

GÉOLOGIE APPLIQUÉE HYDROGÉOLOGIE GÉOPHYSIQUE GÉOMATIQUE ENVIRONNEMENT

Etude hydrologique dans le cadre d'un projet de centrale photovoltaïque

Marolles-lès-Saints-Calais (72)

Greenyellow

Dossier n°24385

Mars 2025



215, rue du Cabarot - 16410 GARAT
+33 (0) 5 45 61 34 18
hacquardfrancois@sond-et-eau.fr



26 rue Hubert le Sellier de Chezelles - 36130 DEOLS
+33 (0)2 54 07 05 47
www.comiremscop.fr
comiremscop@orange.fr

Version	Date	Rédacteur
1	Mars 2025	MC

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	3
LISTES DES TABLEAUX	4
Préambule.....	5
1 Localisation du site à l'étude	5
2 Etude documentaire	9
2.1 Contexte géographique et topographique.....	9
2.2 Contexte climatologique	9
2.3 Contexte hydrographique	10
2.4 Contexte géologique	12
2.5 Contexte hydrogéologique.....	13
2.5.1 Contexte général.....	13
2.5.2 Captage AEP	14
2.6 Sensibilité environnementale	14
2.6.1 Zone d'intérêt écologique avérée	14
2.6.2 Zones humides	15
2.7 Risques naturels et industriels	16
2.7.1 Risques naturels	16
2.7.2 Risques industriels	18
3 Situation hydraulique initiale	19
3.1 Occupation du sol.....	19
3.2 Hydrologie du site	21
3.2.1 Contexte général.....	21
3.2.2 Ruissellements amont d'origine hors site.....	22
3.2.3 Ruissellements sur le site d'étude	22
3.3 Essais réalisés sur site	26
3.3.1 Sondages géologiques	26
3.3.2 Essais de perméabilité	28
3.4 Bassins versants à l'état initial.....	29
3.4.1 Caractéristiques des bassins versants	29
3.4.2 Données statistiques météorologiques.....	31
3.4.3 Coefficients de ruissellement	31
3.4.4 Volumes d'eau ruisselés.....	32
3.4.5 Débits de crue.....	32
4 Situation hydraulique en phase travaux.....	34
4.1 Contexte général.....	34
4.2 Comportement hydraulique en phase travaux.....	35
4.3 Propositions	35
5 Situation hydraulique en phase exploitation.....	36
5.1 Caractéristiques du projet de parc photovoltaïque	36
5.2 Contraintes	38
5.2.1 Ruissellements sous les champs photovoltaïques.....	38
5.2.2 Ruissellements liés aux surfaces imperméabilisées.....	39

5.2.3	Coefficient d'imperméabilisation.....	42
5.2.4	Topographie du site.....	42
5.3	Bassins versants en phase d'exploitation	43
5.3.1	Caractéristiques des bassins versants	43
5.3.2	Données statistiques météorologiques.....	43
5.3.3	Coefficients de ruissellement	43
5.3.4	Volumes d'eau ruisselés.....	45
5.3.5	Débits de crue.....	46
5.4	Scénario de gestion des eaux pluviales	47
5.4.1	Fonctionnement actuel	47
5.4.2	Principe de gestion des eaux de ruissellement.....	47
Liste des annexes.....		51

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Plan de localisation du site	6
Figure 2 : Plan de localisation cadastral du site	7
Figure 3 : Localisation du projet sur vue aérienne	8
Figure 4 : Chroniques des normales pour la station de Choue (41) (Source : Météo France)	9
Figure 5 : Contexte hydrologique du site (Source : DDT 41, mise à jour le 16 avril 2024).....	10
Figure 6 : Contexte hydrographique.....	11
Figure 7 : Localisation du site sur la carte géologique harmonisée du BRGM et légende associée	12
Figure 8 : Log hydrogéologique extrait du SIGES	13
Figure 9 : Localisation des captages AEP et de leurs périmètres de protection sur le secteur d'étude (source : ARS).....	14
Figure 10 : Zones d'intérêt écologique avérées à proximité du projet.....	15
Figure 11 : Carte de probabilité de présence de zone humide	16
Figure 12 : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles (source : Géorisques)	17
Figure 13 : Extrait du PLUi disponible sur Géoportail de l'urbanisme	17
Figure 14 : Localisation des sites potentiellement pollués (Source : CASIAS).....	18
Figure 15 : Photographie aérienne	19
Figure 16 : Illustrations photographiques du site, observées le 15/01/2025	20
Figure 17 : Illustrations photographiques du 15/01/2025	21
Figure 18 : Illustrations photographiques du 15/01/2025	21
Figure 19 : Illustrations photographiques du 15/01/2025	22
Figure 20 : Illustrations photographiques du 15/01/2025	23
Figure 21 : Illustrations photographiques du 15/01/2025	24
Figure 22 : Illustrations photographiques du 15/01/2025	24
Figure 23 : Plan des écoulements.....	25
Figure 24: Localisation des sondages réalisés (source : SOND&EAU)	26
Figure 25 : Ordre de grandeur de la conductivité hydraulique (<i>Musy & Soutter, 1991</i>)	28
Figure 26 : Plan des bassins versants à l'état initial.....	30
Figure 27 : Extrait du plan de masse APS du projet (source : greenyellow)	37
Figure 28 : Illustration schématique.....	38
Figure 29 : Coupe schématique de la structure des postes de livraison et transformation.....	39
Figure 30 : Illustrations photographiques des structures (source : COMIREM SCOP)	39
Figure 31 : Coupe schématique d'une citerne souple	40
Figure 32 : Exemple photographique d'une citerne souple (source : COMIREM SCOP)	40
Figure 33 : Coupes schématiques des trois types de pistes	41
Figure 34 : Plan des aménagements	50

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des zones d'intérêt écologique les plus proches (source : INPN)	15
Tableau 2 : Résultats des sondages réalisés	27
Tableau 3 : Résultats du test de perméabilité réalisé	28
Tableau 4 : Répartition des surfaces initiales et seuil de rétention	31
Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants initiaux	31
Tableau 6 : Volumes précipités et ruisselés à l'état initial	32
Tableau 7 : Débits de pointe à l'état initial	33
Tableau 8 : Volumes ruisselés en phase travaux (encadré rouge, Cr=1)	35
Tableau 9 : Superficie des surfaces imperméables et semi-perméables dans le bassin versant ..	42
Tableau 10 : Répartition des surfaces finales et seuils de rétention	43
Tableau 11 : Caractéristiques des bassins versants finaux	44
Tableau 12 : Volumes précipités et ruisselés à l'état final	45
Tableau 13 : Débits de pointe à l'état final	46

PREAMBULE

Dans le cadre d'un projet de centrale photovoltaïque, Greenyellow, a demandé aux sociétés SOND&EAU et COMIREM SCOP de réaliser une étude d'incidence hydraulique afin de définir les impacts potentiels du projet sur les eaux superficielles.

Les principaux objectifs de l'étude sont les suivants :

- Établir un état initial hydrologique avant implantation du projet,
- Définir les bassins versants et exutoires du site, préciser les modes de gestion actuels des eaux superficielles,
- Préciser la nature des terrains présents sous le site et mesurer leur perméabilité,
- Évaluer la vitesse d'infiltration des pluies exceptionnelles et les risques éventuels d'inondation en période hivernale pluvieuse et de hautes eaux de la nappe,
- Préciser dans la mesure du possible le niveau de la nappe sous le sol du site,
- Déterminer les contraintes éventuelles engendrées par les eaux pluviales et les ruissellements sur le projet de parc photovoltaïque et son environnement et celles pouvant impacter son fonctionnement futur,
- Proposer des modalités de gestion des eaux pluviales dans l'emprise du projet et sur sa périphérie.

1 LOCALISATION DU SITE A L'ETUDE

Le site à l'étude est localisé :

- Dans le département de la Sarthe (72),
- Sur la commune de Marolles-lès-Saint-Calais,
- Sur des prairies appartenant à l'entreprise Somater, dont une usine de conditionnement est située à proximité immédiate.
- Parcelle B339, B340, B596
- Surface aménagée d'environ 3,38 ha.

Le projet est localisé sur les plans donnés pages suivantes.

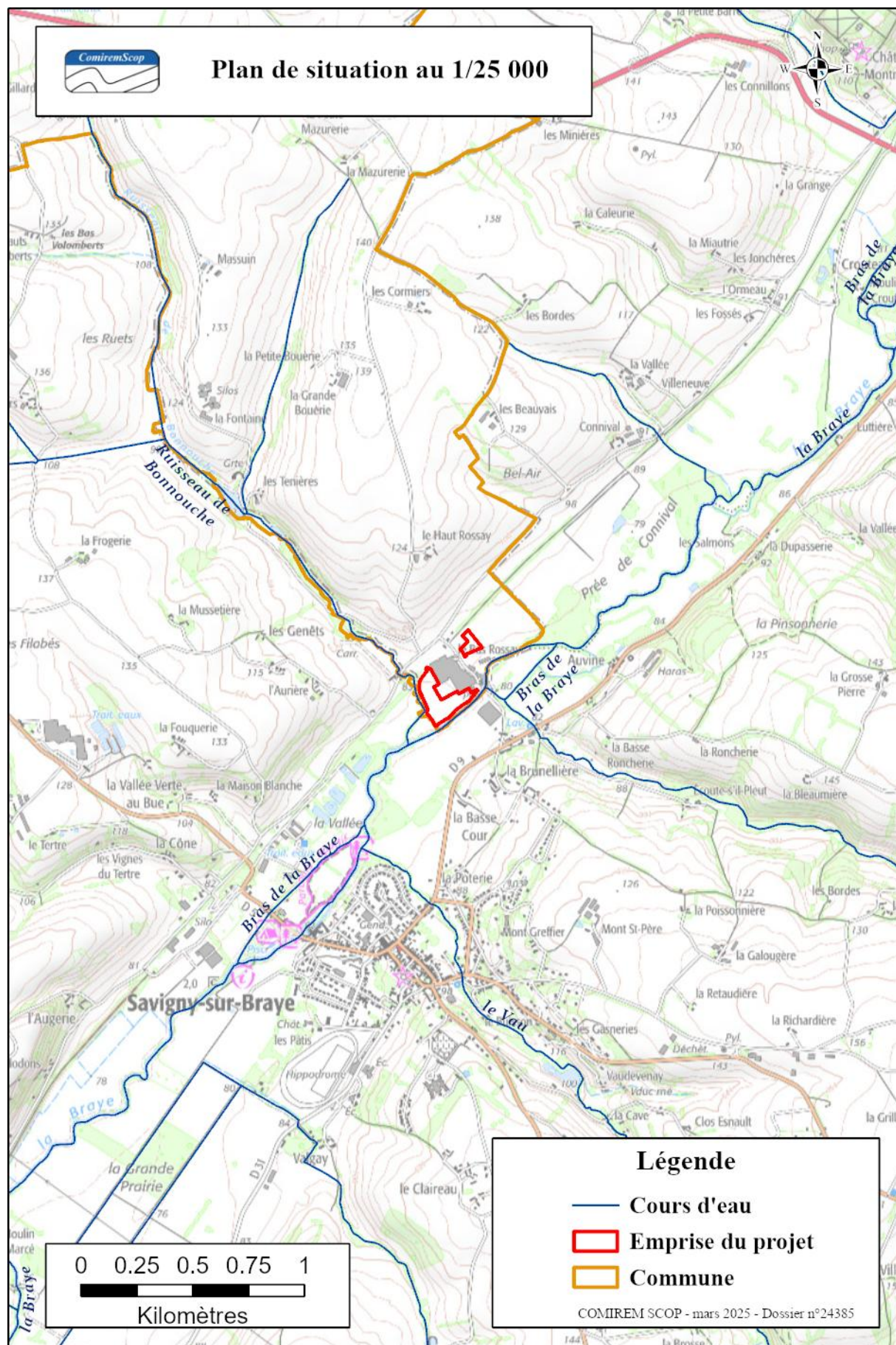


Figure 1 : Plan de localisation du site

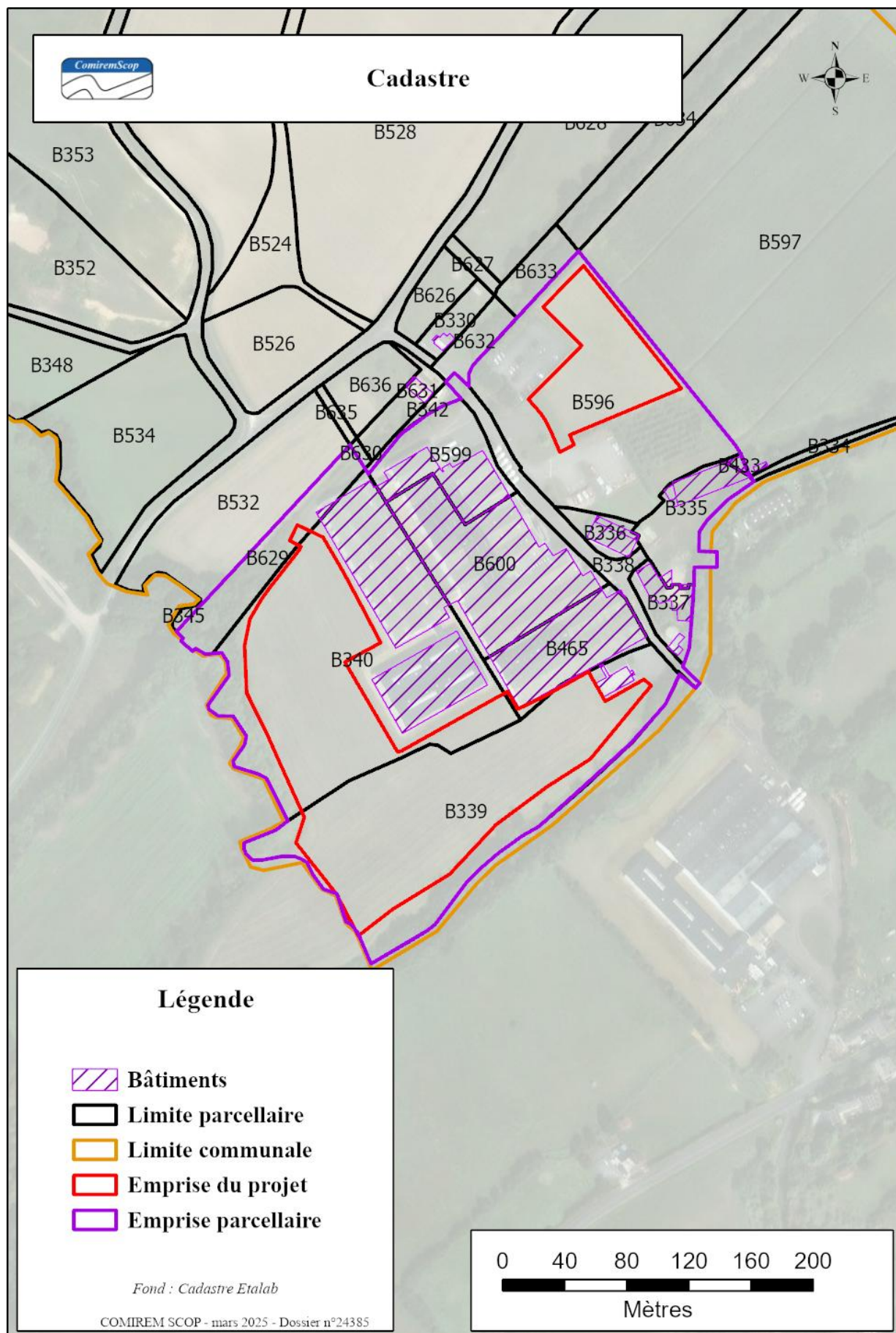


Figure 2 : Plan de localisation cadastral du site

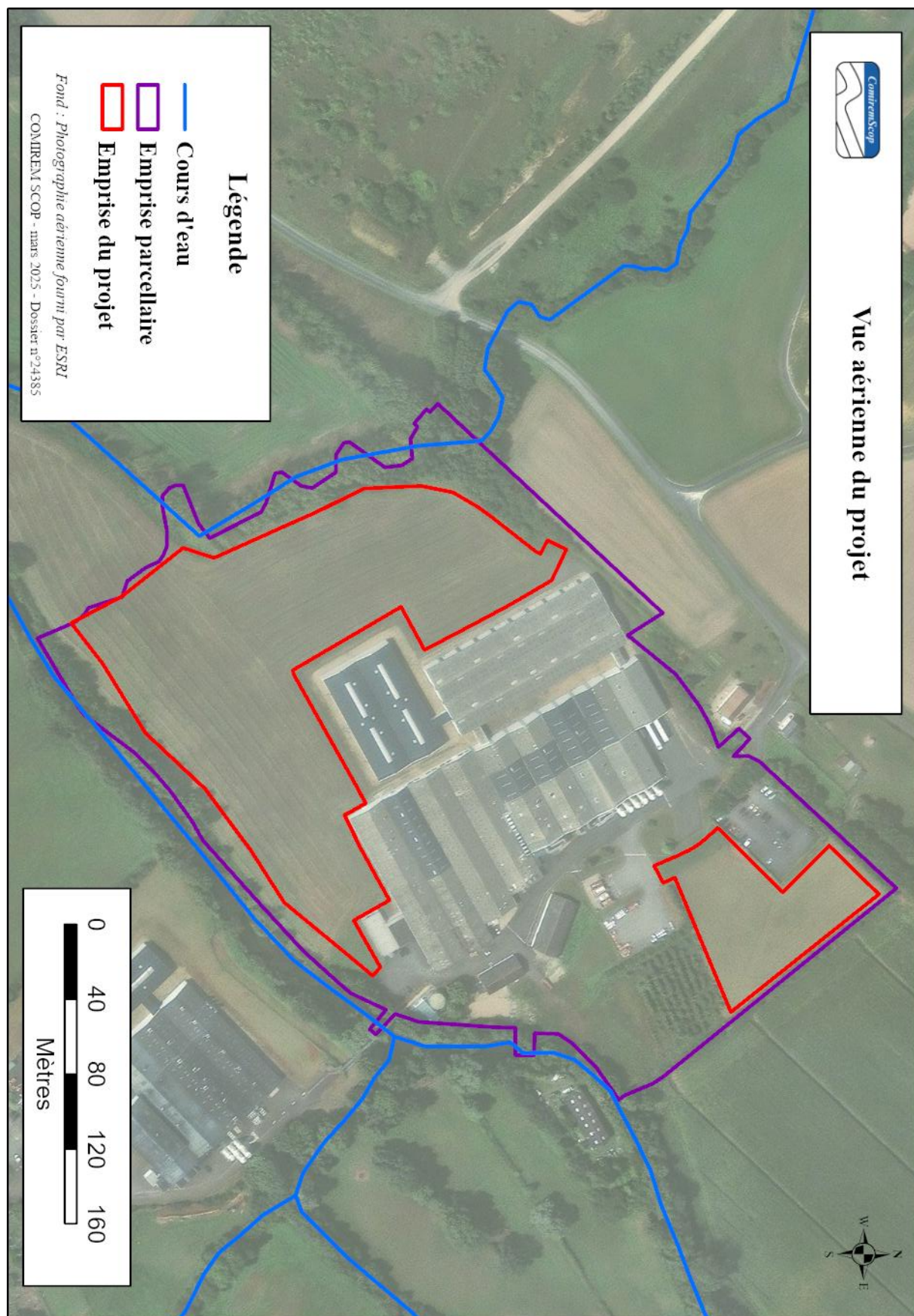


Figure 3 : Localisation du projet sur vue aérienne

2 ETUDE DOCUMENTAIRE

2.1 Contexte géographique et topographique

Le projet est localisé dans le département de la Sarthe, en région Pays de la Loire, sur la commune de Marolles-lès-Saint-Calais qui est située à 40 km à l'Est de Le Mans.

Le site sur lequel s'insère le projet est occupé majoritairement par des prairies, situées sur un terrain appartenant à l'entreprise Somater.

L'altimétrie du site varie entre 79 et 84 m NGF selon le plan topographique fourni. Les pentes sont de l'ordre de 2 % en moyenne sur le site.

2.2 Contexte climatologique

La commune de Marolles-lès-Saint-Calais est localisée dans une région climatique de type océanique dégradée, qui se caractérise par des hivers froids, des étés chauds et des précipitations régulières tout au long de l'année.

La station météorologique la plus proche à 15 km au nord-est est la station de Choue (41) utilisée pour la définition des normales.

La moyenne annuelle de précipitations est de 645,6 mm.

Les précipitations sont assez régulières au cours de l'année, avec des maximums en automne/hiver et mai.

La température moyenne est de 11,9°C avec une moyenne de 19,9°C en juillet, mois le plus chaud et une moyenne de 4,7°C en janvier, mois le plus froid.

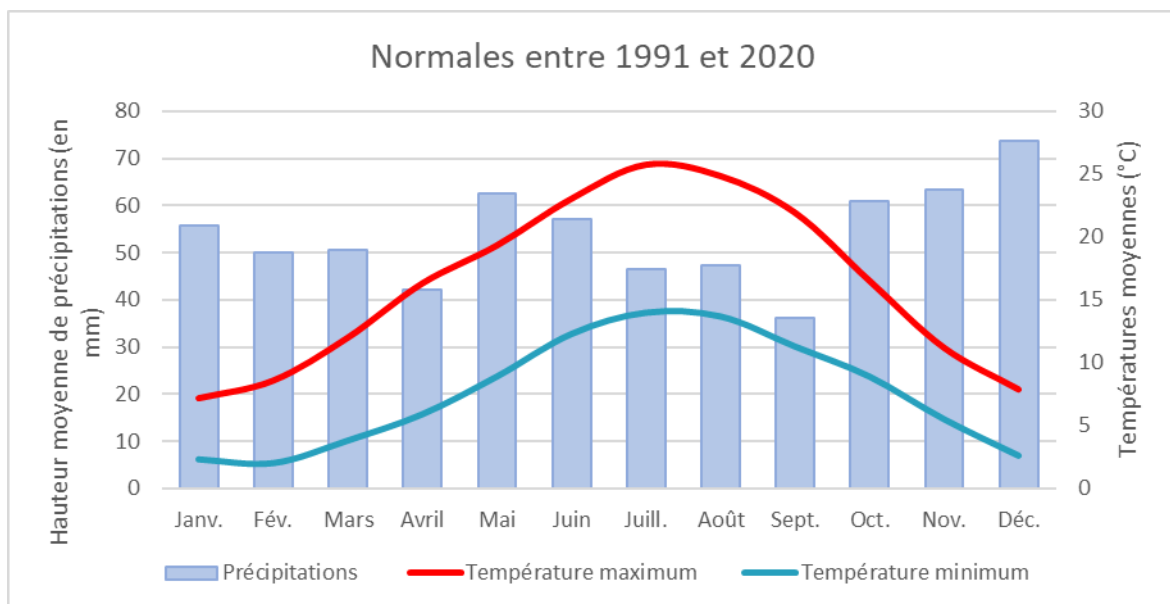


Figure 4 : Chroniques des normales pour la station de Choue (41)
(Source : Météo France)

2.3 Contexte hydrographique

Selon la cartographie de la Direction Départementale des Territoires du Loir-et-Cher, le site est situé à proximité immédiate d'un cours d'eau nommé La Braye et le ruisseau de Bonnouche.

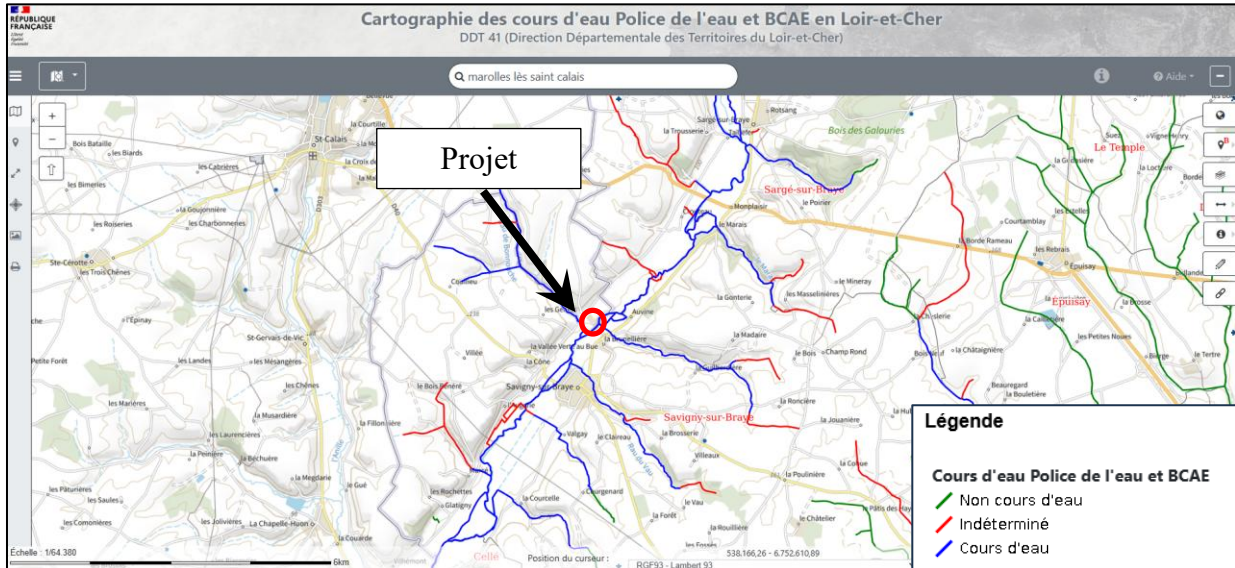


Figure 5 : Contexte hydrographique du site (Source : DDT 41, mise à jour le 16 avril 2024)

Le ruisseau de Bonnouche se jette dans la Braye en aval du projet. La Braye se rejette dans le Loir, puis la Sarthe, puis la Maine puis la Loire.

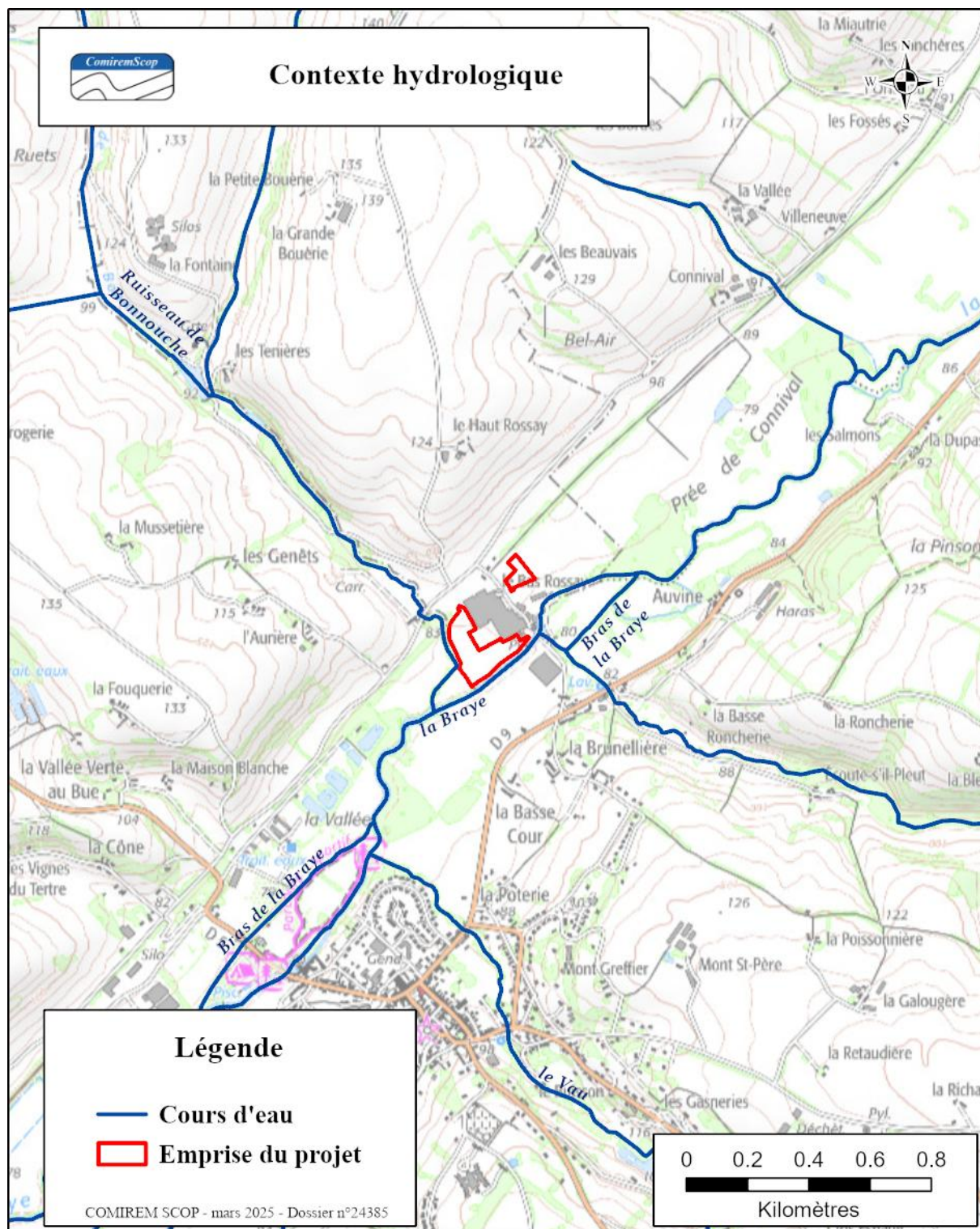
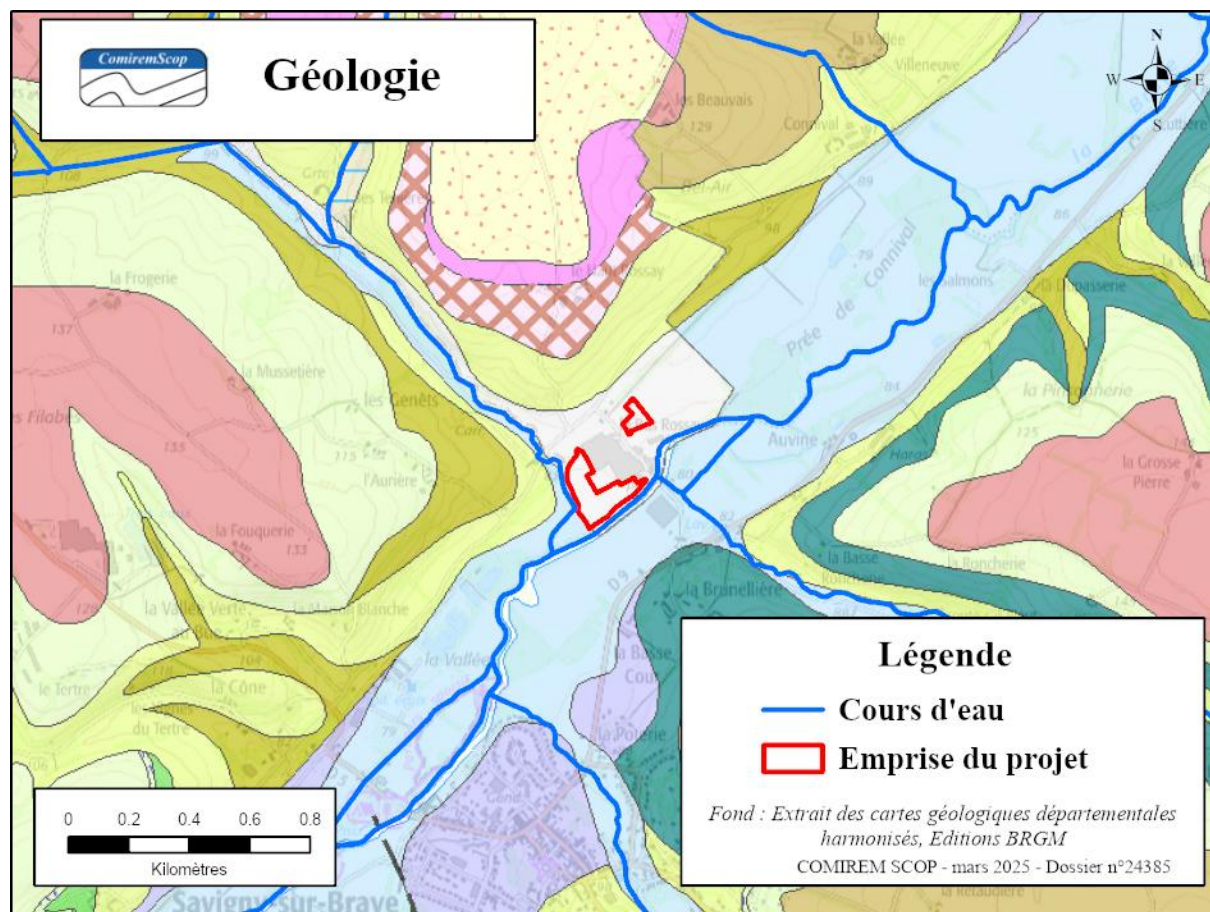


Figure 6 : Contexte hydrologique

2.4 Contexte géologique

D'après la carte géologique harmonisée au 1/50 000^{ème} n°360 de Saint-Calais, la géologie sur laquelle s'implante le site est constituée d'alluvions récents Fz.

La localisation du site sur carte géologique est présentée sur la figure suivante.



CF Colluvions de fond de vallon	Fz lit mineur et alluvions récentes
CVRcSi Colluvions et formations de pente alimentées par les altérites à silex	Fy Alluvions des basses terrasses Fy +3 à +10 m
OE Limons des plateaux, d'origine éolienne pour la plupart, parfois sableux, parfois altérés et plus argileux	FC Colluvion de fond de vallon
Fz Alluvions récentes indifférenciées	qCRc Colluvion d'argiles à silex
RcS Formation résiduelle à silex : argiles à silex turoniens à campaniens, plus ou moins sableuses, d'âge paléocène à éocène, profils indifférenciés (horizons de base plus clairs, horizons sommitaux rubéfiés)	qOE Limon des plateaux
eDC Formations détritiques continentales d'âge imprécis (Paléocène continental possible, Sparnacien probable à Bartonien)	e1-4S Eocène détritique
c2a-bCrSi Craie blanche à silex : craie blanche avec ou sans lit de silex (Turonien inférieur à moyen)	e1-4Rc Argiles vertes et argiles à silex blanches issues de l'altération des craies et des calcaires
c2T Craie et tuffeau indifférenciés : verdâtres, à bryozoaires et annélides	Ac Argiles sableuses et sables plus ou moins argileux issus de l'altération des craies et calcaires
c2CrM Craie argileuse (Craie à inocerames)	

Figure 7 : Localisation du site sur la carte géologique harmonisée du BRGM et légende associée

2.5 Contexte hydrogéologique

2.5.1 Contexte général

Le secteur d'étude est situé sur la formation aquifère 1221AA30 composée de craies marneuses et de marnes du Turonien inférieur du bassin de la Maine. A noter que le site est localisé sur une formation alluviale pouvant comporter une nappe alluviale d'accompagnement du cours d'eau.

Le log hydrogéologique suivant indique les systèmes aquifères présents au droit du site.

Niveau 0 - Formations superficielles		
Niveau 1 - National	Niveau 2 - Régional	Niveau 3 - Locale
040AA79-- Formations alluviales complémentaires d'extension conforme à l'entité régionale 121AA d'ordre relatif 1 sous-jacente		
121-- Grand système multicouche du Campanien au Turonien (Séno-Turonien) du Bassin Parisien	121AA-- Craie du Séno-Turonien, bassin de la Maine	121AA30-- Craie marneuse et marnes du Turonien inférieur, bassin de la Maine (bassin Loire-Bretagne)
123-- Grand système multicouche du Cénomanien à l'Albien supérieur du Bassin Parisien	123AA-- Marnes à Ostracées du Cénomanien supérieur au Turonien inférieur (bassin Loire-Bretagne)	123AA10-- Marnes à Ostracées du Cénomanien supérieur au Turonien inférieur (bassin Loire-Bretagne)
	123AC-- Sables du Cénomanien du Bassin Parisien, bassin du Loir et de l'Eure	123AC01-- Sables du Perche du Cénomanien supérieur du Bassin Parisien, bassin du Loir et de l'Eure
		123AC03-- Marnes de Bouffry et de Nogent le Bernard du Cénomanien moyen à supérieur, bassin du Loir et de ses affluents (bassin Loire-Bretagne)
		123AC05-- Sables et grès, sables et marnes glauconieux du Cénomanien inf. à moyen, bassin du Loir et de l'Eure
125-- Grand domaine hydrogéologique des argiles, marnes et gaizes du Cénomanien inf. et de l'Albien sup. du Bassin Parisien	125AA-- Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin parisien	125AA01-- Argiles du Gault, Marnes et Gaizes du Cénomanien inférieur à moyen et de l'Albien supérieur du Bassin Parisien
127-- Grand système multicouche du Crétacé inf. du Bassin Parisien	127AA-- Sables verts de l'Aptien-Albien du Bassin parisien	127AA99-- Sables indifférenciés et argiles de l'Apto-Albien du Bassin Parisien
137-- Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien	137AB-- Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien	137AB99-- Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien et Argiles de la Woëvre à l'est du Bassin Parisien
139-- Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien et de ses bordures	139AD-- Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien	139AD01-- Calcaires du Bajocien et du Bathonien (Dogger), partie profonde du Bassin Parisien
141-- Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien et de ses bordures	141AB-- Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien	141AB99-- Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien

Légende

Niveau 1	Grand système aquifère
	Grand domaine hydrogéologique
	Grand système multi couches
Niveau 2	Système aquifère
	Domaine hydrogéologique
Niveau 3	Unité aquifère
	Unité semi perméable
	Unité imperméable
	Inconnu ou non défini

Figure 8 : Log hydrogéologique extrait du SIGES

2.5.2 Captage AEP

D'après la Cartographie de l'ARS, le site n'est pas concerné par des périmètres de protection de captage (cf. Figure 9).

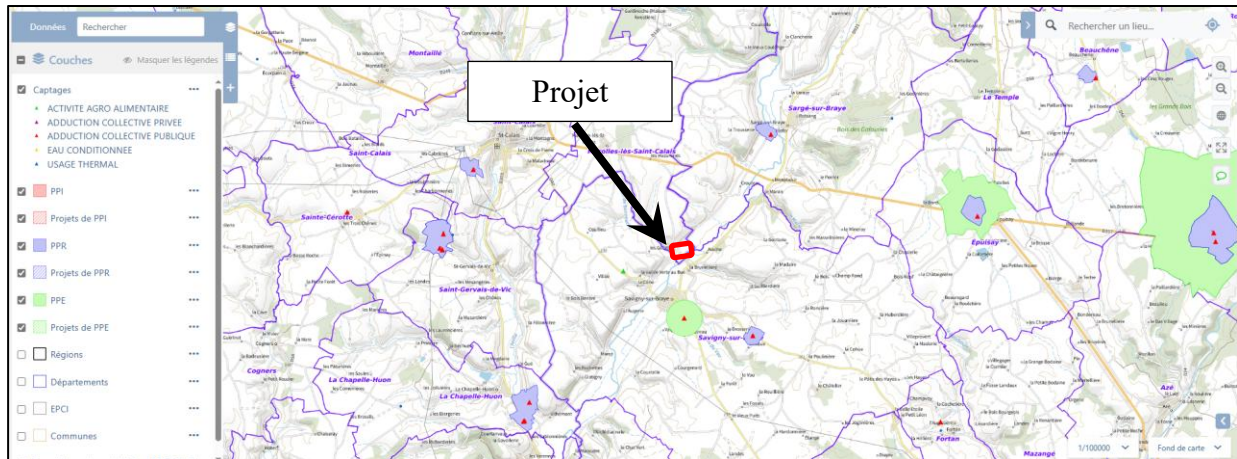


Figure 9 : Localisation des captages AEP et de leurs périmètres de protection sur le secteur d'étude (source : ARS)

Les captages d'Alimentation en Eau Potable les plus proches sont :

- Au sud, les captages de Savigny le Claireau et Savigny la Grilletière, localisés à Savigny à respectivement 1,4 et 3 km du site d'étude.
- Au nord-est, le captage de Sargé, situé à 4 km du site d'étude.

2.6 Sensibilité environnementale

2.6.1 Zone d'intérêt écologique avérée

L'emprise du projet est située hors des zones d'intérêt écologique avérées.

La figure suivante présente la localisation des zones d'intérêt écologique avérées les plus proches du projet.

Le Tableau 1 recense les sites naturels sensibles les plus proches du projet.

**Tableau 1 : Caractéristiques des zones d'intérêt écologique les plus proches
(source : INPN)**

Domaine de protection	Code de référence	Libellé	Distance au site
Znieff 1	240031167	Mares et prairies de Connival	800 m
Znieff 1	240031748	Prairies humides et bois de Pineau	1740 m
Znieff 1	240031061	Bois de la petite Benardière	2700 m

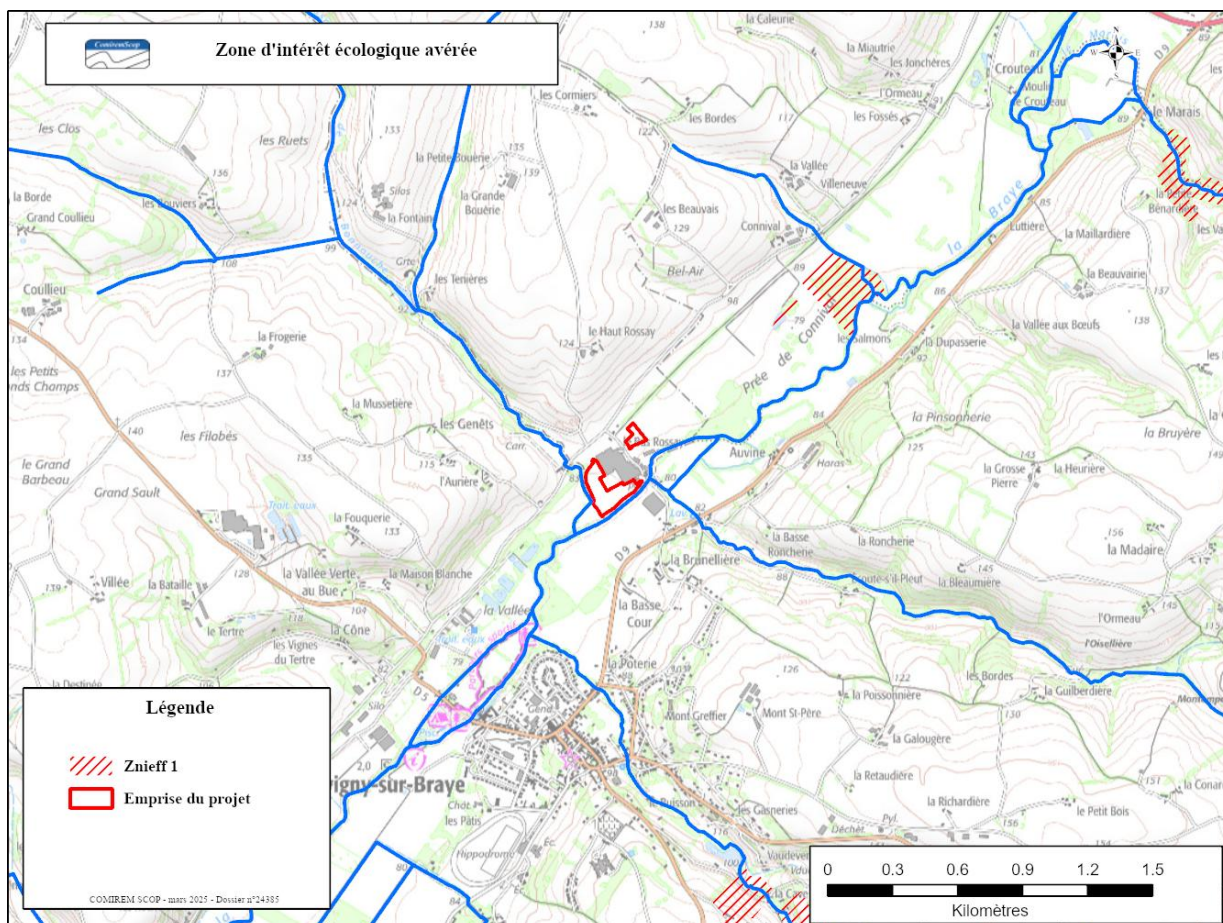


Figure 10 : Zones d'intérêt écologique avérées à proximité du projet.

2.6.2 Zones humides

Dans le cadre du volet naturel de l'étude d'impact, des investigations de terrain seront effectuées (faune/flore et sondages pédologiques) pour caractériser la présence ou l'absence de zones humides.

La carte suivante présente la carte de probabilité de présence de zone humide du secteur selon la cartographie nationale des milieux humides, conduits en partenariat entre PatriNat (OFB-MHNH-CNRS-IRD), l'Université de Rennes 2, l'Institut Agro Rennes Angers, l'INRAE et la Tour du Valat.

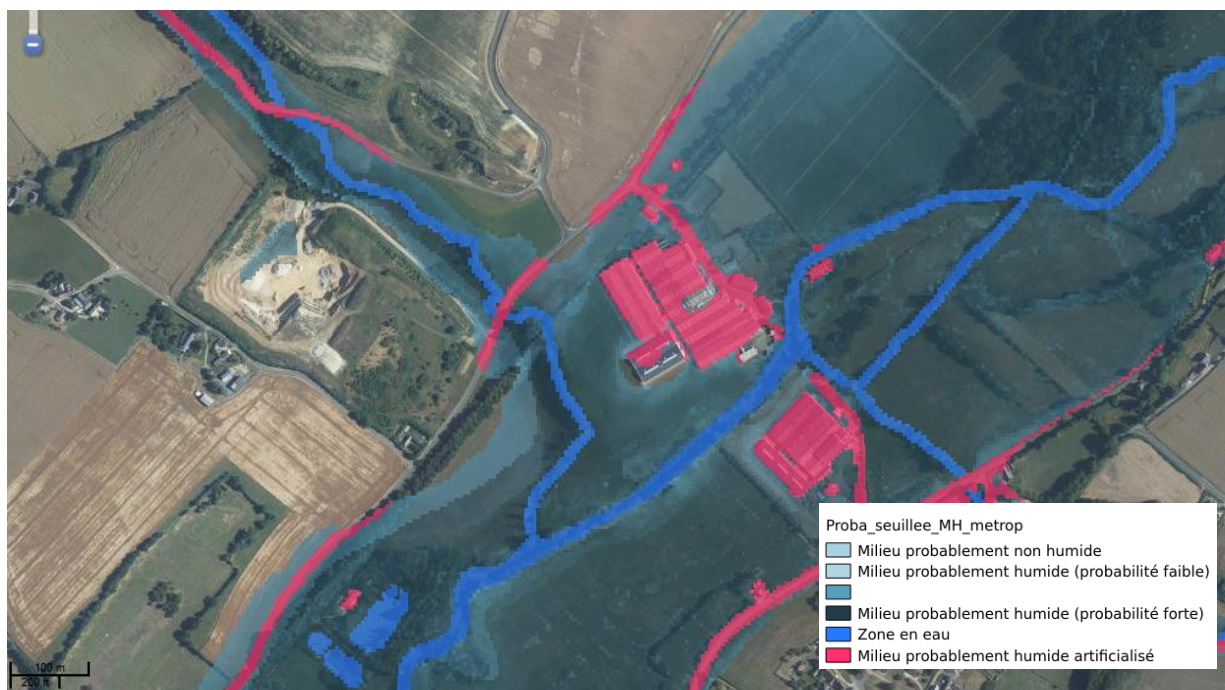


Figure 11 : Carte de probabilité de présence de zone humide
(Source : SIG Réseau zone humide)

2.7 Risques naturels et industriels

2.7.1 Risques naturels

D'après le site georisques.gouv.fr, l'emprise du site est localisée sur une zone d'aléa ayant un risque faible de retrait-gonflement des argiles.



Figure 12 : Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles (source : Géorisques)

Le site Géorisques ne signale pas de présence de mouvement de terrain de type effondrement sur la commune de Marolles-lès-Saint-Calais.

Concernant les séismes, la commune est localisée en zone d'aléa faible aux risques sismiques. Avec un risque faible, les séismes ne sont pas exclus.

D'après les informations disponibles sur le site de la DDT du Loir-et-Cher et de la Sarthe, la commune de Marolles-lès-Saint-Calais n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI). Toutefois, selon le PLUi des Vallées de la Braye et de l'Anille, le projet est situé en zone naturelle Ne à vocation principale d'activités économiques isolées et industrielles partiellement inondables et identifiées au titre de l'article R151-31 et R151-34 du Code de l'Environnement.

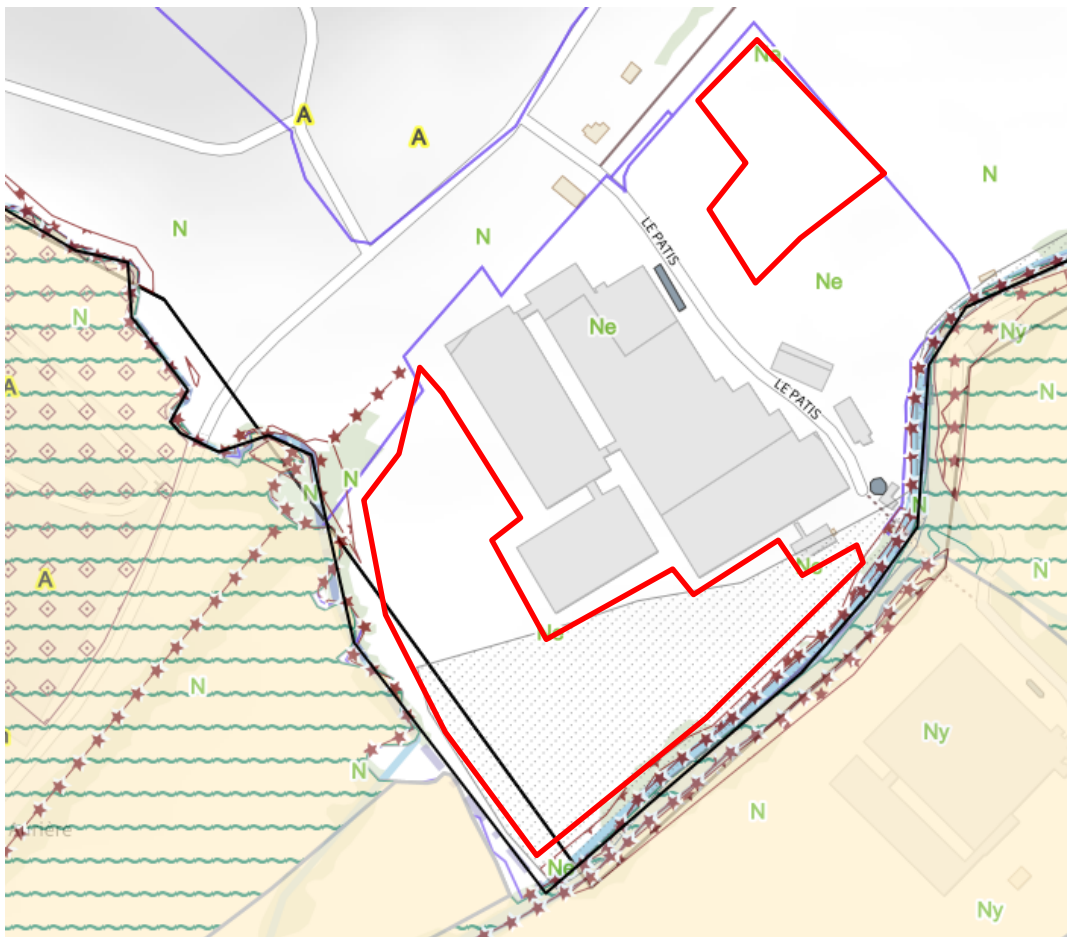


Figure 13 : Extrait du PLUi disponible sur Géoportail de l'urbanisme

La zone est cependant classée en zone potentiellement sujette aux débordements de nappes de fiabilité moyenne.

2.7.2 Risques industriels

Selon le site de la préfecture de la Sarthe, le site d'étude n'est pas localisé dans l'emprise d'un Plan de Prévention des Risques Technologiques.

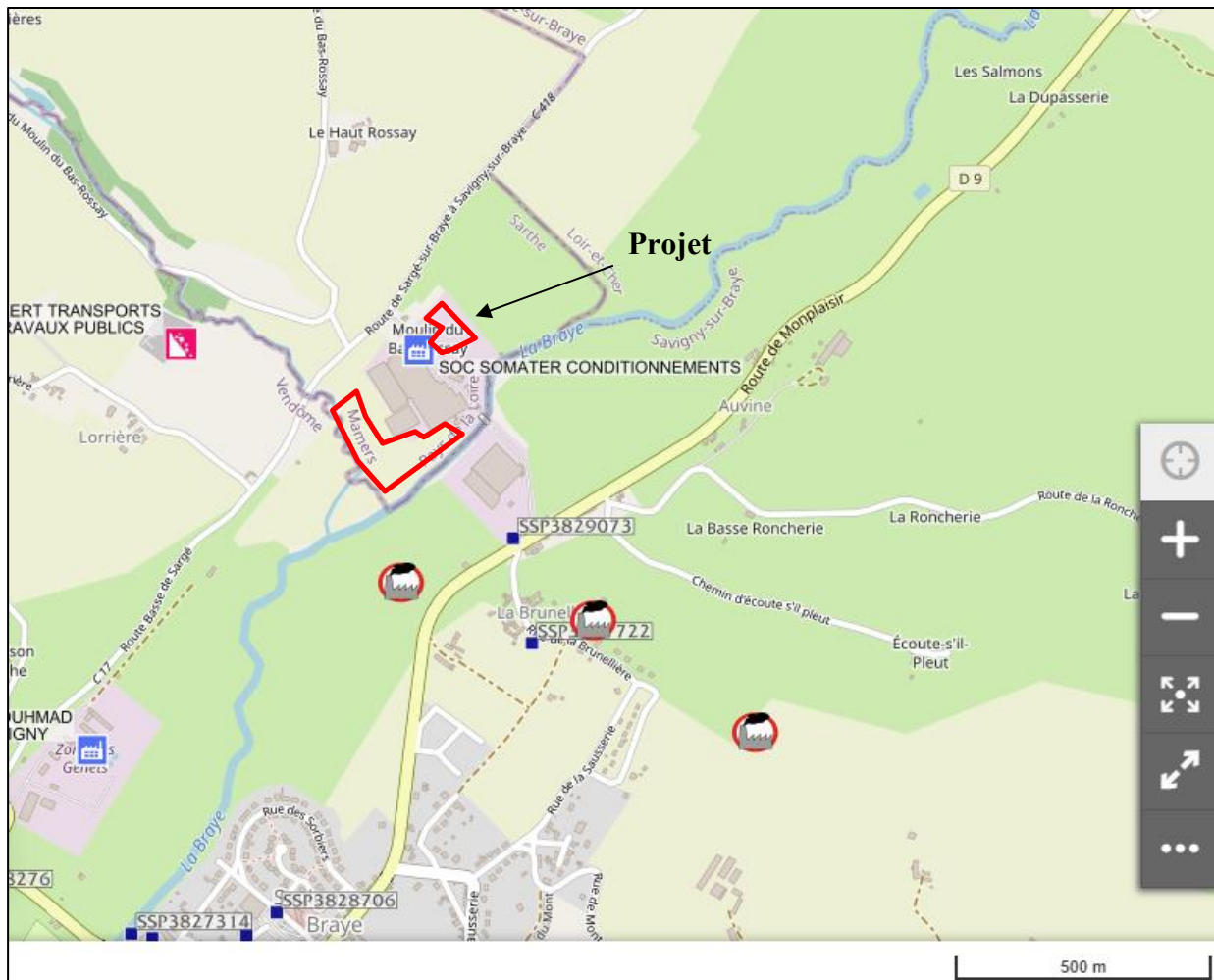


Figure 14 : Localisation des sites potentiellement pollués (Source : CASIAS)

D'après le site Géorisque, le site est recensé comme installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) – Non SEVESO sous le nom de SOC Somater conditionnements. Le site est connu en tant qu'installation de stockage de produits plastiques, de caoutchouc et de polymères. Le site est considéré en cours d'exploitation.

Le site est aussi compris dans la base de données CASIAS sous le code SSP3829073.

3 SITUATION HYDRAULIQUE INITIALE

3.1 Occupation du sol

Lors de la visite le 15/01/2025, le site était occupé par une ~~par une~~ prairie.

Le site s'inscrit en ~~bordure~~ est et ouest du site d'activité de Somater.

La zone Est est composée par une prairie bordée par

- A l'ouest, un parking,
- Au sud, d'un ~~un~~ boisement et du cours d'eau de la Brayé,
- A l'est, ~~par~~ une culture,
- Au nord, ~~par~~ une haie double.

La zone Ouest est occupée par une prairie bordée par

- A l'ouest, le ruisseau de Bonnouche associé à une ripisylve ,
- Au sud, le cours d'eau de la Brayé,
- A l'est, ~~par~~ le site d'activité composé de plusieurs bâtis,
- Au nord, ~~par~~ une haie.

La vue aérienne du site est présentée sur la figure suivante. Elle présente l'occupation du sol.

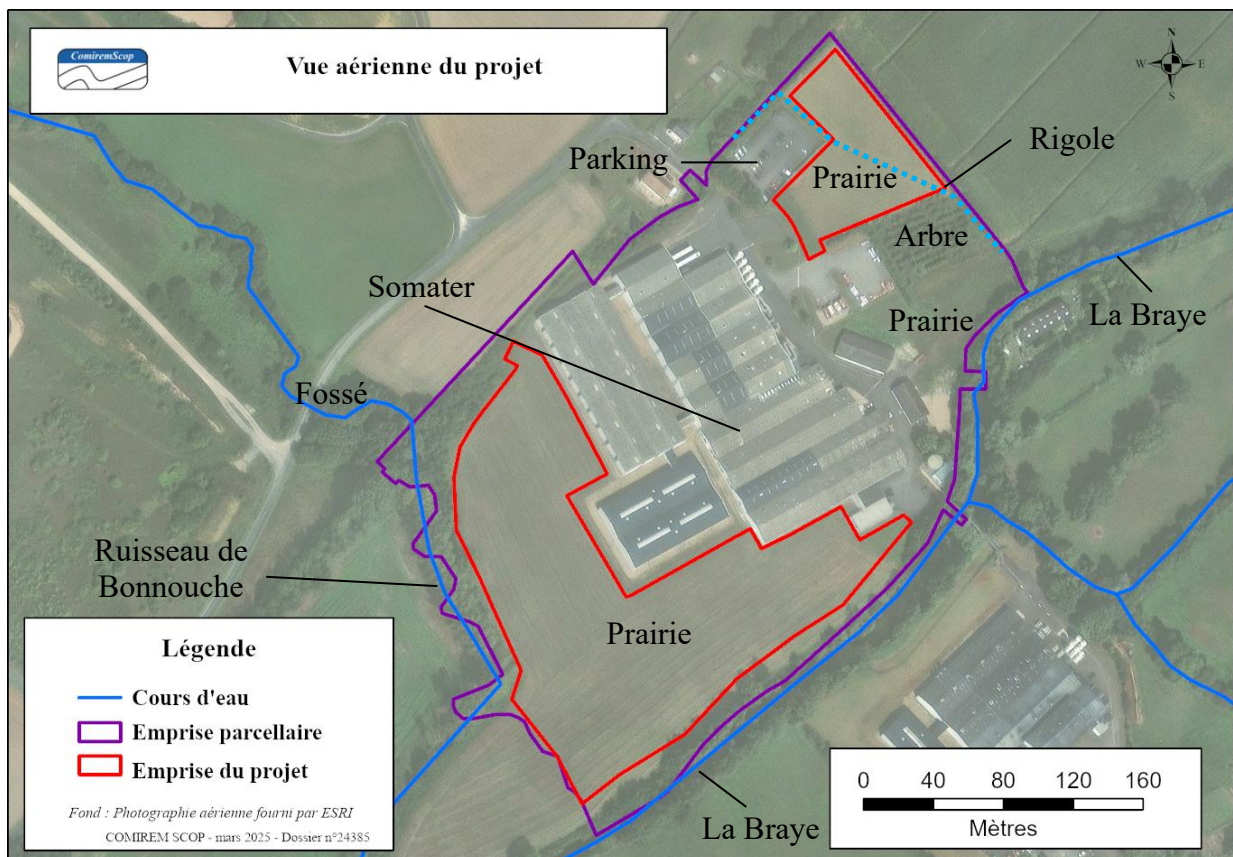


Figure 15 : Photographie aérienne



Figure 16 : Illustrations photographiques du site, observées le 15/01/2025

3.2 Hydrologie du site

3.2.1 Contexte général

Le site est subdivisé en 2 parties : la zone **Est** et la zone **Ouest**.

Au sein de la zone **Est**, les écoulements se dirigent vers le sud-est avec pour exutoire la Braye. La zone capte les eaux de ruissellement amont du parking et la zone de stockage. Le bâti à proximité est capté au sein du réseau de gestion des eaux pluviales se rejetant dans la Braye. La zone présente 2 exutoires en aval du site. Les écoulements vers l'aval sont diffus.



Figure 17 : Illustrations photographiques du 15/01/2025

Au sein de la zone **Ouest**, l'écoulement est dirigé vers le sud et le sud-ouest. Les eaux des bâtiments semblent intégralement captées par le réseau des eaux pluviales du site, dont l'exutoire est la Braye. La présence d'un merlon au nord de la zone permet de ne pas capter de ruissellement amont. Une partie des ruissellements du site **sont captés** par le ruisseau de Bonnouche tandis que le sud s'écoule vers la Braye.



Figure 18 : Illustrations photographiques du 15/01/2025

3.2.2 Ruissellements amont d'origine hors site

La zone capte une partie des ruissellements du parking et de la zone de stockage, tandis que la zone ouest ne capte pas de bassin versant amont.

3.2.3 Ruissellements sur le site d'étude

Zone **Est** :

La zone de parking, située à l'ouest de la zone de prairie au nord-est, s'écoule en partie vers le fossé présent sur **sa bordure** nord et est, puis traverse au sein d'une rigole vers le sud-est. La rigole longe la haie en bordure du site pour rejoindre la Braye.

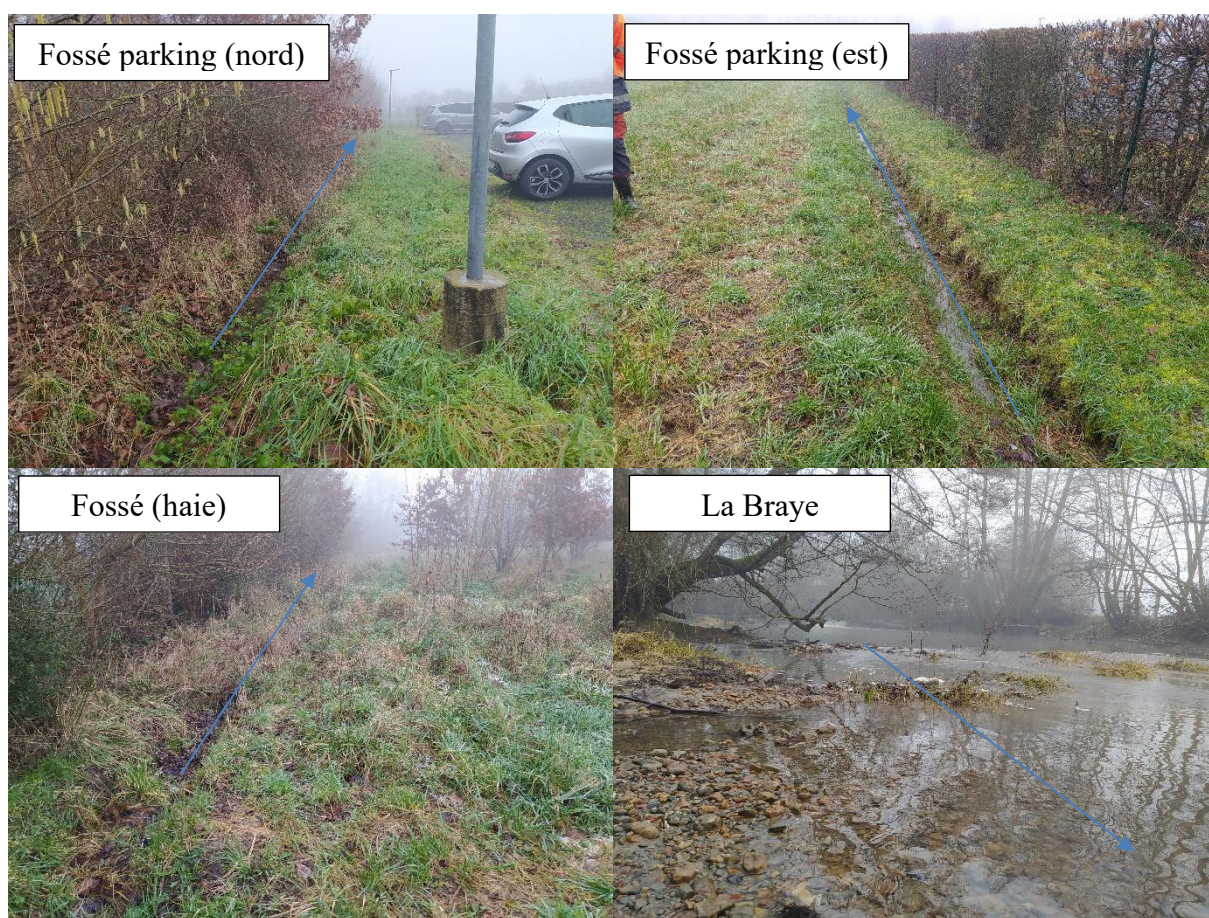


Figure 19 : Illustrations photographiques du 15/01/2025

Les écoulements du site se dirigent de façon diffuse vers la zone **de boisé**. Au sein de cette dernière, les observations ont montré la présence de talus formant une limite de partage des eaux. A l'ouest de la limite, dont une partie capte les écoulements de la zone de stockage, **s'écoule** vers un point bas formé à la suite d'une démolition. Un avaloir a été mis en place pour évacuer **les** eaux vers la Braye.

Une partie des eaux du site est captée par la zone de stockage.



Figure 20 : Illustrations photographiques du 15/01/2025

Zone Ouest :

Le site ne présente pas de bassin versant amont. L'amont du site est muni d'un merlon bloquant les écoulements. Les bâtiments en bordure est présentent des gouttières et semblent **intégralement récupérer** au sein du réseau d'eaux pluviales.



Figure 21 : Illustrations photographiques du 15/01/2025

La prairie s'écoule principalement en direction du sud / sud-ouest soit en direction du ruisseau de Bonnouche soit en direction de la Braye. La zone sud de la prairie est relativement plane. Bien que le site ne soit soumis à aucun PPRI, le site est noté comme potentiellement inondable sur les plans d'urbanisme.

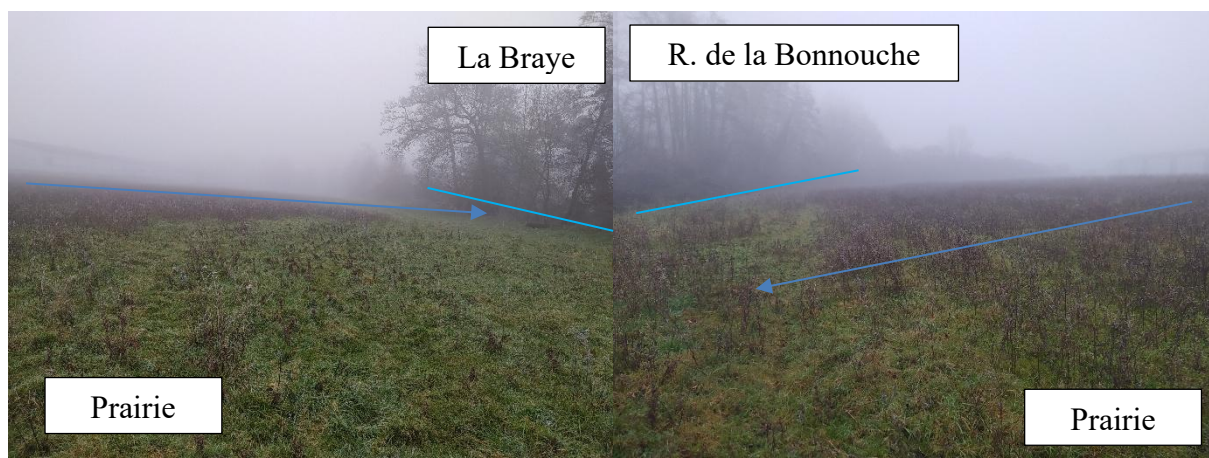


Figure 22 : Illustrations photographiques du 15/01/2025

La Figure 23 synthétise les observations effectuées sur site, le 15 janvier 2025.

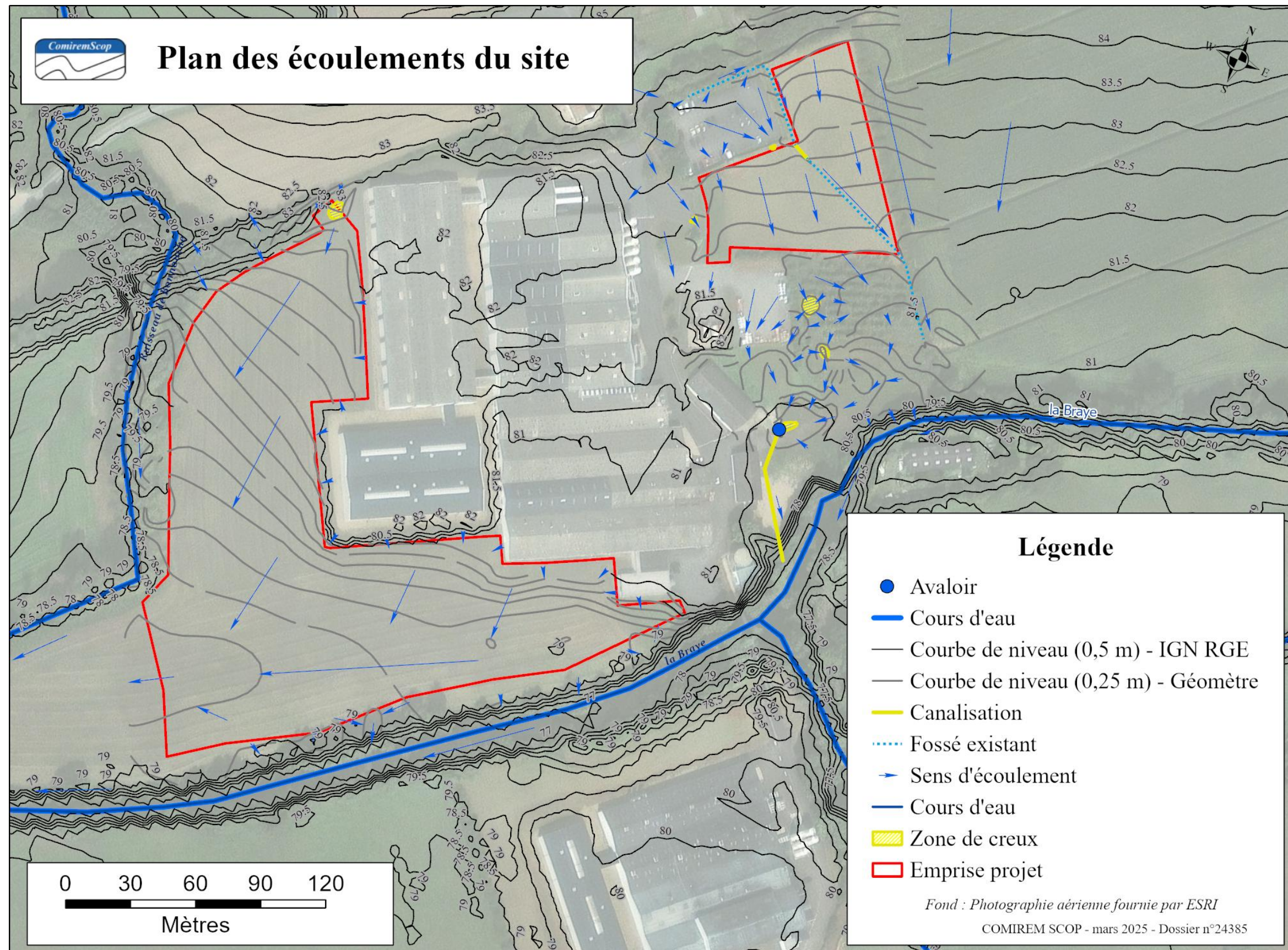


Figure 23 : Plan des écoulements

3.3 Essais réalisés sur site

3.3.1 Sondages géologiques

Afin de préciser la nature géologique des terrains au droit du site à l'étude, 8 sondages ont été réalisés sur l'emprise du projet.

Les sondages ont été répartis sur l'ensemble du site d'étude. Ils sont localisés sur les figures suivantes.



Figure 24: Localisation des sondages réalisés (source : SOND&EAU)

Les coupes des sondages réalisés par SOND&EAU sont présentées en pages suivantes.

Tableau 2 : Résultats des sondages réalisés

• Description des sondages	
Profondeur (m)	Nature du terrain
<u>S1</u> 0 - 0.50 m 0.50 - 0.65 m	Limon sablo-argileux brun à rares silex Argile ocre à grise compacte et collante
<u>S1bis</u> 0 - 0.35 m	Limon sablo-argileux brun à rares silex
<u>S2</u> 0 - 0.45 m	Limon sablo-argileux brun à rares silex
<u>S3</u> 0 - 0.35 m	Limon argileux brun gris compact
<u>S4</u> 0 - 0.35 m	Limon argileux légèrement sableux brun à fragments rocheux
<u>S5</u> 0 - 0.55 m	Limon argileux légèrement sableux brun à fragments rocheux, frais. Venue d'eau vers 0.40 m/sol
<u>S6</u> 0 - 0.40 m 0.40 - 0.75 m	Limon argileux brun gris. Venu d'eau dès 0.10 à 0.15 m/sol Argile limoneuse marron ocre
<u>S7</u> 0 - 0.55 m 0.55 - 0.75 m	Limon argileux brun gris Argile limoneuse marron à grise. Venue d'eau vers 0.60 m/sol
<u>S7bis</u> 0 - 0.45 m	Limon argileux brun gris
<u>S8</u> 0 - 0.35 m	Limon sableux brun gris à ocre compact

Les reconnaissances géologiques mettent en évidence la présence de limon plus ou moins sablo-argileux à argileux sur argile sur l'ensemble du site.

3.3.2 Essais de perméabilité

Afin de définir la perméabilité du sol au droit du site, 2 essais d'infiltration de type Porchet ont été réalisés.

Tableau 3 : Résultats du test de perméabilité réalisé

N°	Horizon testé	Profondeur (m)	Capacité d'infiltration	
			mm/h	m/s
S1bis	Limon sablo-argileux brun à rares silex	0,35	5	$1,39 \cdot 10^{-6}$
S3	Limon argileux brun gris compact	0,35	2	$5,56 \cdot 10^{-7}$
S4	Limon argileux légèrement sableux brun à fragments rocheux	0,35	8	$2,22 \cdot 10^{-6}$
S7bis	Limon argileux brun gris	0,45	> 200*	$> 5,56 \cdot 10^{-5}$
S8	Limon sableux brun gris à ocre compact	0,35	2	$5,56 \cdot 10^{-7}$

La perméabilité (K) d'un sol est définie par la vitesse d'infiltration de l'eau.

Dans le cas d'infiltration d'eaux pluviales, nous avons pris comme référence les ordres de grandeur de la conductivité hydraulique (K) dans différents sols extraits de l'ouvrage « Physique du sol », A. Musy et Soutter, 1991.

K (m/s)	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins		Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux			Argile limoneuse à argile homogène			
Possibilités d'infiltration	Excellentes		Bonnes		Moyennes à faibles			Faibles à nulles			

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique K dans différents sols (Musy & Soutter, 1991)

Figure 25 : Ordre de grandeur de la conductivité hydraulique (Musy & Soutter, 1991)

En raison de la nature des matériaux, les sols ont une perméabilité pouvant être considérée comme moyenne à faible, à l'exception de S7bis localisé sur une zone anthropique avec une forte perméabilité. Pour la suite de l'étude, nous retiendrons des valeurs de perméabilités faibles donc un ruissellement important.

3.4 Bassins versants à l'état initial

3.4.1 Caractéristiques des bassins versants

L'emprise aménagée future du site peut être divisée en 2 bassins versants, qui sont représentés sur la Figure 26. Les bassins versants ont pour exutoire le cours de la Braye.

3.4.1.1 Bassins versants

Les caractéristiques des bassins versants sont les suivantes :

➤ Bassin versant A (BV A) :

Le bassin versant A est occupé par une prairie et capte les ruissellements amont provenant du parking et de l'entrée du site. Les eaux de ruissellement sont captées soit par le fossé, soit par l'avaloir formant 2 points de concentration. L'ensemble des eaux de ruissellement sont rejetées vers la Braye.

- Surface $\approx 0,9$ ha
- Pente moyenne $\approx 1,3\%$
- Seuil de ruissellement Po estimé : 37
- Exutoire des eaux pluviales : Les eaux se rejettent dans la Braye

➤ Bassin versant B (BV B) :

Les ruissellements du bassin versant B sont intégralement **captés** par la rigole de collecte et **dirigés** vers le système de lagunage. Le bassin versant est occupé par une prairie imperméable. Les couches superficielles du sol ont été positionnées afin de favoriser le ruissellement de subsurface en direction de la rigole de collecte pour éviter une infiltration vers le massif de déchets. Aucun bassin versant amont n'est capté.

- Surface $\approx 2,99$ ha
- Pente moyenne $\approx 1,7 \%$
- Seuil de ruissellement Po : 44
- Exutoire des eaux pluviales : Les eaux se rejettent dans la Braye soit directement soit en passant par le ruisseau de la Bonnouche

La Figure 26 présente la localisation des bassins versants.

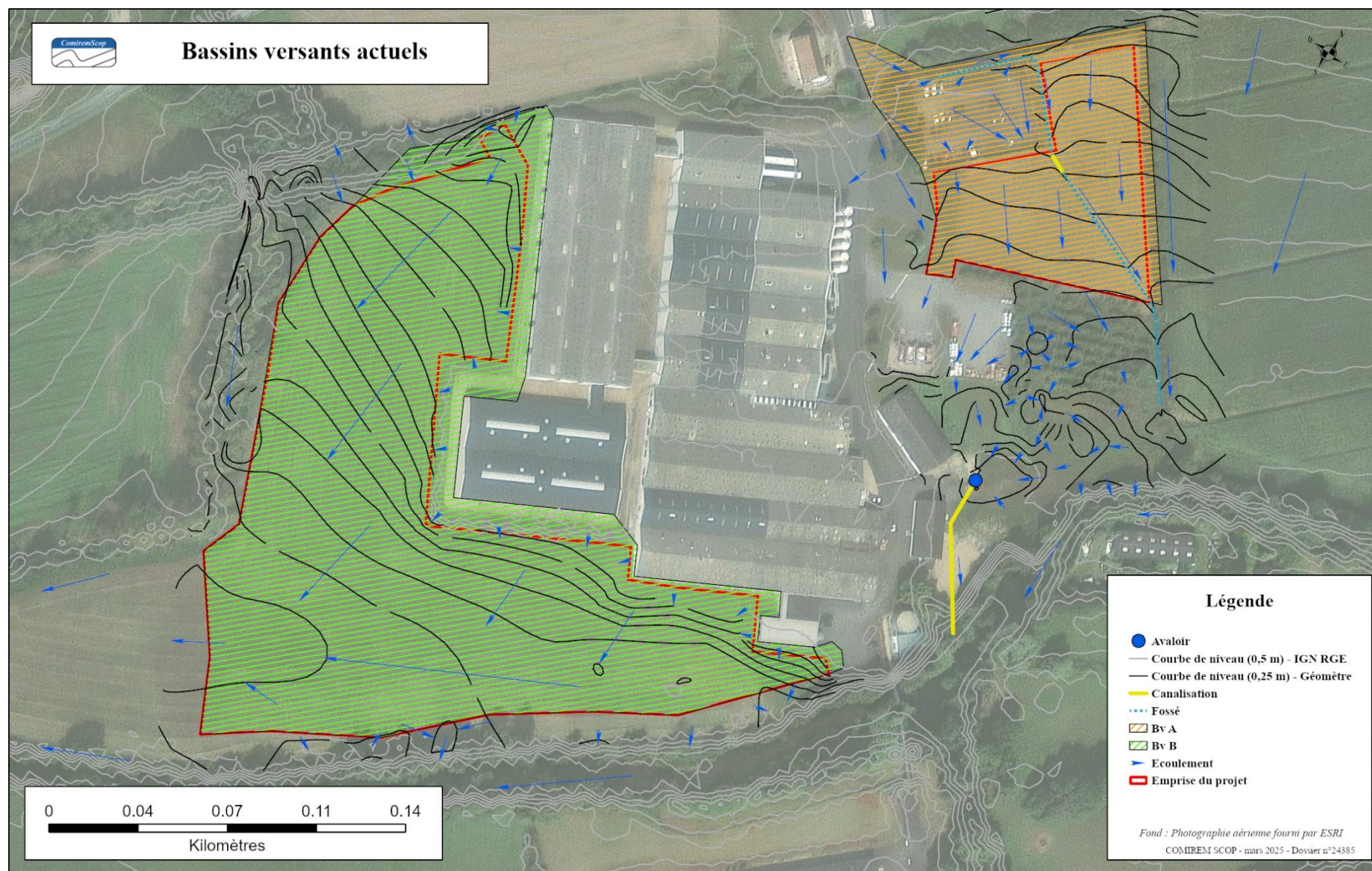


Figure 26 : Plan des bassins versants à l'état initial

3.4.2 Données statistiques météorologiques

Les données statistiques de précipitations retenues pour les calculs concernant ce site sont celles de la station Météo France de Tresson_SAPC (72), distante de 17,1 km à l'ouest du projet (altitude 154 m).

3.4.3 Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement ont été déterminés selon l'approche à seuil (Astier et al. 1993) qui prend en compte un seuil de rétention au début des pluies (saturation initiale du sol avant le début des ruissellements). L'estimation du coefficient de ruissellement selon cette méthode tient compte de la pente, du couvert végétal et de la nature des terrains.

Lorsque la formule indique une absence de ruissellement (valeur négative), un coefficient arbitraire de 0,001 est retenu.

À l'état initial, les surfaces se répartissent comme suit :

Tableau 4 : Répartition des surfaces initiales et seuil de rétention

Bassin versant	Surface en ha			Seuil Po (mm)
	Prairie	Voirie	Gravier	
BV A	0.737	0.163		37
BV B	2.761	0.05	0.199	44

Les notes de calculs sont présentées en **annexe 1**. Les coefficients de ruissellement évalués sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants initiaux

BV	Surface (ha)	Pente moyenne (%)	Longueur de cheminement maxi (m)	Nature des sols	Couvert végétal principal	Coefficient de ruissellement estimé selon pluie de retour*			
						10 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	0.9	0,7	165	Limono-argilo-sableux	Prairie/Bois/ voirie	0,154	0,243	0,278	0,315
BV B	2.965	1,23	265		Prairie/gravier	0,030	0,136	0,178	0,221

**Coefficient de ruissellement déterminé selon l'approche à seuil (Astier et al. 1993) en tenant compte de la couverture végétale prévisionnelle et des résultats de la perméabilité des terrains mesurée sur site.*

Les coefficients de ruissellements présentés correspondent à la proportion de ruissellement par surface.

3.4.4 Volumes d'eau ruisselés

Les données statistiques de précipitations à la station de Tresson (Coefficients de Montana - Données Météo France) permettent d'évaluer les volumes ruisselés pour des pluies exceptionnelles.

Le tableau suivant présente les volumes qui tombent et ruissellent sur chaque bassin versant du site actuel pour différents épisodes pluvieux. Les coefficients de ruissellement ont été déterminés selon l'approche à seuil (Astier et al. 1993), qui prend en compte la nature du terrain, sa pente et sa couverture végétale, et tient compte de la saturation progressive des terrains lorsque l'épisode pluvieux dure de plus en plus longtemps.

Tableau 6 : Volumes précipités et ruisselés à l'état initial

Marolles les saint calais (72) - QUANTITES TOMBEES OU RUISELEES POUR UNE PLUIE DE 24 H (m³)							
Fréquence de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	Pluies tombées	367	411	453	476	508	547
	Ruissellements	28	63	97	116	141	172
BV B	Pluies tombées	1 208	1 352	1 492	1 570	1 675	1 801
	Ruissellements	1	40	152	214	298	399

Ces calculs montrent que les volumes des ruissellements de surface et de subsurface arrivant aux exutoires des bassins versants sont limité en rapport avec la surface du bassin versant. Pour rappel, les exutoires de chaque bassin versant alimentent le cours d'eau.

3.4.5 Débits de crue

Les débits de crue ont été calculés par la « méthode rationnelle », adaptée aux bassins versants ruraux.

Ils sont présentés sur le tableau page suivante (voir notes de calcul en **annexe 1**).

Ces calculs donnent une évaluation du débit maximum qui peut arriver au point aval des bassins versants décrits ci-dessus, pour une pluie exceptionnelle.

Les calculs ont été faits pour des pluies de retour, 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans. Ils prennent en compte un temps de concentration défini par les méthodes Ventura, Passini, Turazza et Giandotti.

Dans le cas où une valeur de temps de concentration (T_c) est inférieure à 5 min, considérant que ce dernier n'est pas réaliste, nous retenons une valeur de T_c égale à 5 min.

Dans le cas d'une valeur de ruissellement négative (R_m), le coefficient de ruissellement (C_r) sera considéré à 0,001 afin de permettre le calcul du débit de pointe.

Les valeurs des coefficients de Montana ont été adaptées en fonction du temps de concentration.

Les calculs sont basés sur les coefficients de Montana fournis par Météo France (Station de Tresson).

Tableau 7 : Débits de pointe à l'état initial

		Débits de crue des bassins versants du site pour des pluies journalières de retour 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans																			
Pluie de retour		10 ANS				20 ANS				30 ANS				50 ANS				100 ANS			
Bassins Versants	Surface (ha)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	0.900	8.00	0.154	1.4	0.03	8.00	0.214	1.6	0.05	8.00	0.243	1.7	0.06	8.00	0.278	1.9	0.08	8.00	0.315	2.1	0.10
BV B	2.965	10.00	0.030	1.2	0.02	10.00	0.102	1.4	0.07	10.00	0.136	1.6	0.11	10.00	0.178	1.7	0.15	10.00	0.221	1.9	0.21

Ces calculs montrent que les débits de crue théoriques parvenant aux exutoires de chaque bassin versant du site sont importants par rapport à la surface de ruissellement. Pour rappel, les exutoires de chaque bassin versant alimentent le cours d'eau.

4 SITUATION HYDRAULIQUE EN PHASE TRAVAUX

4.1 Contexte général

La phase transitoire correspond à la réalisation des travaux, pour la mise en place des infrastructures de la centrale solaire.

À ce titre, les opérations sont les suivantes :

- 1 : Préparation du site d'étude : élagage, fauchage, création des accès,
- 2 : Terrassements : nivellement du terrain,
- 3 : Réalisation des fondations des différentes composantes de la centrale,
- 4 : Création des tranchées éventuelles pour la mise en place des réseaux électriques si les contraintes du site le permettent,
- 5 : Préservation ou création du système de gestion des eaux pluviales,
- 6 : Installations des différentes composantes de la centrale,
- 7 : Tests des équipements, puis mise en service de la centrale.

La réalisation de ces travaux d'aménagements engendre une dégradation temporaire et/ou permanente des conditions hydrauliques du site d'étude.

Cette situation se traduit par :

- Un décapage des sols existants,
- La dégradation/destruction du couvert végétal existant,
- La modification de la topographie du site,
- Un tassement des sols,
- La création d'ornières,
- Une perte de la capacité d'infiltration de la terre végétale et de son effet tampon,
- Le sol étant limoneux, la mise à nu peut entraîner un phénomène de battance aggravant le ruissellement.

Remarque :

En fonction de la lithologie du sous-sol, des opérations de chaulage peuvent être préconisées, afin de garantir une meilleure structure du sol. Ce genre d'intervention engendre une perte de la capacité d'infiltration du sol.

4.2 Comportement hydraulique en phase travaux

En tenant compte des éléments évoqués ci-dessus, on considérera qu'en phase chantier le coefficient de ruissellement sera de 1. Les volumes de ruissellements ou de stagnation seraient donc équivalents aux volumes de pluies tombés (encadrés rouges) voire supérieurs, en cas de cumuls de précipitations (voir paragraphe 5.3.4 *Volumes d'eau ruisselés*).

Dans ce cas de figure, les ruissellements seraient donc drastiquement augmentés et pourraient engendrer des désordres sur le site et à l'aval, car l'effet tampon permis par l'infiltration des eaux au sein de la couche de terre végétale ne serait plus effectif.

Tableau 8 : Volumes ruisselés en phase travaux (encadré rouge, Cr=1)

Marolles les saint calais (72) - QUANTITES TOMBÉES OU RUISSELEES POUR UNE PLUIE DE 24 H (m³)							
Fréquence de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	Pluies tombées	367	411	453	476	508	547
	Ruissellements	0	75	109	128	154	184
BV B	Pluies tombées	1 208	1 352	1 492	1 570	1 675	1 801
	Ruissellements	1	52	164	226	310	411

4.3 Propositions

Comme évoqué dans les paragraphes précédents, la phase transitoire ou phase travaux risque de provoquer des désordres importants par augmentation des ruissellements.

Pour ce faire, les mesures temporaires à prendre en phase travaux sont les suivantes :

- Aucune destruction du couvert végétal de type prairie n'est envisageable, sauf au droit des pistes et de la citerne ou cela devra être limité.
- Lors de la destruction du couvert végétal de type bois, les travaux devront limiter la mise à nu des sols. Lors de l'opération, les sols ne devront pas être lissés et/ou compactés, sous risque d'aggraver fortement les ruissellements.
- La circulation devra être au maximum réalisée parallèlement aux isolignes (perpendiculaire à la pente), pour éviter la création d'ornières, qui seraient des axes préférentiels d'écoulement. L'axe de certains panneaux étant dans l'axe de ruissellement, ce point représente un enjeu fort sur les ruissellements potentiels en phase travaux,
- Des travaux de reprise devront être effectués en fin de chantier, pour rétablir l'état initial, en décompactant les secteurs de sol qui ont été tassés et/ou les zones d'ornières. En cas de doute sur la nécessité de décompacter le sol, la capacité d'infiltration de ce dernier pourra être réévaluée et comparée aux mesures initiales.

5 SITUATION HYDRAULIQUE EN PHASE EXPLOITATION

5.1 Caractéristiques du projet de parc photovoltaïque

Le projet de parc photovoltaïque porté par greenyellow prévoit sur l'ensemble du périmètre étudié :

- Des modules photovoltaïques alignés ouest-est et orientés nord-sud,
- Des postes de transformation,
- Des postes de livraison,
- Une citerne incendie,
- Des pistes internes.

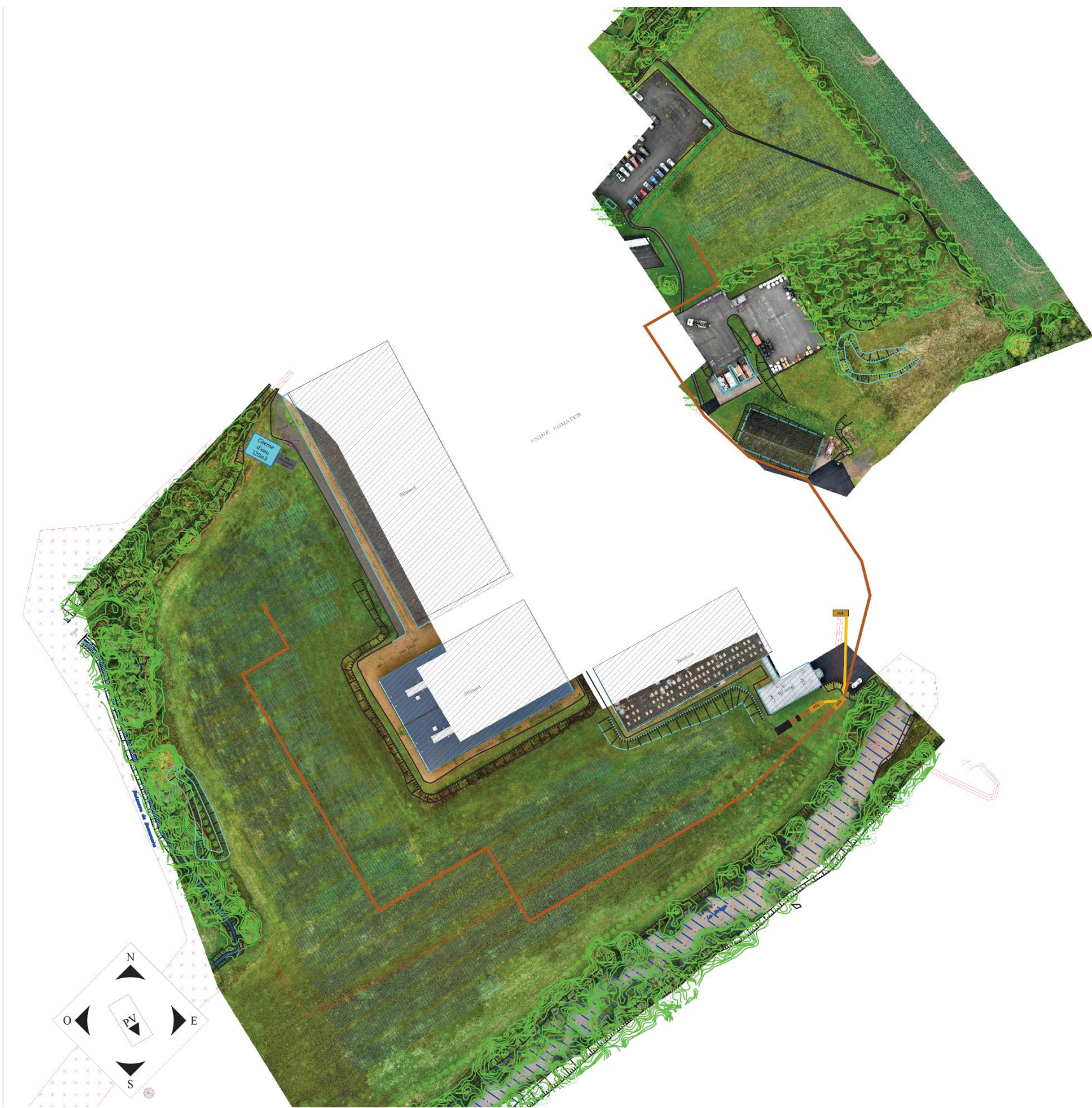
Les surfaces imperméabilisées se limiteront aux postes de transformation, de livraison et à la citerne d'incendie..

Les pistes sont nécessaires afin d'assurer l'entretien des modules et l'intervention des services du SDIS.

Les pistes internes seront des pistes lourdes, et seront réalisées en matériaux semi-perméables.

Le site sera clôturé.

La figure suivante présente le plan d'implantation des infrastructures du projet. Si ce plan venait à être modifié, une mise à jour de ce rapport sera nécessaire.



Somater Marolles

Coordonnées GPS du site : 47.890230, 0.811614

Caractéristiques de la centrale PV

Type du projet :	Centrale PV au sol conventionnelle
Type et nb des panneaux PV :	Jinko 635Wc bifacial (4 800 panneaux PV)
Type et nb des onduleurs PV :	Huawei SUN2000-330KTL-H1 x 8 onduleurs
Puissance crête installée :	3 048 kWc
Puissance d'injection :	2 640 kVA (sans bridage des onduleurs)
Inclinaison / Azimut PV :	15° / -31° (Convention Sud = 0°)
Surface clôturée du terrain :	31 109 m²
Surface projetée champs PV :	11 044 m²
Taux de remplissage :	35,5 %
Nb des postes de livraison :	- (Raccordement en autoconsommation)
Nb des postes transformation :	1 poste de 2 800 kVA
Longueur de la clôture :	1 300 ml
Longueur des voiries :	1 150 ml de voirie lourde
Nb des portails d'accès :	2 portails

Vue de coupe

Légende

Table PV 3V24	Tranchée AC
Table PV 3V16	Tranchée HT
Table PV 3V8	Voirie lourde
Citerne d'eau 120m3	Clôture
Poste de transformation	Ligne HTA souterraine
Portail d'accès	Eloignement 1ml
Caméra vidéosurveillance	
Batterie de stockage	

Plan du calepinage

E									
D									
C									
B	17/12/24	RLM	AMI	MAJ du projet					
A	24/05/23	BL	VM	Première version					
N°	Date	Dessiné	Vérifié	Description					
				Echelle	1:1500	Date	18/12/2024	Phase	APS APD EXE DOE

greenyellow
SHIFT TO PROFITABLE ENERGY

Ce document est confidentiel et lié par le secret professionnel

Figure 27 : Extrait du plan de masse APS du projet (source : greenyellow)

5.2 Contraintes

5.2.1 Ruissellements sous les champs photovoltaïques

Les rangées de tables seront séparées par une bande de terrain d'une largeur de 2,5 m.

L'eau de pluie interceptée par les panneaux ne sera que très peu déportée, car elle pourra s'infiltrer ou ruisseler dans les bandes de terrain intercalaires et sous les tables de panneaux (cf. Figure 28).

Il est noté un espacement de 2 cm entre chaque panneau, facilitant ainsi l'égouttage (mesure de réduction).

Les eaux de pluie ruisselant sur les capteurs tomberont donc sur le sol où elles continueront de s'infiltrer ou ruisseler.

Le couvert végétal sera conservé en prairie.

Les modules atténuent le pouvoir érosif des fortes pluies, mais l'égouttage de chaque panneau peut générer une érosion locale.

La présence d'une végétation herbacée est donc un moyen efficace de limiter l'impact de ces égouttements (cf. Figure 28).

Sans végétation ni espacement, une érosion en pied de panneaux peut se produire. La mise en place de panneaux solaires avec une prairie ne modifie donc pas significativement le fonctionnement hydrologique global d'un site.

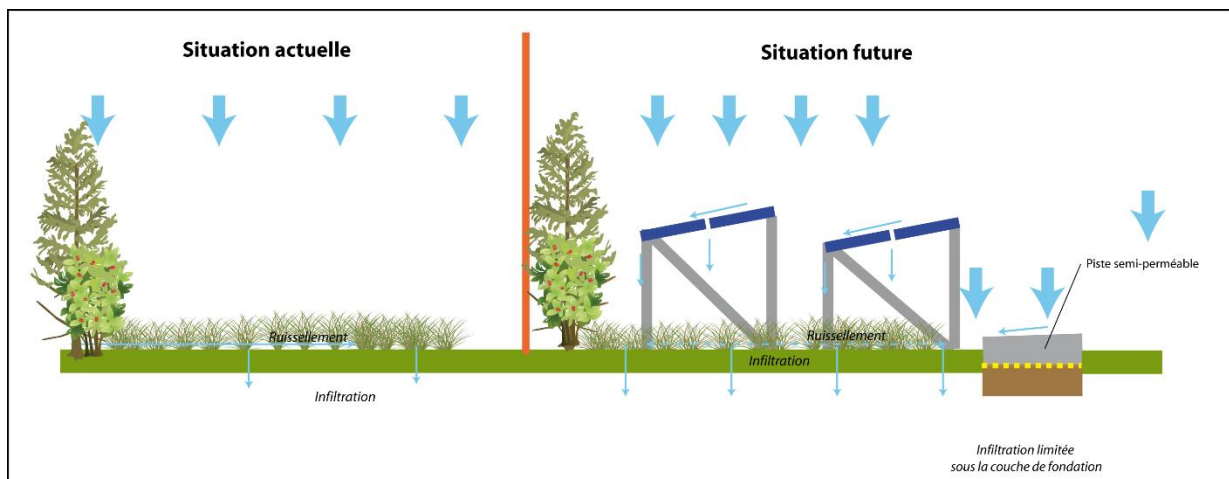


Figure 28 : Illustration schématique

5.2.2 Ruissellements liés aux surfaces imperméabilisées

○ Postes de livraison et de transformation :

Les postes de livraison et de transformation disposeront d'un accès sur une plateforme qui sera surélevée de 0,80 m par rapport au terrain naturel (cf. Figure 29 et Figure 30).

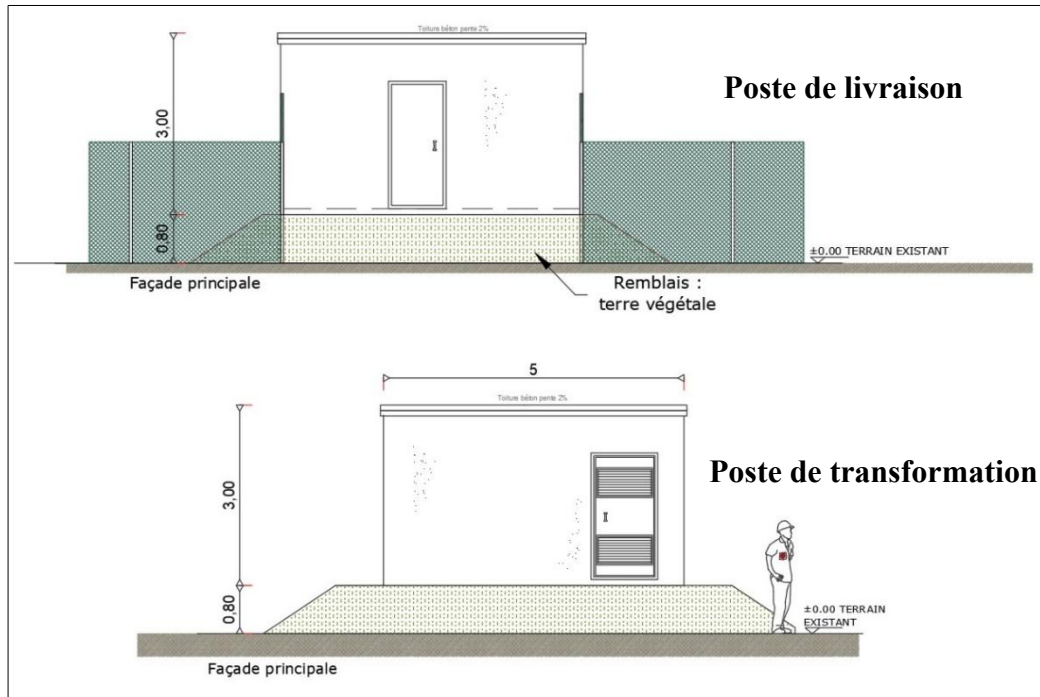


Figure 29 : Coupe schématique de la structure des postes de livraison et transformation



Figure 30 : Illustrations photographiques des structures (source : COMIREM SCOP)

Les eaux pluviales qui tomberont sur les postes de livraison et de transformation, ruisselleront sur les toitures des ouvrages, puis tomberont au sol et s'infiltreront ou ruisselleront. La mise en place de ces structures ne fera donc pas obstacle à l'infiltration des eaux pluviales.

○ Réserve d'incendie :

Dans le cadre du plan de sécurité contre les incendies, le projet disposera de réserves incendie de type « citerne souple » et qui reposera/ont sur un lit de sable d'une épaisseur de quelques centimètres compactés (cf. Figure 31 et Figure 32).

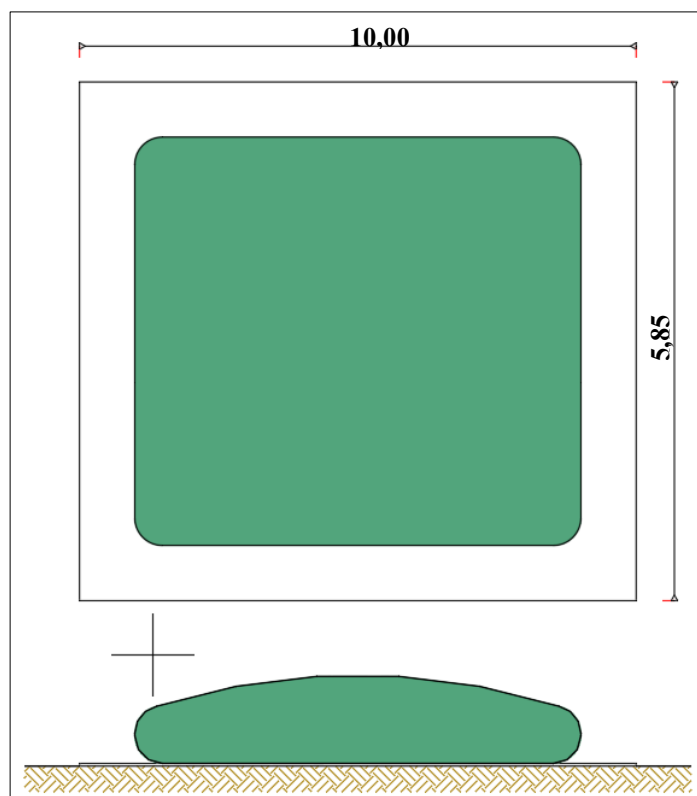


Figure 31 : Coupe schématique d'une citerne souple



Figure 32 : Exemple photographique d'une citerne souple (source : COMIREM SCOP)

Les eaux pluviales qui tomberont sur la citerne, ruisselleront sur la structure de cette dernière, tomberont sur le sol et s'infiltreront ou ruisselleront.

La mise en place de la réserve incendie ne fera pas obstacle à l'infiltration des eaux pluviales, car ces dernières continueront de s'infiltrer en bordure de l'ouvrage.

○ Pistes de circulation :

Dans le cadre de ses projets de centrale photovoltaïque, il est classiquement proposé trois méthodologies pour la réalisation des pistes internes (cf. Figure 33) :

- Piste semi-perméable, non transparente, en matériaux semi-perméables type 0/31,5 lorsqu'elles sont en point haut, ou protégées des écoulements amonts par des noues et des passages à gué,
- Piste **semi-perméable** transparente en matériaux perméables type 20/40 lorsqu'il s'agit de laisser transiter l'eau au travers de la piste positionnée en point bas. **Elles pourront** soit être légèrement **surélevées**, soit **finies** au niveau du terrain naturel pour limiter l'érosion.
- Piste au niveau du terrain naturel, lorsqu'il s'agit d'un projet d'agrivoltaïsme ou des projets avec peu de pentes donc peu de ruissellement.

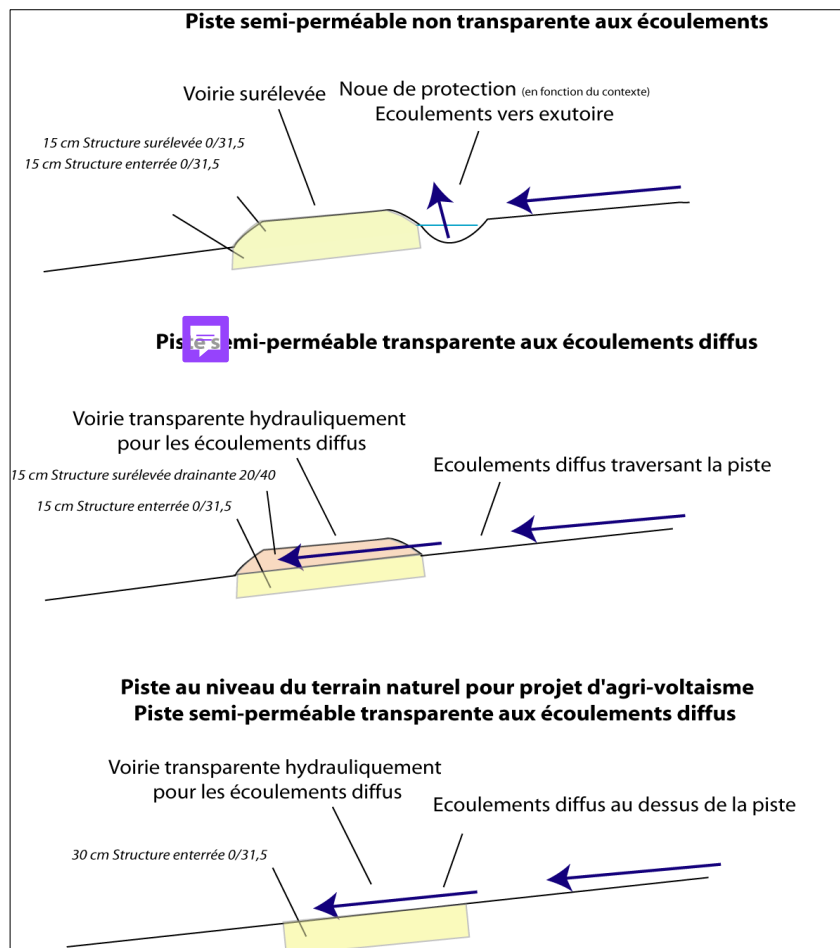


Figure 33 : Coupes schématiques des trois types de pistes

5.2.3 Coefficient d'imperméabilisation

Comme énoncé dans le *paragraphe 5.2.2 Ruissellements liés aux surfaces imperméabilisées*, les surfaces imperméabilisées se limitent au poste électrique combiné et à la citerne d'incendie.

Les pistes seront de type semi-perméable et feront de 5 à 6 m de large. Le tableau suivant considère des surfaces imperméabilisées hypothétiques qui pourraient être mises en place sur le projet. Ces surfaces seront mises à jour avec le plan de masse définitif du projet.

Tableau 9 : Superficie des surfaces imperméables et semi-perméables dans le bassin versant

Occupation du sol	Nature	Surface (m²)
Poste de livraison et transformation	Imperméable	42
Citerne/ aire d'aspiration	Imperméable	180
Pistes internes créées	Semi-perméable	5551

Les surfaces nouvellement semi-imperméabilisées et imperméabilisées seront limitées à 0,57 ha de la surface des bassins versants interceptés. Elles représentent environ 14,7 % de la surface interceptée pour un projet dont l'emprise totale des bassins versants est d'environ 3,865ha.

Les surfaces semi et imperméabilisées étant non négligeables, elles entraîneront par conséquent des augmentations des écoulements.

5.2.4 Topographie du site

La topographie du site sera inchangée. Seule l'occupation du sol va être modifiée.

5.3 Bassins versants en phase d'exploitation

5.3.1 Caractéristiques des bassins versants

Les bassins versants ne seront pas modifiés. La transparence hydraulique des aménagements est recherchée afin de limiter l'impact du projet.

5.3.2 Données statistiques météorologiques

Les données statistiques de précipitations retenues pour les calculs concernant ce site sont celles de la station Météo France de Tresson (72), distante de 17,1 km à l'ouest du projet (altitude 154 m).

5.3.3 Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement ont été déterminés selon l'approche à seuil (Astier et al. 1993) qui prend en compte un seuil de rétention au début des pluies (saturation initiale du sol avant le début des ruissellements).

L'estimation du coefficient de ruissellement selon cette méthode tient compte de la pente, du couvert végétal et de la nature des terrains. Lorsque la formule indique une absence de ruissellement (valeur négative), un coefficient arbitraire de 0,001 est retenu.

Tableau 10 : Répartition des surfaces finales et seuils de rétention

Bassin versant	Surface en ha				Seuil Po (mm)	Seuil initial (mm)
	Prairie	Voirie	Gravier	Piste/bâti		
BV A	0,581	0,163		0,156	35	37
BV B	2,341	0,005	0,199	0,419	43	44

La présence de pistes liées à l'aménagement entraîne une augmentation des ruissellements localisée au bassin versant A mais ayant peu d'impact sur le bassin versant global.

En phase d'exploitation, il est considéré que le couvert végétal sera conservé en prairie au sein du parc photovoltaïque. Les notes de calculs sont présentées en **annexe 2**. Les coefficients de ruissellement évalués sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Caractéristiques des bassins versants finaux

BV	Surface (ha)	Pente moyenne (%)	Longueur de cheminement maxi (m)	Nature des sols	Couvert végétal principal	Coefficient de ruissellement estimé selon pluie de retour*			
						10 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	0,9	1,23	165	Limonos-argilo-sableux	Prairie/voirie	0,184	0,269	0,302	0,337
BV B	2,97	0,75	265		Prairie/gravier	0,039	0,144	0,185	0,228

*Coefficient de ruissellement déterminé selon l'approche à seuil (Astier et al. 1993) en tenant compte de la couverture végétale prévisionnelle et des résultats de la perméabilité des terrains mesurée sur site.

Globalement une légère augmentation des coefficients de ruissellement est observée.

Les coefficients de ruissellements présentés correspondent à la proportion de ruissellement par surface.

5.3.4 Volumes d'eau ruisselés

Les données statistiques de précipitations à la station de Tresson (Coefficients de Montana - Données Météo France) permettent d'évaluer les volumes ruisselés pour des pluies exceptionnelles.

Le tableau suivant présente les volumes qui tombent et ruissellent sur chaque bassin versant du site actuel pour différents épisodes pluvieux exceptionnels. Les coefficients de ruissellement ont été déterminés selon l'approche à seuil (Astier et al. 1993), qui prend en compte la nature du terrain, sa pente et sa couverture végétale, et tient compte de la saturation progressive des terrains lorsque l'épisode pluvieux dure de plus en plus longtemps.

Tableau 12 : Volumes précipités et ruisselés à l'état final

Marolles les saint calais (72) - QUANTITES TOMBÉES OU RUISSELEES POUR UNE PLUIE DE 24 H (m³)							
Fréquence de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	Pluies tombées	367	411	453	476	508	547
	Ruissellements	40	75	109	128	154	184
BV B	Pluies tombées	1 208	1 352	1 492	1 570	1 675	1 801
	Ruissellements	1	52	164	226	310	411

Ces calculs montrent que pour des épisodes pluvieux exceptionnels, les volumes des ruissellements arrivant aux exutoires du bassin versant A et B seront augmentés de 12 m³.

Ces calculs montrent que pour des épisodes pluvieux exceptionnels, les volumes des ruissellements arrivant dans l'exutoire des bassins versants seront augmentés par la mise en place des pistes.

Mesure de réduction :

La mise en place de redent au sein des noues permettrait de ralentir les écoulements et stocker le volume complémentaire.

5.3.5 Débits de crue

Les débits de crue ont été calculés par la « méthode rationnelle », adaptée aux bassins versants ruraux. Ils sont présentés sur le tableau suivant (voir notes de calcul en **annexe 4**).

Ces calculs donnent une évaluation du débit maximum qui peut arriver au point aval des bassins versants décrits ci-dessus, pour une pluie exceptionnelle.

Les calculs ont été faits pour des pluies de retour, 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans.

Les calculs prennent en compte un temps de concentration défini par les méthodes Ventura, Passini, Turazza et Giandotti.

Dans le cas où une valeur de temps de concentration (Tc) est inférieure à 5 min, considérant que ce dernier n'est pas réaliste, nous retenons une valeur de Tc égale à 5 min.

Dans le cas d'une valeur de ruissellement négative (Rm), le coefficient de ruissellement (Cr) sera considéré à 0,001 afin de permettre le calcul du débit de pointe.

Les valeurs des coefficients de Montana ont été adaptées en fonction du temps de concentration.

Les calculs sont basés sur les coefficients de Montana fournis par Météo France (Station de Tresson).

Tableau 13 : Débits de pointe à l'état final

		Débits de crue des bassins versants du site pour des pluies journalières de retour 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans																				
Pluie de retour		10 ANS					20 ANS				30 ANS				50 ANS				100 ANS			
Bassins Versants	Surface (ha)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	
BV A	0.900	8.00	0.184	1.4	0.04	8.00	0.241	1.6	0.06	8.00	0.269	1.7	0.07	8.00	0.302	1.9	0.09	8.00	0.337	2.1	0.11	
BV B	2.965	10.00	0.039	1.2	0.02	10.00	0.110	1.4	0.08	10.00	0.144	1.6	0.11	10.00	0.185	1.7	0.16	10.00	0.228	1.9	0.22	

Ce calcul considère un point de concentration unique des écoulements par bassin versant. L'augmentation des débits de pointe reste très limitée (+ 0.01 m³/s).

5.4 Scénario de gestion des eaux pluviales

5.4.1 Fonctionnement actuel

Actuellement, l'emprise du projet peut être divisée en 2 bassins versants.

Les eaux pluviales sont soit partiellement collectées au sein d'un fossé de ruissellement soit s'autogèrent sur site (infiltration).

5.4.2 Principe de gestion des eaux de ruissellement

Afin de permettre la transparence hydraulique, des pistes devront être positionnées au niveau du terrain naturel avec localement une noue d'infiltration pour les protéger de l'érosion et gérer les eaux en surplus dû au ruissellement.

Le fossé de ruissellement de la zone A devra être conservé. A l'interception des pistes, soit une canalisation soit un passage à gué devra être mis en place pour ne pas perturber les écoulements actuels.

5.4.2.1 Dispositions générales

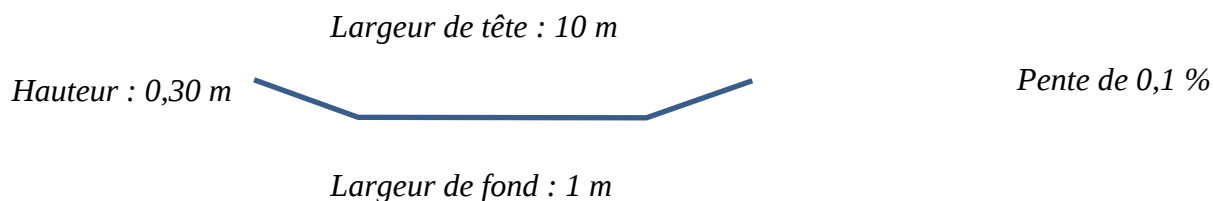
- Les pistes devront être positionnées au niveau du terrain naturel.
- Un enherbement spontané ou forcé des surfaces mises à nues au cours des travaux devra être réalisé,
- Des noues d'infiltration devront localement protéger les pistes de l'érosion **est permettre de favoriser l'infiltration des eaux provenant des pistes.**
- La topographie des bassins versants devra être conservée, afin de garantir la conservation de la dynamique actuelle de ruissellement,
- Le fossé **devra être conservé**. Pour permettre la continuité des écoulements, une buse ou un passage à gué **devront être utilisés**.

Si une modification du plan d'implantation des infrastructures devait avoir lieu, le présent rapport devra être mis à jour.

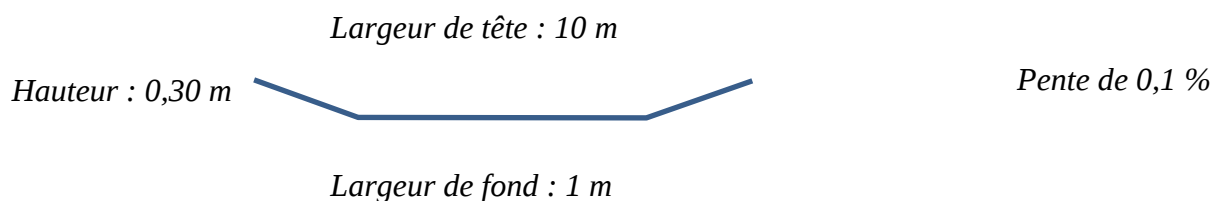
Aménagements à réaliser sur l'ensemble des bassins versants :

Dans le bassin versant A :

- Des pistes au niveau du terrain naturel.
- Passage à gué (**dimension** ci-dessous) ou une canalisation **de** 400 mm avec une pente de 7 mm/m pour le passage au sud-est du parking



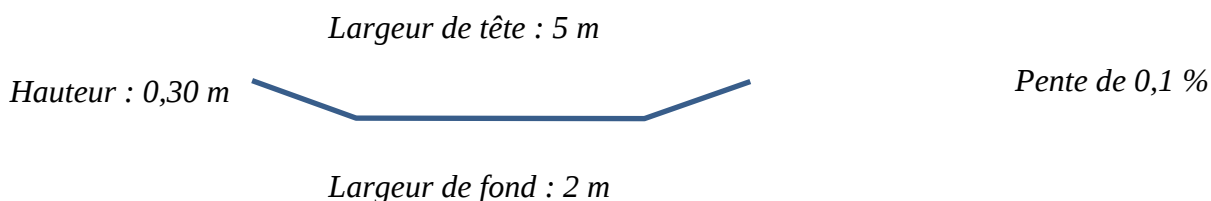
- Mise en place d'une noue au sud du parking pour récolter les eaux du ruissellement du parking, d'une largeur de 50 cm avec une profondeur de 20 à 30 cm.
- Passage à gué (**dimension** ci-dessous) ou une canalisation **de** 500 mm avec une pente de 7 mm/m pour le passage au sud-est de la zone



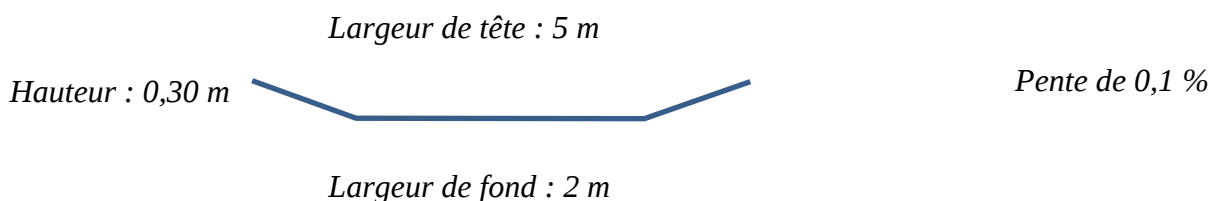
- Mise en place d'une noue au sud de la zone en amont des pistes, d'une largeur de 50 cm avec une profondeur de 20 à 30 cm.

Dans le bassin versant B :

- Les pistes externes seront positionnées au niveau du terrain naturel.
- Mise en place d'une noue de protection des pistes à l'ouest et au sud du projet, d'une largeur de 70 cm avec une profondeur de 20 à 40 cm.
- Passage à gué (**dimension** ci-dessous) ou une canalisation **de** 500 mm avec une pente de 7 mm/m pour le passage au sud-ouest de la zone



- Mise en place d'une noue au sud de la zone, d'une largeur de 70 cm avec une profondeur de 20 à 40 cm.
- Passage à gué (**dimension** ci-dessous) ou une canalisation **de** 400 mm avec une pente de 7 mm/m pour le passage au sud-est de la zone vers la Braye.



- Mise en place d'une noue de protection des postes de livraison et de transformation, d'une largeur de 50 cm avec une profondeur de 20 à 30 cm, en direction de la Braye.

La figure page suivante, localise les différents éléments présentés ci-dessus.

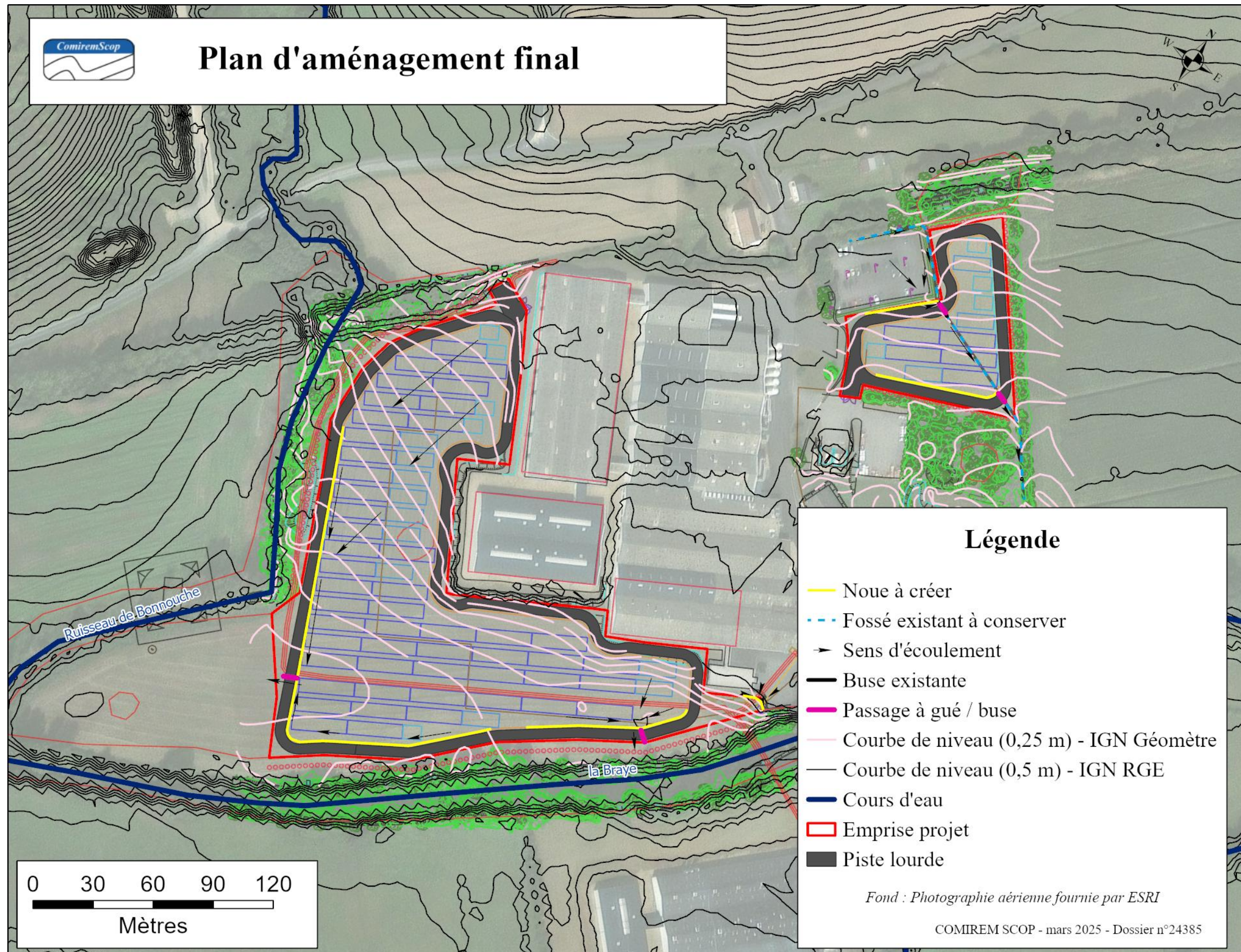


Figure 34 : Plan des aménagements

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Calculs hydrauliques – État initial

Annexe 2 : Calculs hydrauliques – État futur

Annexe 1
Calculs hydrauliques
Avant-projet

Marolles les saint calais (72) - PRECIPITATIONS ET COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT													
STATISTIQUES DE PRECIPITATIONS A Tresson (72) (Coefficients de Montana : données MétéoFrance -période 2009 - 2023)													
Durée de retour (ans)	a	b	h(t) (mm/10 mn)	h(t) (mm/15 mn)	h(t) (mm/20 mn)	h(t) (mm/30 mn)	h(t) (mm/1 H)	h(t) (mm/2 H)	h(t) (mm/6 H)	h(t) (mm/12 H)	h(t) (mm/24 H)	h(t) (mm/48 H)	h(t) (mm/4 j)
5			10.4	12.7	14.7	17.0	20.8	25.4	33.0	36.7	40.8	45.3	50.4
10			12.4	15.3	17.7	20.5	24.8	30.1	38.0	41.6	45.6	50.0	54.8
20			14.5	17.9	20.7	24.1	29.0	34.9	42.9	46.5	50.3	54.5	59.0
30			15.6	19.4	22.6	26.3	31.6	37.9	45.8	49.3	52.9	56.9	61.1
50			17.1	21.3	25.0	29.1	34.8	41.6	49.8	53.0	56.5	60.2	64.1
100			19.1	24.1	28.4	33.2	39.5	47.0	55.0	57.8	60.7	63.8	67.1
PLUIE DE RETOUR (t) a et b coefficients de Montana à			$h(t) = a \cdot t \cdot E(1-b)$ Tresson (72)										
			h(t) en mm t en mn a et b coefficients de montana pour la période de retour ajustés pour des pluies de durée : 6 à 30 mn, 15 mn à 6 H et 6 H à 24 H										
Seuils de ruissellement Po en mm (Astier 1993)													
Couvert	Morphologie	Pente (%)	Nature du sol										
			Sableux	Limoneux	Argileux compact								
Boisé	Plat	0 - 5	90	65	50								
	Ondulé	5 - 10	75	55	35								
	Pentu	10 - 30	60	45	25								
Prairie	Plat	0 - 5	85	60	50								
	Ondulé	5 - 10	80	50	30								
	Pentu	10 - 30	70	40	25								
Culture	Plat	0 - 5	65	35	25								
	Ondulé	5 - 10	50	25	10								
	Pentu	10 - 30	35	10	0								
DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT Cr													
$Cr = 0,8 \cdot (1 - Po / Pj(T))$ Cr coefficient de ruissellement Po seuil de rétention initial en mm Pj (T) pluie journalière en mm pour une occurrence donnée T													
Seuils Po sélectionnés pour le site (mm) :													
BV A	BV B												
37	44												
COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT													
Occurrence	Pluie journalière (mm)	BV A Cr (%)	Pluie journalière (mm)	BV B Cr (%)									
5 ans	40.8	0.077	40.8	0.001									
10 ans	45.6	0.154	45.6	0.030									
20 ans	50.3	0.214	50.3	0.102									
30 ans	52.9	0.243	52.9	0.136									
50 ans	56.5	0.278	56.5	0.178									
100 ans	60.7	0.315	60.7	0.221									

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV A		HAUTEUR DE PLUIE en mm (données MétéoFrance - Station de Tresson (72))								
		Durée de la pluie								
	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	12.7	17.0	20.8	25.4	33.0	36.7	40.8	45.3	50.4
	10 ans	15.3	20.5	24.8	30.1	38.0	41.6	45.6	50.0	54.8
	20 ans	17.9	24.1	29.0	34.9	42.9	46.5	50.3	54.5	59.0
	30 ans	19.4	26.3	31.6	37.9	45.8	49.3	52.9	56.9	61.1
	50 ans	21.3	29.1	34.8	41.6	49.8	53.0	56.5	60.2	64.1
	100 ans	24.1	33.2	39.5	47.0	55.0	57.8	60.7	63.8	67.1

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV A		VOLUME D'EAU TOMBE SUR LE BASSIN VERSANT (m³)								
		Durée de la pluie								
Surface du bassin versant (m²)	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	115	153	187	228	297	330	367	408	453
9 000	10 ans	138	184	223	271	342	375	411	450	493
	20 ans	161	217	261	314	386	418	453	490	531
	30 ans	175	237	284	341	412	443	476	512	550
	50 ans	192	262	313	374	448	477	508	541	577
	100 ans	217	299	356	423	495	520	547	575	604

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV A		VOLUME D'EAU RUISSELE (m³)								
		Durée de la pluie								
Pluie de retour	Coefficient de ruissellement	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
5 ans	0.077	9	11.7	14.3	17.5	22.7	25.3	28.1	31	35
10 ans	0.154	21	28.3	34.3	41.6	52.5	57.6	63.1	69.1	75.7
20 ans	0.214	34	46	56	67	83	89	97	105	114
30 ans	0.243	42	58	69	83	100	108	116	125	134
50 ans	0.278	53	73	87	104	125	133	141	151	160
100 ans	0.315	68	94	112	133	156	164	172	181	190

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV B		HAUTEUR DE PLUIE en mm (données MétéoFrance - Station de Tresson (72))								
		Durée de la pluie								
	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	12.7	17.0	20.8	25.4	33.0	36.7	40.8	45.3	50.4
	10 ans	15.3	20.5	24.8	30.1	38.0	41.6	45.6	50.0	54.8
	20 ans	17.9	24.1	29.0	34.9	42.9	46.5	50.3	54.5	59.0
	30 ans	19.4	26.3	31.6	37.9	45.8	49.3	52.9	56.9	61.1
	50 ans	21.3	29.1	34.8	41.6	49.8	53.0	56.5	60.2	64.1
	100 ans	24.1	33.2	39.5	47.0	55.0	57.8	60.7	63.8	67.1

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV B		VOLUME D'EAU TOMBE SUR LE BASSIN VERSANT (m³)								
		Durée de la pluie								
Surface du bassin versant (m²)	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	377	505	616	752	977	1 087	1 208	1 343	1 494
29 650	10 ans	453	607	736	892	1 126	1 234	1 352	1 482	1 624
	20 ans	529	714	859	1 034	1 272	1 377	1 492	1 615	1 749
	30 ans	575	780	937	1 124	1 359	1 460	1 570	1 687	1 813
	50 ans	633	863	1 031	1 232	1 476	1 572	1 675	1 784	1 900
	100 ans	715	985	1 172	1 394	1 630	1 713	1 801	1 893	1 990

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV B		VOLUME D'EAU RUISSELE (m³)								
		Durée de la pluie								
Pluie de retour	Coefficient de ruissellement	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
5 ans	0.001	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5
10 ans	0.030	13.5	18.0	21.9	26.5	33.5	36.7	40.2	44	48
20 ans	0.102	53.8	73	87	105	129	140	152	164	178
30 ans	0.136	78	106	128	153	185	199	214	230	247
50 ans	0.178	113	154	183	219	263	280	298	317	338
100 ans	0.221	158	218	260	309	361	379	399	419	441

Marolles les saint calais (72) - QUANTITES TOMBEES OU RUISSELEES POUR UNE PLUIE DE 24 H (m³)							
Fréquence de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	Pluies tombées	367	411	453	476	508	547
	Ruissellements	28	63	97	116	141	172
BV B	Pluies tombées	1 208	1 352	1 492	1 570	1 675	1 801
	Ruissellements	1	40	152	214	298	399

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)				Pluie journalière de retour 10 ans	
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	10	3.873	0.493	0.165	0.008	0.90	0.154
BV B	10	3.873	0.493	0.265	0.012	2.97	0.030

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	45.6	37	7.0	8.0	1.389	0.032
BV B	45.6	44	1.4	10.0	1.245	0.018

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s
Cr coef de ruissellement
i intensité du temps de concentration en mm/h
A surface en ha
tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km
I : pente moyenne des versants en m/m
Rm : ruissellement en mm
Pj : pluie journalière décennale en mm
Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)				Pluie journalière de retour 20 ans	
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	20	4.355	0.479	0.165	0.008	0.90	0.214
BV B	20	4.355	0.479	0.265	0.012	2.97	0.102

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	50.3	37	10.8	8.000	1.608	
BV B	50.3	44	5.1	10.000	1.445	

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)				Pluie journalière de retour 30 ans	
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	30	4.567	0.466	0.165	0.008	0.90	0.243
BV B	30	4.567	0.466	0.265	0.012	2.97	0.136

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)	
BV A	52.9	37	12.9	8.000	1.733		0.06
BV B	52.9	44	7.2	10.000	1.562		0.11

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)				Pluie journalière de retour 50 ans	
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	50	4.878	0.455	0.165	0.008	0.90	0.278
BV B	50	4.878	0.455	0.265	0.012	2.97	0.178

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	56.5	37	15.7	8.000	1.894	
BV B	56.5	44	10.1	10.000	1.711	

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$			Marolles les saint calais (72)				
		Coeff. Montana Tresson (72)			Pluie journalière de retour 100 ans		
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	100	5.178	0.432	0.165	0.008	0.90	0.315
BV B	100	5.178	0.432	0.265	0.012	2.97	0.221

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	60.7	37	19.1	8.000	2.109	0.10
BV B	60.7	44	13.4	10.000	1.915	0.21

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

		Débits de crue des bassins versants du site pour des pluies journalières de retour 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans																			
Pluie de retour		10 ANS				20 ANS				30 ANS				50 ANS				100 ANS			
Bassins Versants	Surface (ha)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	0.900	8.00	0.154	1.4	0.03	8.00	0.214	1.6	0.05	8.00	0.243	1.7	0.06	8.00	0.278	1.9	0.08	8.00	0.315	2.1	0.10
BV B	2.965	10.00	0.030	1.2	0.02	10.00	0.102	1.4	0.07	10.00	0.136	1.6	0.11	10.00	0.178	1.7	0.15	10.00	0.221	1.9	0.21

Annexe 2

Calculs hydrauliques Après-projet

Marolles les saint calais (72) - PRECIPITATIONS ET COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT													
STATISTIQUES DE PRECIPITATIONS A Tresson (72) (Coefficients de Montana : données MétéoFrance -période 2009 - 2023)													
Durée de retour (ans)	a	b	h(t) (mm/10 mn)	h(t) (mm/15 mn)	h(t) (mm/20 mn)	h(t) (mm/30 mn)	h(t) (mm/1 H)	h(t) (mm/2 H)	h(t) (mm/6 H)	h(t) (mm/12 H)	h(t) (mm/24 H)	h(t) (mm/48 H)	h(t) (mm/4 j)
5			10.4	12.7	14.7	17.0	20.8	25.4	33.0	36.7	40.8	45.3	50.4
10			12.4	15.3	17.7	20.5	24.8	30.1	38.0	41.6	45.6	50.0	54.8
20			14.5	17.9	20.7	24.1	29.0	34.9	42.9	46.5	50.3	54.5	59.0
30			15.6	19.4	22.6	26.3	31.6	37.9	45.8	49.3	52.9	56.9	61.1
50			17.1	21.3	25.0	29.1	34.8	41.6	49.8	53.0	56.5	60.2	64.1
100			19.1	24.1	28.4	33.2	39.5	47.0	55.0	57.8	60.7	63.8	67.1
PLUIE DE RETOUR (t) a et b coefficients de Montana à			$h(t) = a \cdot t \cdot E(1-b)$ Tresson (72)										
			h(t) en mm t en mn a et b coefficients de Montana pour la période de retour ajustés pour des pluies de durée : 6 à 30 mn, 15 mn à 6 H et 6 H à 24 H										
Seuils de ruissellement Po en mm (Astier 1993)													
Couvert	Morphologie	Pente (%)	Nature du sol										
			Sableux	Limoneux	Argileux compact								
Boisé	Plat	0 - 5	90	65	50								
	Ondulé	5 - 10	75	55	35								
	Pentu	10 - 30	60	45	25								
Prairie	Plat	0 - 5	85	60	50								
	Ondulé	5 - 10	80	50	30								
	Pentu	10 - 30	70	40	25								
Culture	Plat	0 - 5	65	35	25								
	Ondulé	5 - 10	50	25	10								
	Pentu	10 - 30	35	10	0								
DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT Cr													
$Cr = 0,8 \cdot (1 - Po / Pj(T))$ Cr coefficient de ruissellement Po seuil de rétention initial en mm Pj (T) pluie journalière en mm pour une occurrence donnée T													
Seuils Po sélectionnés pour le site (mm) :													
BV A	BV B												
35	43												
COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT													
Occurrence	Pluie journalière (mm)	BV A Cr (%)	Pluie journalière (mm)	BV B Cr (%)									
5 ans	40.8	0.110	40.8	0.001									
10 ans	45.6	0.184	45.6	0.039									
20 ans	50.3	0.241	50.3	0.110									
30 ans	52.9	0.269	52.9	0.144									
50 ans	56.5	0.302	56.5	0.185									
100 ans	60.7	0.337	60.7	0.228									

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV A		HAUTEUR DE PLUIE en mm (données MétéoFrance - Station de Tresson (72))								
		Durée de la pluie								
	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	12.7	17.0	20.8	25.4	33.0	36.7	40.8	45.3	50.4
	10 ans	15.3	20.5	24.8	30.1	38.0	41.6	45.6	50.0	54.8
	20 ans	17.9	24.1	29.0	34.9	42.9	46.5	50.3	54.5	59.0
	30 ans	19.4	26.3	31.6	37.9	45.8	49.3	52.9	56.9	61.1
	50 ans	21.3	29.1	34.8	41.6	49.8	53.0	56.5	60.2	64.1
	100 ans	24.1	33.2	39.5	47.0	55.0	57.8	60.7	63.8	67.1

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV A		VOLUME D'EAU TOMBE SUR LE BASSIN VERSANT (m³)								
		Durée de la pluie								
Surface du bassin versant (m²)	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	115	153	187	228	297	330	367	408	453
9 000	10 ans	138	184	223	271	342	375	411	450	493
	20 ans	161	217	261	314	386	418	453	490	531
	30 ans	175	237	284	341	412	443	476	512	550
	50 ans	192	262	313	374	448	477	508	541	577
	100 ans	217	299	356	423	495	520	547	575	604

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV A		VOLUME D'EAU RUISSELE (m³)								
		Durée de la pluie								
Pluie de retour	Coefficient de ruissellement	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
5 ans	0.110	13	16.9	20.6	25.1	32.6	36.3	40.4	45	50
10 ans	0.184	25	33.8	41.0	49.7	62.8	68.8	75.4	82.6	90.5
20 ans	0.241	39	52	63	76	93	101	109	118	128
30 ans	0.269	47	64	76	92	111	119	128	138	148
50 ans	0.302	58	79	95	113	135	144	154	164	174
100 ans	0.337	73	101	120	143	167	175	184	194	204

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV B		HAUTEUR DE PLUIE en mm (données MétéoFrance - Station de Tresson (72))								
		Durée de la pluie								
	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
	5 ans	12.7	17.0	20.8	25.4	33.0	36.7	40.8	45.3	50.4
	10 ans	15.3	20.5	24.8	30.1	38.0	41.6	45.6	50.0	54.8
	20 ans	17.9	24.1	29.0	34.9	42.9	46.5	50.3	54.5	59.0
	30 ans	19.4	26.3	31.6	37.9	45.8	49.3	52.9	56.9	61.1
	50 ans	21.3	29.1	34.8	41.6	49.8	53.0	56.5	60.2	64.1
	100 ans	24.1	33.2	39.5	47.0	55.0	57.8	60.7	63.8	67.1

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV B		VOLUME D'EAU TOMBE SUR LE BASSIN VERSANT (m³)								
		Durée de la pluie								
Surface du bassin versant (m²)	Pluie de retour	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
29 650	5 ans	377	505	616	752	977	1 087	1 208	1 343	1 494
	10 ans	453	607	736	892	1 126	1 234	1 352	1 482	1 624
	20 ans	529	714	859	1 034	1 272	1 377	1 492	1 615	1 749
	30 ans	575	780	937	1 124	1 359	1 460	1 570	1 687	1 813
	50 ans	633	863	1 031	1 232	1 476	1 572	1 675	1 784	1 900
	100 ans	715	985	1 172	1 394	1 630	1 713	1 801	1 893	1 990

URBASOLAR Marolles les saint calais (72) BV B		VOLUME D'EAU RUISSELE (m³)								
		Durée de la pluie								
Pluie de retour	Coefficient de ruissellement	15 mn	30 mn	1 H	2 H	6 H	12 H	24 H	2 jours	4 jours
5 ans	0.001	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5
10 ans	0.039	17.6	23.6	28.6	34.6	43.7	47.9	52.5	58	63
20 ans	0.110	58.2	78	94	114	140	151	164	177	192
30 ans	0.144	83	113	135	162	196	211	226	243	261
50 ans	0.185	117	160	191	228	274	291	310	331	352
100 ans	0.228	163	225	268	318	372	391	411	432	454

Marolles les saint calais (72) - QUANTITES TOMBÉES OU RUISSELEES POUR UNE PLUIE DE 24 H (m³)							
Fréquence de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
BV A	Pluies tombées	367	411	453	476	508	547
	Ruissellements	40	75	109	128	154	184
BV B	Pluies tombées	1 208	1 352	1 492	1 570	1 675	1 801
	Ruissellements	1	52	164	226	310	411

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$			Marolles les saint calais (72)				
		Coeff. Montana Tresson (72)		Pluie journalière de retour 10 ans			
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	10	3.873	0.493	0.165	0.008	0.90	0.184
BV B	10	3.873	0.493	0.265	0.012	2.97	0.039

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	45.6	35	8.4	8.0	1.389	0.038
BV B	45.6	43	1.8	10.0	1.245	0.024

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s
Cr coef de ruissellement
i intensité du temps de concentration en mm/h
A surface en ha
tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km
I : pente moyenne des versants en m/m
Rm : ruissellement en mm
Pj : pluie journalière décennale en mm
Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)				Pluie journalière de retour 20 ans	
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	20	4.355	0.479	0.165	0.008	0.90	0.241
BV B	20	4.355	0.479	0.265	0.012	2.97	0.110

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)	
BV A	50.3	35	12.1	8.000	1.608		0.06
BV B	50.3	43	5.5	10.000	1.445		0.08

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)		Pluie journalière de retour 30 ans			
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	30	4.567	0.466	0.165	0.008	0.90	0.269
BV B	30	4.567	0.466	0.265	0.012	2.97	0.144

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	52.9	35	14.2	8.000	1.733	0.07
BV B	52.9	43	7.6	10.000	1.562	0.11

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s
Cr coef de ruissellement
i intensité du temps de concentration en mm/h
A surface en ha
tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km
I : pente moyenne des versants en m/m
Rm : ruissellement en mm
Pj : pluie journalière décennale en mm
Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)				Pluie journalière de retour 50 ans	
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	50	4.878	0.455	0.165	0.008	0.90	0.302
BV B	50	4.878	0.455	0.265	0.012	2.97	0.185

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	56.5	35	17.1	8.000	1.894	
BV B	56.5	43	10.5	10.000	1.711	

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

EVALUATION DES DEBITS DE CRUE PAR LA METHODE RATIONNELLE							
Débit de crue $Q = C \times i \times A$				Marolles les saint calais (72)			
		Coeff. Montana Tresson (72)			Pluie journalière de retour 100 ans		
Bassins versants	Durée de retour (ans)	a	b	L (km)	Pente versants I (m/m)	A (ha)	Cr
BV A	100	5.178	0.432	0.165	0.008	0.90	0.337
BV B	100	5.178	0.432	0.265	0.012	2.97	0.228

Bassins versants	Pj (mm)	Po (mm)	Rm (mm)	tc retenu (min)	i(tc) (mm/min)	
BV A	60.7	35	20.5	8.000	2.109	0.11
BV B	60.7	43	13.9	10.000	1.915	0.22

Tc retenu évalué à partir des formule de Ventura et Passini - Tc ne peut être inférieur à 5 min.

i(tc) = a . tc E(-b)

Q en l/s

Cr coef de ruissellement

i intensité du temps de concentration en mm/h

A surface en ha

tc : temps de concentration en heures

L : longueur du cheminement principal en km

I : pente moyenne des versants en m/m

Rm : ruissellement en mm

Pj : pluie journalière décennale en mm

Po : rétention initiale en mm

		Débits de crue des bassins versants du site pour des pluies journalières de retour 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans																			
Pluie de retour		10 ANS				20 ANS				30 ANS				50 ANS				100 ANS			
Bassins Versants	Surface (ha)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)	tc (min)	Cr	i (mm/min)	Q (m³/s)
BV A	0.900	8.00	0.184	1.4	0.04	8.00	0.241	1.6	0.06	8.00	0.269	1.7	0.07	8.00	0.302	1.9	0.09	8.00	0.337	2.1	0.11
BV B	2.965	10.00	0.039	1.2	0.02	10.00	0.110	1.4	0.08	10.00	0.144	1.6	0.11	10.00	0.185	1.7	0.16	10.00	0.228	1.9	0.22