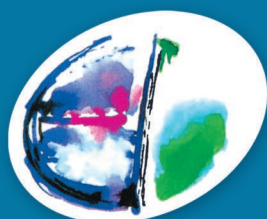


Bureau d'études
d'ingénierie,
conseils, services

Projet de parcs photovoltaïques sur la commune de Gomméville (21)

Note hydraulique sur les sites « Carrières » et « Hautes Forêts »



Sciences Environnement

Ce dossier a été réalisé par :

Sciences Environnement
Agence de Besançon

Pour le compte : ENERTRAG SE

Personnel ayant participé à l'étude :

Cheffe de projet : Julie Perrot

Rédactrice : Elise Vienot

Révision du dossier :

- Version 1.0 du **19 décembre 2023** : Version initiale provisoire
- Version 2.0 du **20 décembre 2023** : Version finale
- Version 2.1 du **21 décembre 2023** : Version finale corrigée

Sommaire

1	Introduction	5
2	Contexte géologique et hydrogéologique	7
2.1	Contexte géologique	7
2.2	Contexte hydrogéologique	10
3	Eaux superficielles	11
3.1	Réseau hydrographique	11
3.2	Relevés complémentaires sur sites	12
3.2.1	Site des Carrières - Ouest	12
3.2.2	Site Hautes-Forêts - Est	14
4	Caractéristiques des projets	16
4.1	Éléments principaux du projet	16
4.1.1	Tables de panneaux et fondations	16
4.1.2	Pistes	16
4.1.3	Citernes à eau	17
4.1.4	Postes de transformation et de livraison	17
4.1.5	Accès et clôture	17
4.2	Modification des conditions d'infiltration	19
4.2.1	Données projets	19
4.2.2	Topographie	20
4.2.3	Caractérisation des sols	21
5	Etude hydraulique	22
5.1	Bassins versants	22
5.2	Coefficients de ruissellement	24
5.2.1	Méthode mathématique	24
5.2.2	Méthode analogique	25
5.2.3	Résultats	25
5.3	Temps de concentration	26
5.3.1	Méthodes de calcul	27
5.3.2	Résultats	27
5.4	Intensité des précipitations	27
5.5	Calculs du débit de pointe	29
6	Enjeux quantitatifs et mesures de réduction	30
7	Synthèse	31

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des zones projets.....	6
Figure 2 : Contexte géologique du secteur d'étude.....	9
Figure 3 : Contexte hydrographique du secteur des projets	11
Figure 4 : Localisation des prises de vue de la Figure 5	12
Figure 5 : Planche photographique – Sites des Carrières – Ouest	13
Figure 6 : Planche photographique – Sites Hautes-Forêts– Est	15
Figure 7 : Localisation des prises de vue de la Figure 6	15
Figure 8 : Aménagements prévus – Site Carrières - Ouest	18
Figure 9 : Aménagements prévus – Site Hautes-Forêts - Est	18
Figure 10 : Ouvrages imperméabilisants (source : dossier de demande de permis de construire, Enertrag).....	19
Figure 11 : Plan projet Carrières (source : dossier de demande de permis de construire, Enertrag).....	20
Figure 12 : Plan projet Hautes-Forêts (source : dossier de demande de permis de construire, Enertrag).....	20
Figure 13 : Délimitation du bassin versant topographique – Site Carrières - Ouest	23
Figure 14 : Délimitation du bassin versant topographique – Site Hautes-Forêts - Est	23

Liste des tableaux

Tableau 1 : Masse d'eau souterraine au droit des deux projets photovoltaïques	10
Tableau 2 : Synthèse des surfaces des aménagements.....	17
Tableau 3 : Caractéristiques des bassins versants	22
Tableau 4 : Valeurs du seuil de ruissellement P0 en mm (LCPC, 2006)	24
Tableau 5 : Pluie journalière à la station de Mussy-sur-Seine pour une durée de retour donnée	24
Tableau 6 : Coefficients de ruissellement (SETRA, 2012).....	25
Tableau 7 : Résultats des coefficients de perméabilité – Site « Carrières »	25
Tableau 8 : Résultats des coefficients de perméabilité – « Site « Hautes Forêts »	26
Tableau 9 : Résultats des calculs des temps de concentration.....	27
Tableau 10 : Coefficients de Montana à la station de Châtillon-sur-Seine pour une occurrence trentennale.....	28
Tableau 11 : Intensité des précipitations pour une durée de pluie donnée et une occurrence trentennale.....	28
Tableau 12 : Synthèse des débits de pointe – Projet « Carrières » et « Hautes-Forêts »	29

1 Introduction

Le projet de parcs photovoltaïques, porté par la société ENERTRAG SE sur la commune de Gomméville, prévoit la construction de deux parcs dénommés « Carrières » et « Hautes-Forêts », situés respectivement à l'ouest et à l'est du territoire communal.

Le bourg de Gomméville est implanté dans la vallée de la Seine, à l'extrémité nord du département de Côte d'Or, à 12 km au nord de Châtillon-sur-Seine ; la commune est limitrophe avec le département de l'Aube au nord.

Les sites choisis pour l'implantation des projets sont deux anciennes carrières de pierre de construction. Les carrières ne sont plus exploitées ; seul le site d'implantation prévu à l'ouest a, en partie, été réaménagé pour les activités d'un club de ball-trap. La superficie de l'enceinte clôturée des projets atteint 5,33 ha pour le site « Carrières » et 6,07 ha pour le site « Hautes-Forêts ».

Cette note hydraulique a pour objectif de rappeler le contexte hydrogéologique et hydrologique des sites d'implantation des projets et de présenter de manière détaillée l'impact des aménagements sur les écoulements superficiels.

La note expose également les mesures prévues pour limiter les risques de ruissellement des eaux pluviales durant d'exploitation des sites.

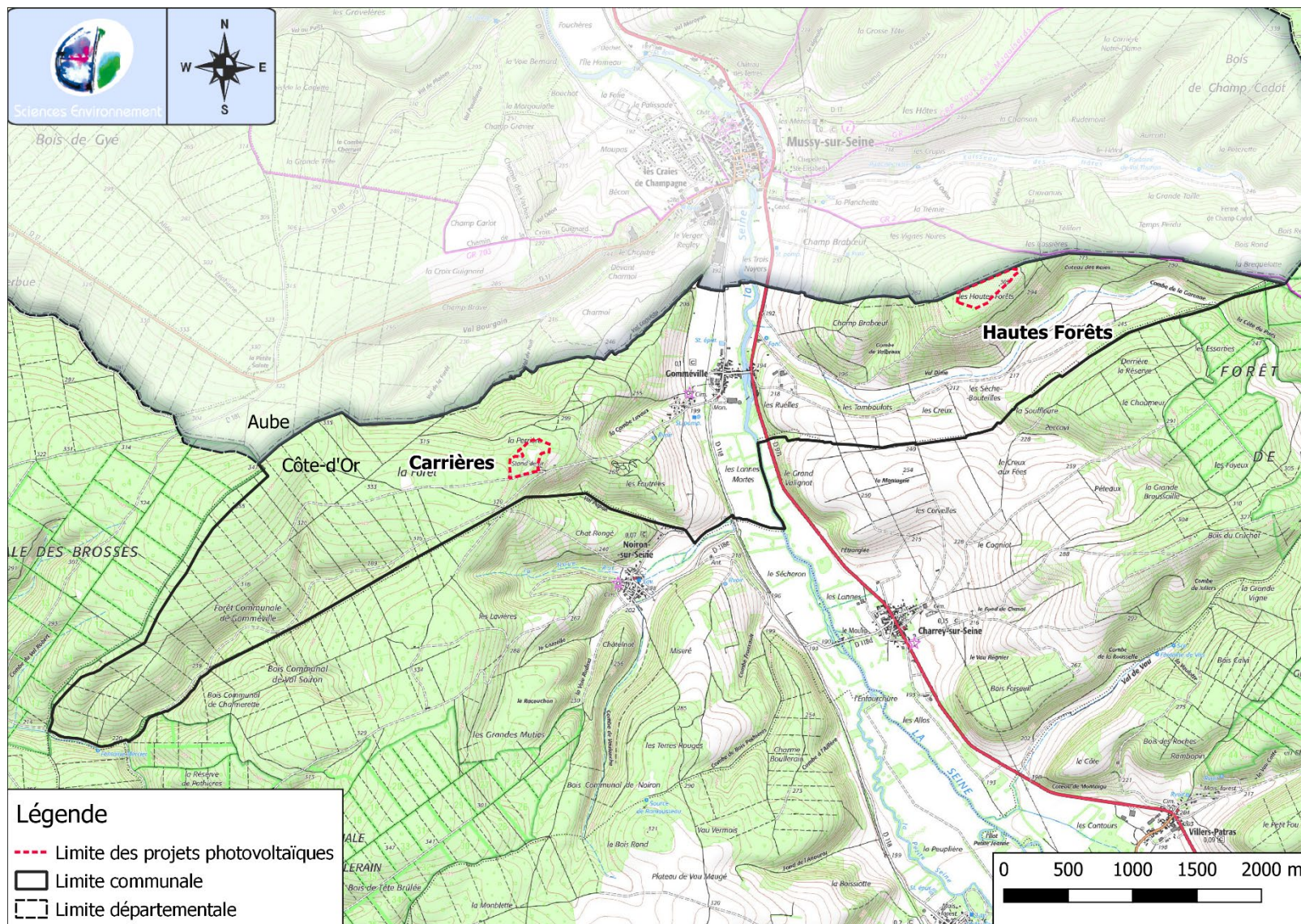


Figure 1 : Localisation des zones projets

2 Contexte géologique et hydrogéologique

2.1 Contexte géologique

La commune de Gomméville est située en limite de deux grands ensembles géologiques :

- Au Nord, la cuesta Oxfordienne (bleu clair sur la carte), composée globalement d'horizons marno-calcaires de l'Oxfordien (Jurassique supérieur) ;
- Au Sud, le plateau du Châtillonnais (bleu foncé), constitué de formations calcaires du Callovien (Jurassique moyen).

Ce secteur fait partie de l'ensemble des formations sédimentaires de l'est du Bassin Parisien. Les couches successives peu déformées, plongent doucement vers le centre du bassin, en direction du nord-ouest (moyenne de l'ordre de 2 à 3°).

La commune de Gomméville se trouve dans la vallée de la Seine, vallée qui entaillent les marnes et calcaires de l'Oxfordien. Le secteur se trouve sur la carte géologique des Riceys (feuille n°370).

Le contexte géologique local permet de distinguer 6 couches géologiques sédimentaires principales, de la formation la plus récente à la plus ancienne :

- **Les calcaires de la Bellerée - Limite Oxfordien-Kimméridgien (J6b-7a).** D'une épaisseur d'environ 30 m, ce sont des calcaires fins et peu fossilifères avec quelques intercalations d'oolithes et de débris bioclastiques. **Il s'agit de la couche géologique recoupée par les deux projets photovoltaïques.**
- **Les calcaires, calcaires argileux et marnes dits Hydrauliques de Mussy (j6a3-b). Oxfordien supérieur.** D'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, ils sont caractérisés par une alternance de calcaires argileux et de marnes feuilletées.
- **Les calcarénites subrécifales de Villedieu-Molesme-Noiron (j6a2). Oxfordien supérieur.** Ce niveau correspond aux Calcaires récifaux de Gland des feuilles de Tonnerre et Chaource. D'épaisseur variable (10 à 40 m), cette formation se présente en bancs irréguliers souvent massifs et très durs. Leur couleur s'éclaircit de la base (plutôt rousse) au sommet (blanche).
- **Les calcaires dits « hydrauliques intermédiaires (j6a1). Oxfordien supérieur.** Cette formation correspond aux Calcaires de Lézinnes-Stigny sur la feuille de Tonnerre. Puissants de 20 à 40 m, il s'agit de calcarénites fine.
- **Marnes à spongiaires. Calcaires argileux et Marnes de Bouix dits « hydrauliques argovien » (j5b). Oxfordien moyen.** D'une épaisseur de 80 m, le log géologique décrit une série de calcaires argileux en bancs réguliers, séparés parfois par des bancs plus argileux et à sa base des calcaires marneux gris-bleu.

On distingue également des formations superficielles dans le secteur :

- **Alluvions modernes (Fz)** : d'une épaisseur limitée (entre 4 et 8 m), dans la vallée de la Seine, ce sont des limons calcaires sableux à passage tourbeux.
- **Dépôts cryoclastiques de versant (GP)** : cailloutis calcaire ou calcaréo-argileux, anguleux ou à peine émoussé, de la taille de galet, gravier et sable, mêlé à un matériel argileux jaune-rouge ou brun. Ces lithologies forment des couches successives.
- **Eboulis (E)** : commun sur la plupart des versants à pentes fortes, un manteau irrégulier d'éboulis dont l'origine est liée en partie aux phénomènes périglaciaires quaternaires et en partie aux phénomènes d'érosion normale actuelle.

Au niveau structural, quelques failles de faible rejet (5 à 15 m) sont recensées dans le secteur de Gomméville ; elles sont le plus souvent orientées S.SW-N.NE. Le projet « Hautes-Forêts » est localisé entre deux failles dont le rejet est très limité (de l'ordre de quelques mètres).

D'une manière générale, ces failles contribuent à l'abaissement progressif des couches sédimentaires vers le Bassin Parisien. Elles sont fréquemment accompagnées de très nombreuses diaclases qui leur sont souvent perpendiculaires et ont nettement influencé le tracé des cours d'eau ou favorisé le creusement de nombreuses combes dont l'aspect en baïonnette est très caractéristique.

La commune de Gomméville n'est pas couverte par un Plan de Protection des Risques Naturels (PPRN). Il n'y a pas de cavités souterraines recensées sur la commune, ni de Plan de prévention des risques cavités souterraines.

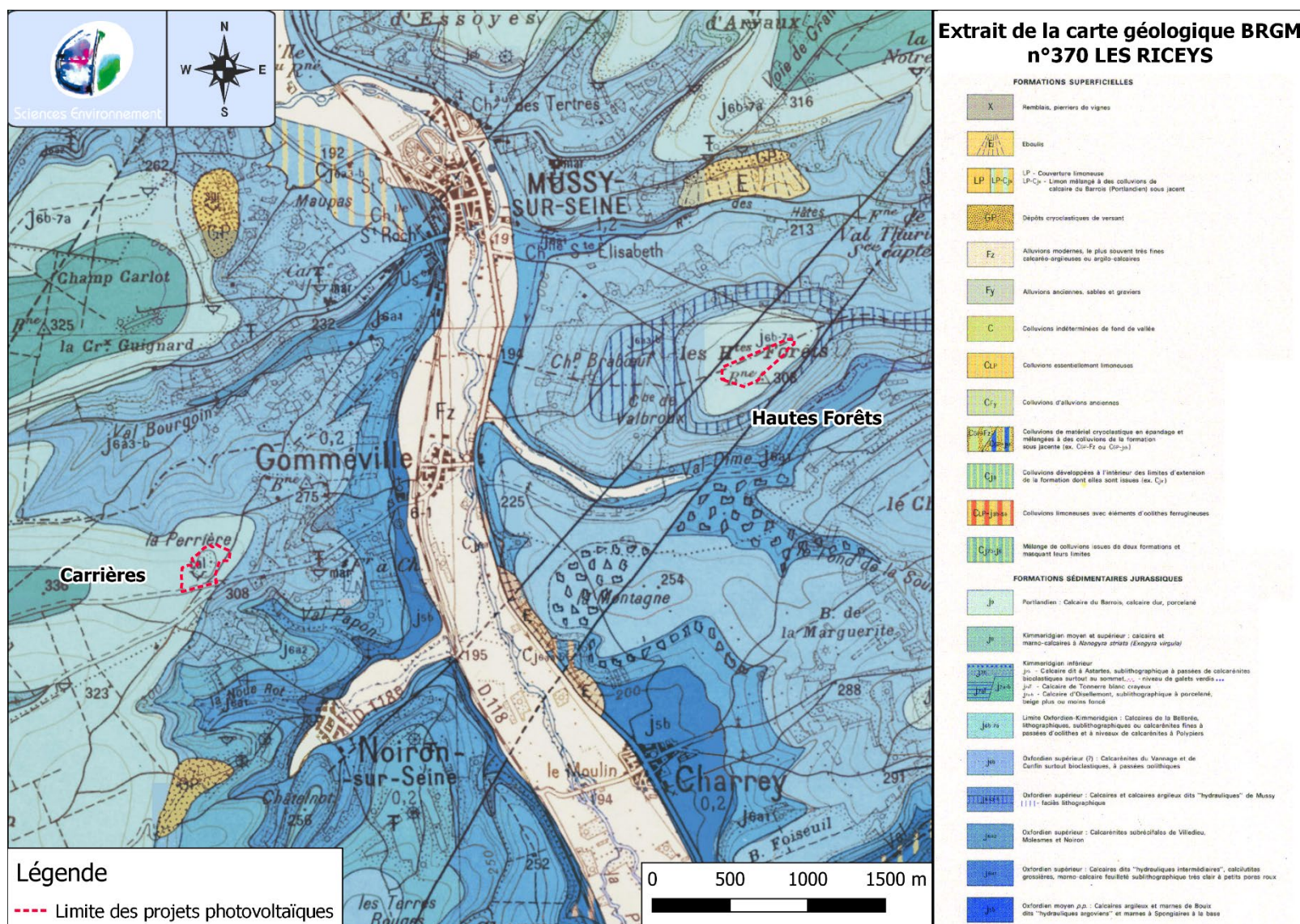


Figure 2 : Contexte géologique du secteur d'étude

2.2 Contexte hydrogéologique

L'évolution géologique du secteur de Gomméville est à l'origine de plusieurs grandes entités hydrogéologiques dans lesquelles se font les circulations des eaux souterraines à l'origine de niveaux de ressources en eau localisés :

- au niveau des versants : la topographie, la nature des roches et la structure monoclinale en direction du nord-ouest sont à l'origine de sources localisées au niveau des vallées,
- dans les alluvions de la Seine : la commune de Gomméville exploite un puits (BSS001ASDJ) dans ce niveau géologique pour son alimentation en eau potable (AEP). Le projet « Carrières », en rive droite de la Seine, se situe à plus de 500 m des limites du périmètre de protection éloignée (PPE) du puits.

Des opérations de traçage des eaux souterraines permettant de mettre en évidence les directions d'écoulement des eaux souterraines, sont recensées dans le secteur de Châtillon-sur-Seine, soit à plus de 10 km de Gomméville. Les résultats de ces traçages ne sont pas assimilables aux secteurs d'études.

En dehors des captages AEP localisés dans la vallée de la Seine, aucun ouvrages piézométriques permettant de connaître la profondeur de la nappe d'eau souterraine, n'est recensés à moins de 5 km des projets.

Le projet photovoltaïque « Carrières » situé à l'ouest de Gomméville et le projet « Hautes-Forêts » situé à l'est sont séparés par la Seine qui s'écoule du sud au nord dans la vallée. Les projets sont donc implantés au droit de deux masses d'eau souterraines distinctes :

Site	Localisation	Masse d'eau souterraine
« Carrières »	Rive gauche de la Seine, à l'ouest de Gomméville	Calcaires kimméridgien-oxfordien karstique entre Yonne et Seine » - FRHG307
« Hautes Forêts »	Rive droite de la Seine, à l'est de Gomméville	Calcaires kimméridgien-oxfordien karstique entre Seine et Ornain» - FRHG306

Tableau 1 : Masse d'eau souterraine au droit des deux projets photovoltaïques

Le secteur de Gomméville fait partie de l'ensemble des formations géologiques sédimentaires de l'est du Bassin Parisien : les couches successives sont faiblement inclinées (< 5°) vers le centre du bassin, en direction du nord-ouest, et peu déformées.

Les deux projets photovoltaïques s'inscrivent dans une formation calcaire (calcaires de la Bellerée) et sont localisés en sommet de la vallée de la Seine. Aucune donnée ne permet de caractériser les masses d'eau souterraines au niveau des projets (profondeur de nappe, battement, ...).

3 Eaux superficielles

3.1 Réseau hydrographique

Dans le secteur de Gomméville, les cours d'eau se développent dans la vallée principale de la Seine et dans une moindre mesure dans les vallées qui lui sont perpendiculaires.

La carte du réseau hydrographique du secteur est présentée ci-dessous en précisant le caractère continu ou pérenne des cours d'eau.

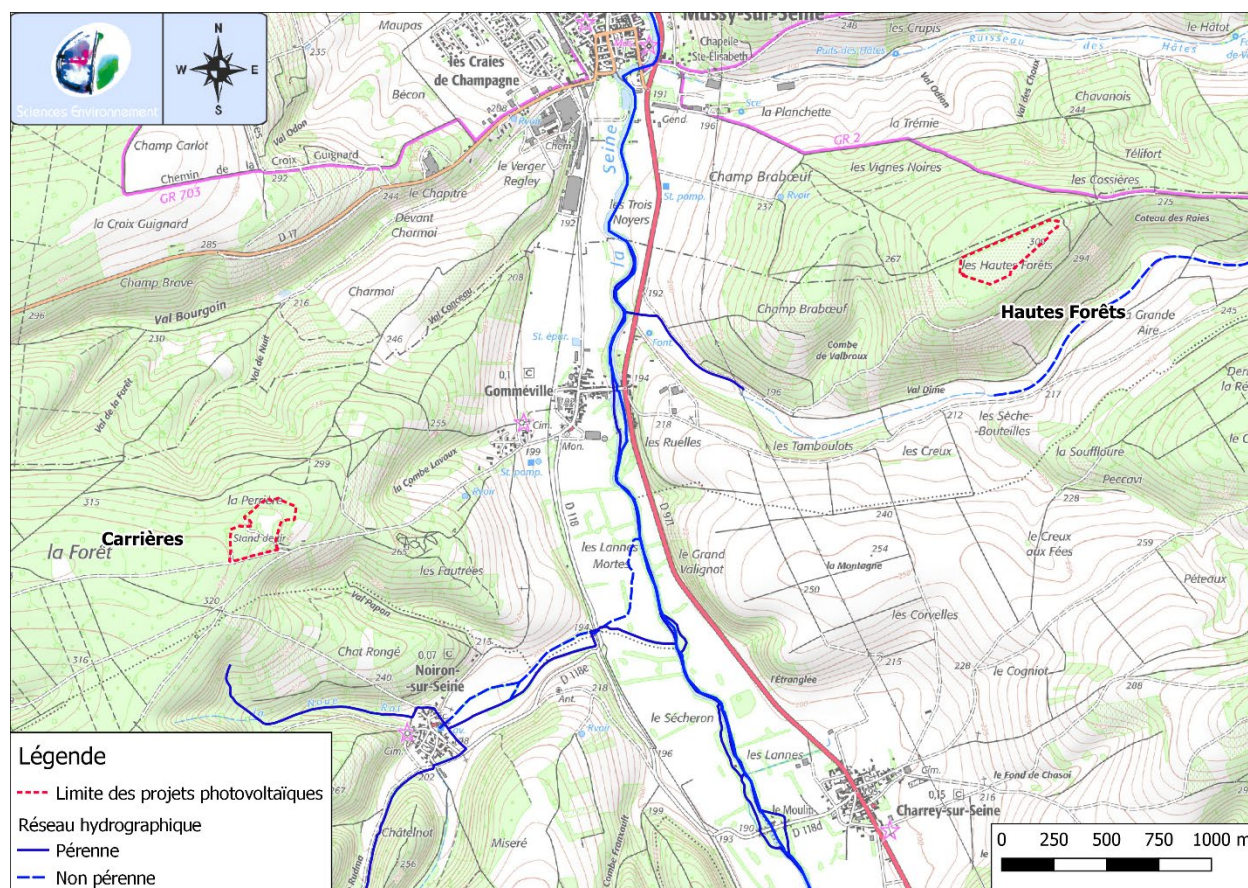


Figure 3 : Contexte hydrographique du secteur des projets

On met en évidence une absence de cours d'eau sur les zones de plateaux : les deux projets photovoltaïques ne sont pas recoupés par des cours d'eau.

Comme abordé précédemment (2.1 Contexte géologique), les vallées et le développement des cours d'eau présentent naturellement une cohérence avec le contexte géologique :

- L'abaissement progressif du bassin parisien s'est accompagné par une fracturation (failles orientées S.SW-N.NE) qui a amorcé le développement des vallées du secteur,
- La perméabilité des formations géologiques des zones de versants et de plateaux : les formations calcaires sur lesquelles sont implantées les projets photovoltaïques sont favorables à l'infiltration et donc peu propices au développement de cours d'eau en surface.

Dans le cadre de l'étude d'impact, des investigations ont été menées (Envol Environnement, 2022) sur les deux sites d'implantation prévus avec la réalisation de 14 sondages pédologiques

et de relevés botaniques. Les investigations ont conclu à une absence de zone humide et ont mis en évidence des sols peu épais (< 15 cm), avec pour près de la moitié des sondages une absence de sol.

Les deux projets photovoltaïques sont implantés au sein d'un même référentiel de masse d'eau superficielle : « la Seine du confluent de la rivière de Courcelles (exclu) au confluent de la Sarce (exclu) » - FRHR2A.

3.2 Relevés complémentaires sur sites

Une visite des deux sites d'implantation des projets a été menée le 12 décembre 2023. Les observations sont présentées dans les deux chapitres suivants pour chacun des projets. La visite a été réalisée en condition pluvieuse, favorable à la mise en évidence de ruissellement et de rétention d'eau. Plus de 30 mm de pluie ont précipités au cours des trois jours qui ont précédés la visite des sites.

3.2.1 Site des Carrières - Ouest

Le site est actuellement occupé, en partie, par un terrain de ball-trap. En accord avec la carte des habitats dressée dans l'étude d'impact, trois grands types de milieux sont recensés :

- Zone sans sol (points d'observation 1 à 4) : calcaire affleurant en surface ou cailloutis. La végétation y est absente, en dehors de quelques tapis mousseux et taches d'herbes,
- Zone boisée : faible épaisseur de sol (< 5 cm),
- Zone de friche (point 5) : faible épaisseur de sol (< 5 cm) et haute végétation.

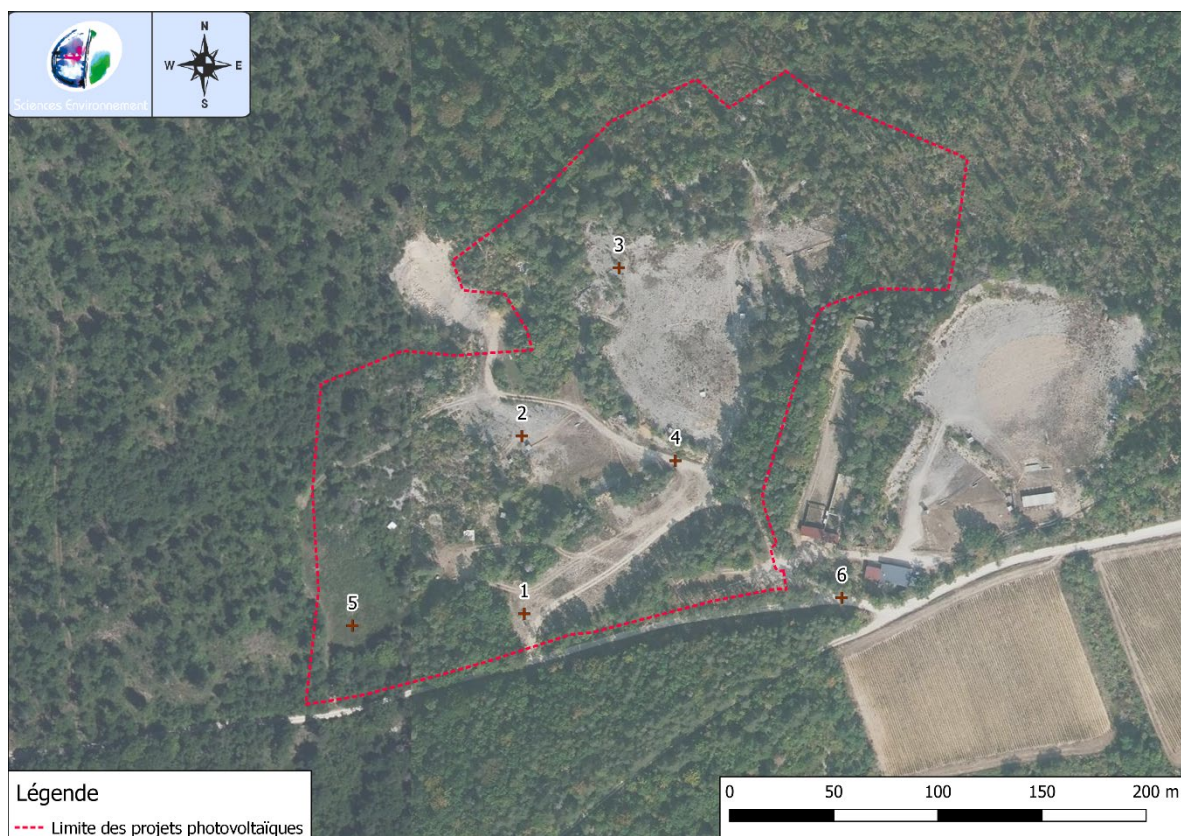


Figure 4 : Localisation des prises de vue de la Figure 5



1 - Prise en direction de l'est



2 - Prise en direction de l'ouest



3 - Prise en direction du nord



4 - Prise en direction de l'ouest



5 - Prise en direction du nord



6 - Prise en direction de l'ouest

Figure 5 : Planche photographique – Sites des Carrières – Ouest

La visite de site a permis de mettre en évidence :

- Une forte hétérogénéité dans la topographie : de nombreuses dépressions circulaires (diamètre de l'ordre du mètre ou plurimétrique) au niveau des zones boisées,
- Des rétentions d'eau (sous forme de flaques) sur des superficies très limitées observées (point d'observation 4),
- Une absence de marqueurs traduisant un ruissellement : absence de suintement au niveau de l'affleurement calcaire observé proche du point d'observation 2, absence de ruissellement sur site ou d'indice de ruissellement type fossé ou ravinement,
- En dehors des limites du site, à environ 20 m, (point d'observation 6), un filet d'eau très mince s'écoulait dans la pente,

L'ensemble de ces éléments récolté traduit une tendance globale à l'infiltration plutôt qu'à des phénomènes de rétention d'eau en surface et de ruissellement sur le site dans les conditions hydrologiques rencontrées.

3.2.2 Site Hautes-Forêts - Est

Le site est occupé par deux grands types de milieux :

- Zone sans sol, constituée de plaquettes calcaires en surface. La végétation y est quasi-absente. On note de nombreuses petites dépressions circulaires d'un diamètre de l'ordre du mètre ou plurimétriques pouvant potentiellement traduire des phénomènes de suffosion (sous-tirage du matériel dans le fond des dépressions par l'infiltration de l'eau),
- Zone boisée : faible épaisseur de sol (< 5 cm), petits bosquets ou bois, peu dense en arbre (cohérent avec la quasi-absence de sol).

La granulométrie des plaquettes calcaires est très favorable à l'infiltration directe des eaux météoriques. L'absence de particules fines en surface entre les plaquettes pourraient traduire ce phénomène (export des fines en sous-sol par les pluies).

La visite de site du 12 décembre 2023 montre une très forte perméabilité des matériaux en surface et l'absence, d'une part visuelle, et d'autre part de marqueurs de développement de ruissellement au niveau des projets dans les conditions hydrologiques pluvieuses rencontrées.



1 - Prise en direction de l'ouest



2 - Prise en direction de l'ouest



3 - Prise en direction de l'ouest

Figure 6 : Planche photographique – Sites Hautes-Forêts– Est

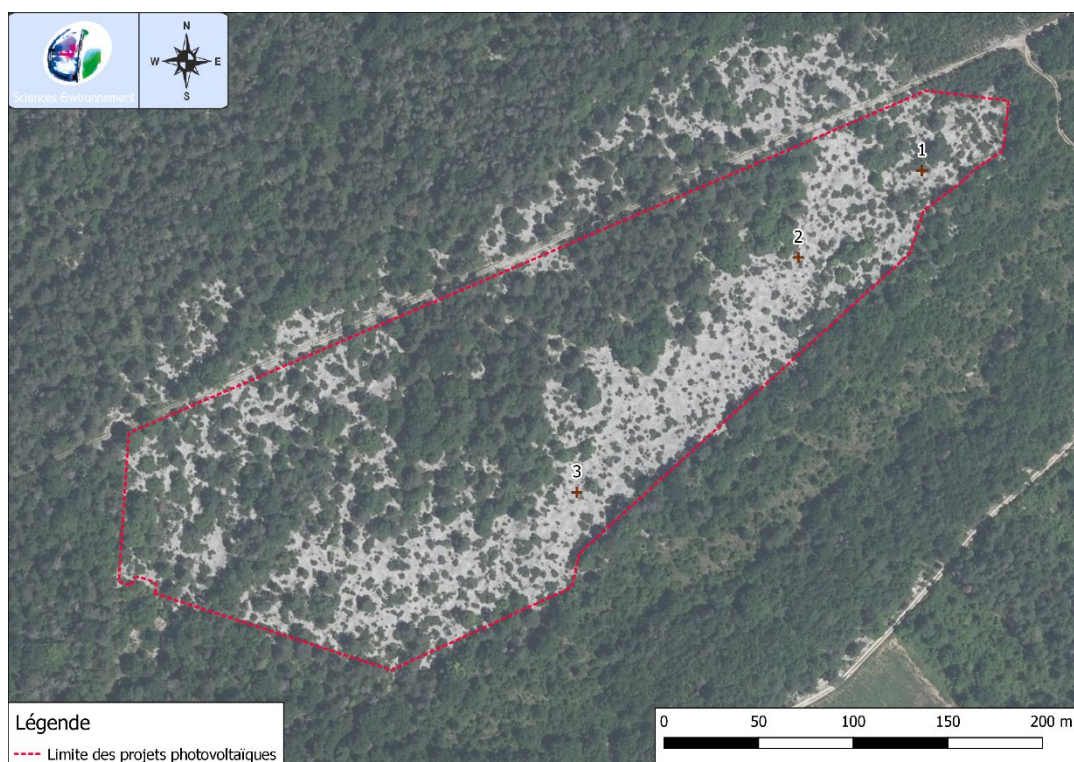


Figure 7 : Localisation des prises de vue de la Figure 6

4 Caractéristiques des projets

Le projet de parcs photovoltaïques prévoit la construction de deux parcs dénommés :

- « Carrières », aux lieudits La Perrière/La Prouse, à l'ouest de la commune de Gomméville sur une surface clôturée de 5,33 ha,
- « Hautes-Forêts », au lieu-dit du même nom, à l'est du territoire communal sur une surface clôturée de 6,07 ha.

4.1 Éléments principaux du projet

Les principaux éléments du projet sont présentés ci-après et sont issus de l'étude d'impact (Tauw, septembre 2023) :

4.1.1 *Tables de panneaux et fondations*

Les projets prévoient :

- Site « Carrières » - Ouest : des tables de 36 panneaux photovoltaïques. Les panneaux seront espacés entre eux de 2 cm,
- Site « Hautes-Forêts » - Est : des tables de 24 panneaux photovoltaïques. Les panneaux seront espacés entre eux de 2 cm.

Les fondations des tables supportant les modules solaires sont superficielles. Compte-tenu des contraintes spécifiques aux sites, les systèmes d'ancrage prévisionnels sont des pieux battus (pieux enfoncés dans le sol) pour le site « Carrières » à l'ouest et des gabions pour le site « Hautes-Forêts » à l'est. En effet, l'absence de sol sur ce dernier site rend difficile techniquement la réalisation de pieux. Le projet prévoit par ailleurs de lester les gabions avec les matériaux présents sur site. A ce stade du projet, le nombre de gabions n'est pas connu mais sera défini à la suite des études géotechniques. Pour les calculs hydrauliques, nous faisons l'hypothèse que les gabions occupent 1/3 de la superficie des panneaux.

4.1.2 *Pistes*

Chacun des deux sites sera équipé d'une piste de type « lourde » c'est-à-dire renforcée pour supporter le passage des engins de chantier.

Les pistes, d'une largeur de 5 m, auront un linéaire d'environ :

- 750 m pour la parcelle ouest (Carrières), soit une superficie de 4 778 m² : la piste sera installée en bordure de parcelle en partant de l'ouest jusqu'au nord avec des tournières à chaque bout de piste ;
- 900 m pour la parcelle est (Hautes-Forêts), soit une superficie de 5 136 m² : la piste proviendra du sud-ouest du site, remontera au niveau de la bordure nord qui sera longée jusqu'à la pointe à l'est de la parcelle où sera implantée la tournière.

Ces pistes seront constituées de graves perméables.

4.1.3 Citernes à eau

Les pistes desserviront sur chaque site une citerne incendie souple de 30 m³ ainsi que son point d'adduction.

4.1.4 Postes de transformation et de livraison

Chacun des deux sites sera équipé de deux postes de transformation :

- 2 postes de transformation sur la parcelle ouest (Carrières) : un en bordure sud de la parcelle le long du chemin agricole et un dans la pointe à l'est de la parcelle ;
- 2 sur la parcelle est (Hautes-Forêts) : un dans la partie ouest de la parcelle et un en bordure nord du site.

Ils auront chacun une emprise au sol de 15,9 m² (6 m x 2,65 m) pour une hauteur de 2,8 m.

Chacun des deux sites sera équipé d'un poste de livraison : un dans la bordure sud-est du site « Carrières » à l'ouest et un dans la bordure sud-ouest du site « Hautes-Forêts » à l'est. Ils représenteront chacun une surface au sol de 18,5 m² (2,65 m x 7 m) pour une hauteur de 2,8 m.

4.1.5 Accès et clôture

La surface d'emprise clôturée sera d'environ 5,33 ha (linéaire de 1 131 m) pour la parcelle ouest et 6,07 ha (linéaire de 1 202 m) pour la parcelle à l'est. Les clôtures seront grillagées, couvriront une hauteur de 2 m et seront équipées d'un portail d'accès sécurisé aux sites.

Les surfaces au sol des aménagements des projets sont présentées ci-dessous :

Superficie en ha	Parcelle ouest « Carrières »	Parcelle est « Hautes-Forêts »
Surface clôturée	5,33	6,07
Panneaux photovoltaïques	2,29	2,77
Fondations des tables	Pieux	Gabions
	-	0,92
Citernes à eau	0,0033 (33 m ²)	0,0033 (33 m ²)
Postes de transformation et de livraison	0,0050 (50 m ²)	0,0050 (50 m ²)
Chemins	0,4778	0,5136

Tableau 2 : Synthèse des surfaces des aménagements

Remarque :

- la superficie des panneaux photovoltaïques est plus faible que celle figurant dans l'étude d'impact (23 682 m² pour la parcelle ouest et 28 487 m² pour la parcelle est) car elle prend en compte la superficie stricte des panneaux et l'espacement entre ces derniers (2 cm).

Les figures ci-après synthétisent l'ensemble de ces éléments :

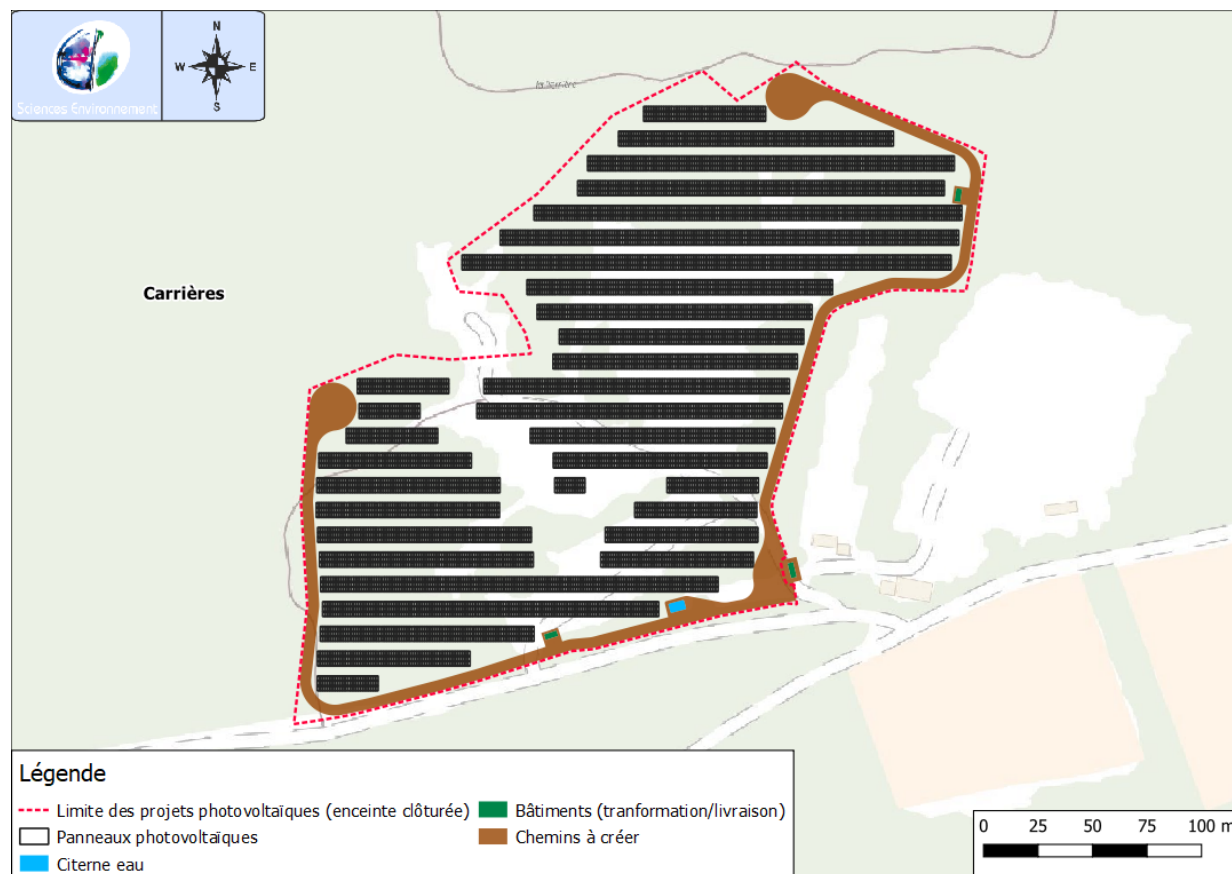


Figure 8 : Aménagements prévus – Site Carrières - Ouest

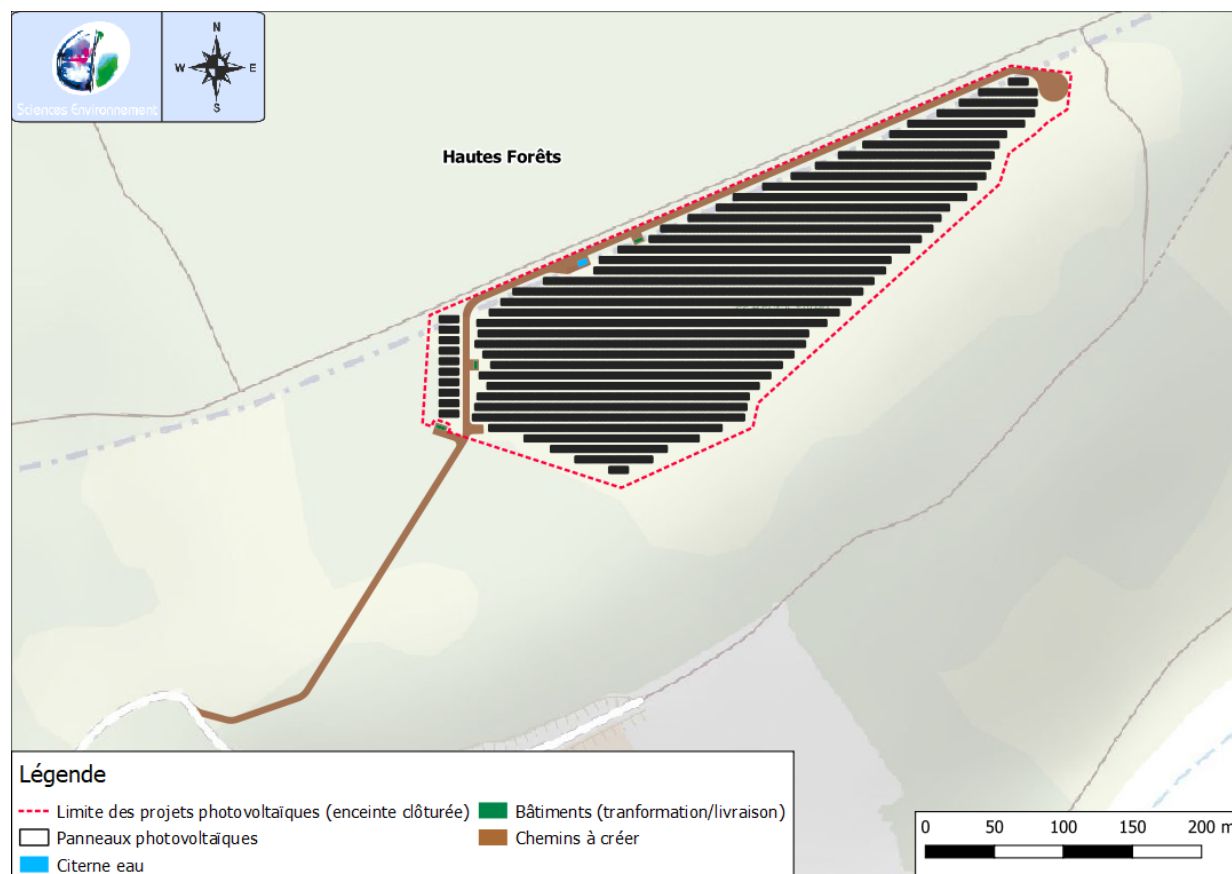


Figure 9 : Aménagements prévus – Site Hautes-Forêts - Est

4.2 Modification des conditions d'infiltration

Les bâtiments (postes de transformation et de livraison) ainsi que les citernes à eau constituent des **ouvrages imperméabilisants** : aucune infiltration directe ou indirecte (via du ruissellement) n'aura lieu sur les surfaces sur lesquelles ils sont installés.



Figure 10 : Ouvrages imperméabilisants (source : dossier de demande de permis de construire, Enertrag)

L'imperméabilisation induite par les panneaux photovoltaïques est plus difficile à appréhender. En effet, et par rapport à l'état initial avant aménagements, les précipitations ne sont plus en mesure de s'infiltrer au niveau des panneaux mais seulement au niveau des interstices entre ces derniers (2 cm) et au pied des panneaux : les surfaces disponibles pour l'infiltration directe des eaux météoriques sont donc réduites. A noter que pour des précipitations intenses, l'infiltration des eaux via l'interstice entre les panneaux est négligeable.

Une modification des conditions d'infiltration par une réduction de la surface directe d'infiltration disponible n'entraîne pas systématiquement une augmentation du ruissellement à l'aval du site.

L'impact des aménagements sur les conditions d'infiltration des eaux doit donc être évalué spécifiquement pour chaque site d'implantation prévu à partir des (1) données projet, (2) de la topographie (pente) et (3) des sols (granulométrie).

4.2.1 *Données projets*

Les projets prévoient l'installation :

- Site « Carrières » - Ouest : des tables inclinées de 20° constituées de 36 panneaux photovoltaïques. Les panneaux seront espacés entre eux de 2 cm. Sur une même rangée, les tables seront espacées de 2 m et de 4,5 m entre chaque rangée,
- Site « Hautes-Forêts » - Est : des tables inclinées de 20° constituées de 24 panneaux photovoltaïques. Les panneaux seront espacés entre eux de 2 cm. Sur une même rangée, les tables seront espacées de 2 m et de 3 m entre chaque rangée.

Ces différences découlent d'une adaptation technique avec un système de fondation sur gabions (moins portants) sur le site Hautes-Forêts à l'est.

- Carrières – Site ouest :

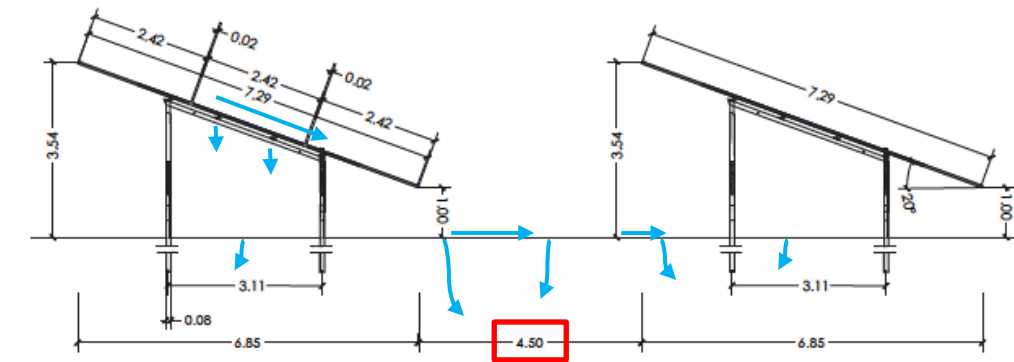


Figure 11 : Plan projet Carrières (source : dossier de demande de permis de construire, Enertrag)

- Hautes-Forêts – Site est :

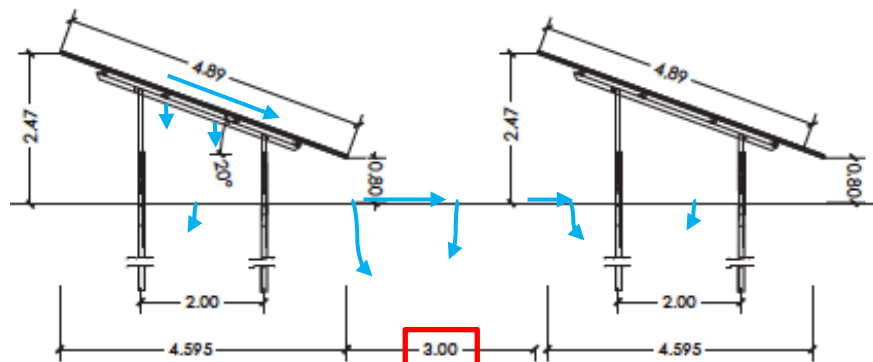


Figure 12 : Plan projet Hautes-Forêts (source : dossier de demande de permis de construire, Enertrag)

Ces plans rendent compte de la réduction des surfaces disponibles pour l'infiltration directe des eaux météoriques. Néanmoins, les eaux de ruissellement des panneaux sont en mesure de s'infiltrer, en partie par les interstices, et en grande majorité, au pied des panneaux. Par ailleurs, les surfaces sous les panneaux « aval » peuvent constituer une zone d'infiltration des eaux qui ruissellent sur la rangée de panneaux « amont ».

4.2.2 Topographie

Des relevés lidar ont été réalisés à l'échelle des projets. Actuellement, à l'état initial, la topographie des sites est peu marquée.

Pour le projet Carrières, l'altitude est comprise entre 325,45 m NGF en limite ouest du site et 312,44 m NGF en limite est du site. Pour le projet Hautes-Forêts, l'altitude est comprise entre 308,29 m NGF en partie est du site et 304,78 m NGF en partie ouest du site.

Un nivellement des parcelles est prévu afin d'effacer les accidents topographiques propres aux deux parcelles (creux, bosses, etc.) observés lors de la visite de site du 12 décembre 2023 et détaillés dans le chapitre 3.2. Ce nivellement (réduction de la pente) est favorable à l'infiltration.

4.2.3 Caractérisation des sols

Les sites des projets sont localisés sur des secteurs présentant peu de sol mais des cailloutis ou des plaquettes calcaires grossières favorables à l'infiltration. Aucun marqueur de ruissellement n'a été observé lors de la visite de site effectuée le 12 décembre 2023 malgré les conditions pluviométriques favorables (plus de 30 mm les 3 jours qui ont précédés la visite).

Il est important de noter que chacun des deux sites conservera la topographie générale, aucun apport ou export de déblais ne sera effectué (Tauw, 2023).

Cette analyse des modifications des conditions d'infiltration à l'échelle des projets permet de définir les aménagements constituant une barrière à l'infiltration des eaux météoriques. Il s'agit :

- Des gabions constituant les fondations des tables de panneaux du projet Hautes-Forêts,
- Des citernes à eau,
- Des postes de transformation et de livraison.

Pour rappel, les pistes de type « lourdes » c'est-à-dire renforcées pour le passage des engins de chantier seront constituées de graves perméables. Le terrassement à partir des matériaux en place, le passage d'engin (tassement) et compte tenu de la forte perméabilité des terrains à l'état initial, les pistes sont intégrées à l'étude hydraulique comme éléments semi-perméables.

5 Etude hydraulique

Conformément à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement, les projets doivent faire l'objet d'une étude hydraulique qui caractérise l'impact des aménagements sur le ruissellement.

Dans le cas où l'augmentation des ruissellements dus aux projets est significative, ces derniers sont soumis à la réglementation au titre II-Rejets de l'article 2.1.5.0 : « *Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :*

1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;

2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D). »

Ce chapitre vise à caractériser l'impact des projets sur le ruissellement.

5.1 Bassins versants

La zone d'étude intègre 2 niveaux de description :

- les surfaces des projets,
- les surfaces des bassins versants interceptés par les projets.

Les bassins versants possèdent des paramètres descriptifs relatifs à leur géométrie qui leur sont propres et qui vont avoir une influence sur les modalités d'écoulement des eaux de ruissellement :

- la longueur L du bassin versant correspond au plus long cheminement possible d'une goutte d'eau entre les crêtes du bassin et l'exutoire, ici les sites,
- les altitudes Z minimales et maximales,
- la pente globale P correspond à la différence entre la côte la plus élevée et celle la plus basse sur la longueur L : $P = (Z_{\max} - Z_{\min})/L$.

Paramètres	Parcelle ouest « Carrières »	Parcelle est « Hautes-Forêts »
Surface des bassins versants interceptés par les projets	12,83 ha	8,03 ha
Total	20,86 ha	
Longueur maximale (m)	1 294	790
Zmax (m NFG) - Amont	333	309
Zmin (m NGF) - Aval	312	290
Pente moyenne (%)	1,4 % Selon l'axe ouest-est	2,4 % Selon l'axe nord-est à sud-est

Tableau 3 : Caractéristiques des bassins versants

Remarque :

- la bande de terrain située à l'aval du site « Hautes-Forêts » correspond au bassin versant du chemin qui va être créé à travers la zone boisée.

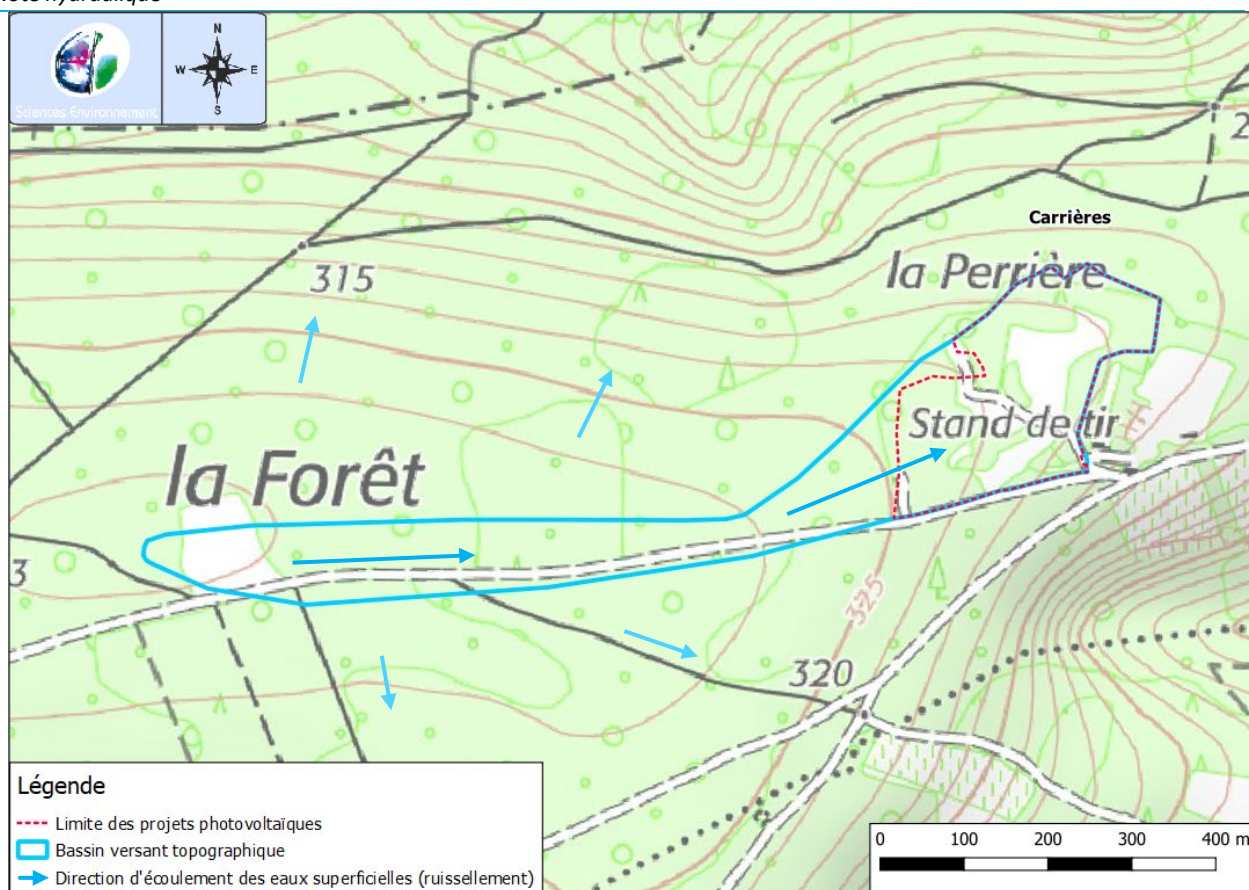


Figure 13 : Délimitation du bassin versant topographique – Site Carrières - Ouest

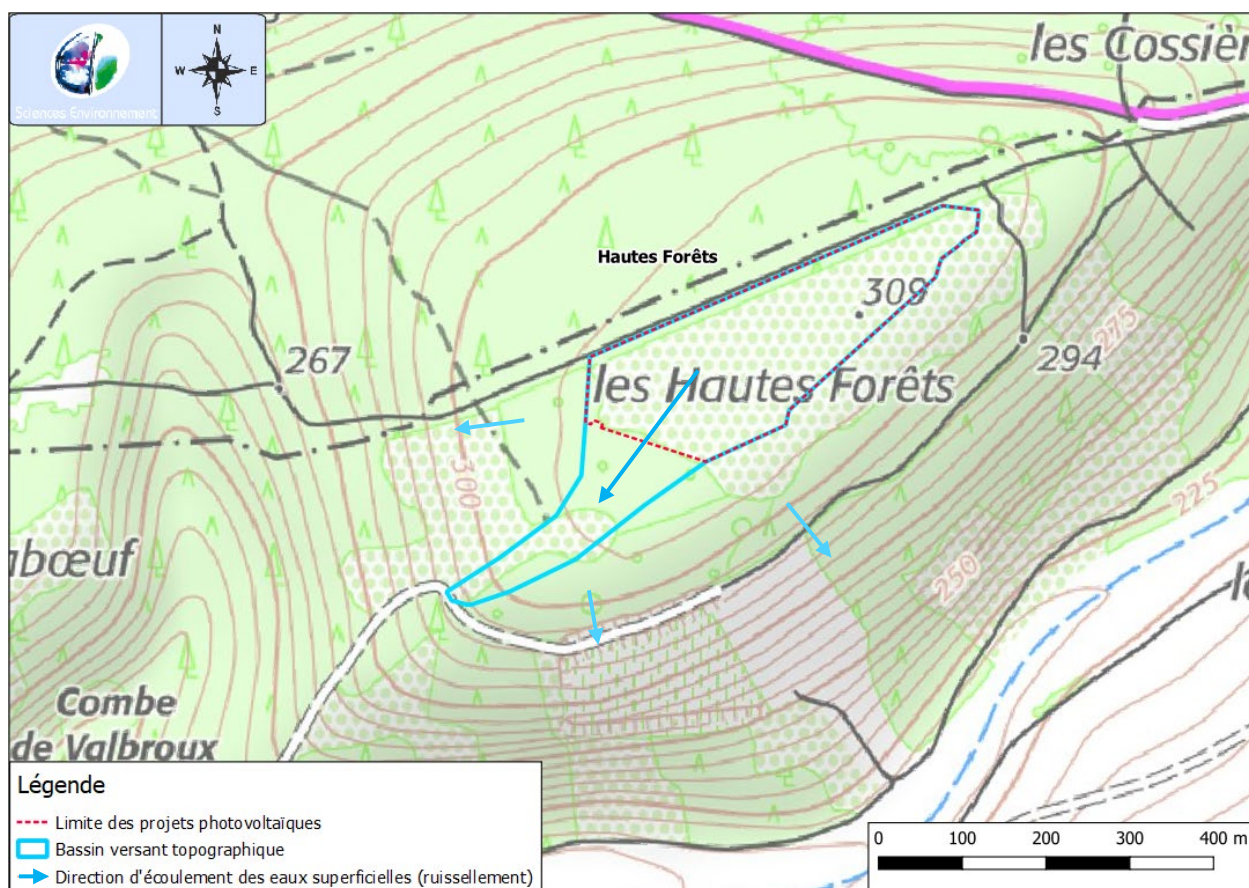


Figure 14 : Délimitation du bassin versant topographique – Site Hautes-Forêts - Est

5.2 Coefficients de ruissellement

Ce coefficient de ruissellement représente la fraction du débit ruisselé de la pluie nette par rapport au débit de pluie brute. Il permet de prendre en compte les pertes par infiltration dans le sol, par évaporation et par évapotranspiration. Il est donc fonction de la nature du sol, de sa morphologie et de la couverture végétale.

Les coefficients de ruissellement (sans unité) ont été définis à partir de 2 méthodes (méthodes mathématiques et analogiques) afin de comparer les résultats. Les coefficients de ruissellement élevés, donc les plus pessimistes, ont été retenus.

5.2.1 Méthode mathématique

Cette méthode (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 2006) prend en compte la capacité de rétention initiale des sols avant que les eaux ne ruissellent. Le calcul du coefficient de ruissellement prend donc en compte cette valeur seuil telle que donnée dans le tableau suivant :

Couvert	Morphologie	Pente (%)	Nature du sol		
			Sableux	Limoneux	Argileux compact
Boisé	plat	0-5	90	65	50
	vallonné	5-10	75	55	35
	pentu	10-30	60	45	25
Prairie	plat	0-5	85	60	50
	vallonné	5-10	80	50	30
	pentu	10-30	70	40	25
Culture	plat	0-5	65	35	25
	vallonné	5-10	50	25	10
	pentu	10-30	35	10	0

Tableau 4 : Valeurs du seuil de ruissellement P0 en mm (LCPC, 2006)

Les valeurs du coefficient du ruissellement varient avec la pluie utilisée pour les calculer : ils ont tendance à augmenter lorsque la pluie est plus intense. Cette méthode est conseillée pour les événements de période de retour supérieure à 10 ans. La formule de calcul du coefficient de ruissellement est la suivante :

$$Cr = 0,8 \cdot \left(1 - \frac{P_0}{P_j(T)}\right)$$

Avec :
- P0 : seuil de rétention initial (mm)
- Pj(T) : pluie journalière pour une occurrence donnée T (mm)

Les données Météo France sont issues de la station de Mussy-sur-Seine distant de moins de 2 km de Gomméville :

Durée de retour	Hauteur estimée de Pj
10 ans	56,3 mm
20 ans	63,6 mm
30 ans	67,9 mm
50 ans	73,6 mm

Tableau 5 : Pluie journalière à la station de Mussy-sur-Seine pour une durée de retour donnée

5.2.2 Méthode analogique

Cette méthode repose sur des valeurs indicatives des coefficients de ruissellement (SETRA, 2012) :

Couvert	Morphologie	Pente (%)	Nature du sol		
			Sableux	Limoneux	Argileux compact
Boisé	Plaine	<5	0,1	0,3	0,4
	Colline	5-10	0,25	0,35	0,5
	Escarpé	10-30	0,3	0,5	0,6
Prairie	Plaine	<5	0,1	0,3	0,4
	Colline	5-10	0,15	0,36	0,55
	Escarpé	10-30	0,22	0,42	0,6
Culture	Plaine	<5	0,2	0,3	0,6
	Colline	5-10	0,4	0,6	0,7
	Escarpé	10-30	0,52	0,72	0,82

Tableau 6 : Coefficients de ruissellement (SETRA, 2012)

5.2.3 Résultats

Les coefficients de ruissellement ont été estimés avec les méthodes présentées ci-dessus et pour les aménagements à partir de la bibliographie ; dans ce cas, les coefficients se veulent cohérents avec les matériaux utilisés pour le projet :

- Site « Carrières » situé à l'ouest :

Projet ouest « Carrières »	Occupation du sol	Superficie	Coefficient de ruissellement - Pluie trentennale	
		ha	Méthode mathématique	Méthode analogique
Avant aménagements	Zone boisée	10,84	-0,17	0,18
	Cailloutis calcaire	1,80		0,13
	Friches/terrains enherbés/piste	0,19		0,13
	Total	12,83		0,17
Après aménagements	Citerne à eau	0,003	1	
	Postes de transformation et livraison	0,005	1	
	Pistes	0,48	0,4	
	Cailloutis calcaire et panneaux	4,84	0,13	
	Bois	7,5	0,18	
	Total	12,83	0,18	

Tableau 7 : Résultats des coefficients de perméabilité – Site « Carrières »

- Site « Hautes-Forêts » situé à l'est :

Projet ouest « Carrières »	Occupation du sol	Superficie	Coefficient de ruissellement - Pluie trentennale	
		ha	Méthode mathématique	Méthode analogique
Avant aménagements	Zone boisée	4,71	-0,17	0,18
	Calcaires en plaquettes sans sol	3,32		0,13
	Total	8,03		0,16
Après aménagements	Citerne à eau	0,003	1	
	Postes de transformation et livraison	0,005	1	
	Gabions	0,92	1	
	Pistes	0,51	0,6	
	Calcaires en plaquettes sans sol et panneaux	4,78	0,13	
	Bois	1,80	0,18	
	Total	8,03	0,16	

Tableau 8 : Résultats des coefficients de perméabilité – « Site « Hautes Forêts »

Avant aménagement, le calcul des coefficients de ruissellement Cr par la méthode mathématique montre une valeur négative : ce résultat s'explique par la valeur de pluie journalière trentennale inférieure à la valeur seuil de ruissellement. Cette méthode n'apparait pas adapter au contexte de l'étude : nous retiendrons le Cr défini par la méthode analogique.

Après aménagement, la valeur du Cr est proche de celui avant aménagement : ce résultat s'explique par l'augmentation des surfaces en cailloutis où se situeront les panneaux, la diminution de la superficie boisée et la faible superficie des aménagement imperméabilisants (83 m²).

5.3 Temps de concentration

Le temps de concentration Tc (en minutes) est le temps écoulé entre le début d'une précipitation et l'atteinte du débit maximal à l'exutoire du bassin versant. Il correspond au temps nécessaire pour permettre à l'eau de ruisseler du point le plus reulé du bassin versant jusqu'à l'exutoire.

En théorie, il faut qu'un épisode pluvieux dure au moins le temps de concentration pour que l'ensemble de la surface du bassin versant soit sollicité ce qui produit alors le débit maximum possible à l'exutoire.

Le temps de concentration doit être calculé car ce temps correspond à la durée minimale à prendre pour calculer l'intensité de l'épisode pluvieux pour une occurrence donnée, ici 30 ans (guide ASTEE, 2017).

5.3.1 Méthodes de calcul

Dans la bibliographie, il existe plusieurs méthodes pour déterminer le temps de concentration. Deux méthodes ont été retenues ici :

- Equation de type Kirpich

La formulation de type Kirpich est établie pour petit bassin versant (de 0,4 à 80 ha). Cette méthode figure dans le guide technique de référence de l'ASTEE (2017) :

$$Tc = 0,01947 \cdot L^{0,77} \cdot I^{-0,385}$$

Avec : - L : plus long cheminement hydraulique (en m),
- I : pente moyenne de ce cheminement (en m/m).

- Equation de Mockus

Cette équation prend en compte les conditions de surface du bassin versant par le facteur NC :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times \left[\frac{1000}{NC} - 9 \right]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

Avec : - L : plus long cheminement hydraulique (en m),
- S : pente moyenne de ce cheminement (en m/m).

Le facteur NC varie de 22 à 90 en fonction de l'utilisation du sol et du type de sol, ici NC = 30.

5.3.2 Résultats

Les temps de concentration calculés par les deux méthodes sont :

Site	Kirpich	Mockus	Moyenne
« Carrières » - Ouest	25 min	29 min	27 min
« Hautes-Forêts » - Est	14 min	17 min	16 min

Tableau 9 : Résultats des calculs des temps de concentration

5.4 Intensité des précipitations

Conformément aux courriers de demande de complément émis par la DTT de Côte d'Or en date du 6 octobre 2023, et en accord avec la doctrine départementale, une pluie d'occurrence trentennale sera retenue pour le calcul du débit de pointe avant et après aménagements.

L'occurrence, ou notion de période de retour, est destinée à caractériser la fréquence d'apparition d'un phénomène. La période de retour d'une pluie représente le nombre d'année au cours duquel cette pluie surviendra en moyenne une fois.

Compte tenu que les hauteurs de pluie correspondant à des événements d'occurrence trentennale ne sont pas suffisamment documentées à l'échelle nationale, il existe une méthode statistique qui permet de les estimer. Cette méthode utilise les coefficients de Montana et donne l'intensité de pluie (mm/h) pour un pas de temps donné (6', 15', 30', 1h, ...) en fonction de la durée de retour, ici 30 ans.

La formule développée dans le guide technique de référence (ASTEE, 2017) permet de calculer l'intensité d'une pluie en fonction de sa durée d et de sa fréquence T :

$$I(d, T) = \frac{H(d, T)}{d} = 60 \cdot a \cdot d^{-b}$$

Avec : - H : hauteur de pluie (en mm),

- $a(T)$ et $b(T)$ sont les coefficients de Montana (sans unité) pour une période de retour T donnée (ici 30 ans),

- d : durée de la pluie et pour une période de retour T (en min). Comme abordé précédemment, la durée de la pluie dans le calcul doit être au moins égale au temps de concentration T_c calculé plus haute. En effet, la totalité de la surface du bassin versant ne contribue au débit que pour des pluies de durées supérieures ou égales au temps de concentration (ASTEE, 2017).

A la station météorologique de Châtillon-sur-Seine, pour des pluies d'une durée de 6 à 30 minutes (ordre de grandeur de T_c), les coefficients de Montana sont :

Station de Châtillon-sur-Seine	a	b
T = 30 ans	6,93	0,522

Tableau 10 : Coefficients de Montana à la station de Châtillon-sur-Seine pour une occurrence trentennale

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

T = 30 ans	T_c = durée de la pluie	Intensité des précipitations (mm/h)
« Carrières » - Ouest	27 min	74,42
« Hautes-Forêts » - Est	16 min	97,8

Tableau 11 : Intensité des précipitations pour une durée de pluie donnée et une occurrence trentennale

L'intensité des précipitations est plus importante sur le site « Hautes-Forêts », compte tenu que le temps de concentration est plus faible au regard de la taille réduite du bassin versant.

5.5 Calculs du débit de pointe

La formule de calcul du débit de pointe Q_p , en l/s, (ASTEE, 2017) est :

$$Q_p = 2,78 \times C \times I \times A$$

- Avec :
- C : coefficient de ruissellement (sans unité),
 - I : Intensité moyenne de la pluie en mm/h durant le temps de concentration T_c ,
 - A : surface d'alimentation du BV (ha).

Situation	Surface perméable	Surface semi-perméable	Surface imperméable	Surface totale	Débit de pointe (l/s)
	(ha)				Pluie trentennale
Projet « Carrières » - Ouest					
Existant	12,83	0	0	12,83	451,2
Projet	12,34	0,48	0,01	12,83	477,8
Différence	-0,49	0,48	0,01	-	+ 26,6 l/s + 5,6 %
Projet « Hautes-Forêts » - Est					
Existant	8,03	0	0	8,03	349,3
Projet	6,58	0,51	0,93	8,03	349,3
Différence	-1,45	0,51	0,93	-	0
Cumul des deux projets					
Existant	20,86	0,00	0,00	20,86	800,5
Projet	18,93	0,99	0,94	20,86	827,1
Différence	-1,93	0,99	0,94	-	+ 26,6 l/s + 3,2 %

Tableau 12 : Synthèse des débits de pointe – Projet « Carrières » et « Hautes-Forêts »

L'impact sur le ruissellement des eaux pluviales est de 5,6 % pour le projet « Carrières » et est nul pour le projet « Hautes-Forêts ». Ce résultat s'explique par le coefficient de ruissellement global (site + bassin versant) qui passe de 0,17 à 0,18 entre l'état initial et après aménagements pour le site « Carrières » tandis que ce coefficient reste inchangé pour le projet « Hautes-Forêts ».

Le cumul des débits de pointe des deux projets, pondéré par leur superficie respective, est de + 26,6 l/s soit + 3,2 % d'augmentation des ruissellements à l'échelle des deux sites.

Il convient par ailleurs de noter que ces débits sont des débits exceptionnels calculés sur une période de retour de 30 ans.

6 Enjeux quantitatifs et mesures de réduction

En phase exploitation, les panneaux photovoltaïques créent une modification des conditions d'infiltration des eaux météoriques par une réduction de la surface directe d'infiltration disponible. Néanmoins, comme présenté dans les chapitres précédents, cette modification n'induit pas une augmentation significative des débits de pointe de ruissellement.

Les surfaces de fondation en gabions, les citernes à eau, les bâtiments (postes de transformation et de livraison) et les pistes seront imperméables ou semi-perméables. Ces secteurs aménagés représentent des faibles superficies par rapport aux superficies totales des projets et les eaux de pluie seront toujours en mesure de rejoindre rapidement le sous-sol. Il n'est pas nécessaire de mettre en place des solutions de rétention (type bassin) : les eaux pluviales s'infiltreront du fait de la nature perméable des sols et de la topographie peu marquée.

La disposition des panneaux permet aux précipitations de s'écouler et de s'infiltrer dans le sol : (1) par les interstices de 2 cm situés entre les modules et (2) au pied des panneaux et entre les rangées.

Pour conserver des conditions d'infiltration optimales au cours de la durée d'exploitation des parcs photovoltaïques, il convient de prendre des mesures de réduction adaptées aux sites. Ces mesures viennent compléter les mesures ERC déjà énoncées dans l'étude d'impact (Tauw, 2023) et constituent des mesures de gestion à la source.

En cas de forte pluie, les interstices entre les panneaux (2 cm) ne seront que très peu mis à contribution pour infiltrer les eaux : l'écoulement se fera principalement sur les panneaux photovoltaïques et les eaux se concentreront au pied des panneaux. Cette concentration de l'écoulement au pied des ouvrages peut entraîner une érosion prématurée de la zone, avec la formation de ravines et une réduction localisée de la perméabilité. Ce phénomène pourra être évité en aménageant une couverture végétale, à minima, au pied des panneaux sur une bande de terrain suffisamment large. L'état de la couverture végétale sera contrôlé au cours de l'exploitation. Cette mesure nécessite un minimum de sol et apparaît donc adapté pour le site « Carrières » seulement.

Le site « Hautes-Forêts » est globalement constitué de plaquettes calcaires contraignant ainsi la mise en place d'une zone d'herbe. Pour ce site, une adaptation des mesures est nécessaire. Il pourra ainsi être envisagé d'utiliser les matériaux sur place (plaquettes) pour constituer des ouvrages de type merlon à la place de la bande en herbe. Leur profondeur et épaisseur devra être suffisante pour permettre l'infiltration des eaux au pied des panneaux.

7 Synthèse

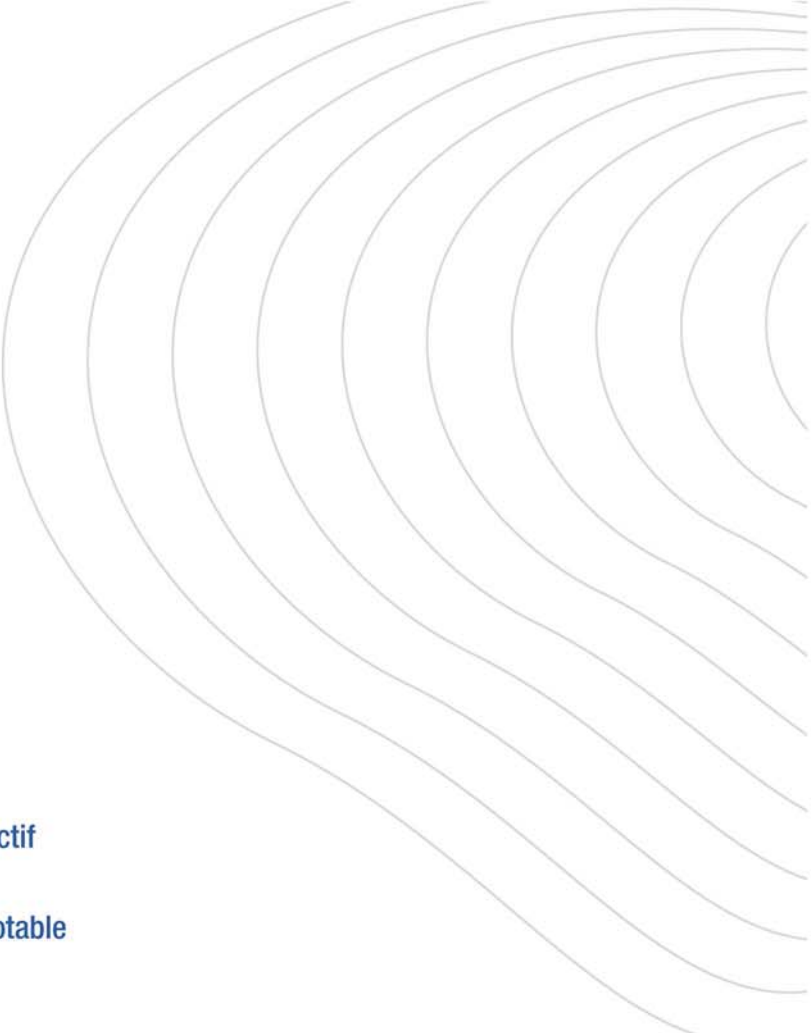
Le projet de parcs photovoltaïques, porté par la société ENERTRAG SE, sur la commune de Gomméville, prévoit la construction de deux parcs dénommés « Carrières » et « Hautes-Forêts », situés respectivement à l'ouest et à l'est du territoire communal.

Les sites choisis pour l'implantation des projets sont deux anciennes carrières de pierre de construction. Les carrières ne sont plus exploitées ; seul le site d'implantation prévu à l'ouest a, en partie, été réaménagé pour les activités d'un club de ball-trap.

Les calculs hydrauliques réalisés à l'état initial et après aménagements pour les deux projets ont permis d'estimer l'augmentation des ruissellements, cumulée pour les deux sites, à + 26,6 l/s soit une augmentation des ruissellements par rapport à l'état initial de + 3,2 %.

L'augmentation du ruissellement induit par les deux projets photovoltaïques n'est pas significatif et s'explique par :

- la nature des projets : les surfaces imperméabilisées (citernes, postes de livraison et de transformation) et semi-imperméabilisées (pistes) sont faibles. Les panneaux photovoltaïques sont à l'origine d'une réduction de la surface d'infiltration disponible,
- de leur environnement : l'infiltration des eaux pluviales est favorisée par la bonne perméabilité des matériaux. Une visite des sites le 12 décembre 2023 a montré une très forte perméabilité des matériaux en surface et l'absence, d'une part visuelle, et d'autre part de marqueurs de développement de ruissellement au niveau des projets dans les conditions hydrologiques pluvieuses rencontrées. Ces conclusions devront être validées par une étude de sol.

- 
-  Énergies renouvelables
 -  Aménagement et environnement
 -  Déchets, Diagnostics de pollution
 -  Carrières, Installations classées
 -  Milieu naturel
 -  Hydrogéologie
 -  Eaux superficielles
 -  Assainissement collectif et non collectif
 -  Maîtrise d'œuvre et réseaux d'eau potable



Sciences Environnement

Agence de Clermont-Ferrand
5 bis allée des roseaux
63200 Riom
Tél. +33 (0)4 73 38 84 73
Fax +33 (0)3 81 80 01 08
clermont-ferrand@sciences-environnement.fr

Agence de Besançon et Siège social
6 boulevard Diderot
25000 Besançon
Tél. +33 (0)3 81 53 02 60
Fax +33 (0)3 81 80 01 08
besancon@sciences-environnement.fr

Agence d'Auxerre
12 rue du stade
89290 Vincelles
Tél. +33 (0)9 67 29 27 28
Fax +33 (0)3 81 80 01 08
auxerre@sciences-environnement.fr

www.sciences-environnement.fr