

Etude hydrologique Impact du projet sur les débits ruisselés

Projet : Aménagement d'un parc agrivoltaïque

Localisation : 05 700 La Bâtie-Montsaléon

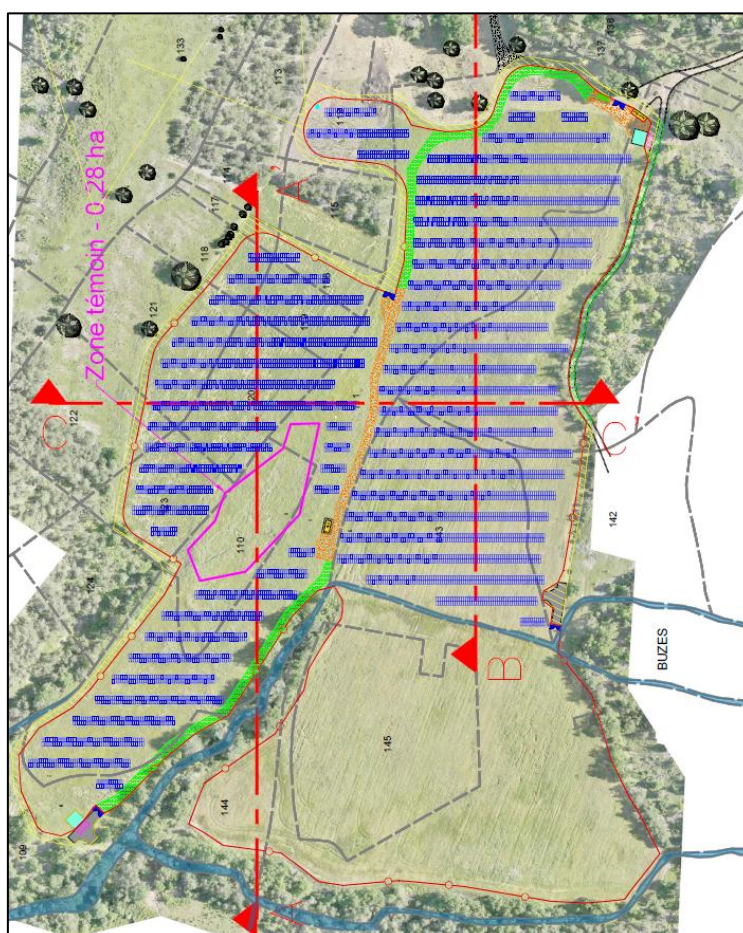


TABLE DES MATIERES

1	CONTEXTE ADMINISTRATIF	1
2	OBJECTIFS DE L'ETUDE, LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PROJET	2
2.1	Objectifs de l'étude et localisation du projet	2
2.2	Topographie et bassin versant drainé	3
2.3	Etat existant	4
2.4	Composition du projet et répartition des surfaces.....	4
2.4.1	Composition du projet	4
2.4.2	Répartition des surfaces	7
3	ETUDE HYDROLOGIQUE	8
3.1	Méthode rationnelle.....	8
3.2	Coefficients de ruissellement	8
3.3	Temps de concentration	10
3.4	Pluviométrie statistique.....	11
3.5	Estimation des débits de pointe	12
4	CONCLUSION	13

LISTE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

Illustration 1 : Localisation du projet sur la commune	2
Illustration 2 : Topographie et sens des écoulements au droit du projet.....	3
Illustration 3 : Occupation du sol en situation existante	4
Illustration 4 : Représentation de l'uniformisation de l'infiltration en pied de panneau.....	5
Illustration 5 : Plan de masse du projet	6
Illustration 6 : Coefficients de ruissellement utilisés dans le cadre de l'étude.....	9
Tableau 1 : Répartition des surfaces en situations existante et projetée	7
Tableau 2 : Coefficients de ruissellement moyens en situations existante et projetée	9
Tableau 3 : Temps de concentration calculé (Bressand-Golossov).....	10
Tableau 4 : Coefficients de Montana de 6min à 2h à la station de La Faurie pour des pluies d'occurrences 5 à 100 ans.....	11
Tableau 5 : Intensités maximales et hauteurs d'eau précipitées pour des pluies d'occurrences 5 à 100 ans, de durée 6 minutes	11
Tableau 6 : Débits de pointe pour des pluies d'occurrences 5 à 100 ans.....	12

CONTEXTE ADMINISTRATIF

Commanditaire de l'étude	Rédacteur de l'étude
CORFU SOLAIRE  10 cours de Verdun Rambaud 69 002 Lyon Contact : Dorothée Piontkowsky Portable : 06 59 34 39 34 E-mail : d.piontkowsky@terreetlac.com	AQUAGEOSPHERE  13 Avenue des Maquisards 13 126 Vauvenargues Contact : Dylan Zanette Portable : 06 20 27 39 66 E-mail : d.zanette@aquageosphere.com

Version	Date	Rédaction	Approbation
V1	02/06/2025	D. Zanette	PE. Van Laere

OBJECTIFS DE L'ETUDE, LOCALISATION ET DESCRIPTION DU PROJET

2.1 Objectifs de l'étude et localisation du projet

La société Corfu Solaire porte le projet **d'aménagement d'un parc agrivoltaïque sur la commune de la Bâtie-Montsaléon**, dans le département des Hautes-Alpes (05). Le projet s'étend sur une superficie d'environ 10 ha.



Illustration 1 : Localisation du projet sur la commune

La présente étude a pour objectif de **comparer les débits de pointe** générés au droit du site d'étude en situations existante et projetée afin de **définir l'impact du projet sur le ruissellement des eaux pluviales**.

2.2 Topographie et bassin versant drainé

Le projet se situe en fond de vallon, et capte donc une partie des eaux de ruissellement provenant de l'amont, en plus de sa propre emprise.

Sur la base des données topographiques à disposition, soit les données LIDAR HD de l'IGN, le bassin versant amont est estimé à 10,4 ha. **Le projet draine donc une surface totale de l'ordre de 20,4 ha.**

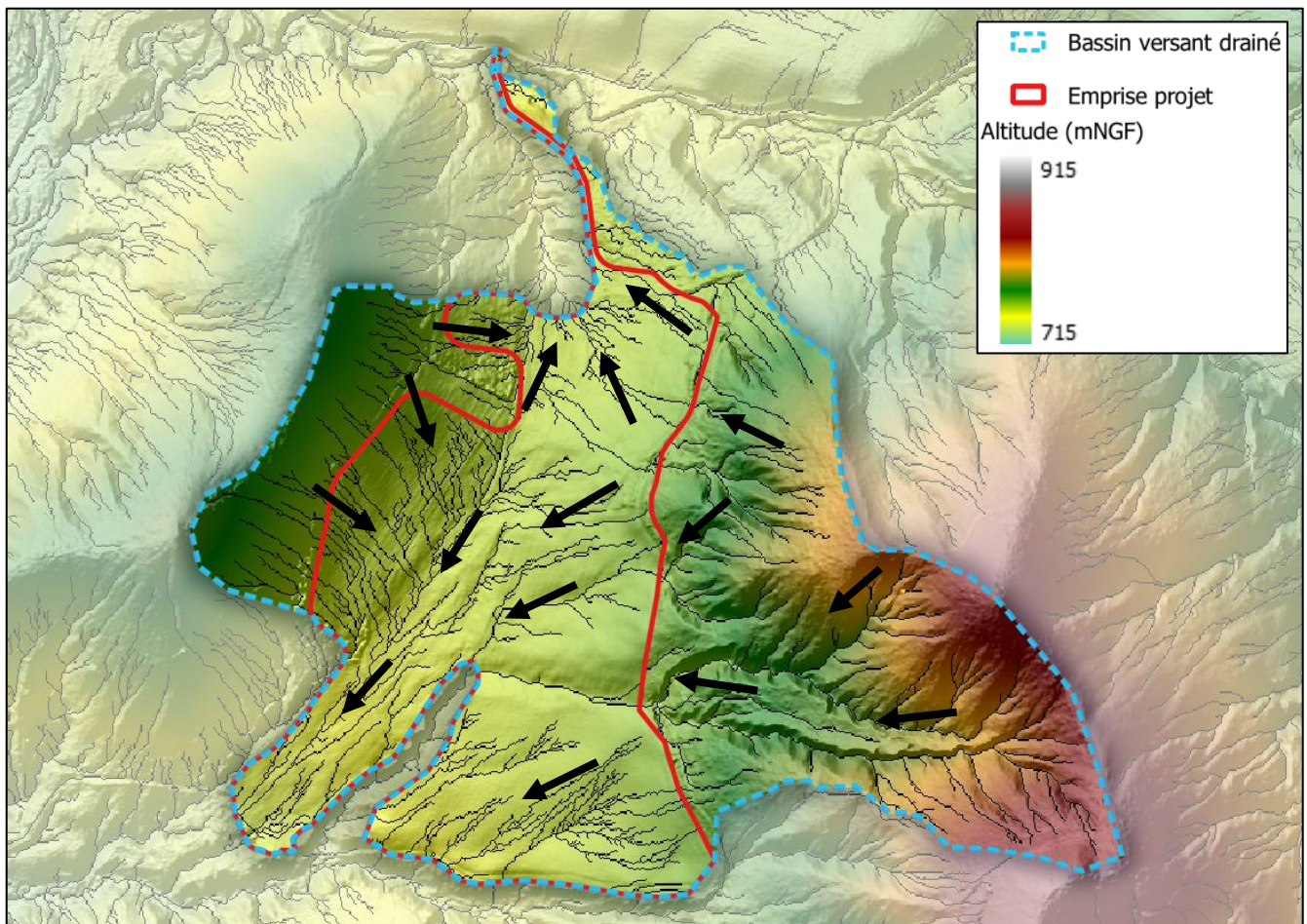


Illustration 2 : Topographie et sens des écoulements au droit du projet (source : LIDAR HD, IGN)

2.3 Etat existant

En situation existante, le bassin versant (emprise projet augmentée du versant amont) est principalement constitué de champs agricoles, principalement sur sa partie centrale (113 935 m²). Une grande zone forestière et arbustive est présente à l'est, ainsi que de manière éparse au nord et à l'ouest (respectivement 63 396 m² et 26 815 m²).



Illustration 3 : Occupation du sol en situation existante (source : Google Satellite)

2.4 Composition du projet et répartition des surfaces

2.4.1 Composition du projet

En situation projetée, le projet prévoit notamment la création de 2 postes (transformation, livraison), de 2 citernes incendie et d'un container de stockage. L'ensemble de ces équipements techniques, ainsi que les pieux de fixation des panneaux, présente une surface totale de 253 m².

Plusieurs pistes seront également créées : une piste enherbée de 1 805 m², une piste d'exploitation en GNT de 1 265 m² et une piste externe SDIS en GNT de 4 102 m² (en plus de la piste SDIS existante en terre stabilisée de 622 m²). Le chemin d'accès existant, d'une superficie de 969 m², sera renforcé en GNT.

Enfin, les panneaux photovoltaïques (6 984 modules) représenteront une surface projetée au sol de 17 727 m². Toutefois, ils seront disposés de manière disjointe sur les tables, avec un espace libre de quelques centimètres entre chaque module (espaces nécessaires aux pinces de fixation). Ce principe de fixation aura pour effet d'uniformiser l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Il permet ainsi d'éviter un effet de concentration des écoulements en bas de pente des structures, qui aurait pour conséquence de favoriser l'érosion du sol. Chaque ligne de panneaux sera également séparée des autres par un intervalle de plusieurs mètres.

Pour la suite de l'étude, on assimilera donc les panneaux photovoltaïques au type de surface présent sous ces derniers, soit des prairies permanentes dans le cas présent. En effet, ces surfaces seront utilisées pour le pâturage des ovins et des caprins.

Par ailleurs, l'intégralité de l'emprise du projet (hors pistes et équipements techniques), sera constituée de prairies, qui viendront donc remplacer les champs agricoles.

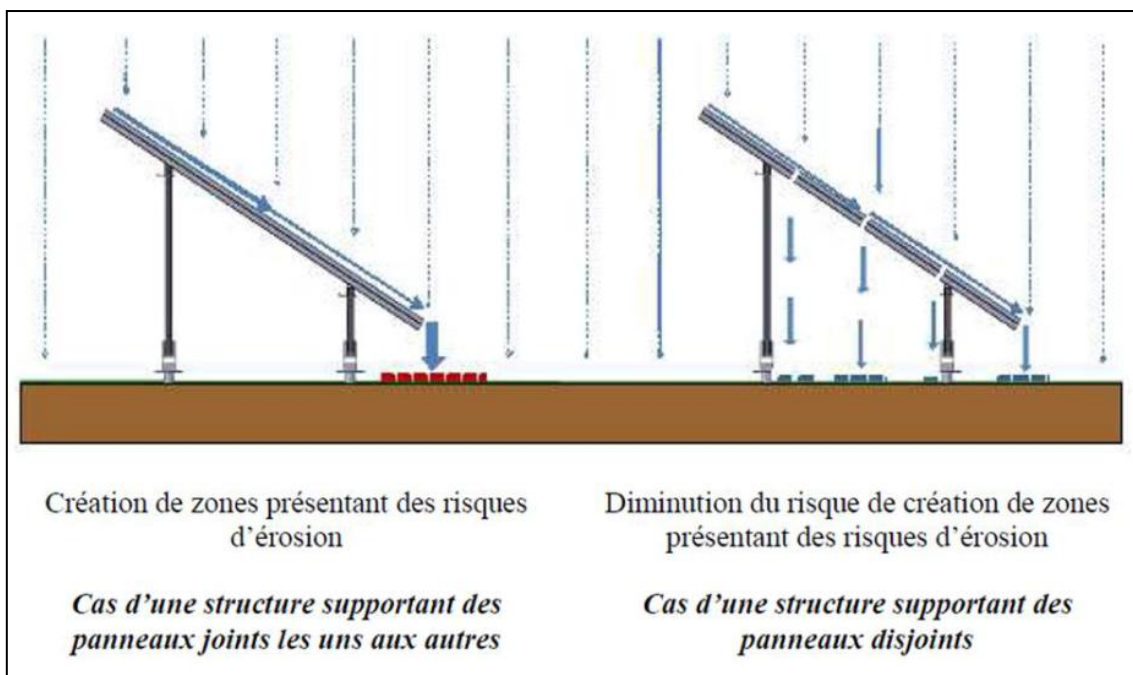


Illustration 4 : Représentation de l'uniformisation de l'infiltration en pied de panneau

Cette configuration des panneaux permet de limiter l'impact de ceux-ci sur le phénomène d'imperméabilisation des sols. Seul l'impact de l'aménagement des équipements techniques et des pistes sera ainsi considéré.

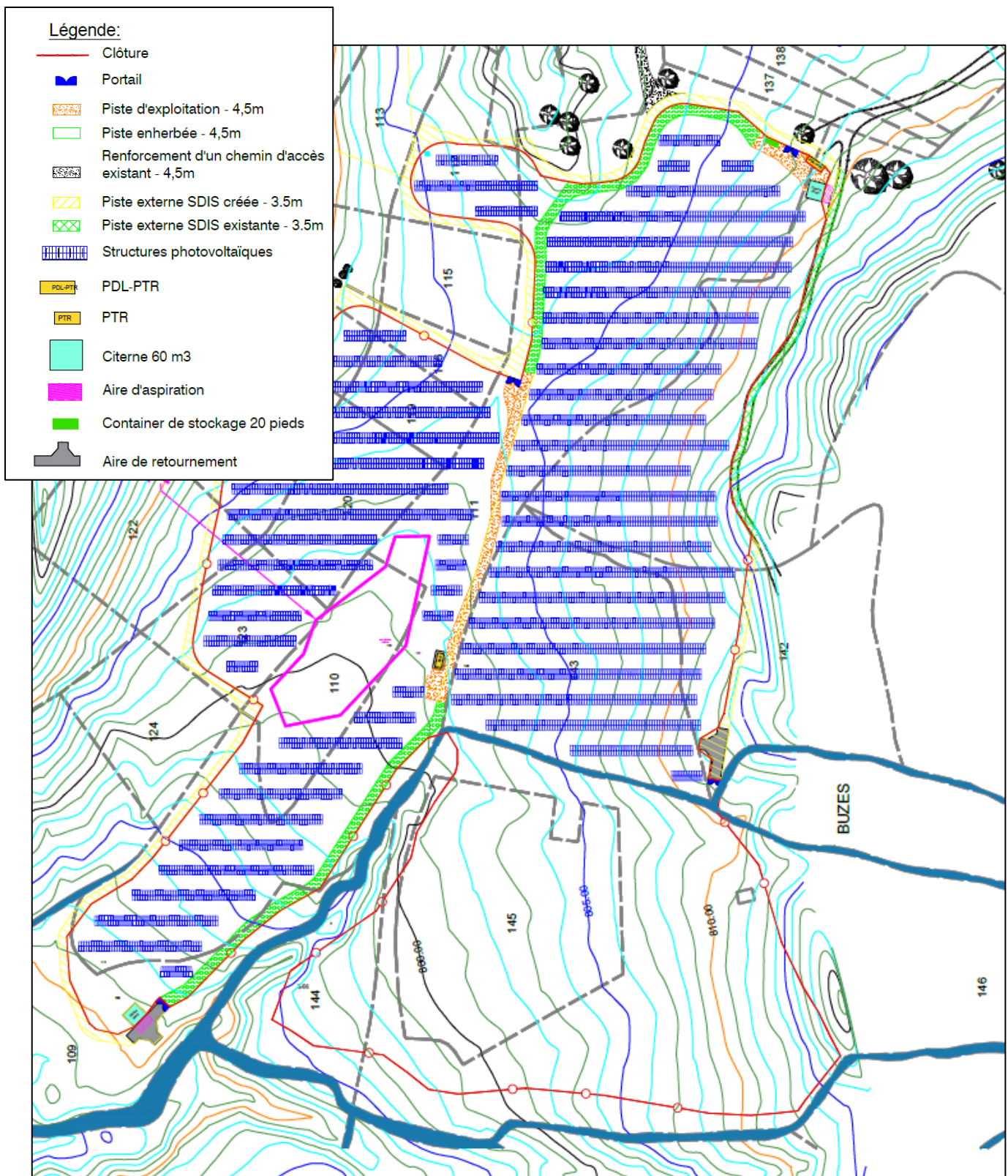


Illustration 5 : Plan de masse du projet (source : G. Nowatzki, Architecte DPLG, 2025)

2.4.2 Répartition des surfaces

La répartition des surfaces en situations existante et projetée (comprenant l'emprise du projet augmentée du bassin versant intercepté en amont), est présentée dans le tableau suivant. Il convient de noter que les surfaces sont définies sur base des plans de composition du projet et des données d'occupation de sol OCS GE de l'IGN.

Répartition des surfaces (m ²)		
Occupation du sol	Situation existante	Situation projetée
Surfaces imperméables	0	253
Piste GNT	0	6 336
Piste terre stabilisée	0	622
Piste enherbée	0	1 805
Panneaux photovoltaïques *	0	17 727
Prairies / espaces verts	26 815	97 788
Champs	113 935	16 219
Forêts	63 396	63 396
TOTAL	204 146	204 146

Tableau 1 : Répartition des surfaces en situations existante et projetée

* Pour rappel, dès lors que les modules photovoltaïques seront disposés de manière disjointe sur les tables, avec un espace libre de quelques centimètres entre chaque module, et que chaque ligne de panneaux sera séparée des autres par un intervalle de plusieurs mètres, on considère que les panneaux n'entraînent pas d'imperméabilisation supplémentaire. **On assimile donc les panneaux photovoltaïques au type de surface présent sous les structures, soit des prairies dans le cas présent.**

ETUDE HYDROLOGIQUE

3.1 Méthode rationnelle

Les débits de pointe générés sur l'ensemble du bassin versant drainé par le projet sont déterminés par la méthode rationnelle. Cette méthode se base sur l'hypothèse d'une pluie uniforme et constante dans le temps et permet d'estimer un débit instantané maximal atteint lorsque l'ensemble de la surface drainée contribue à ce débit. La fonction permettant de passer de la pluie au débit maximal se base sur l'intensité de la pluie, la surface du bassin versant d'apport et le coefficient de ruissellement. La formule utilisée est la suivante :

$$Q(T) = Cr(T) * I(T) * \frac{A}{3,6}$$

Avec :

- **Q (m³/s)** : Débit de pointe à l'exutoire du bassin versant pour une pluie d'occurrence donnée, atteint lorsque l'ensemble du bassin versant est actif ;
- **Cr (-)** : Coefficient de ruissellement moyen du bassin versant pour une pluie d'occurrence donnée, correspondant à la moyenne pondérée des coefficients de ruissellements selon l'occupation des sols ;
- **I (mm/h)** : Intensité de la pluie pour une pluie d'occurrence donnée pendant une durée égale au temps de concentration du bassin versant ;
- **A (km²)** : Surface du bassin versant considéré ;
- **T (années)** : Période de retour de l'événement considéré.

3.2 Coefficients de ruissellement

Le coefficient de ruissellement, noté Cr, est le rapport entre la hauteur d'eau ruisselée à la sortie d'une surface considérée (pluie nette) et la hauteur d'eau précipitée (pluie brute). Ce coefficient est fortement influencé par le type de sol, mais également par la pente et l'intensité de la pluie. Ainsi, plus un sol est perméable, plus son coefficient de ruissellement est proche de 0. A l'inverse, un sol imperméable se traduit par un coefficient proche de 1.

Les coefficients de ruissellement utilisés dans le cadre de l'étude sont indiqués dans le tableau suivant.

Affectation du sol	Coefficient de ruissellement retenu		
	Occurrences 2 ans à 5 ans	Occurrences 10 ans à 30 ans	Occurrences 50 ans à 100 ans
Surfaces imperméables	1	1	1
Piste GNT	0,5	0,6	0,7
Piste terre stabilisée	0,7	0,8	0,9
Piste enherbée	0,3	0,4	0,5
Panneaux / Prairies	0,2	0,3	0,4
Champs	0,3	0,4	0,5
Forêts	0,1	0,2	0,3

Illustration 6 : Coefficients de ruissellement utilisés dans le cadre de l'étude

Les coefficients de ruissellement moyens sont obtenus en pondérant les coefficients ci-dessus par les surfaces respectives. Ils sont résumés dans le tableau suivant :

Définition des coefficients de ruissellement moyens					
Affectation du sol		Surface (m²)	2 à 5 ans	10 à 30 ans	50 à 100 ans
Situation existante	Prairies / espaces verts	26 815	0,2	0,3	0,4
	Champs	113 935	0,3	0,4	0,5
	Forêts	63 396	0,1	0,2	0,3
	Total / Moyenne pondérée	204 146	0,22	0,32	0,42
Situation projetée	Surfaces imperméables	253	1	1	1
	Piste GNT	6 336	0,5	0,6	0,7
	Piste terre stabilisée	622	0,7	0,8	0,9
	Piste enherbée	1 805	0,3	0,4	0,5
	Panneaux / Prairies	115 515	0,2	0,3	0,4
	Champs	16 219	0,3	0,4	0,5
	Forêts	63 396	0,1	0,2	0,3
	Total / Moyenne pondérée	204 146	0,19	0,29	0,39

Tableau 2 : Coefficients de ruissellement moyens en situations existante et projetée

3.3 Temps de concentration

Le temps de concentration T_c correspond à la durée que met la goutte d'eau tombée au point le plus éloigné du bassin versant pour parvenir à l'exutoire où l'on cherche à calculer le débit. La connaissance de ce temps de concentration est nécessaire à l'estimation des débits de pointe par les méthodes déterministes, du type méthode rationnelle et leurs déclinaisons régionales.

Dans le cas d'un bassin rural, la méthode de Bressand-Golossov est particulièrement adaptée. Elle est définie par la formule ci-dessous :

$$T_c = \frac{L}{\frac{V(P)}{3600}}$$

Avec :

- **T_c (h)** : temps de concentration
- **L (m)** : longueur du plus long cheminement hydraulique
- **$V(P)$ (m/s)** : vitesse moyenne des écoulements

A noter que, considérant P la pente moyenne :

- Si $P < 1\%$: $V(P) = 1$ m/s
- Si $1\% < P < 10\%$: $V(P) = 1 + (P-1)/9$ m/s
- Si $P > 10\%$: $V(P) = 2$ m/s

Détermination du temps de concentration	
Caractéristiques	Bassin versant total
Superficie drainée (m ²)	204 146
Point haut (mNGF)	842
Point bas (mNGF)	736
Longueur hydraulique (m)	731
Pente moyenne (%)	14,5
Vitesse d'écoulement (m/s)	2
Temps de concentration (min)	6,1

Tableau 3 : Temps de concentration calculé (Bressand-Golossov)

Le temps de concentration retenu pour la suite de l'étude est donc fixé à 6 minutes, qui correspond au temps de concentration calculé avec la méthode de Bressand-Golossov.

3.4 Pluviométrie statistique

L'intensité de la pluie est calculée selon la formule suivante à partir des coefficients de Montana fournis par Météo-France à la **station de La Faurie**, située à environ 12 km du projet, pour différentes périodes de retour et durées de pluies :

$$H(T) = a * t^{1-b} \quad \text{et} \quad I(T) = \frac{H}{t} * 60$$

Avec :

- **H (mm)** : hauteur de la pluie pendant une durée égale au temps de concentration du bassin versant pour une pluie d'occurrence donnée ;
- **I (mm/h)** : Intensité de la pluie pendant une durée égale au temps de concentration du bassin versant pour une pluie d'occurrence donnée ;
- **t (h)** : durée de l'événement pluvieux intense correspondant au temps de concentration du bassin versant ;
- **a et b (-)** : coefficients de Montana locaux ;
- **T (années)** : période de retour de l'événement considéré.

Pas de temps de la pluie	Coefficient de Montana	Occurrence de la pluie					
		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
6min - 2h	a	5,873	6,999	8,077	8,686	9,488	10,541
	b	0,619	0,625	0,628	0,629	0,632	0,633

Tableau 4 : Coefficients de Montana de 6min à 2h à la station de La Faurie pour des pluies d'occurrences 5 à 100 ans (source : Météo-France, 2025)

La durée de l'épisode pluvieux correspond au temps de concentration du bassin versant. Ce dernier est défini comme étant le temps le plus long que met une goutte d'eau, ruisselant sur le bassin versant, pour atteindre l'exutoire. Au terme de cette durée, on considère que tout le bassin versant contribue à l'écoulement. Le tableau suivant indique les intensités maximales et les hauteurs d'eau précipitées, déterminées par la formule de Montana pour une durée d'événement pluvieux correspondant au temps de concentration du bassin versant considéré, soit 6 minutes.

Statistique	Occurrence					
	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Intensité (mm/h)	116,2	137,0	157,3	168,9	183,5	203,5
Cumul (mm)	11,6	13,7	15,7	16,9	18,3	20,3

Tableau 5 : Intensités maximales et hauteurs d'eau précipitées pour des pluies d'occurrences 5 à 100 ans, de durée 6 minutes

3.5 Estimation des débits de pointe

Les débits de pointe sont calculés en situations existante et projetée pour des évènements pluvieux d'une durée de 6 min et d'occurrences 5 à 100 ans.

Les débits de pointe sont exprimés dans le tableau ci-dessous.

Débit de pointe en fonction de l'occurrence de l'évènement (l/s)				
Occurrence de la pluie	Situation existante	Situation projetée	Différence (projet – existant)	
5 ans	1 481 l/s	1 250 l/s	- 232 l/s	- 0,19 %
10 ans	2 524 l/s	2 250 l/s	- 274 l/s	- 0,12 %
20 ans	2 897 l/s	2 582 l/s	- 315 l/s	- 0,12 %
30 ans	3 110 l/s	2 772 l/s	- 338 l/s	- 0,12 %
50 ans	4 419 l/s	4 051 l/s	- 368 l/s	- 0,09 %
100 ans	4 901 l/s	4 492 l/s	- 408 l/s	- 0,09 %

Tableau 6 : Débits de pointe pour des pluies d'occurrences 5 à 100 ans

Pour toutes les occurrences, on peut observer une **faible diminution des débits de pointe** due à la réalisation du projet. En effet, cela s'explique par le fait qu'en situation existante, le projet est couvert par des champs agricoles, qui ont un coefficient de ruissellement plus élevé que des espaces verts, des prairies ou des pâturages. En situation projetée, au sein de l'emprise du projet, les champs seront essentiellement remplacés par des pâturages, qui seront utilisés pour l'alimentation du bétail.

Par ailleurs, le porteur de projet a tenu à **limiter au maximum l'imperméabilisation**, qui se traduit dans les choix de matériaux retenus. En effet, les voiries seront réalisées en revêtements semi-perméables (voirie enherbée, stabilisée ou grave concassée). De plus, le nombre de postes et d'équipements a été limité au strict minimum nécessaire à l'exploitation du site. **Au vu de ces éléments, il ne nous paraît pas nécessaire de mettre en place des ouvrages de rétention.**

CONCLUSION

La société Corfu Solaire porte le projet **d'aménagement d'un parc agrivoltaïque sur la commune de la Bâtie-Montsaléon**, dans le département des Hautes-Alpes (05). Le projet s'étend sur une superficie d'environ 10 ha. Il s'insère au sein d'un bassin versant de 20,4 ha.

La présente étude a pour objectif de comparer les débits de pointe générés au droit du site d'étude en situations existante et projetée afin de définir l'impact du projet sur le ruissellement des eaux pluviales.

En situation existante, le bassin versant (emprise projet augmentée du versant amont) est principalement constitué de champs agricoles, principalement sur sa partie centrale (113 935 m²). Une grande zone forestière et arbustive est présente à l'est ainsi que de manière éparse au nord et à l'ouest (respectivement 63 396 m² et 26 815 m²). En situation projetée, le projet prévoit notamment la création de 2 postes (transformation, livraison), de 2 citernes incendie et d'un container de stockage. L'ensemble de ces équipements techniques ainsi que les pieux de fixation des panneaux présente une surface totale de 253 m². Plusieurs pistes seront également créées : une piste enherbée de 1 805 m², une piste d'exploitation en GNT de 1 265 m² et une piste externe SDIS en GNT de 4 102 m² (en plus de la piste SDIS existante en terre stabilisée de 622 m²). Le chemin d'accès existant, d'une superficie de 969 m², sera renforcé en GNT. Enfin, les panneaux photovoltaïques (6 984 modules) représenteront une surface projetée au sol de 17 727 m². Toutefois, ils seront disposés de manière disjointe sur les tables, avec un espace libre de quelques centimètres entre chaque module (espaces nécessaires aux pinces de fixation). **On assimile donc les panneaux photovoltaïques au type de surface présent sous ces derniers, soit des prairies permanentes dans le cas présent.** En effet, ces surfaces seront utilisées pour le pâturage des ovins et des caprins. **Par ailleurs, l'intégralité de l'emprise du projet (hors pistes et équipements techniques), sera constituée de prairies, qui viendront donc remplacer les champs agricoles.**

Les débits de pointe générés sur l'ensemble du bassin versant drainé par le projet sont déterminés par la méthode rationnelle. Pour toutes les occurrences, on peut observer une **faible diminution des débits de pointe** due à la réalisation du projet. En effet, cela s'explique par le fait qu'en situation existante le projet est couvert par des champs agricoles, qui ont un coefficient de ruissellement plus élevé que des espaces verts, des prairies ou des pâturages. En situation projetée, au sein de l'emprise du projet, les champs seront essentiellement remplacés par des pâturages, qui seront utilisés pour l'alimentation du bétail. Par ailleurs, le porteur de projet a tenu à **limiter au maximum l'imperméabilisation**, qui se traduit dans les choix de matériaux retenus. En effet, les voiries seront réalisées en revêtements semi-perméables (voirie enherbée, stabilisée ou grave concassée). De plus, le nombre de postes et d'équipements a été limité au strict minimum nécessaire à l'exploitation du site. **Au vu de ces éléments, il ne nous paraît pas nécessaire de mettre en place des ouvrages de rétention.**