin de les intercepter et de favoriser leur infiltration dans le sol.

Le schéma suivant présente une coupe type de fossés d'infiltration :

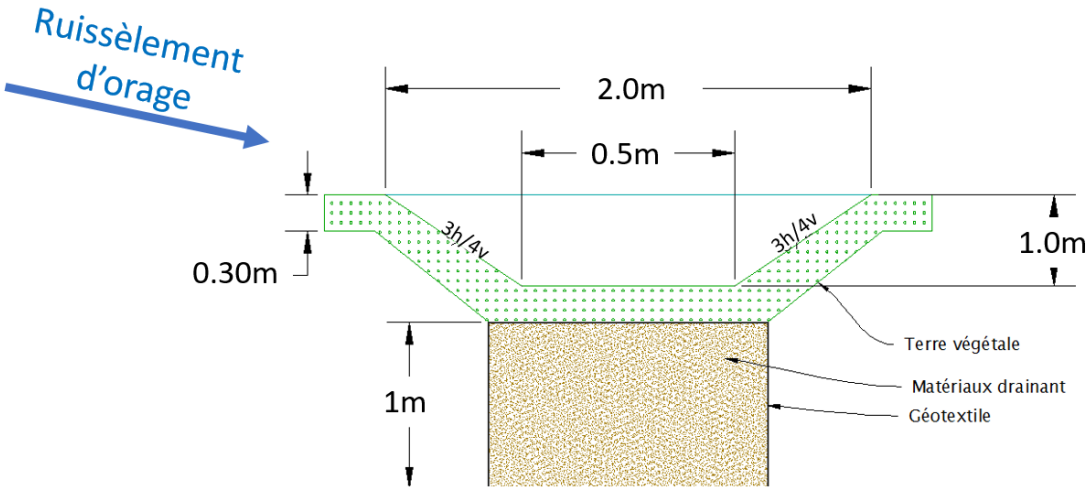


Fig. 42. Coupe type de Fossé d'infiltration

La profondeur type du fossé sera de l'ordre de 1m, et son emprise au sol de 2m par mètre linéaire. Celui-ci reposera sur un lit de matériau drainant d'épaisseur 1m.

Les fossés seront végétalisés à l'aide d'un mélange grainier adapté à la structuration des berges.

5.1.2. Mise en place de haies

Les haies ont plusieurs intérêts dans la diminution du risque de ruissellement de versant. Placées de façon perpendiculaire à la pente, elles ralentissent les écoulements encourageant ainsi l'infiltration et le dépôt des sédiments. De plus et grâce à leur système racinaire, elles rendent le cheminement de l'eau dans le sol plus facile.

D'autres avantages de la haie peuvent être soulignés :

- Brise vent ;
- Refuge biologique ;
- Aspect esthétique ;
- Stabilité d'un talus.

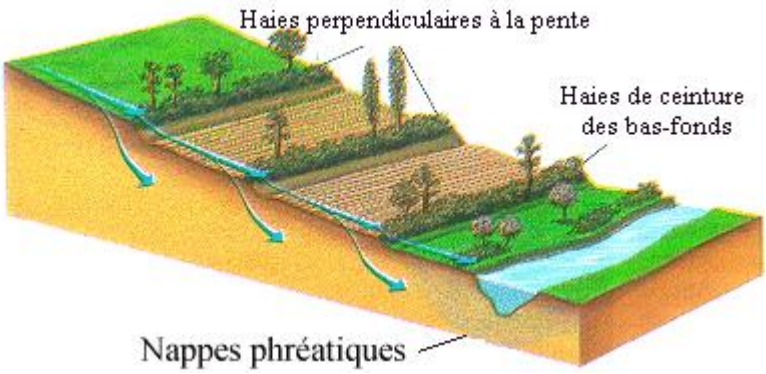


Fig. 43. Représentation du fonctionnement d'une haie, source : site ENSEEIHT

Les principes d'implantation de haies, sont :

- Perpendiculairement à la pente ;
- En bordure de piste d'accès ou de chemin existant ;

Des taxons indigènes ou assimilés en région Hauts de France (plantations labellisées "Végétal local" ou "vraies messicoles") seront utilisés pour la plantation des haies.

5.1.3. Réseaux des drains agricoles

Des réseaux drainants ont été posés sur certaines parcelles agricoles concernées par l'emprise du projet.

Lors de la création et du renforcement des pistes ou des aménagements proposés dans la présente note, une attention particulière devra être portée aux réseaux de drains existants. Un linéaire de piste de 5200m au total est concerné.

Sur la figure suivante sont détaillés les linéaires de pistes coupés par les réseaux de drainage. Ces linéaires sont indiqués en rouge, et les réseaux de drainage en jaune.

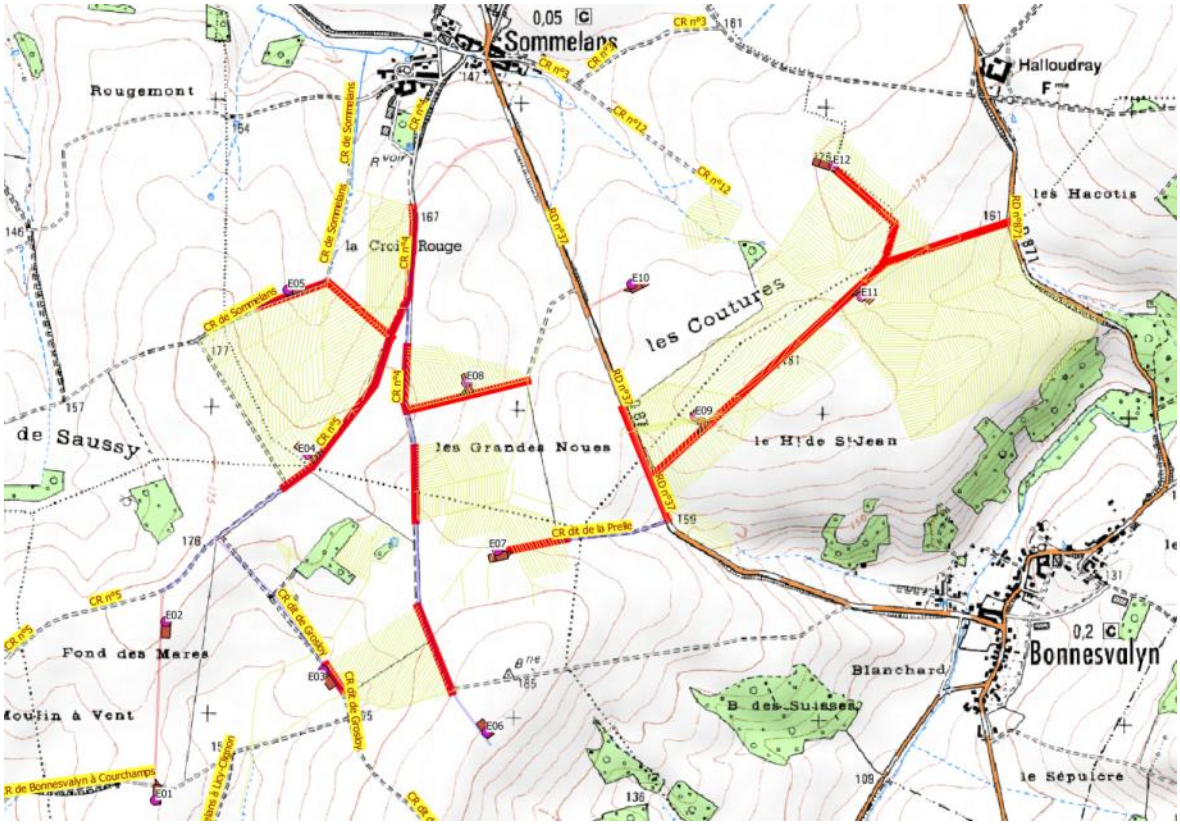


Fig. 44. Pistes impactées par les réseaux de drainages (en rouge)

En cas de détérioration des drains ou collecteurs, les pièces détériorées devront systématiquement être réparées ou remplacées.

- Si la détérioration concerne un collecteur, celui-ci sera remplacé et correctement manchonné pour le raccorder au réseau ;

- Si la détérioration concerne un drain, celui-ci sera réparé ou remplacé, puis manchonné pour le raccorder au réseau ;

- Si la structuration de la piste interfère avec la tête amont d'un drain, une coupure nette de chaque conduit est à prévoir, avec un bouchonnage soigné pour éviter l'introduction de matériau terreux dans le réseau.

5.2. AMENAGEMENTS PROPOSES

11 portions de pistes seront créées ou renforcées dans le cadre du projet. Cela représente donc 11 emplacements pour des aménagements potentiels.

Afin de clarifier le détail des préconisations d'aménagements, chaque emplacement a été numéroté comme précisé sur la carte suivante :

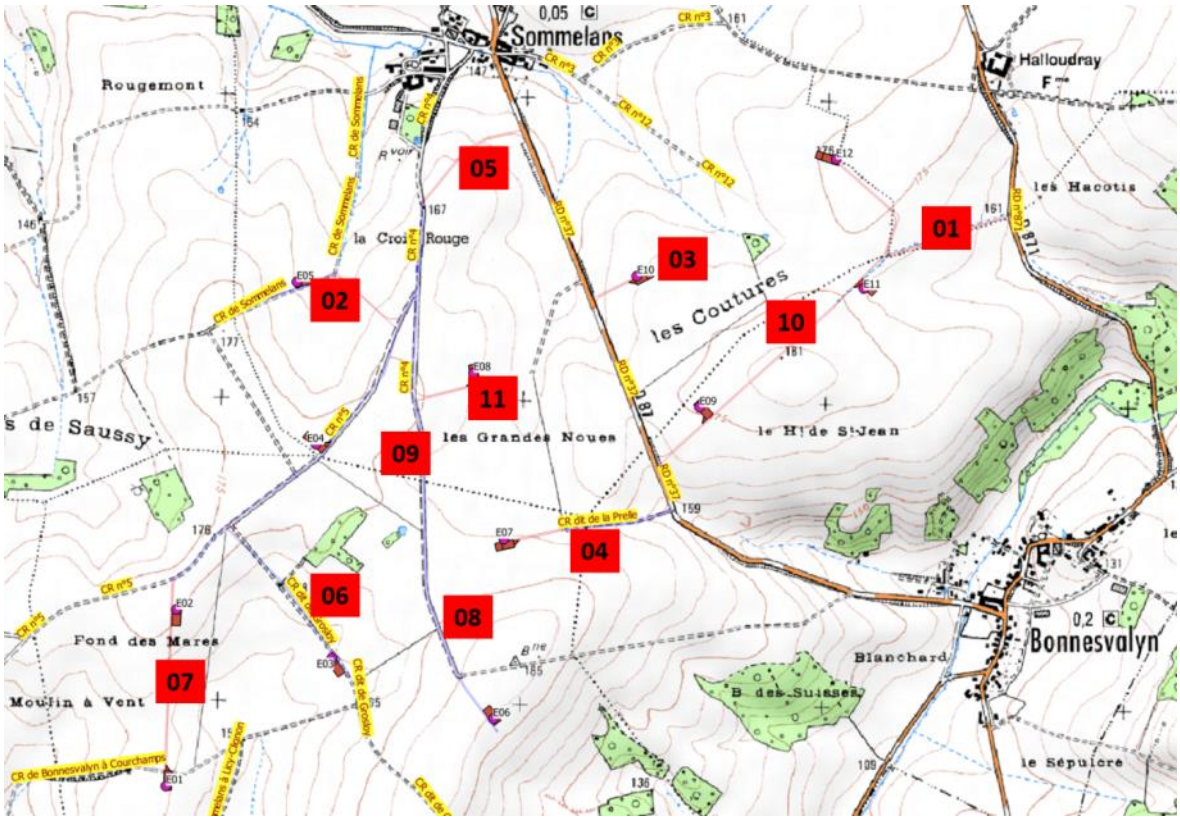


Fig. 45. Emplacement des aménagements proposés

La typologie graphique utilisée pour la suite du document est la suivante :

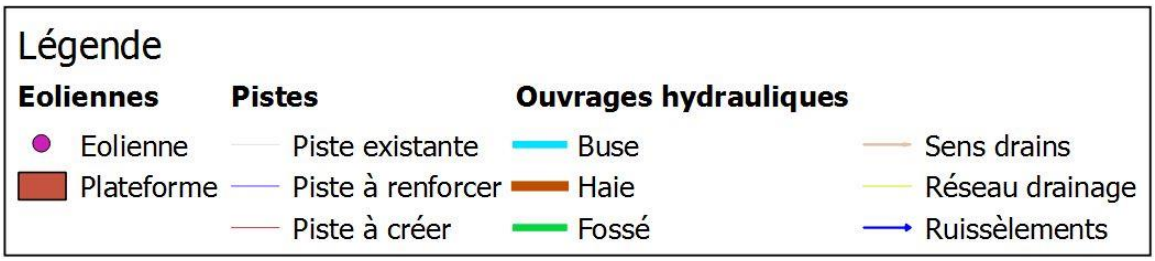


Fig. 46. Légende

Le plan global page suivante synthétise les actions envisagées pour limiter les impacts, voire améliorer la situation actuelle vis-à-vis de la gestion des ruissellements de versant.

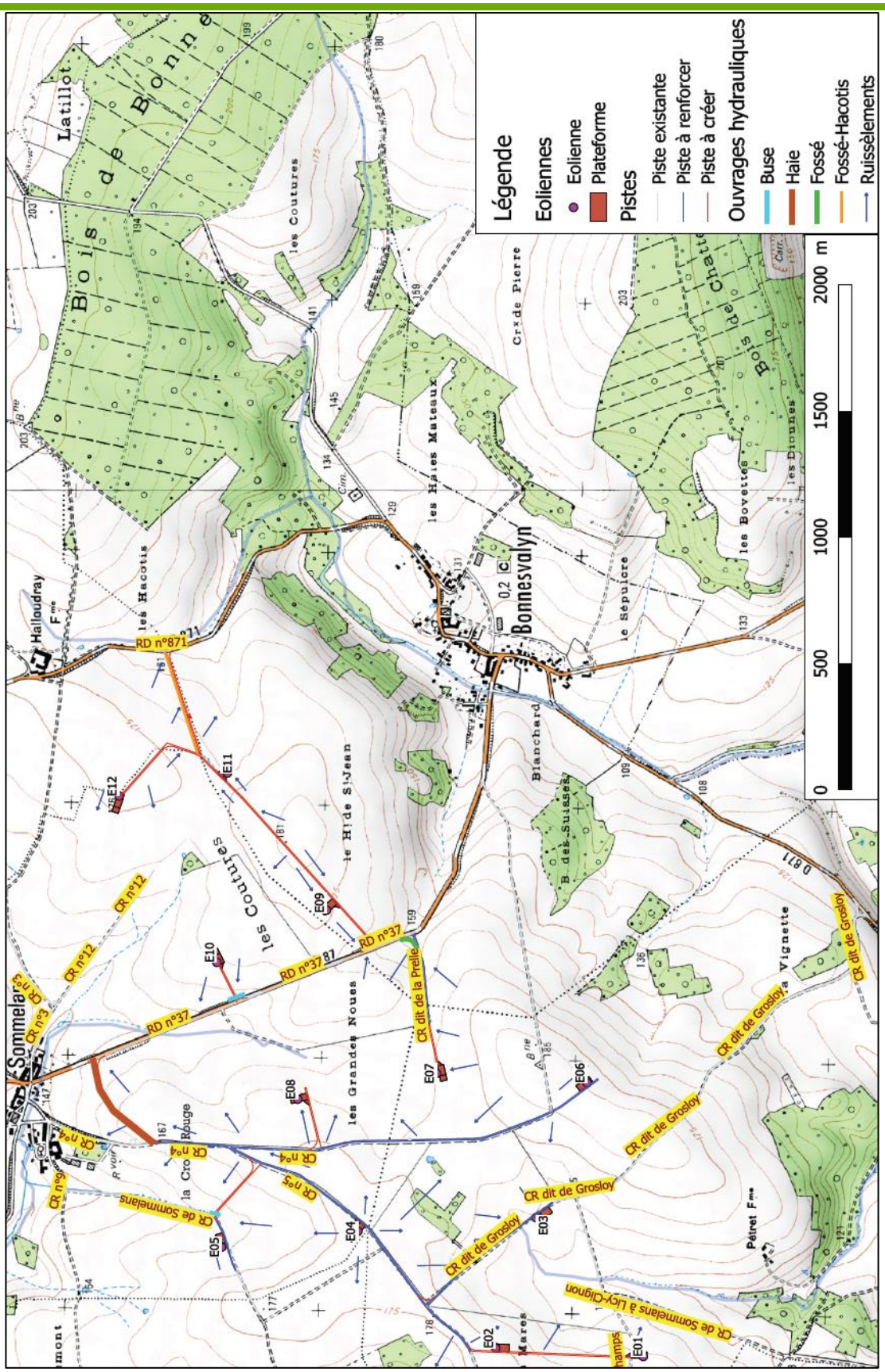


Fig. 47. Carte globale des mesures d'accompagnement proposées pour la gestion des ruissellements de versants

5.2.1. Emplacement n°1

Une piste sera créée le long du fossé des Hacotis, et connectera les éoliennes E11 et E12 avec la route D871.

Sur son linéaire de 150m, le fossé intercepte :

- Les ruissèlements d'orage d'un bassin versant de 17ha ;
- Les eaux issues d'un réseau drainant de 6.8ha.

Nous préconisons tout d'abord de créer la piste sur la bordure aval du fossé par rapport au sens d'écoulement, soit en « rive droite » de ce dernier. Ainsi on préserve la fonctionnalité du fossé qui intercepte actuellement les écoulements des drains et les dirige vers l'exutoire.

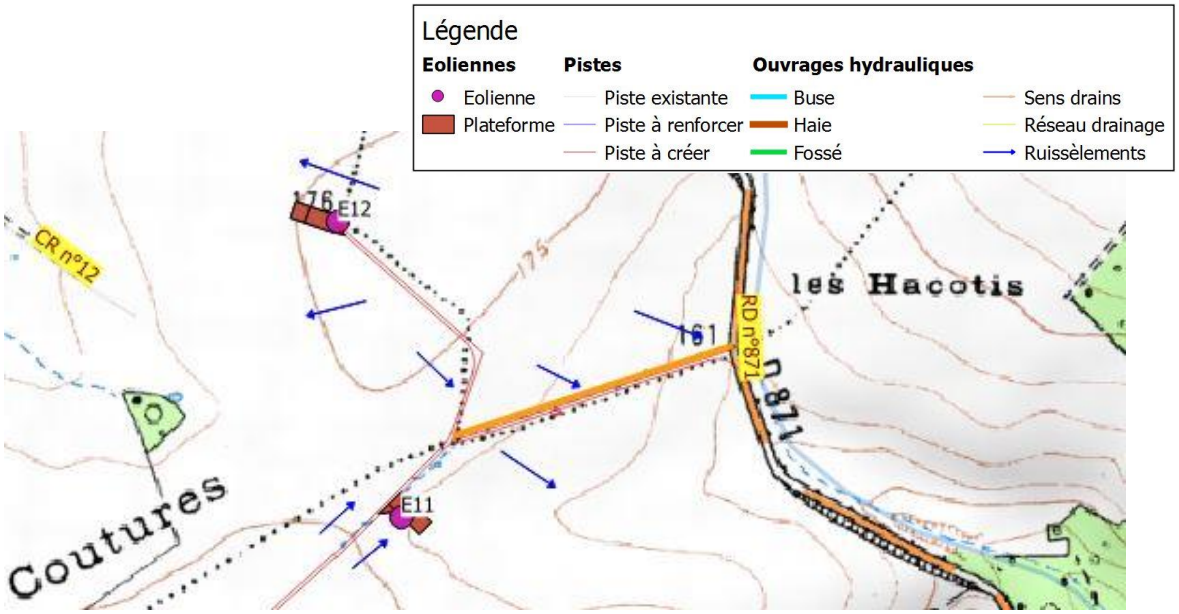


Fig. 48. Fossé des Hacotis – proposition d'aménagement

Le fossé des Hacotis sera restauré. Il est actuellement profond et étroit, ses berges sont raides. Il est préconisé d'adoucir la berge en rive droite pour réduire l'effet d'incision. Les dimensions préconisées sont les suivantes :

- Berge rive gauche : non remaniée. Les drains et collecteurs déversent depuis ce côté du fossé (ne pas y toucher) ;
- Largeur en fond : 0,5 à 1m ;
- Berge rive droite : pente adoucie à 3H : 2V, sur une largeur de 2,25 m en moyenne.

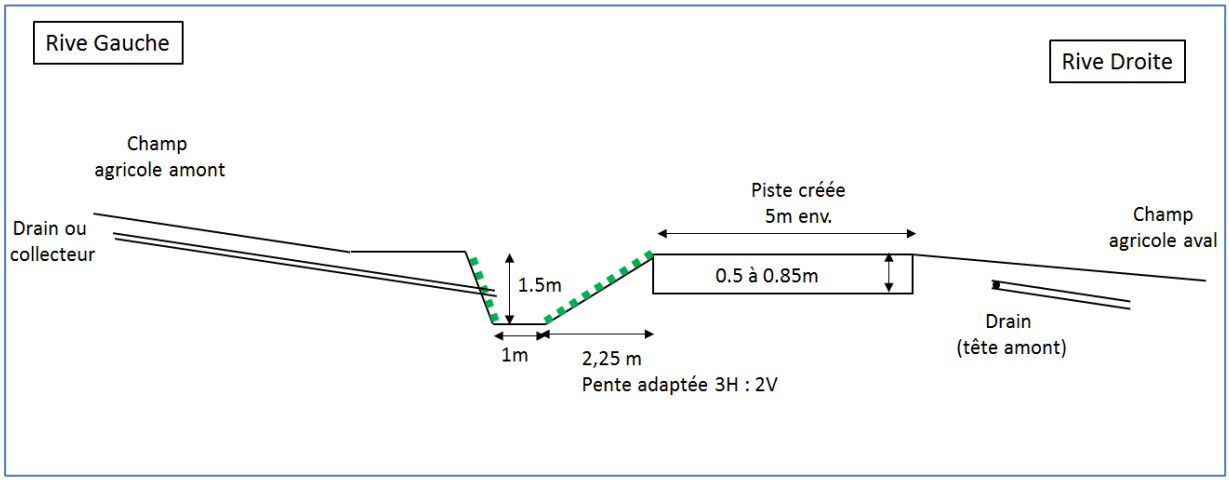


Fig. 49. Schéma de restauration du fossé des Hacotis

Le fossé sera végétalisé par les mêmes espèces de plantes que pour les fossés, dont la composition a été détaillée précédemment.

Durant la phase chantier, une attention particulière sera portée aux réseaux drainants :

- Les drains et collecteurs arrivant en rive gauche du fossé et déversant dans celui-ci ne seront pas touchés ;
- Le collecteur déversant dans le fossé rive droite, s'il est détruit pendant la création de la route, sera remplacé et manchonné pour être raccordé. Il déversera toujours rive droite dans le fossé ;
- Les têtes de drains en rive droite, si elles sont endommagées par la création de la piste, seront coupées net et bouchonnées pour éviter l'introduction de matériau terreux dans le réseau.

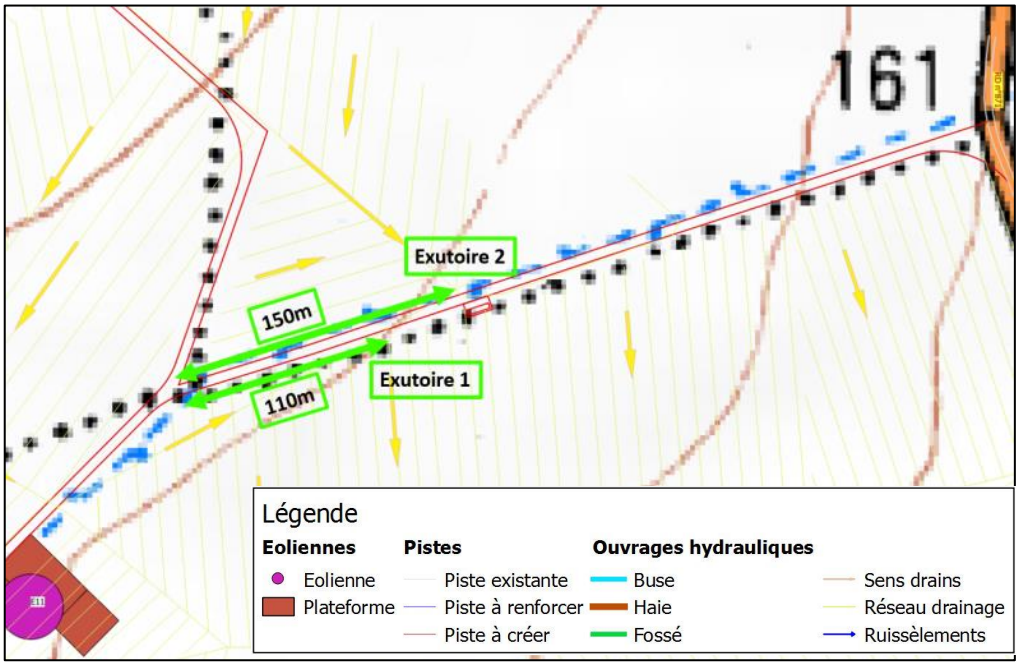


Fig. 50. réseaux drainants et exutoires dans le fossé des Hacotis

5.2.2. Emplacement n°2

Une piste sera créée pour faire la jonction entre celle menant à l'éolienne E04 et celle menant à l'éolienne E05. Une portion de piste menant à l'éolienne E05 sera renforcée.

L'ensemble de ces deux portions de pistes (500m de longueur) forme un obstacle en travers des écoulements ruisselant d'un bassin versant de 21ha.

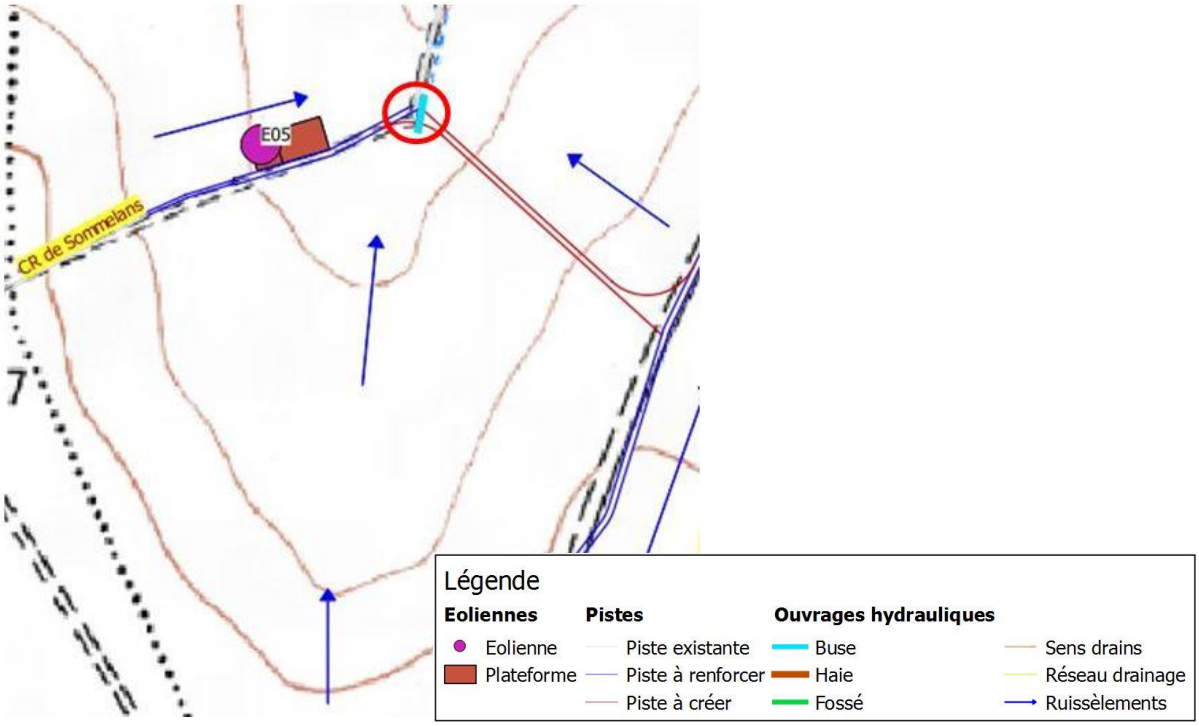


Fig. 51. Emplacement n° 2 - Proposition d'aménagement

Au niveau de la jonction des chemins (chemin existant et piste à créer) se trouve un point bas. L'aménagement à cet endroit-là jouera donc un rôle important sur la gestion des écoulements qui confluront en ce point précis.

Pour assurer la continuité hydraulique du bassin versant, il est prévu d'installer une buse sous la piste ; la tête de buse aval sera connectée au fossé en aval le long du chemin.

La piste à créer se situe a priori en tête de réseau de drainage. Durant la phase chantier, une attention particulière sera portée aux réseaux drainants :

- Si les têtes de drain devaient être endommagées par la création de la piste, elles seront coupées net et bouchonnées pour éviter l'introduction de matériau terreux dans le réseau.

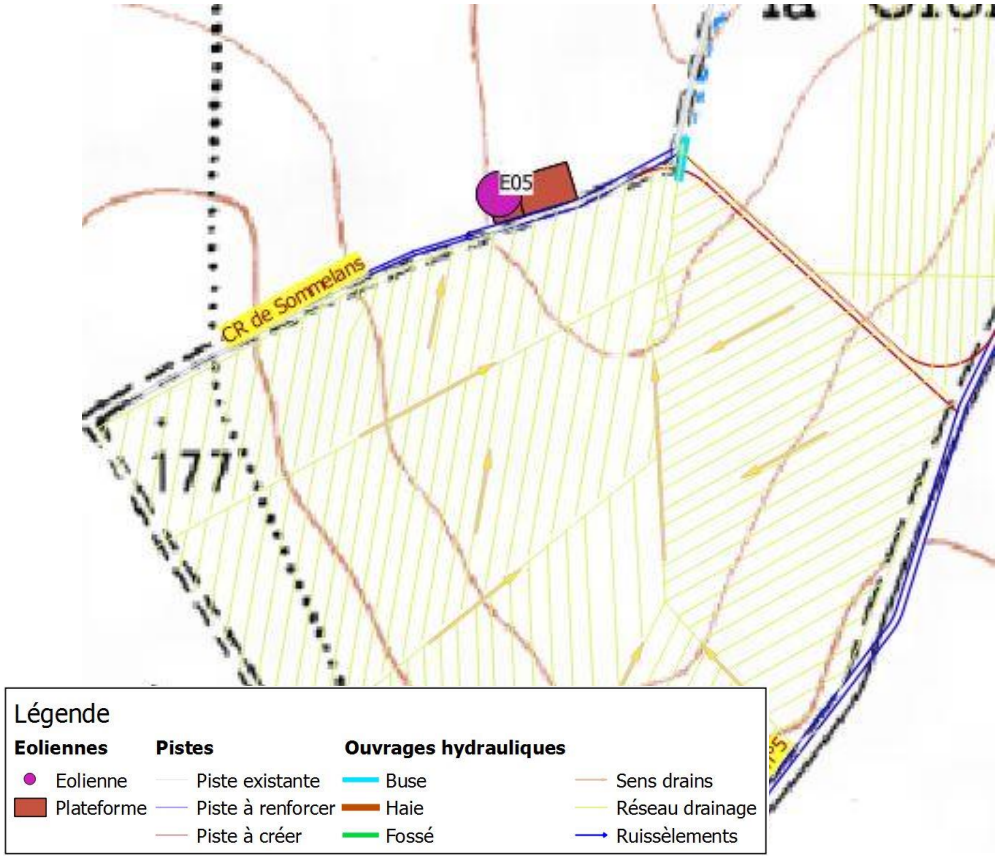


Fig. 52. Emplacement n° 2 - Réseau de drainage

5.2.3. Emplacement n°3

Une piste de 160m sera créée pour accéder à l'éolienne E10. Cette piste interceptera les écoulements d'un bassin versant de 3.5ha.

Un fossé longe actuellement la route D87, et la future piste coupera ce fossé au niveau de la jonction. La future piste fera donc un obstacle aux eaux recueillies en amont par ce fossé, en plus des écoulements du bassin versant en amont.

Fig. 53. Photographie du fossé longeant la D87 (source Google Street view, 2013)

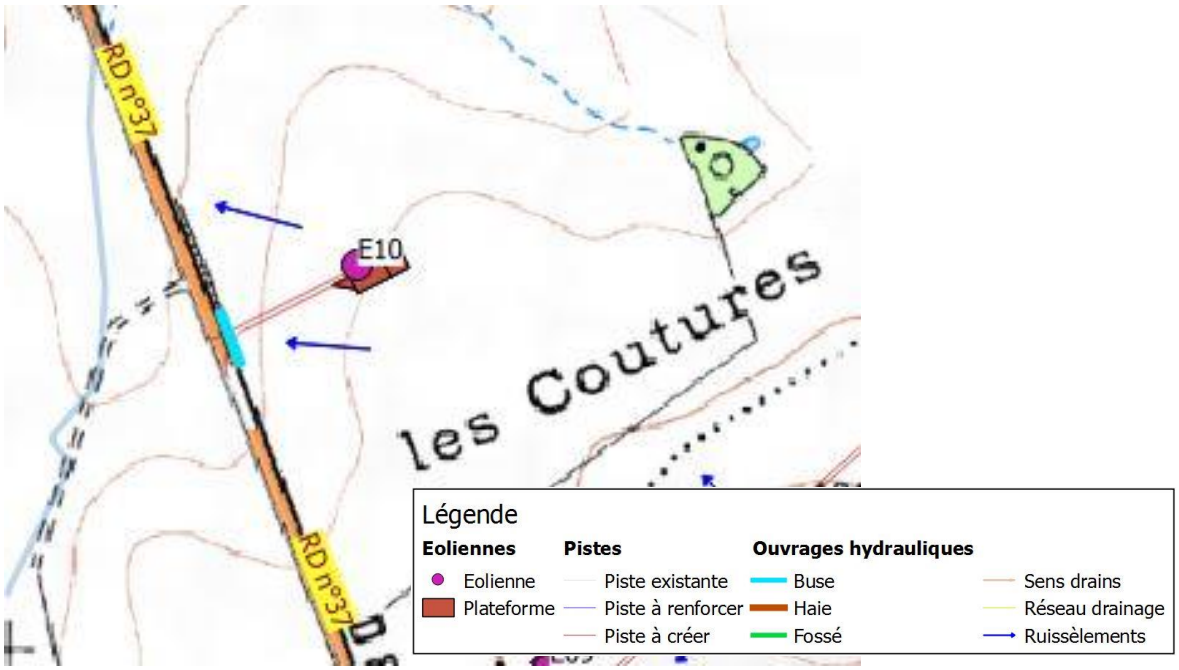


Fig. 54. Emplacement n° 3 - Proposition d'aménagement

L'installation d'une buse sous la piste à créer est donc préconisée afin d'établir la liaison entre l'amont et l'aval du fossé existant le long de la route RD37. Une buse de diamètre 50cm est préconisée, afin d'éviter les débordements du fossé sur la piste en cas d'orage.

Il n'y a, à notre connaissance, pas de réseau de drainage à l'emplacement de cette future piste de plus qui sera créée sur une unique parcelle agricole. Nous doutons cependant que le plan des réseaux de drainage que nous possédons soit exhaustif. Il faudra donc, en phase chantier, toujours veiller à l'éventuelle présence de conduites drainantes.

5.2.4. Emplacement n°4

Pour accéder à l'éolienne E07, une portion de piste sera renforcée sur 350m, et une portion crée sur 160m.

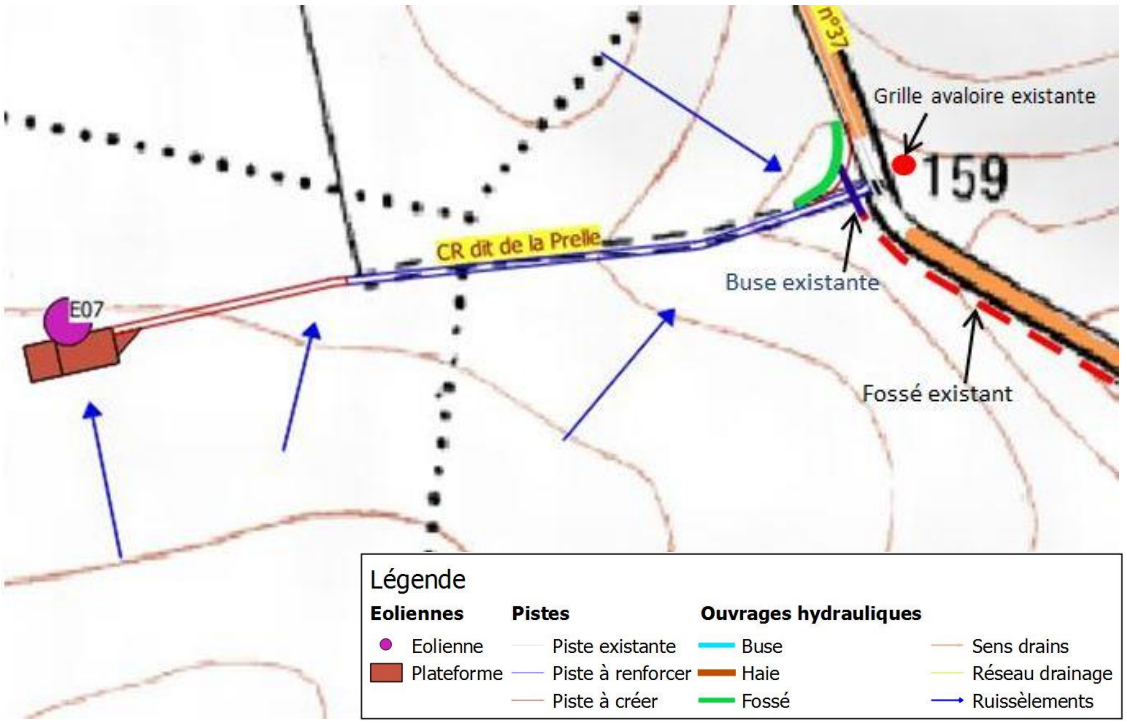


Fig. 55. Emplacement n° 4 - proposition d'aménagement

Le tronçon de chemin qui sera renforcé est situé en zone « rouge clair » du PPRIcb.

Du fait de la proximité de l'éolienne N°7, les possibilités d'aménagement écologique sont très limitées voire à éviter. Néanmoins pour tenir compte du risque de ruissellement précité, Le busage existant sera prolongé sous le virage, et **un fossé sera créé le long du virage pour collecter et tamponner les eaux du bassin versant amont** avant exfiltration vers le fossé routier existant.

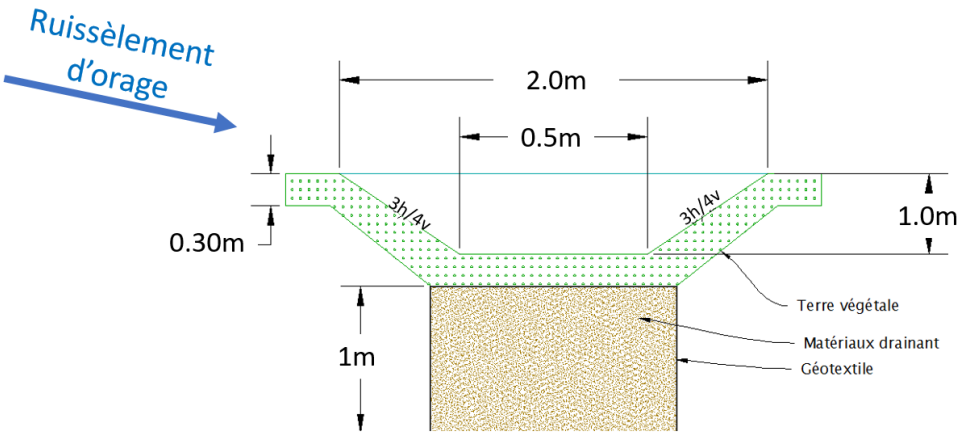


Fig. 56. Coupe du fossé à créer

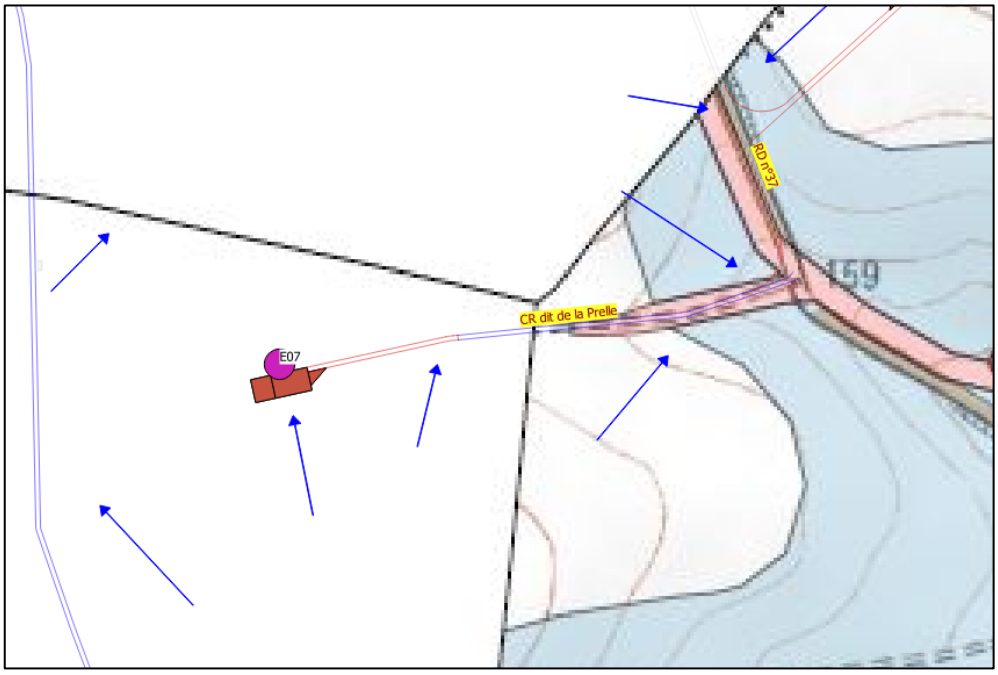


Fig. 57. Extrait du PPRIcb de Bonnesvalyn

Il est par ailleurs utile de souligner que l'aménagement se situe pratiquement sur la ligne de crête des versants concernés, ce qui limite grandement les volumes susceptibles de ruisseler : ainsi le tronçon de piste créé, associé à la mise en place du fossé le long du virage, garantit pleinement la maîtrise des écoulements et rend la situation projetée plus favorable que la situation actuelle.

La future piste est susceptible de recouper un réseau drainant ainsi qu'un collecteur. S'ils sont endommagés lors du chantier, il faudra :

- Remplacer les tronçons endommagés par d'autres drains et les manchonner de part et d'autre de la route.

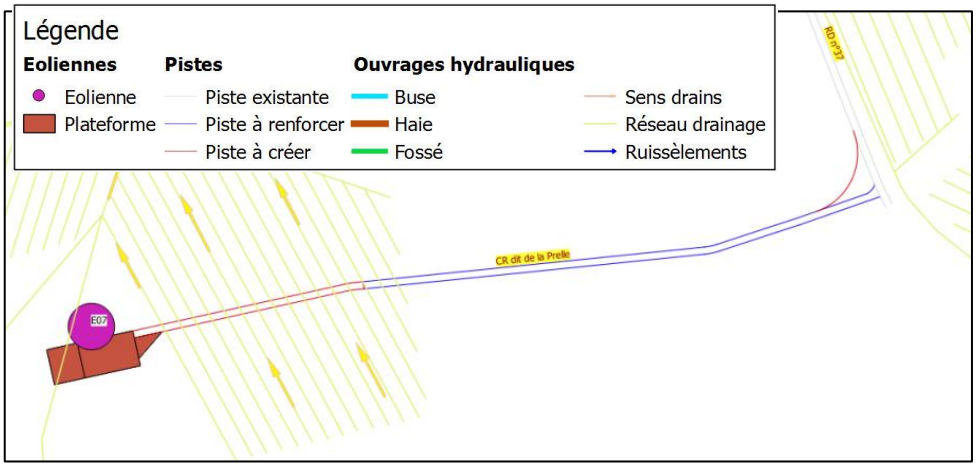


Fig. 58. Emplacement 4 - Réseaux de drainage

5.2.5. Emplacement n°5

La piste d'accès de 430m qui sera créée au Sud de Sommelans pour le passage d'un côté à l'autre du parc éolien fera obstacle aux eaux de ruissèlement d'une surface de 6.7ha.

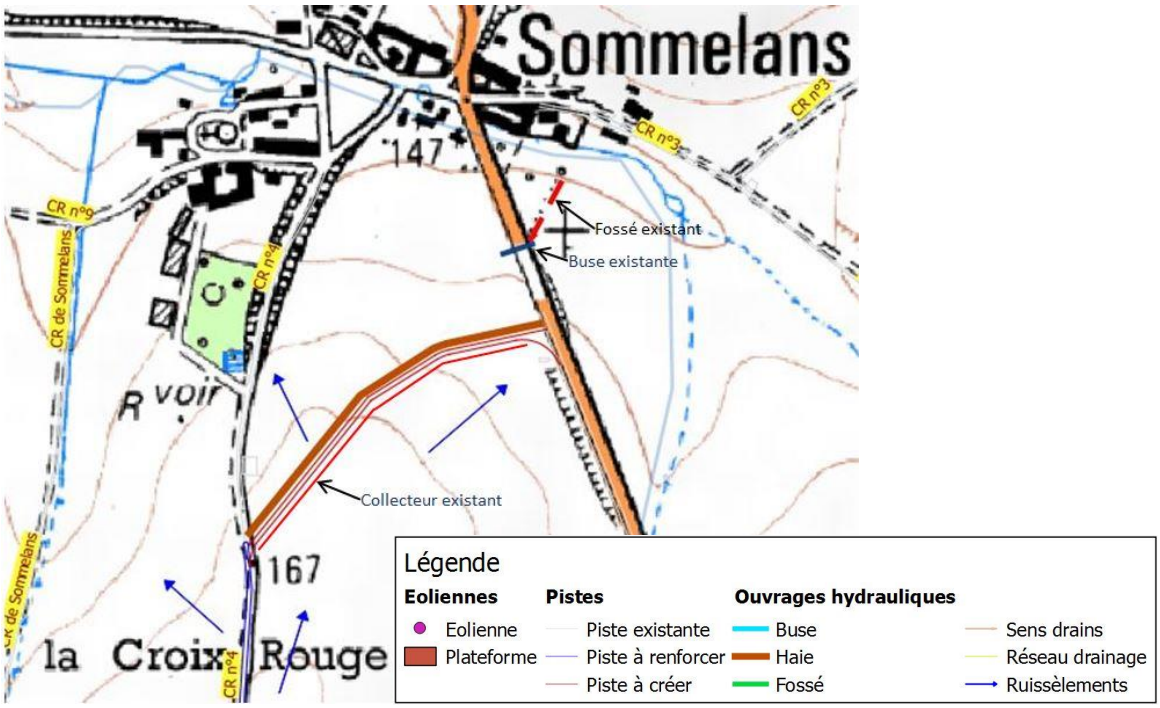


Fig. 59. Emplacement n°5 – proposition d'aménagements

La création d'une bande arbustive en aval des écoulements par rapport à la piste est préconisée. Son rôle sera de ralentir et filtrer les ruissèlements d'orage en aval de la piste.

Aucun drain n'est recensé à cet emplacement. Nous doutons cependant que le plan des réseaux de drainage que nous possédons soit exhaustif. Il faudra donc, en phase chantier, toujours veiller à l'éventuelle présence de conduites drainantes.

5.2.6. Emplacement N°6

Il s'agit de la piste qui sera renforcée, menant à l'éolienne E03. Cette portion de piste de 400m intercepte les ruissèlements d'un bassin versant de 20ha.

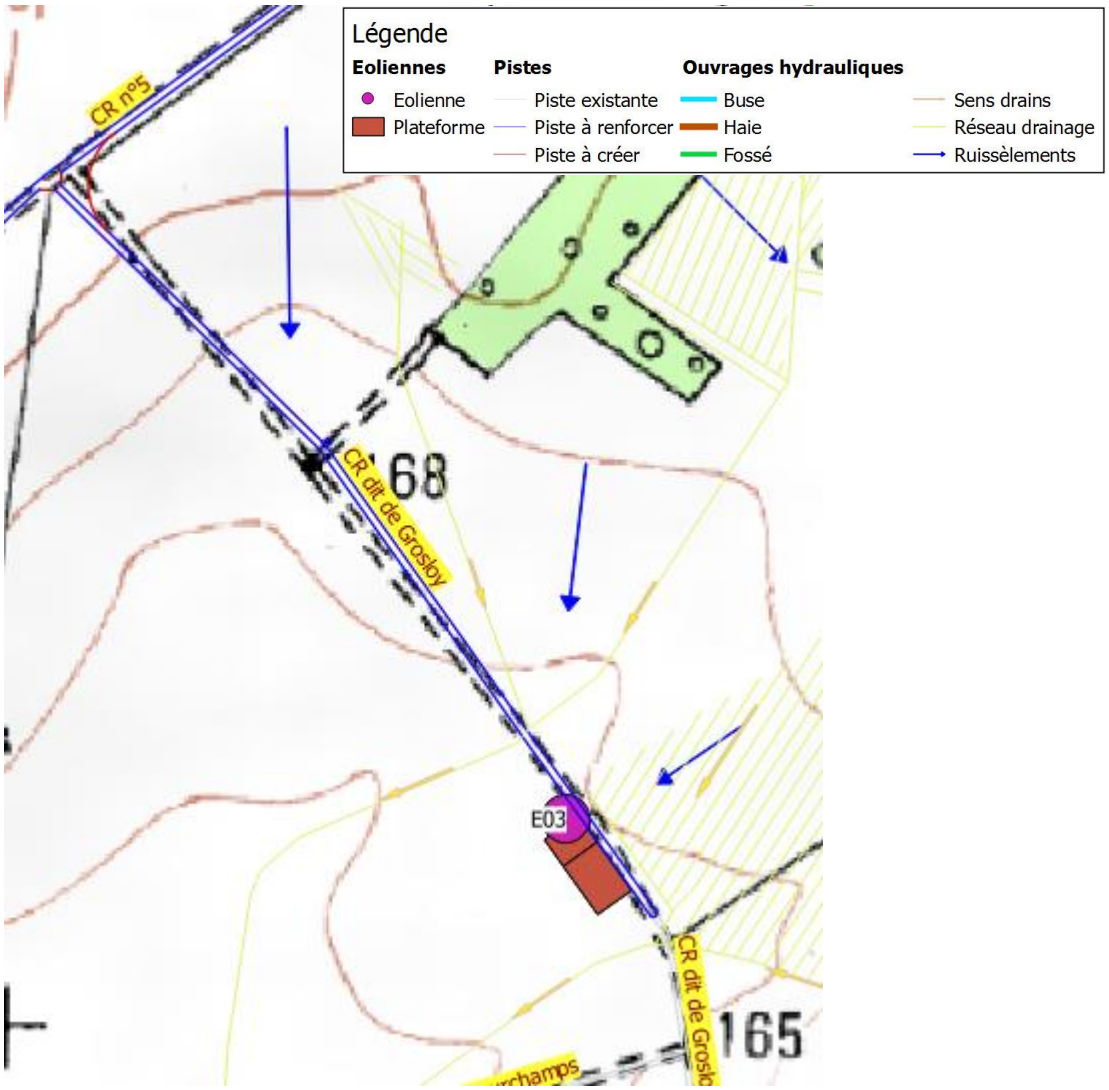


Fig. 60. Emplacement n°6 – proposition d'aménagements

Pas d'aménagement n'est préconisé à cet emplacement.

La piste coupe un réseau drainant et un collecteur.

En ce qui concerne les deux collecteurs qui se rejoignent au niveau de la piste, il faudra :

- Laisser le collecteur sous la piste et veiller à ce qu'il ne soit pas abîmé. Le remplacer le cas échéant.

En ce qui concerne la conduite qui collecte directement les drains, il est préconisé de la laisser en place si possible, ou de la remettre en état si elle est détériorée durant le renforcement de la piste.

5.2.7. Emplacement n°7

Il s'agit de la future piste d'accès entre les éoliennes E01 et E02.

La surface du bassin versant intercepté par la piste est de 5.5ha environ. La longueur de la piste est d'environ 600m. Cette piste est proche de la crête du versant.

Aucun aménagement n'est préconisé le long de cette piste, proche de la crête du versant.

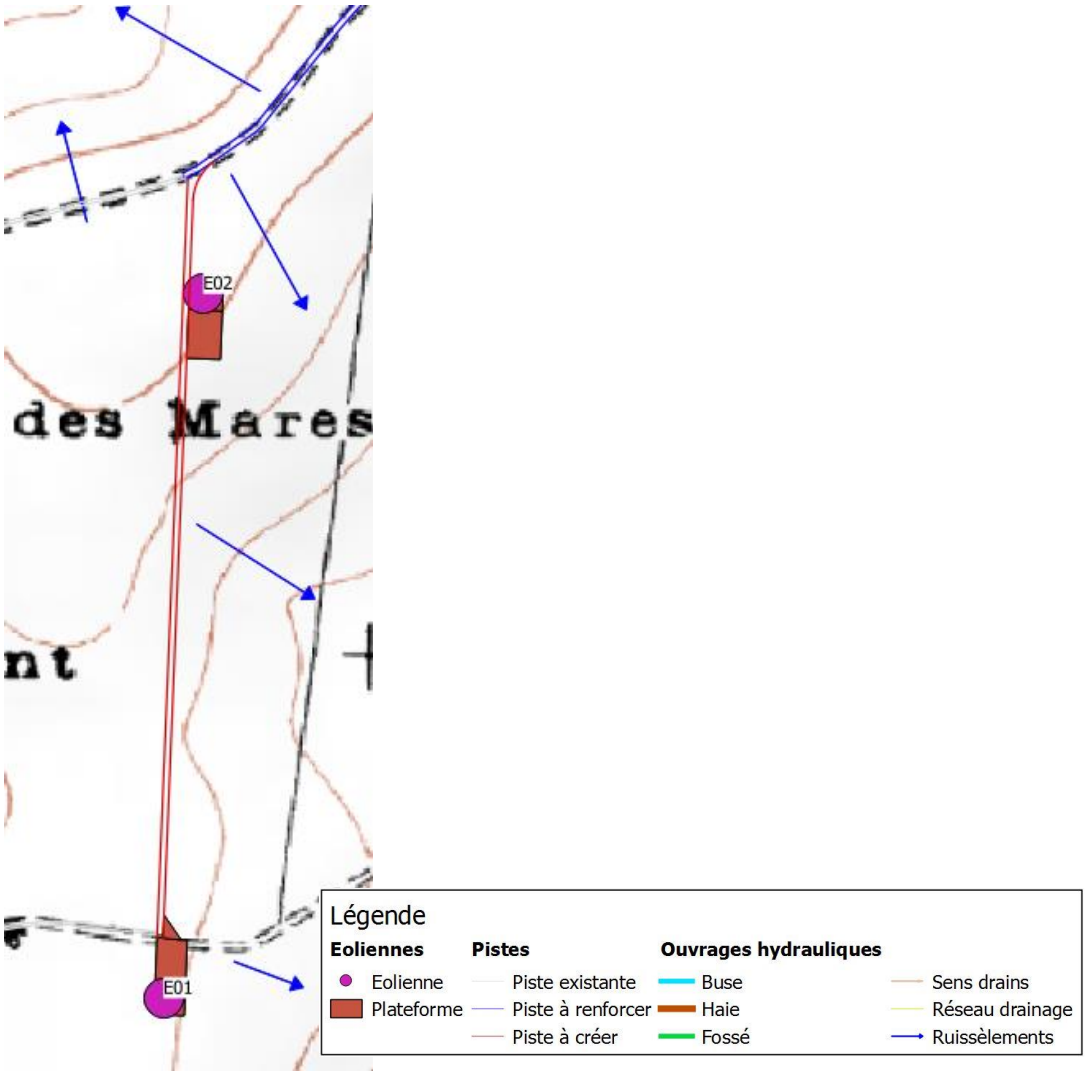


Fig. 61. Emplacement n°7 – proposition d'aménagements

Cette portion de piste est située en zones blanches et bleue clair ruissellement, ravinement et coulées de boue du PPRIcb.

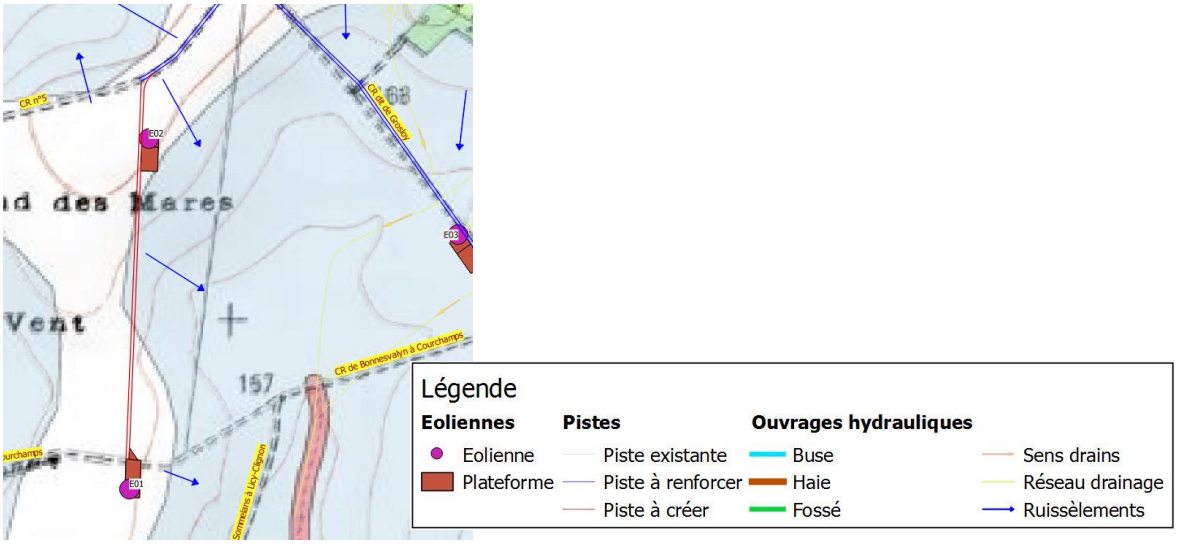


Fig. 62. PPRIcb de Monthiers

Le règlement du PPRIcb stipule, dans l'article 3.2-B - Autorisations en zone bleue « Ruissellement et Coulées de boue » :

> 6- Les travaux de construction ou d'aménagement d'infrastructures de transport (routières, ferroviaires), et les installations nécessaires à leur fonctionnement, sous réserve que ces travaux ne conduisent pas à une augmentation des risques, qu'ils prennent en compte les impératifs de l'écoulement des eaux, et qu'ils fassent l'objet de mesures compensatoires le cas échéant ; les ouvrages de rétablissement hydraulique devront être dimensionnés pour un phénomène centennal.

Or il a été montré dans le rapport de juillet 2017 que l'incidence des aménagements sur ce bassin versant représente un ruissèlement supplémentaire de l'ordre de 0.5% supplémentaire par rapport à « l'état zéro ».

Cette incidence est négligeable car de l'ordre de grandeur des incertitudes de calcul hydrologiques. Aucun aménagement supplémentaire n'est donc préconisé à cet emplacement.

Aucun drain n'est recensé à cet emplacement, et le tracé de la piste ne coupe pas plusieurs parcelles agricoles. Nous doutons cependant que le plan des réseaux de drainage que nous possédons soit exhaustif. Il faudra donc, en phase chantier, toujours veiller à l'éventuelle présence de conduites drainantes.

5.2.8. Emplacement n°8

Il s'agit de la piste qui sera renforcée, menant à l'éolienne E06.

La surface du bassin versant intercepté par cette portion de piste est de 2.5ha environ. La longueur de la piste est de 280m.

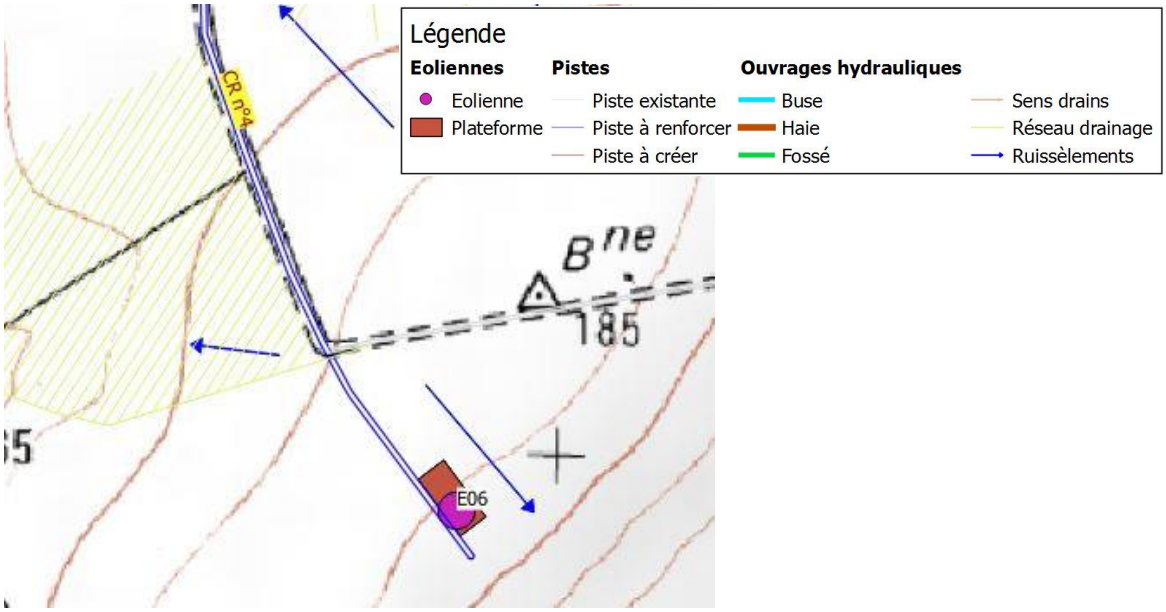


Fig. 63. Emplacement n°8 - aménagement proposé

La piste n'est pas perpendiculaire aux écoulements mais fait un léger angle (30°) par rapport à la direction d'écoulement. Elle ne constituera ainsi pas un obstacle aux écoulements.

Cette piste est proche de la crête du versant.

Etant donné le faible risque à cet emplacement, et l'impossibilité d'acquérir le foncier, aucun aménagement ne sera créé à cet emplacement.

L'amont d'un réseau drainant est placé du côté droit de la piste. Les travaux ne devraient en principe pas toucher le réseau de drain ; néanmoins si l'une ou l'autre élément devait être touché en phase chantier, il sera effectué une coupe nette en tête et un bouchonnage de chaque élément pour éviter l'introduction de matériau terreux.

5.2.9. Emplacement n°9

Il s'agit de la piste qui sera renforcée, sur laquelle se trouve le bras menant à l'éolienne E08.

La surface du bassin versant intercepté par cette portion de piste est de 10ha. La longueur de la piste est de 1000m.

Cette piste est proche de la crête du versant.

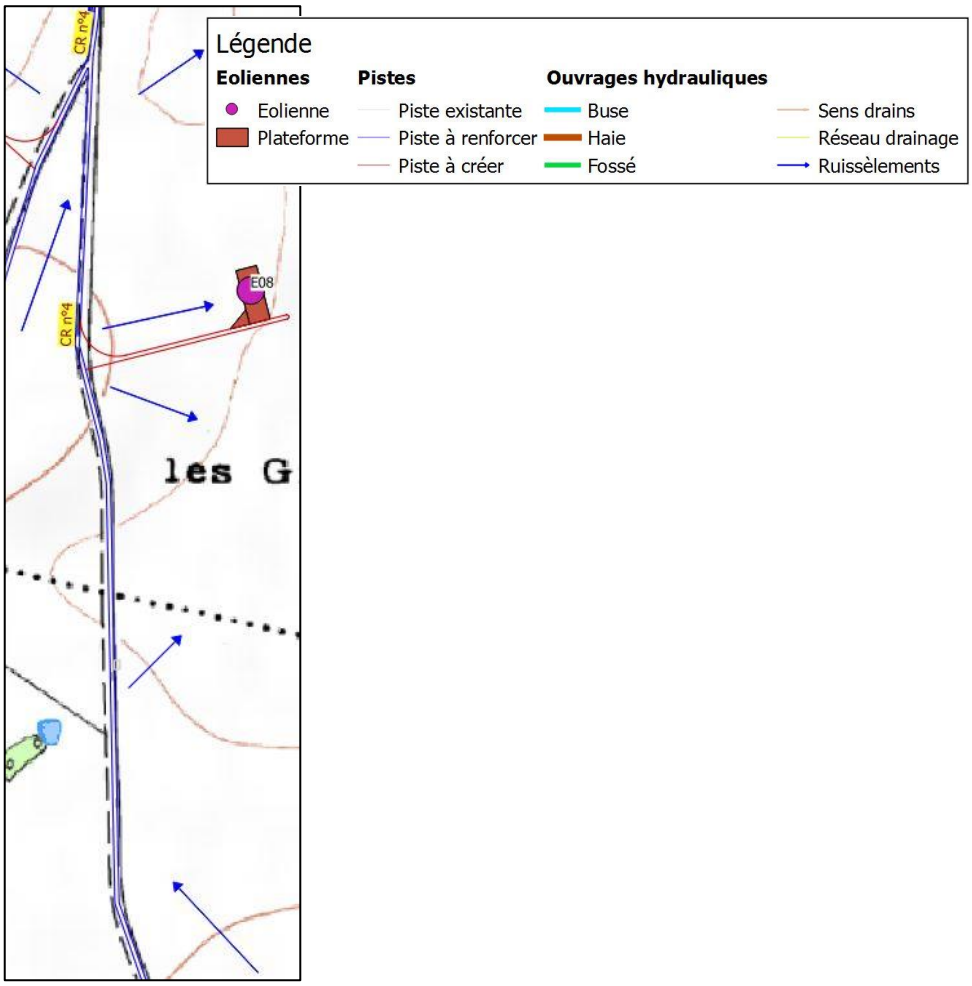


Fig. 64. Emplacement n°9 - aménagement proposé

Aucun aménagement n'est préconisé le long de cette piste

L'amont d'un réseau drainant est placé du côté gauche de la piste. Il est conseillé d'intervenir avec précaution pour prévenir toute détérioration lors de la phase chantier.

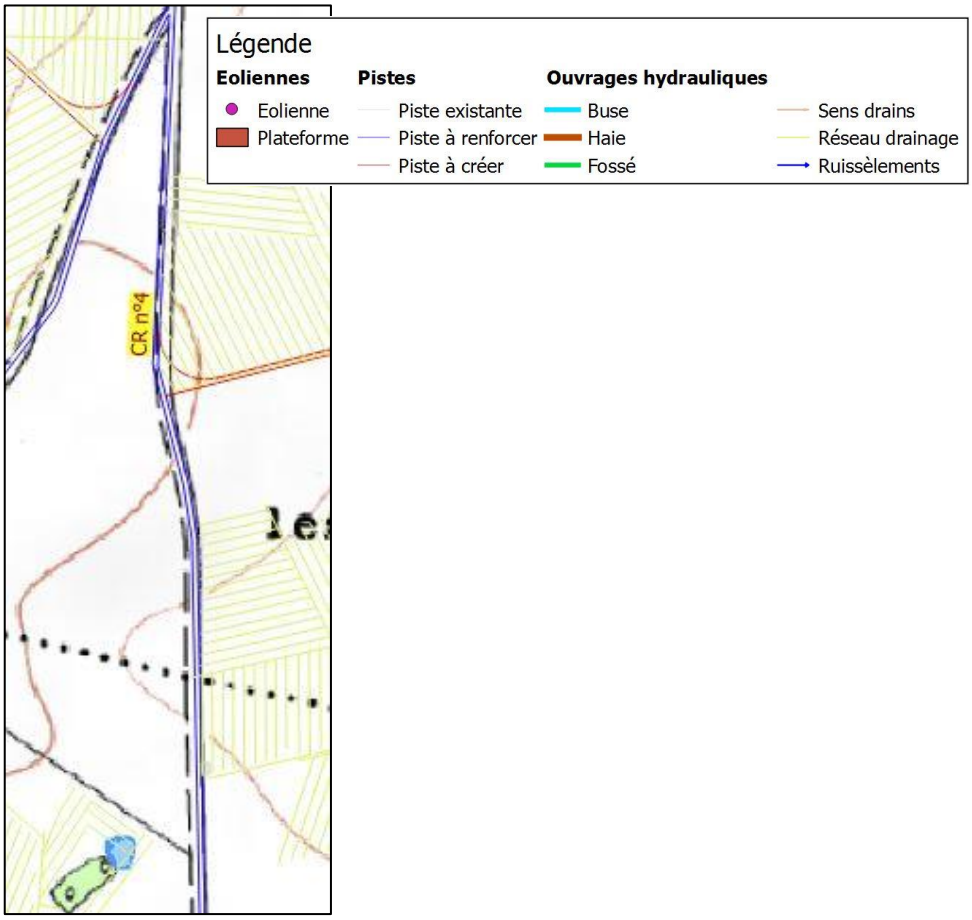


Fig. 65. Emplacement n°9 - Réseaux drainants

En cas de dommage sur les drains, ceux-ci seront coupés nettement, puis bouchonnés afin de prévenir l'entrée de matériau terreux dans le réseau.

5.2.10. Emplacement n°10

La piste qui sera créée permettant l'accès aux éoliennes E09, E11 et E12 ne nécessitera pas d'aménagement pour intercepter les écoulements. En effet, celle-ci longe une crête de versant et n'interceptera ainsi pas d'eaux ruisselantes.

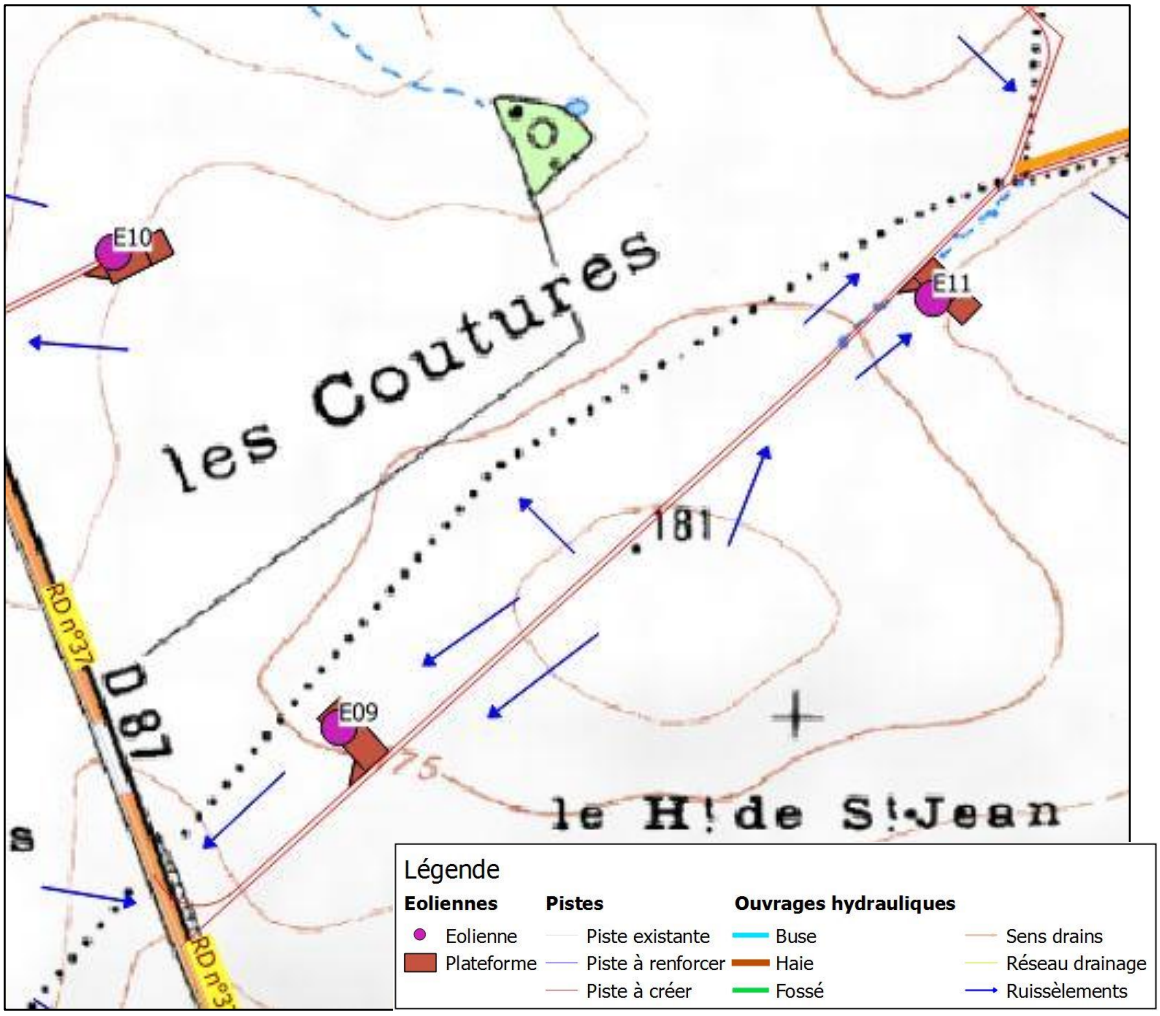


Fig. 66. Emplacement n°10 - visualisation des sens de ruissèlements

Aucun aménagement n'est préconisé à cet emplacement.

Pas d'aménagement spécifique n'est à prévoie au niveau de la D87 d'un point de vue hydraulique.

5.2.11. Emplacement n°11

La piste qui sera créée permettant l'accès à l'éolienne E08 ne nécessitera pas d'aménagement pour intercepter les écoulements. En effet, le tracé de celle-ci est dans le sens de la pente (faible pente, 3%), les ruissèlements vont donc simplement longer la piste qui ne représentera pas un obstacle.

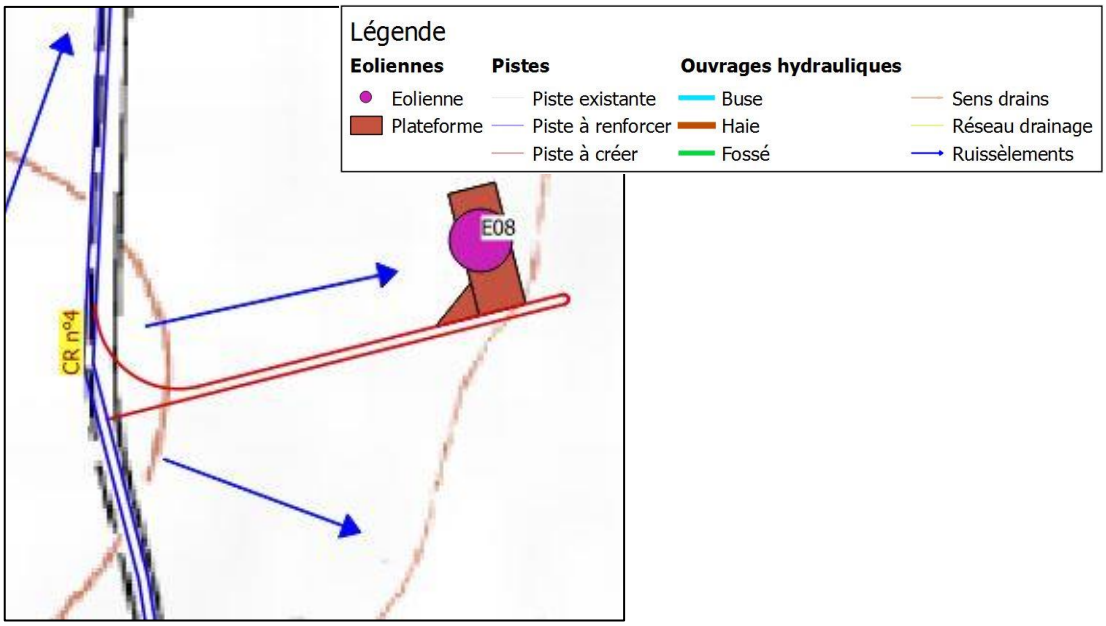


Fig. 67. Emplacement n°11 - visualisation des sens de ruissèlement

Aucun aménagement n'est préconisé à cet emplacement.

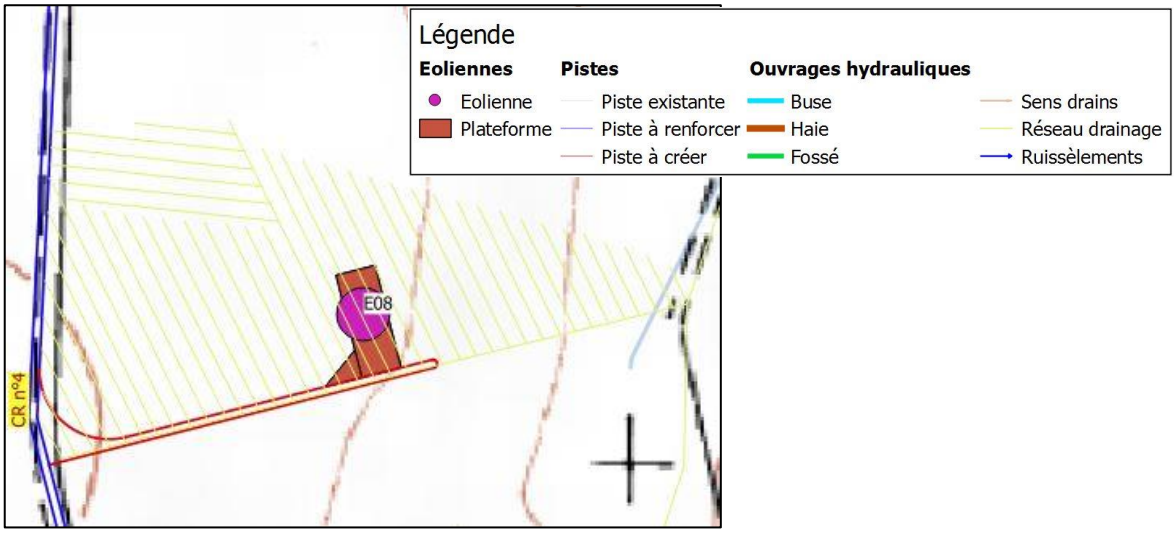


Fig. 68. Emplacement n°11 - Réseau drainant

On prendra soin, durant le chantier, de ne pas détériorer les drains et le collecteur qui se trouvent le long du tracé de la future piste. En cas de détérioration, il sera nécessaire de réparer ou remplacer le collecteur situé a priori sous la future piste et de le raccorder à chaque drain issu du bassin versant.

5.3. PPRICB

5.3.1. Zone rouge clair

En ce qui concerne les zones classées « rouge clair » risque ruissellement, ravinement et coulées de boue, les travaux de construction ou d'aménagement d'infrastructures de transport (routières, ferroviaires, fluviales), et les installations nécessaires à leur fonctionnement, [sont autorisés] sous réserve que ces travaux ne conduisent pas à une augmentation du risque d'inondation en amont ou en aval (hausse de la ligne d'eau, perte de capacité de stockage), prennent en compte les impératifs de l'écoulement des crues, et fassent l'objet de mesures compensatoires permettant de restituer intégralement au lit majeur du cours d'eau soit les volumes, soit les volumes et surfaces soustraits.

Dans ce cas, bien que les impacts des futures pistes se révèlent négligeables, des mesures d'accompagnement ont été systématiquement préconisées **: deux pistes qui vont être créées/impactées par le projet sont en zone « rouge clair » ruissèlement, ravinement et coulées de boues.**

- **La portion de piste qui sera renforcée menant à l'éolienne E07 ;**
- **La portion de piste qui sera créée entre la piste D871 et l'éolienne E11 : fossé des Hacotis**.

En ce qui concerne la portion menant à l'éolienne E07, des bandes enherbées de chaque côté de la route sont préconisées afin de prévenir les amorces de ruissellement.

En ce qui concerne le fossé des Hacotis, nous préconisons la restauration du fossé, en plus de la mise en place d'une bande enherbée.

5.3.2. Zone bleue clair

En ce qui concerne les zones classées « bleues clair » risque ruissellement, ravinement et coulées de boue, les travaux de construction ou d'aménagement d'infrastructures de transport (routières, ferroviaires), [sont autorisés] sous réserve que ces travaux ne conduisent pas à une augmentation des risques, qu'ils prennent en compte les impératifs de l'écoulement des eaux, et qu'ils fassent l'objet de mesures compensatoires le cas échéant.

Or il a été montré dans le rapport de juillet 2017 que l'impact du projet sur les ruissèlements est négligeable. Des mesures d'accompagnement ont tout de même été préconisées à titre préventif et dans un objectif d'améliorer la situation par rapport à l'état actuel des bassins versants.

6. CONCLUSION

L'aire d'étude immédiate est une zone relativement homogène avec un relief peu marqué, et des sols présentant des caractéristiques pédologiques, géologiques semblables (à majorité limoneuse et marneuse).

Le projet des Grandes Noues s'implantera dans une zone agricole assez éloignée des zones à enjeux que sont les communes de Bonnesvalyn, Sommelans et Monthiers. Les travaux d'aménagements n'auront ni une incidence sur les captages en eau potable de Monthiers et d'Epaux-Bézu, ni sur le réseau hydrographique qui restera inchangé.

Le diagnostic effectué sur le terrain lors des journées du 28 au 1er Mars 2017 a permis de référencer les zones sensibles ainsi que de caractériser les sols : le site d'étude dans son ensemble possède de très fortes teneurs argileuses d'où une très faible perméabilité des sols. Dès lors, les aménagements mis en œuvre par le projet éolien (construction de pistes reliant les éoliennes, fondation des éoliennes…) auront un faible impact sur le ruissellement global du bassin versant en raison des caractéristiques proches entre les sols et les pistes mais aussi dû aux faibles surfaces artificialisés en proportion des tailles de bassins-versant mis en jeu (moins de 1%).

L'étude hydrologique, menée sous le logiciel PLUTON, a permis de calculer les débits aux exutoires des différents bassins versants en prenant en compte le type de sol et les cultures pratiquées. Les pluies considérées sont de type orageux, à forte intensité et de période de retour 10, 50 et 100 ans.

L'étude des incidences a été basée sur les hypothèses les plus défavorables à savoir une imperméabilisation totale des surfaces aménagées.

La comparaison des débits ruisselés en situation actuelle et en situation projetée, confirme une très faible influence des aménagements sur les phénomènes de ruissellement et de coulées de boue.

Le projet des Grandes Noues n'aggravera donc pas de manière perceptible les risques de ruissellement, l'étude réalisée ne préconise donc pas la mise en place de mesures compensatoires autour du site d'étude.

Néanmoins des mesures d'accompagnement ont été proposées. Il s'agit de création de noues et de haies, placées stratégiquement pour ralentir les ruissèlements et infiltrer l'eau captée par les ouvrages.