

CONSULTING

Projet de centrale solaire sur le site d'Ajoupa-
Bouillon

NOTE HYDRAULIQUE DE GESTION DE
EAUX PLUVIALES

Numéro du projet : 24MAG059

Intitulé du projet : Note hydraulique de gestion des eaux pluviales pour le projet de centrale solaire sur le site d'Ajoupa-Bouillon

Intitulé du document : Note hydraulique

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	TAUREAU Maxime	ELANA Urielle	24/07/2024	Version initiale provisoire pour validation DEAL

SOMMAIRE

1	Contexte & objet de l'étude	5
1.1	Contexte du projet	5
1.2	Localisation du projet	6
1.3	Objectifs de l'étude	6
2	Etat initial	7
2.1	Parcelle à l'état initial	7
2.2	Bassin versant intercepté par le projet à l'état initial	11
3	Etat projet	15
3.1	Bassin-versant intercepté en état projet	19
3.2	Coefficients de ruissellement	20
3.3	Détermination du temps de concentration	21
3.4	Coefficient de Montana	21
3.5	Calcul des débits de pointes	22
4	Dimensionnement du réseau d'eau pluvial	24
4.1	Principe	24
4.2	Cartographie	25
5	Solution compensatoire	30
5.1	Dimensionnement du volume de rétention	30

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation du projet	6
Figure 2 : Vue aérienne des parcelles projet à l'état initial et localisation des photos (Source : Ortophotographie).....	7
Figure 3 : Photographie de la parcelle C73 amont le 08/07/24	8
Figure 4 : Photographie de l'entrée du site et de la route principale d'accès (bleu), de l'amont du site (vert) et de la parcelle C79 (rouge)	8
Figure 5 : Photographie d'un futur site d'implantation des panneaux solaires.....	9
Figure 6 : Photographie de l'aval du site	9
Figure 7 : Photographie aérienne par drone prise depuis l'amont du site (FL DESIGN 2023).....	10
Figure 8 : Cartographie du bassin versant intercepté par la parcelle projet	11
Figure 9 : Vue 3D du site depuis l'aval.....	12
Figure 10 : Cartographie des sous bassins-versants du site	13
Figure 11 : Cartographie de l'occupation du sol à l'état initial	14
Figure 12 : Vue en coupe et de face des panneaux solaires (TOTAL ENERGIES)	15
Figure 13 : Plan de masse du projet (TOTAL ENERGIE)	16
Figure 14 : Photomontage du site en phase projet (FL DESIGN)	17
Figure 15 : Vue en plan et coupe des citernes d'irrigation (TOTAL ENERGIES)	18
Figure 16 : Occupation des sols à l'état projet.....	19
Figure 17 : Cartographie du réseau d'eau pluvial de l'ensemble du site	25
Figure 18 : Cartographie du réseau EP du BV 1	26
Figure 19 : Cartographie du réseau EP du BV 2	27
Figure 20 : Cartographie du réseau EP du BV 3	28
Figure 21 : Cartographie du réseau EP du BV 4	29
Figure 22 : Courbes intensité-durée-fréquence	30
Figure 23 : Courbes Hauteurs-durée-fréquence	31
Figure 24 : Superposition de la courbe Hauteur-durée pour une fréquence choisie et de la courbe d'évacuation.....	31
Figure 25 : Résultats de l'application de la méthode des pluies	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins-versants interceptés par l'implantation du projet.....	13
Tableau 2 : Proportion des surfaces et occupation du sol des sous-bassins versants à l'état initial.....	14
Tableau 3 : Proportion des surfaces aménagées de la parcelle en état projet sur le bassin versant global et à la parcelle 20	20
Tableau 4 : Coefficients de ruissellement selon le type d'occupation des sols et l'occurrence de pluie	20
Tableau 5 : Coefficient de ruissellement sur le bassin versant et les sous-bassins versants interceptés	20
Tableau 6 : Temps de concentration des bassins versants projet	21
Tableau 7 : Coefficients de Montana utilisés pour le projet (station St-Joseph Lézarde, Source Météo France).....	22
Tableau 8 : Débits de pointes sur les bassins-versants interceptés avant et après aménagement pour $T_c = 15$ min	22
Tableau 9 : Débits de pointes sur les bassins-versants interceptés et sur la parcelle projet avant et après aménagement pour $T_c = 6$ min.....	23

1 Contexte & objet de l'étude

1.1 Contexte du projet

TotalEnergies Renouvelables France, filiale de la compagnie TotalEnergies, dont le siège social est basé à Béziers, est spécialisée dans le développement, la construction, le financement et l'exploitation d'installations de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables.

Dans le cadre de ses activités, TotalEnergies (agence de Martinique) a identifié un site favorable à l'installation d'une centrale solaire agrivoltaïque dans la commune d'Ajoupa-Bouillon en Martinique (972).

L'objectif de ce projet serait de pouvoir coupler l'utilisation agricole du site avec l'installation d'une centrale solaire. Les surfaces imperméabilisées liées à la présence des panneaux serviraient à la récupération d'eau pluviale en vue de l'irrigation, et les panneaux serviraient également de zone d'ombre sur certaines parcelles.

Le projet comprendra :

- **Le système photovoltaïque** : Les panneaux solaires sont posés sur des structures métalliques reposant sur un support ancré au sol. On peut trouver des ancrages fixés dans le sol (pieux ou vis). Les installations seront fixes.
- **Les câbles de raccordement** : Tous les câbles issus d'un ensemble de panneaux rejoignent une boîte de jonction, elle-même raccordée à un local technique. Selon les caractéristiques du sol, les câbles sont enterrés ou disposés dans des fourreaux posés à même le sol ;
- **Les locaux techniques** : Répartis de manière homogène au sein de la centrale afin d'optimiser la production d'électricité, on y trouve les onduleurs et les transformateurs qui permettent de produire Enfin, le poste de livraison, porte de sortie de la centrale avant le réseau, abrite les compteurs de la production électrique ;
- **Les voies d'accès** : Des pistes d'exploitation à l'intérieur de la centrale sont aménagées pour la maintenance. Il est également possible de circuler entre les rangées des panneaux pour l'entretien, les interventions techniques et l'agriculture, sans endommager les cultures ;
- **La sécurité du site** : Des clôtures délimitent la centrale pour la protection des installations agrivoltaïque et des personnes.
- **Agriculture** : Les zones de plantations se situeront en-dessous des panneaux dans les zones 3 et 4. Les zones d'élevages seront situées dans les zones 1 et 2. La hauteur et l'écartement des panneaux seront adaptés afin de permettre l'exploitation agricole.

TotalEnergies a ainsi missionné Suez Consulting afin de réaliser une note hydraulique de gestion des eaux pluviales du projet de centrale solaire. Cette étude vient en complément de l'étude d'impact également réalisée par Suez Consulting actuellement en cours d'instruction.

1.2 Localisation du projet

Le projet est situé sur la commune d'Ajoupa-Bouillon au Nord de la Martinique, sur le site de l'Habitation Ajoupa Nord. Les parcelles concernées par le projet sont C 73,74,75, 77, 78 et 79.

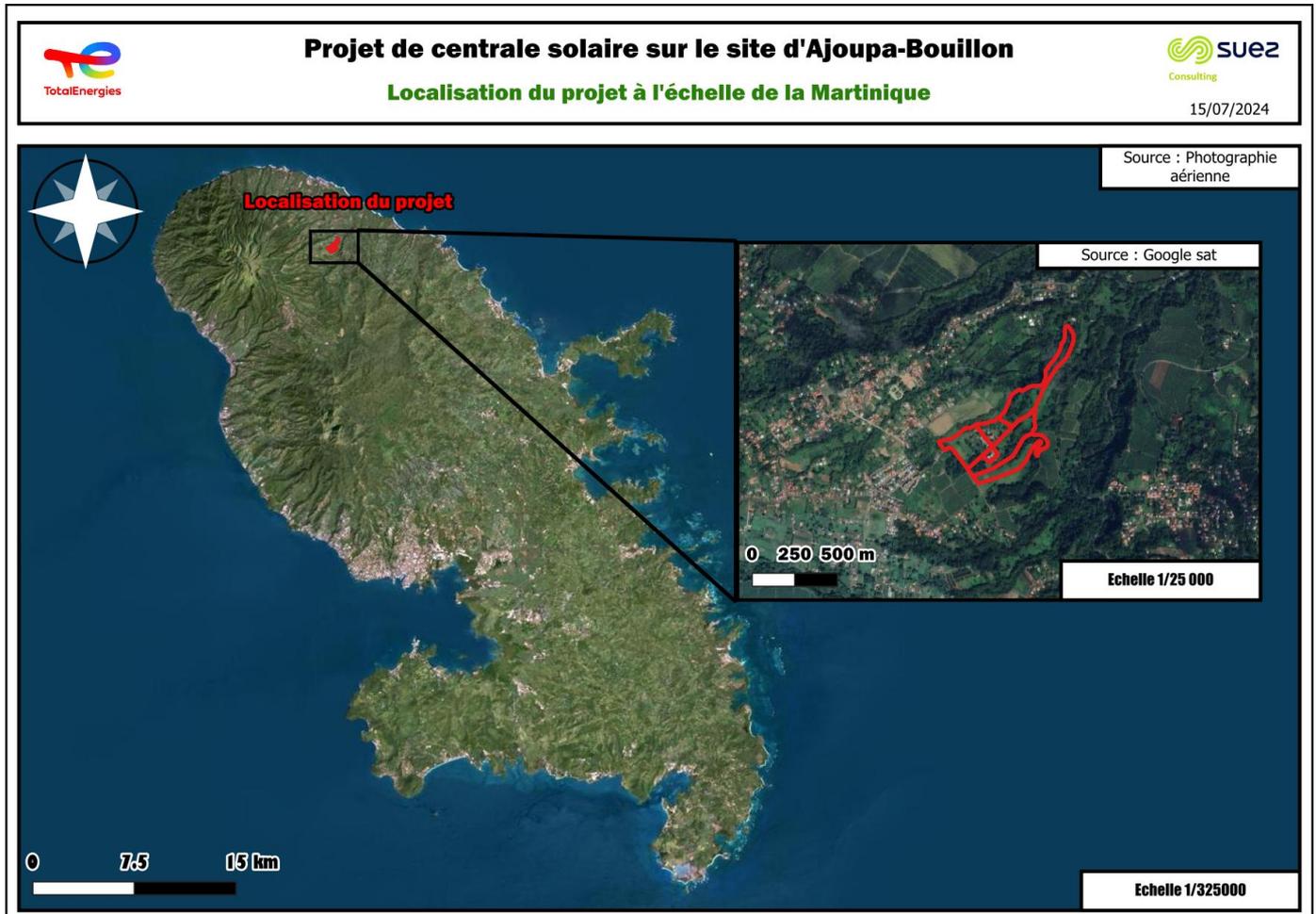


Figure 1 : Localisation du projet

1.3 Objectifs de l'étude

Une étude d'impact a été élaborée par Suez Consulting et est en cours d'instruction. Le périmètre du projet étant très vaste si l'on se réfère aux parcelles (21 ha). Cependant le site étant très encaissé, le bassin versant réellement intercepté est estimé à 18.7 ha, le projet sera concerné par la Loi sur l'Eau au titre de la rubrique IOTA 2.1.5.0. Dans ce contexte, **les services instructeurs ont exprimé leurs souhaits d'obtenir davantage d'éléments concernant l'écoulement des eaux pluviales stockées dans les baches.**

Le régime auquel est soumis le projet n'étant pas encore fixé, Suez Consulting a été missionné par TotalEnergies pour leur fournir une note de calcul hydraulique permettant de vérifier l'impact de l'opération en termes d'imperméabilisation et de dimensionner les mesures compensatoires nécessaires afin d'éviter une augmentation du débit de fuite des parcelles après la réalisation du projet.

2 Etat initial

2.1 Parcelle à l'état initial

Actuellement, le site d'ajoupa bouillon est utilisé pour de l'agriculture et l'élevage de bétails. La cartographie ci-après présente la vue aérienne du site à l'état initial ainsi que la localisation des photos prises lors de la visite de site.

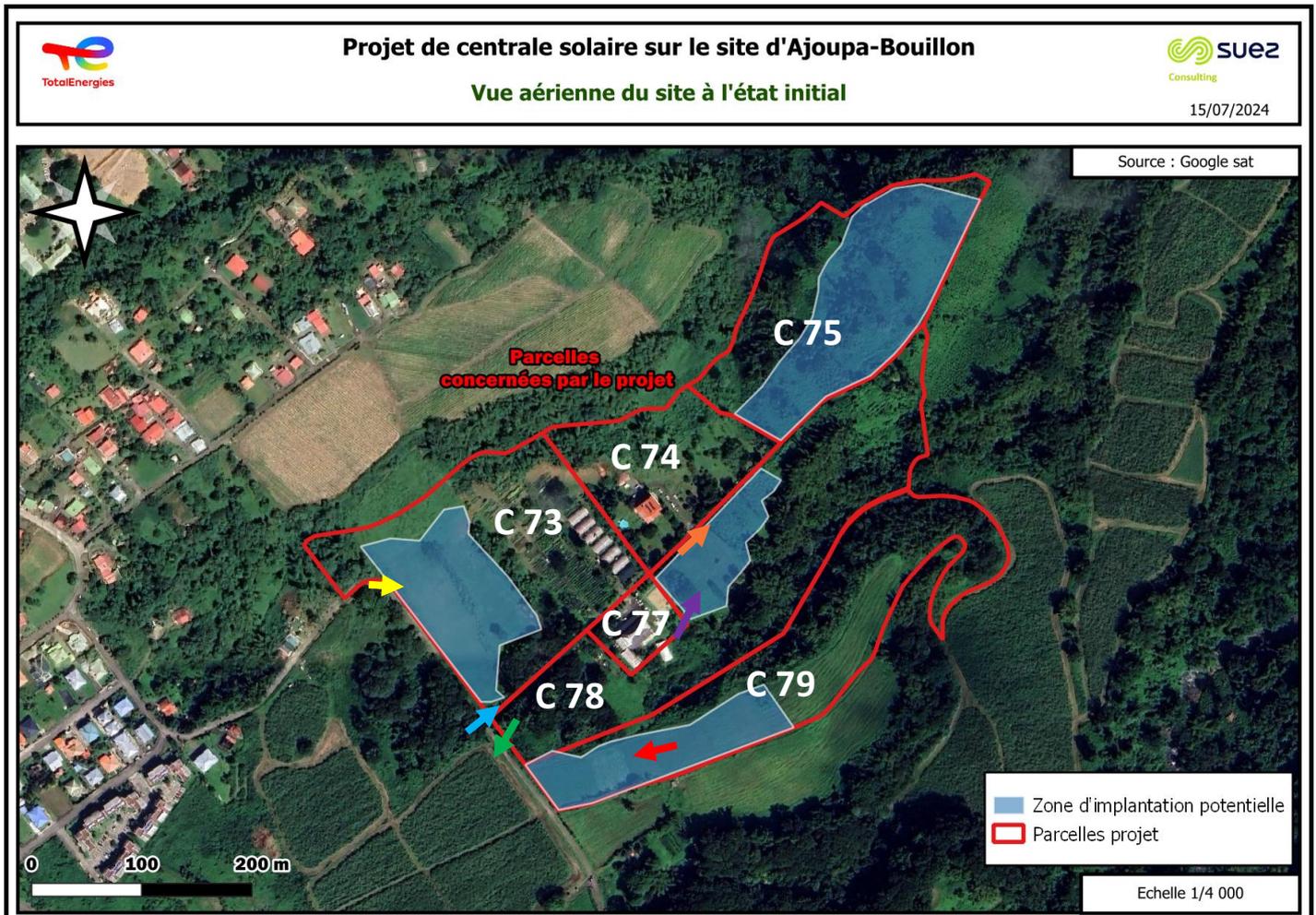


Figure 2 : Vue aérienne des parcelles projet à l'état initial et localisation des photos (Source : Ortophotographie)

Des photos réalisées lors d'une visite de site le 08/07/2024 sont présentées ci-après. Leurs localisations sont illustrées sur la carte ci-dessus. Un réseau d'eau pluvial canalisant les eaux de l'amont du bassin versant vers le réseau de la route principal du site a été identifié.



Figure 3 : Photographie de la parcelle C73 amont le 08/07/24



Figure 4 : Photographie de l'entrée du site et de la route principale d'accès (bleu), de l'amont du site (vert) et de la parcelle C 79 (rouge)



Figure 5 : Photographie d'un futur site d'implantation des panneaux solaires



Figure 6 : Photographie de l'aval du site

Pour mieux appréhender le terrain à l'état initial, une prise de vue aérienne par drone réalisée dans le cadre de l'étude d'impact est présentée ci-après.



Figure 7 : Photographie aérienne par drone prise depuis l'amont du site (FL DESIGN 2023)

2.2 Bassin versant intercepté par le projet à l'état initial

Le bassin versant intercepté par le projet est présenté ci-dessous.

Ce dernier représente une surface d'environ 19,1 ha. La topographie à l'état naturel a été relevée sur la parcelle par un cabinet de géomètre expert en mai 2023 (FUCHS), en revanche concernant l'amont du BV, les données extraites de la **Litto3D® 2016** ont été utilisées ainsi que de la reconnaissance terrain.

Une ravine prend naissance sur la partie sud-est du site, rendant une partie du site sur une crête avec des ravines très marquées de part et d'autre. Afin de mieux appréhender la topographie naturelle du site, une vue 3D est présentée en page suivante.

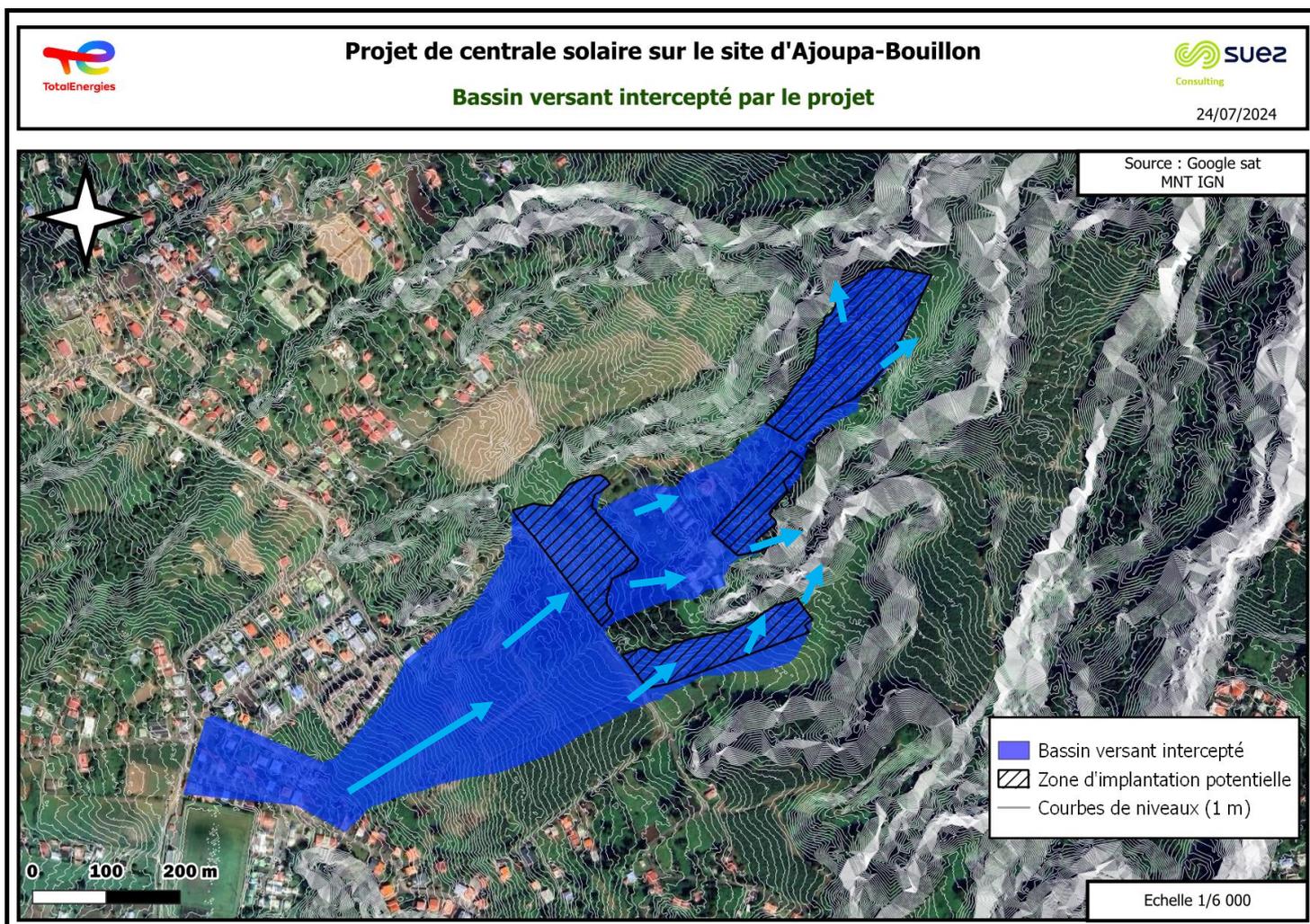


Figure 8 : Cartographie du bassin versant intercepté par la parcelle projet

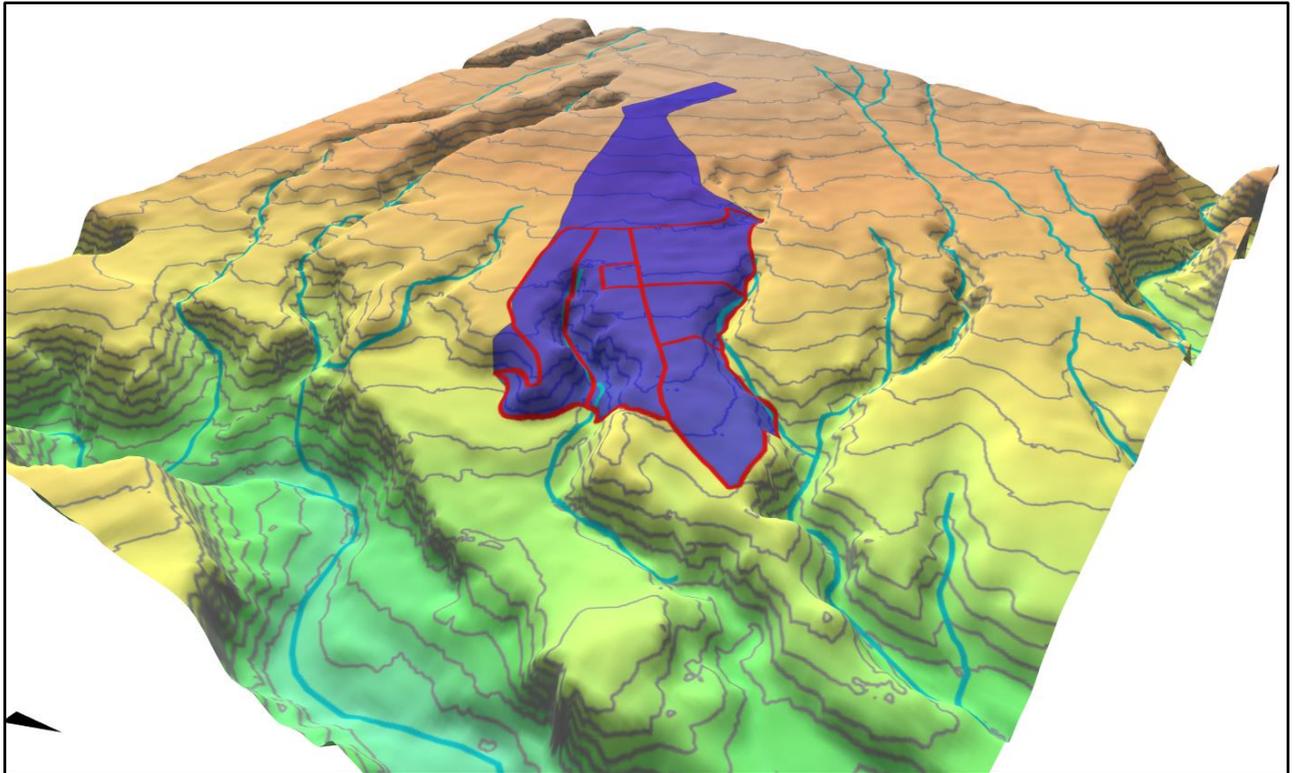


Figure 9 : Vue 3D du site depuis l'aval

Etant donné la très grande superficie des parcelles projet et de la nature du projet, qui consiste à mettre en place des panneaux solaires sur les parcelles, la méthodologie proposée consiste à découper le site en quatre sous bassins versants, correspondant aux bassins versants interceptés par les quatre zones d'implantation de panneaux solaires.

L'objectif est d'avoir un découpage plus réaliste de l'étude afin de dimensionner un ouvrage de rétention permettant de compenser l'imperméabilisation liée au panneaux solaires et aux installations associées pour chaque zone d'implantation.

La cartographie des bassins versants interceptés est présentée en page suivante.

De manière générale, les bassins versants sont caractérisés par :

- Leur surface,
- Leur longueur hydraulique,
- Leur pente moyenne.

Les caractéristiques des bassins-versants interceptés sont présentées dans le tableau en page suivante.

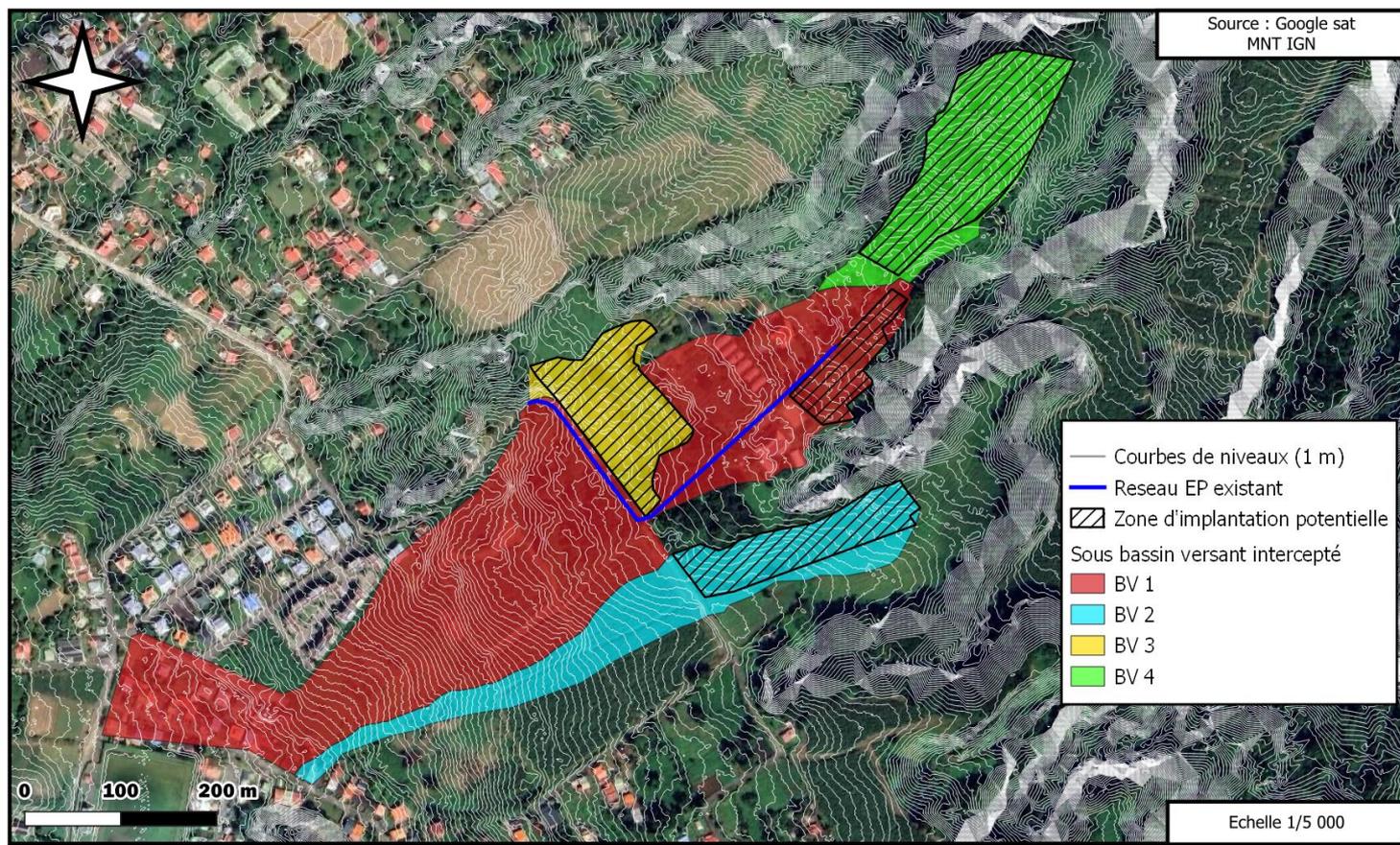


Figure 10 : Cartographie des sous bassins-versants du site

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins-versants interceptés par l'implantation du projet

	BV 1	BV 2	BV 3	BV 4
<i>Surface en ha</i>	11.6	3.2	1.6	2.6
<i>Cote haute en m NGG</i>	287	265	213	189
<i>Cote basse en m NGG</i>	186	197	201	163
<i>Longueur hydraulique en m</i>	997	670	116	372
<i>Pente moyenne en %</i>	9 %	10 %	10 %	7 %

L'estimation de l'occupation des sols à l'état initial a été réalisée sur la base des photographies aérienne ainsi que de la visite de site réalisée le 08/07/2024. La cartographie de l'occupation des sols à l'état initial est présentée ci-après.

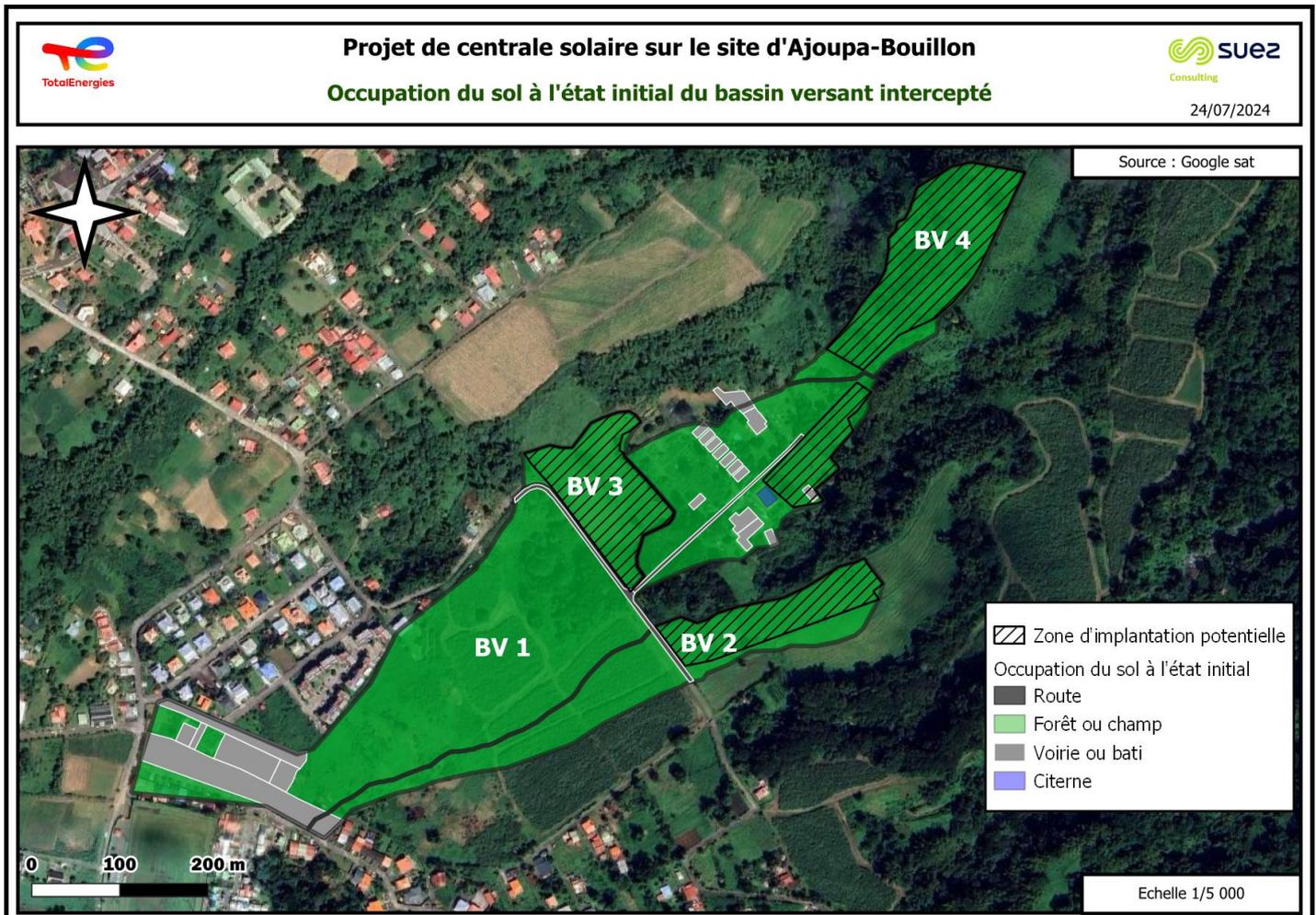


Figure 11 : Cartographie de l'occupation du sol à l'état initial

Tableau 2 : Proportion des surfaces et occupation du sol des sous-bassins versants à l'état initial

Surface (m ²)	BV 1	BV 2	BV 3	BV 4
Forêt ou champs	99382	31289	16287	25833
Voirie et bâti	16727	1017	0	0
Citerne d'irrigation	350	0	0	0
Chemin empierré	0	0	0	0
Surface totale bv	116459	32306	16287	25833

3 Etat projet

L'objectif est de réaliser un projet dit « agrovoltaique » c'est-à-dire d'utiliser les surfaces agricoles pour y implanter des panneaux solaires.

Le projet consiste à mettre en place des rangées de panneaux solaires sur différents emplacements du site. Quatre sites d'implantation de panneaux solaires ont été identifiés et sont présentés sur le plan de masse du projet en page suivante. Un photomontage du site intégrant les futurs panneaux sur une vue drone a également été réalisé dans le cadre de l'étude d'impact et est présenté en page suivante.

L'eau de pluie ruisselant sur les panneaux solaires sera récoltée via un système de gouttière et de réseau d'eau pluviale et dirigée vers des citernes d'irrigation situées en aval de chaque site. Cette eau servira ensuite à irriguer les cultures.

Les vues en coupes et de faces des panneaux solaires sont présentées ci-dessous.

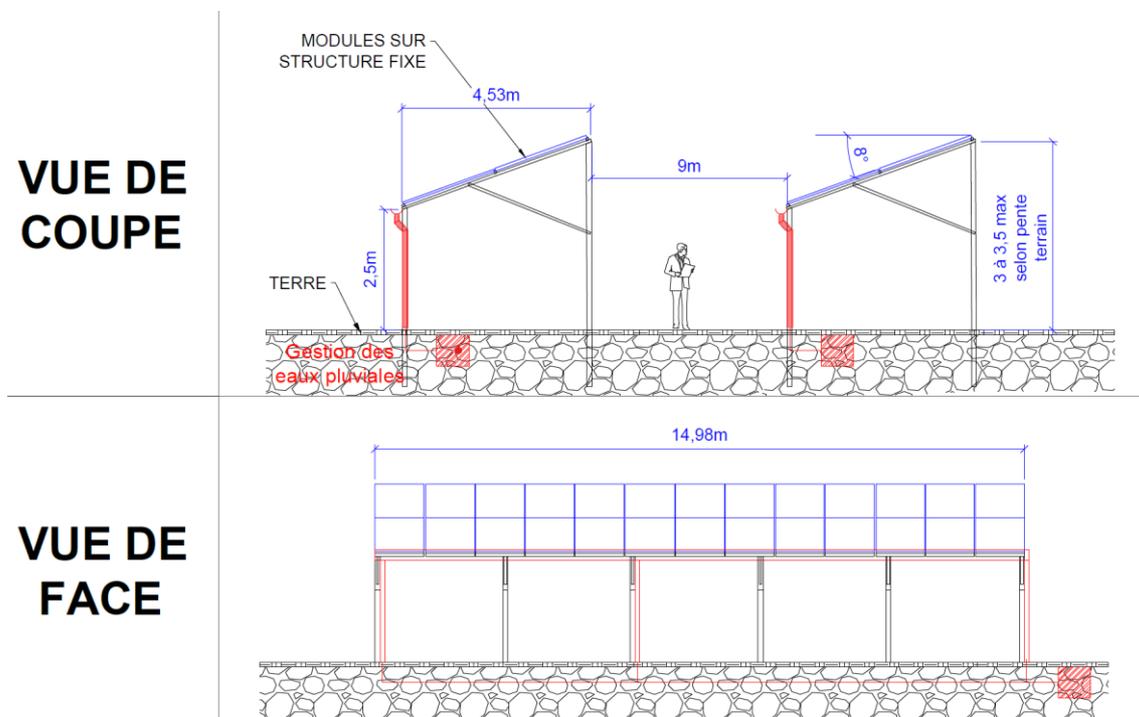


Figure 12 : Vue en coupe et de face des panneaux solaires (TOTAL ENERGIES)

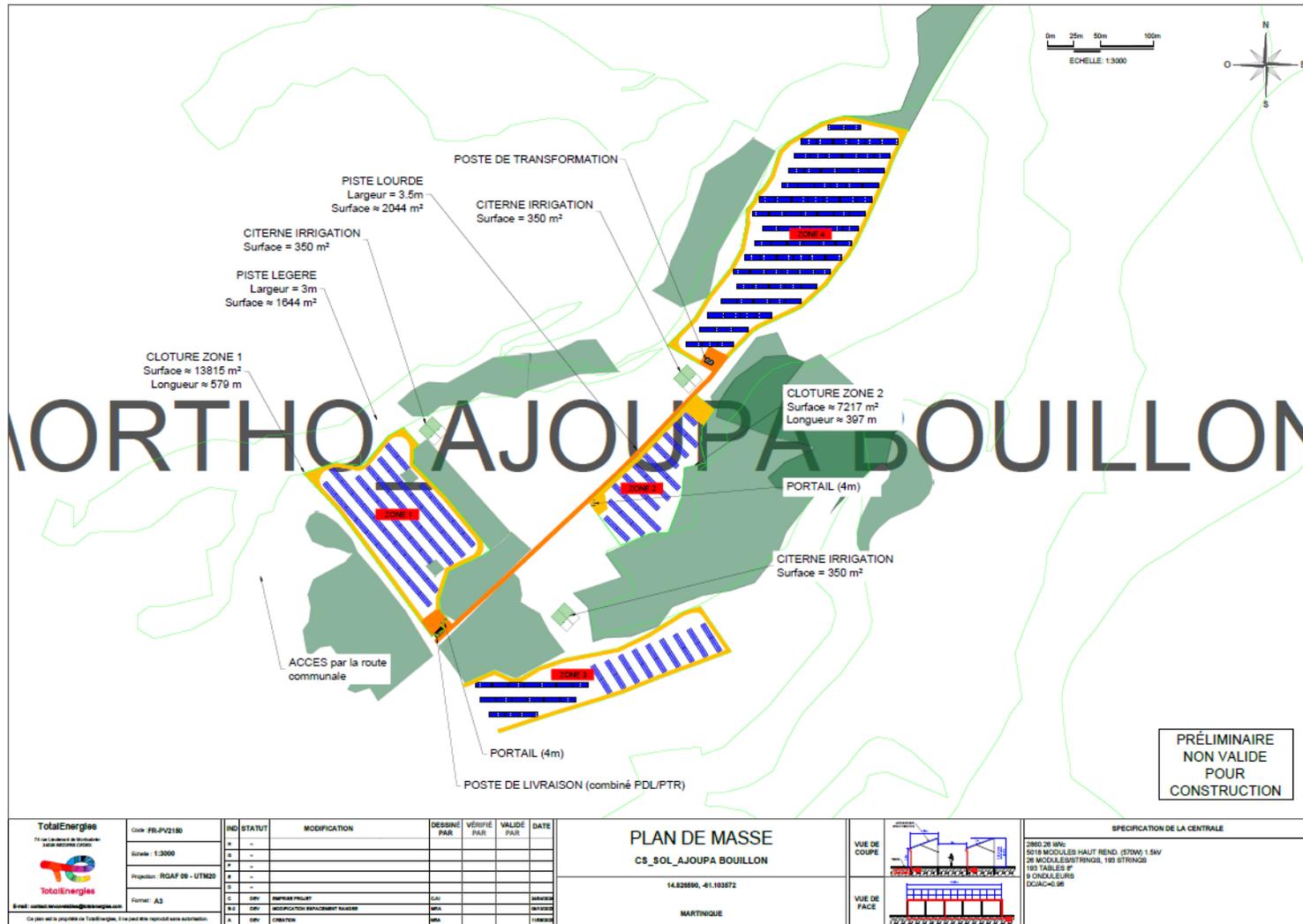


Figure 13 : Plan de masse du projet (TOTAL ENERGIE)



Figure 14 : Photomontage du site en phase projet (FL DESIGN)

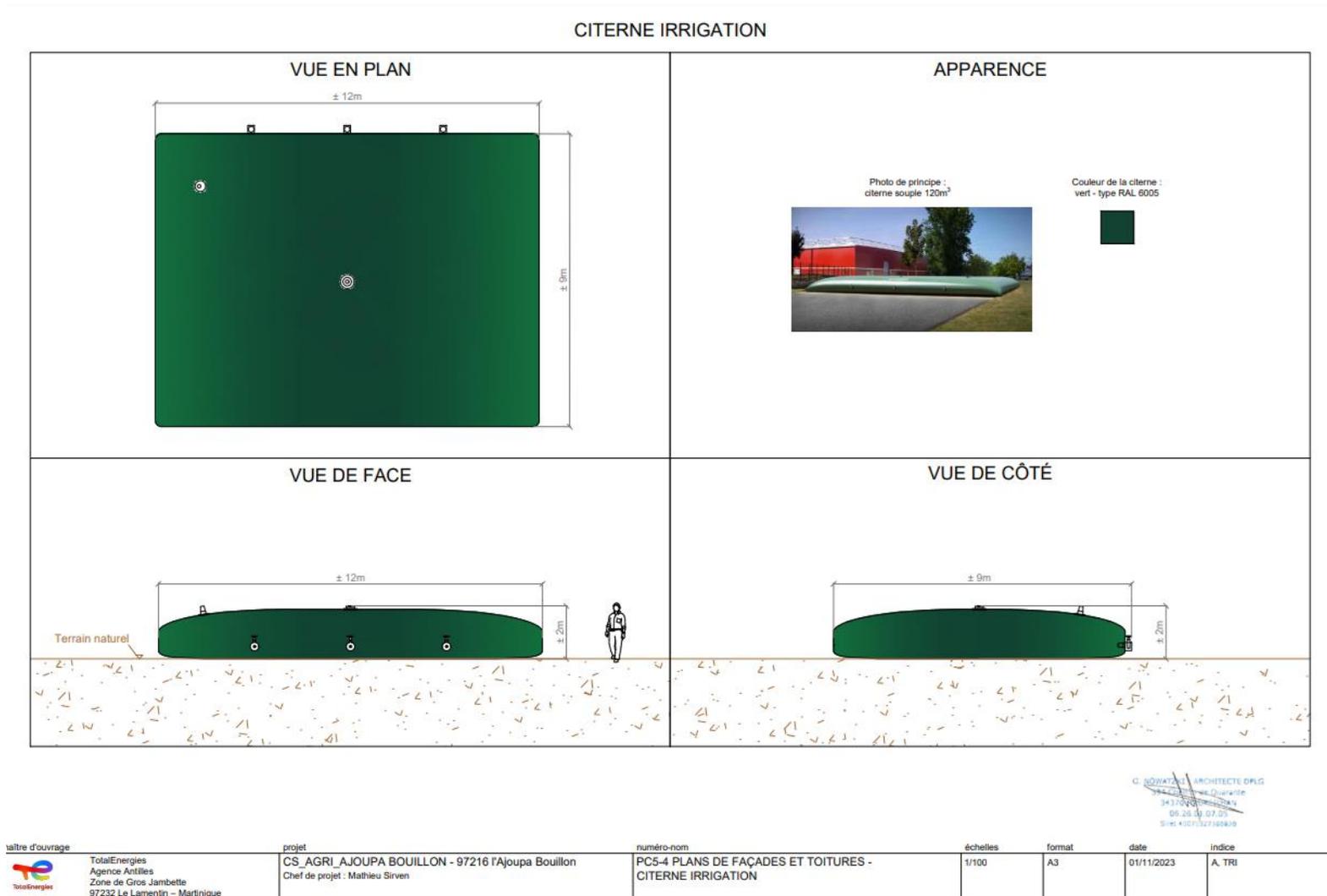


Figure 15 : Vue en plan et coupe des citernes d'irrigation (TOTAL ENERGIES)

3.1 Bassin-versant intercepté en état projet

En état projet, les sous bassins versant ne changeront pas car il n'est pas prévu de terrassement, seules les surfaces d'occupations de sols vont changer.

La cartographie de l'occupation des sols à l'état projet est présentée ci-après.

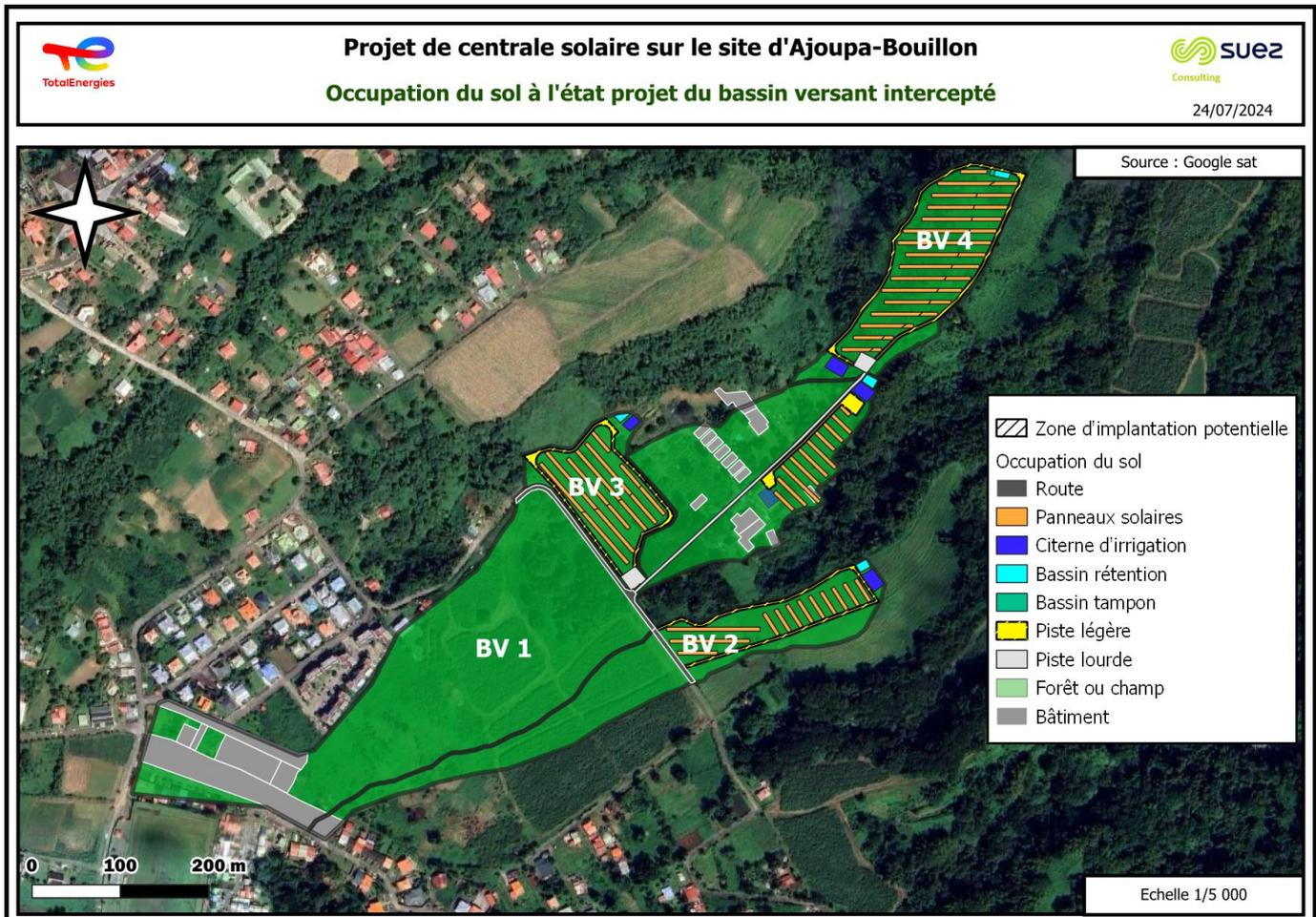


Figure 16 : Occupation des sols à l'état projet

Les occupations du sol à l'état projet sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Proportion des surfaces aménagées de la parcelle en état projet sur le bassin versant global et à la parcelle

	BV 1	BV 2	BV 3	BV 4
<i>Surface (m²)</i>				
<i>Forêt ou champs</i>	95478	27905	10233	17024
<i>Voirie et bâti</i>	16213	0	0	0
<i>Chemin</i>	2304	1631	2153	2461
<i>Panneaux solaires</i>	1764	2420	3551	5998
<i>Citernes d'irrigation</i>	700	350	350	350
<i>Surface totale bv</i>	116459	32306	16287	25833

3.2 Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement (Cr) ont été déterminés sur la base de l'occupation des sols.

Les **coefficients de ruissellement sont pondérés** en fonction de la période de retour (T) de l'événement pluvieux. Le tableau suivant récapitule les hypothèses prises concernant les coefficients de ruissellement en regard de l'occupation du sol.

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement selon le type d'occupation des sols et l'occurrence de pluie

Type	Forêt et champ	Panneaux solaire	Toiture et route	Citerne d'irrigation	Chemin empierré
Coefficient Cr Q10	0,50	0,95	0,95	0,95	0,95
Coefficient CR Q100	0,70	0,95	0,95	0,95	0,95

Les coefficients de ruissellement, avant et après aménagement sont présentés ci-dessous.

La doctrine de la DEAL concernant les coefficients de ruissellement stipule qu'à l'état initial, la valeur de 0,5 doit être retenue sur l'ensemble du BV. Cette valeur a donc été retenue, ne tenant pas compte de l'occupation du sol à l'état initial.

Tableau 5 : Coefficient de ruissellement sur le bassin versant et les sous-bassins versants interceptés

Coefficient de Occurrence ruissellement		BV 1	BV 2	BV 3	BV 4
<i>Avant aménagement</i>	10 ans	0.50	0.50	0.50	0.50
	100 ans	0.70	0.70	0.70	0.70
<i>Après aménagement</i>	10 ans	0.55	0.56	0.67	0.65
	100 ans	0.80	0.75	0.82	0.79

3.3 Détermination du temps de concentration

Pour rappel, les temps de concentration des bassins versants dépendent de leur pente et de leur longueur hydraulique. Ils sont calculés à partir de la formule de Kirpich.

$$t_c = 0,0195 L^{0,77} I^{-0,385}$$



A noter...

La doctrine de la DEAL Martinique concernant le calcul du débit de fuite d'une parcelle en vue d'un calcul d'ouvrage de rétention est d'utiliser un temps de concentration de 15 min. Cela permet d'éviter les sous-dimensionnement des bassins de rétention. Pour le dimensionnement des réseaux EP, le temps de concentration utilisé sera celui calculé si supérieur à 6 min. La valeur 6 min sera utilisée dans le cas contraire car elle correspond au temps minimum des coefficients de montana et le temps de concentration ne peut donc pas être inférieur.

Tableau 6 : Temps de concentration des bassins versants projet

	BV 1	BV 2	BV 3	BV 4
Temps de concentration calculé	10 minutes	7.1 minutes	1.8 minutes	5.2 minutes
Temps de concentration considéré pour le calcul du débit de fuite à l'état initial	15 minutes	15 minutes	15 minutes	15 minutes

3.4 Coefficient de Montana

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie $h(t)$ recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie $h(t)$ s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.

Les coefficients de Montana (a, b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre **15 minutes et 2 heures**.

Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 17 années.

La station Météo France la plus proche du projet est celle de **St-Joseph Lézarde**, dont la période statistique est **2000 – 2018**.

Tableau 7 : Coefficients de Montana utilisés pour le projet (station St-Jospeh Lézarde, Source Météo France)

Durée de retour (an)	15 minutes à 2 heures	
	a	b
10	5,992	0,433
100	5,035	0,303

3.5 Calcul des débits de pointes

A partir des coefficients de ruissellements, des surfaces des bassins versants et des intensités pluviométriques, les débits de pointes sont estimés à partir de la formule rationnelle rappelée ci-dessous.

$$Q_p (T) = (1/6) \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

Avec :

Q= débit de pointe en m³/s

Cr = coefficient de ruissellement sans dimension

I = Intensité de précipitation en mm/min

S = surface du bassin versant en hectare

Tableau 8 : Débits de pointes sur les bassins-versants interceptés avant et après aménagement pour Tc= 15 min

Temps de concentration	Situation	Période de retour	BV 1	BV 2	BV 3	BV4
Débits associés à T = 15 min	Initiale	Q10 (m ³ /s)	1.80	0.50	0.25	0.40
	Projet	Q10 (m ³ /s)	1.97	0.56	0.34	0.52
	Initiale	Q100 (m ³ /s)	3.08	0.84	0.42	0.67
	Projet	Q100 (m ³ /s)	3.12	0.88	0.48	0.75

Tableau 9 : Débits de pointes sur les bassins-versants interceptés et sur la parcelle projet avant et après aménagement pour $T_c = 6$ min

Temps de concentration	Situation	Période de retour	BV 1	BV 2	BV 3	BV 4
Débits associés à $T = 6$ min ou réel	Initiale	Q10 (m ³ /s)	2.16	0.69	0.38	0.59
	Projet	Q10 (m ³ /s)	2.35	0.78	0.50	0.78
	Initiale	Q100 (m ³ /s)	3.49	1.06	0.56	0.88
	Projet	Q100 (m ³ /s)	3.54	1.10	0.63	0.99



Conclusion

Le T_c retenu pour le calcul du débit à l'état initial étant de 15 min, le débit de fuite sur chaque bassin versant sera de :

- 1.80 m³/s pour le BV 1
- 0.50 m³/s pour le BV 2
- 0.25 m³/s pour le BV 3
- 0.40 m³/s pour le BV 4

Etant donné que le projet va augmenter l'imperméabilisation du sol sur les bassins versants, une solution compensatoire devra être mise en place afin de maintenir le débit de fuite à l'état initial. En effet, bien que des citernes d'irrigation soient prévues sur le site, elles ne peuvent pas jouer le rôle de bassin de rétention étant donné que c'est un ouvrage qui doit être vide au commencement d'un épisode pluvieux. Or dans le cas des citernes d'irrigations, ces dernières seront très souvent pleines, notamment en saison cyclonique. C'est pourquoi un bassin tampon doit être mis en place en aval de chaque site. Le dimensionnement des ouvrages compensatoires est présenté ci-après.

4 Dimensionnement du réseau d'eau pluvial

4.1 Principe

Comme présenté en figure 12, les panneaux solaires seront équipés de gouttières pour collecter les eaux interceptées ainsi que de descente tous les 3 m. Les eaux seront ensuite canalisées via un système de collecte type Buse en PVC, de diamètre 200 mm positionné le long des rangées de panneaux avec une pente de 3 %. Les eaux provenant de ces panneaux seront dirigées vers le collecteur principal, une buse PVC de diamètre 400 mm acheminant les eaux vers la citerne d'irrigation avec une pente de 5 %. Ce collecteur sera en position centrale vis-à-vis des rangées de panneaux.

Ce système permet d'isoler les eaux pluviales saines issues du ruissèlement des panneaux. Un système de trop plein sera mis en place pour diriger ces eaux vers l'ouvrage de rétention lorsque la citerne sera pleine.

En parallèle, des fossés de seront mis en place le long des pistes afin de collecter le reste des eaux pluviales ruisselant sur le sol, et seront dirigées directement vers l'ouvrage de rétention.

Cas particulier du bassin versant 4 :

Le Bassin Versant 4 se trouvant en aval du site. Il n'y a pas d'emplacement disponible pour mettre en place une citerne d'irrigation. Un système de relevage des eaux avec un bassin tampon sera donc mis en place afin d'évacuer les eaux en priorité vers la citerne d'irrigation située en amont. Une surverse permettra d'alimenter le bassin de rétention.

La pompe sera placée dans le bassin tampon contenant uniquement les eaux issues du ruissèlement des panneaux solaires et devra pouvoir assurer une HMT de 24 m. Il n'y a pas d'obligation de débit concernant cette pompe, étant donné qu'une surverse sera mise en place.

En effet, en cas de forte pluie, si le débit de la pompe n'est pas suffisant ou bien que la citerne est déjà pleine, les eaux du bassin tampon passeront par surverse vers le bassin de rétention du site qui assurera son rôle de manière indépendante.

Les figures d'ensemble du réseau ainsi qu'un zoom de chaque site sont présentées ci-après.

4.2 Cartographie

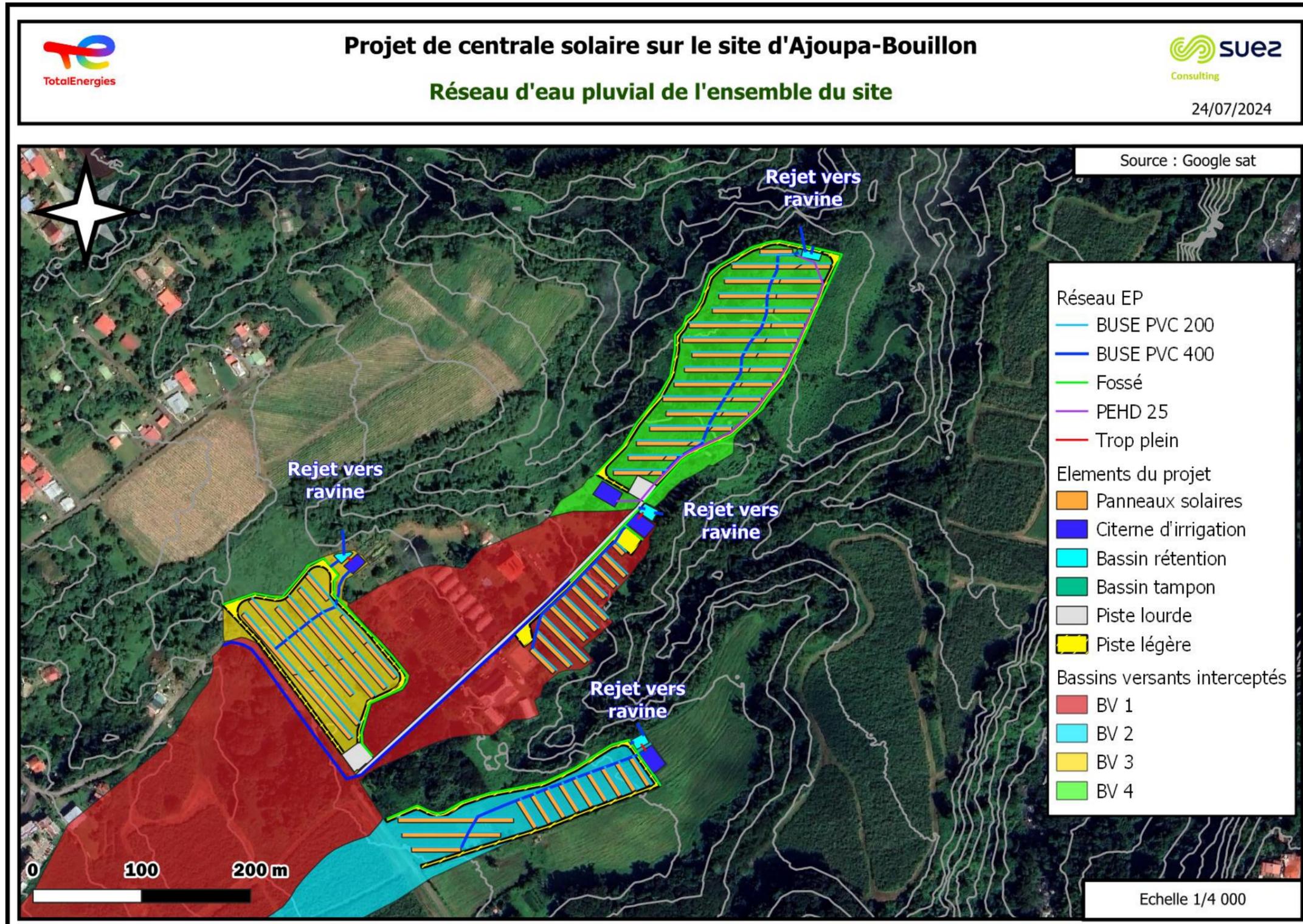


Figure 17 : Cartographie du réseau d'eau pluvial de l'ensemble du site

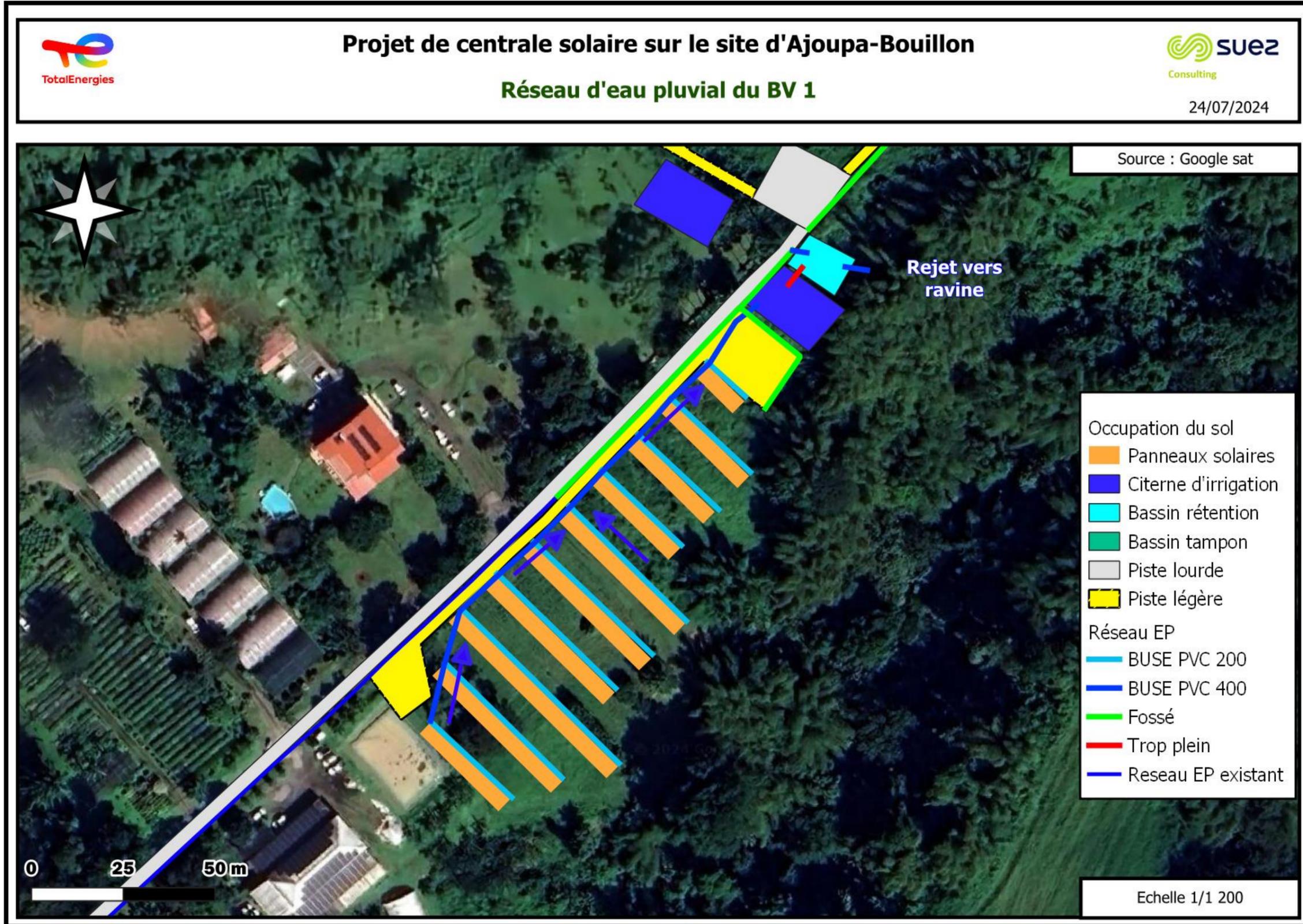


Figure 18 : Cartographie du réseau EP du BV 1

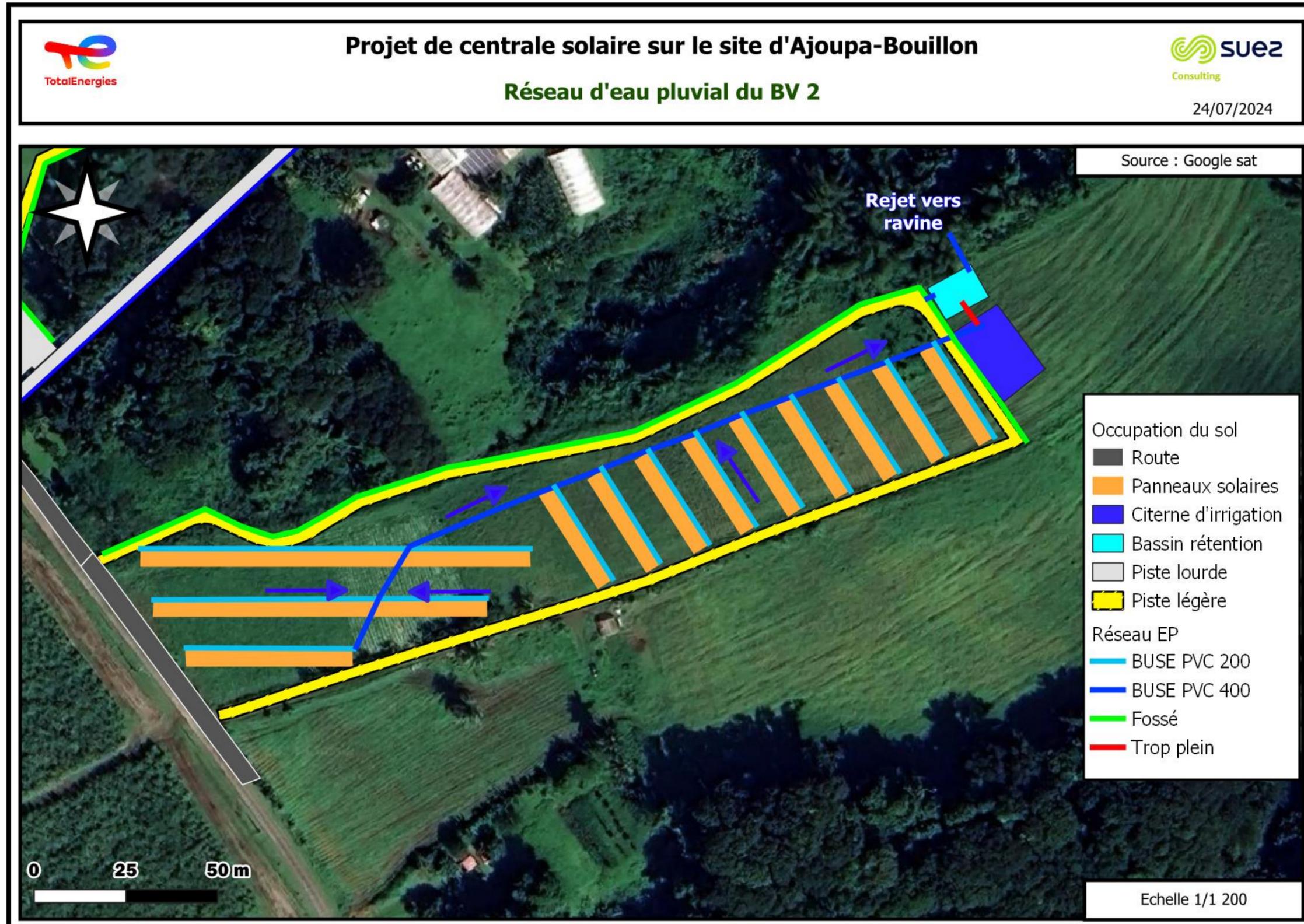


Figure 19 : Cartographie du réseau EP du BV 2

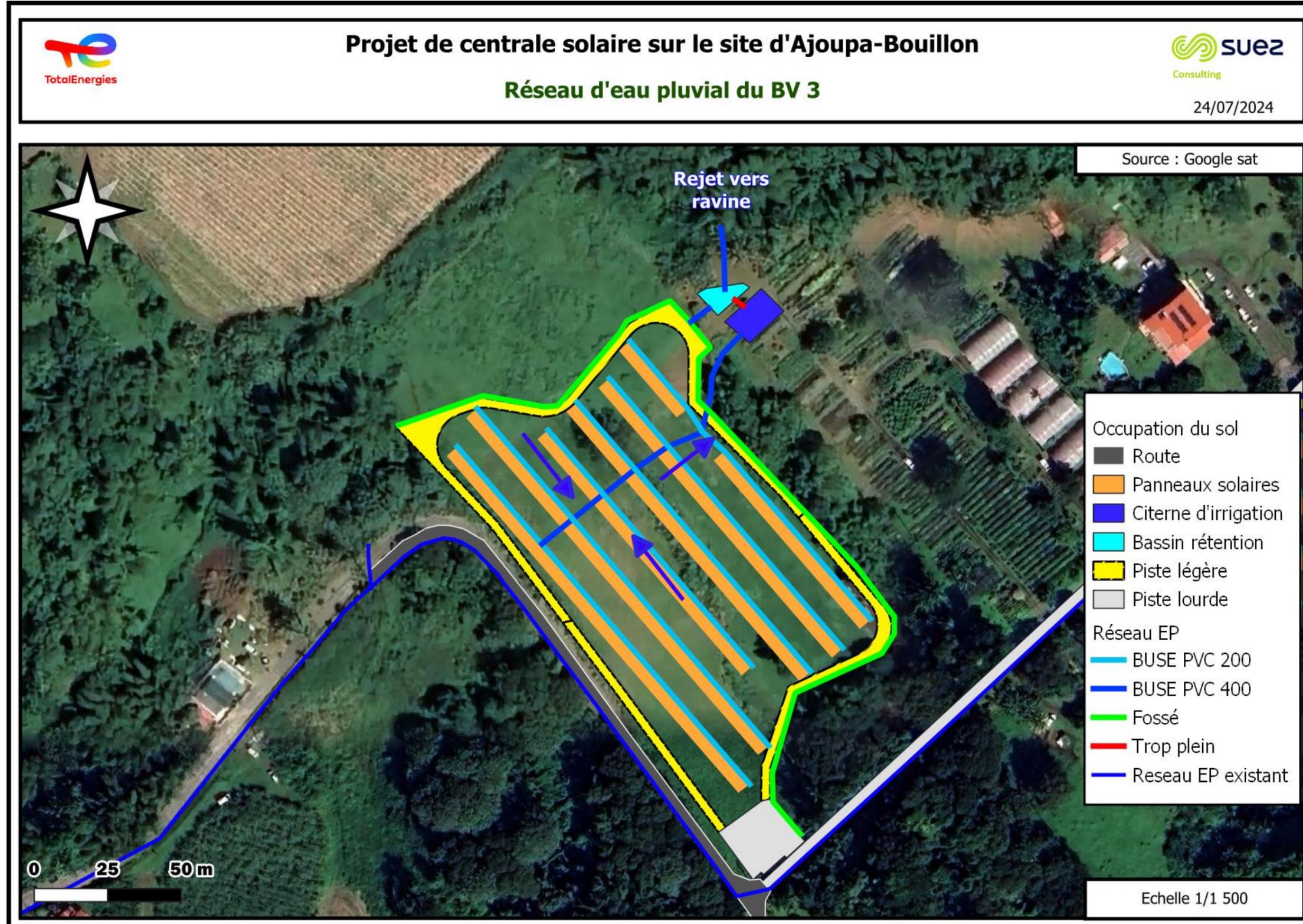


Figure 20 : Cartographie du réseau EP du BV 3

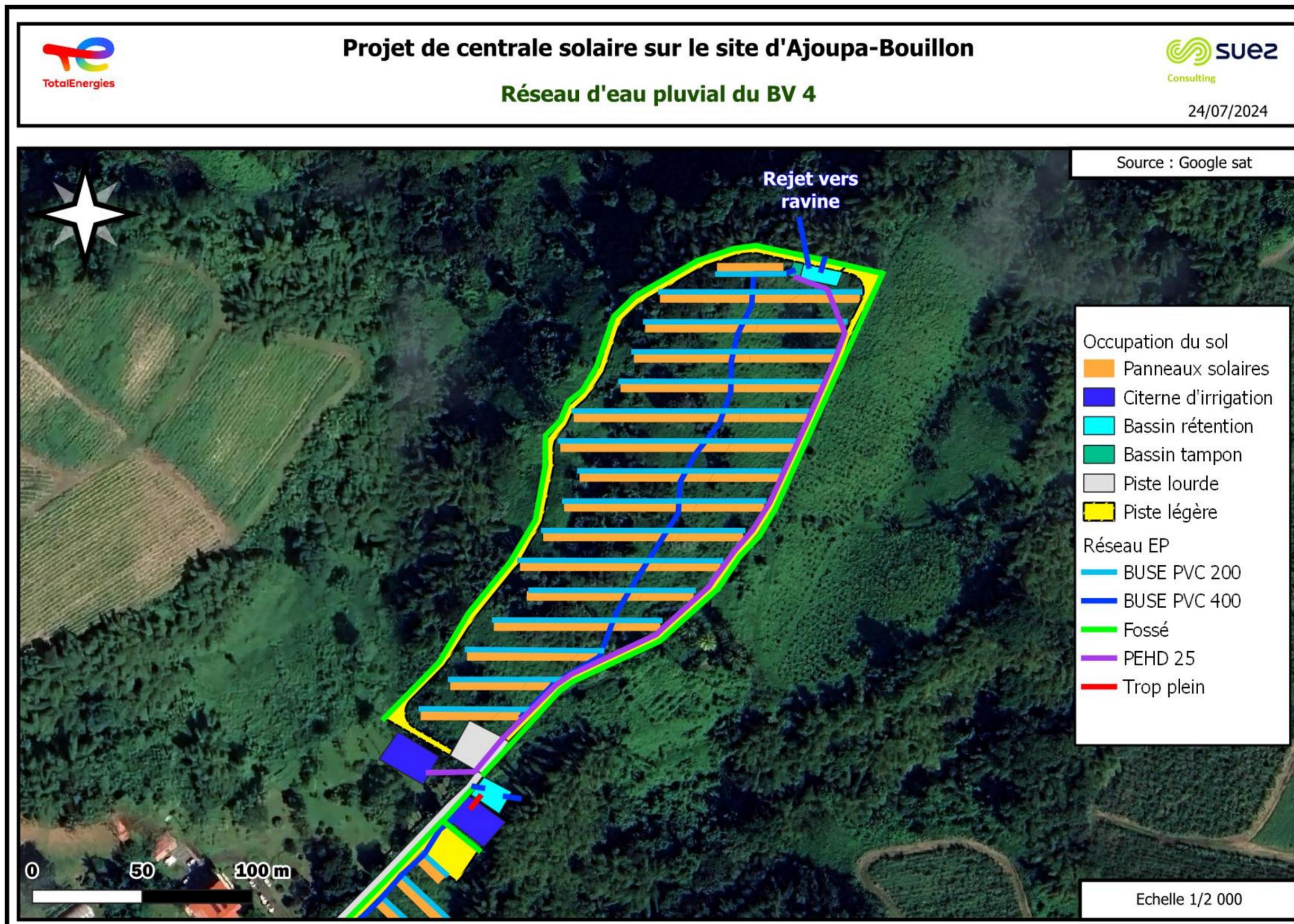


Figure 21 : Cartographie du réseau EP du BV 4

5 Solution compensatoire

5.1 Dimensionnement du volume de rétention

Pour le dimensionnement des cuves de rétention-stockage, nous utiliserons la méthode des pluies (Cf. Guide CERTU – La ville et son assainissement).

5.1.1 Hypothèses

La méthode des pluies suppose :

- Que le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant ;
- Qu'il y a transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue, c'est-à-dire que les phénomènes d'amortissement dus au ruissellement sur le bassin sont négligés (cette méthode ne sera donc applicable que pour des bassins versants relativement petits - quelques hectares - et ne contenant aucun ouvrage de stockage ou de régulation) ;
- Que les évènements pluvieux sont indépendants ; ceci signifie que lors des dépouillements, les périodes de temps sec ne sont pas prises en compte.

5.1.2 Principe de la méthode

Pour appliquer la méthode, on s'appuie sur des dépouillements de pluies identiques à ceux opérés pour la construction des courbes intensité-durée-fréquence. Sur un ensemble d'épisodes pluvieux mesurés pendant p années, on calcule les p intensités moyennes maximales annuelles i_m pour différents intervalles de temps $k.\Delta t$ où Δt est le pas de mesure. On réalise ensuite un classement fréquentiel des valeurs de i_m .

On peut ainsi déterminer des courbes d'intensités moyennes maximales pour des durées d'analyse et des fréquences F (ou périodes de retour T) différentes.

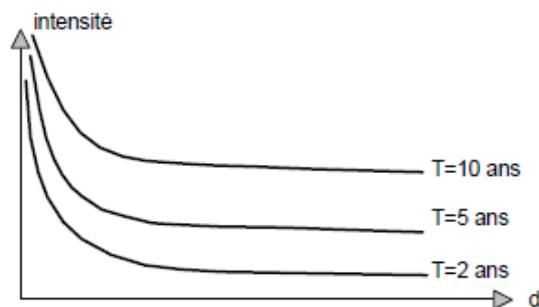


Figure 22 : Courbes intensité-durée-fréquence

Pour calculer le volume de la retenue, il est nécessaire de transformer ces intensités $i_m(k.\Delta t, T)$ en hauteurs $h(k.\Delta t, T)$:

$$h(k.\Delta t, T) = i_m(k.\Delta t, T) \times k.\Delta t$$

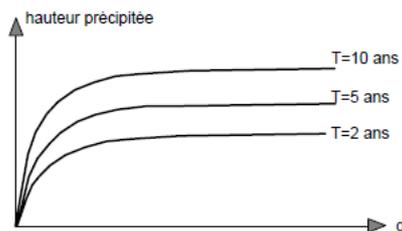


Figure 23 : Courbes Hauteurs-durée-fréquence

Ces courbes déterminées statistiquement représentent l'évolution des hauteurs précipitées pour différentes durées ; on parle aussi de courbes « enveloppes ». Ce ne sont donc pas des courbes décrivant l'évolution des apports cumulés en fonction du temps pour un ensemble de pluies.

On suppose ensuite que l'ouvrage a un débit de fuite constant Q_s que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique q_s :

$$q_s = 360 \times Q_s / S_a$$

Avec :

- q_s en mm/h
- Q_s en m^3/s
- S_a en ha

S_a est la surface active de ruissellement alimentant l'ouvrage de stockage. Elle est déterminée par le produit du coefficient de ruissellement CR et de la surface totale du bassin versant drainé.

Ainsi on peut tracer conjointement la hauteur précipitée pour une période de retour donnée $(k.\Delta t, T)$ et la courbe représentant l'évolution des hauteurs d'eaux évacuées $q_s.k.\Delta t$ en fonction des durées d'évacuation $k.\Delta t$.

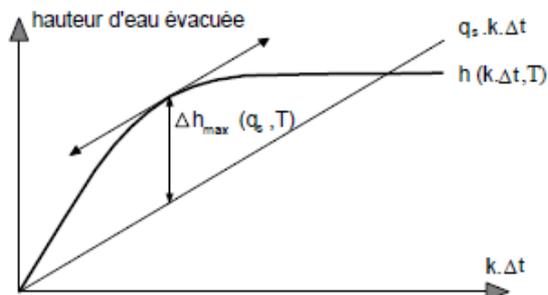


Figure 24 : Superposition de la courbe Hauteur-durée pour une fréquence choisie et de la courbe d'évacuation.

Les différences $\Delta h(q_s, T, k.\Delta t)$ entre les courbes $q_s.k.\Delta t$ et $h(k.\Delta t, T)$ correspondent aux hauteurs à stocker pour différentes durées $k.\Delta t$. Le maximum $\Delta h_{max}(q_s, T)$ correspond à la hauteur totale à stocker. Le volume d'eau à stocker se détermine alors facilement par :

$$V = 10 \times \Delta h_{max}(q_s, T) \times S_a$$

Avec :

- V en m^3
- Δh_{max} en mm
- S_a en ha

5.1.3 Application de la méthode au bassins versants interceptés

Sur les bassins versants interceptés, l'application de la méthode donne, pour une pluie décennale :

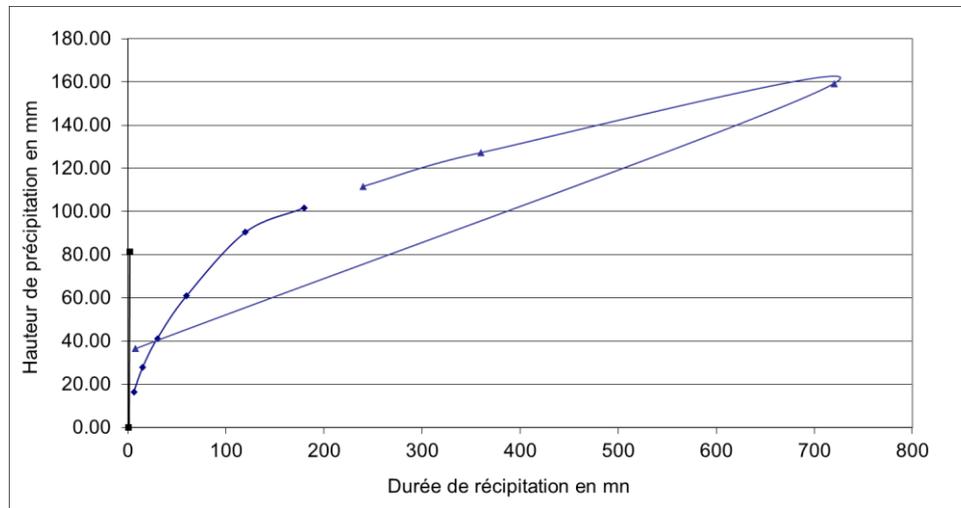


Figure 25 : Résultats de l'application de la méthode des pluies

	BV 1	BV2	BV3	BV4
Δh_{\max} (mm)	11.46	12.31	19.44	18.00
Volume à stocker (m ³) par $V = 10 \times \Delta h_{\max} \times S_a$	731	223	212	302
Volume à stocker avec sécurité (m ³)	877	268	255	362

Les volumes obtenus en sortie de méthode des pluies sont valables pour un débit de fuite constant : le débit de fuite choisi pour le dimensionnement. Or, dans la réalité, ce débit de fuite varie avec la hauteur d'eau dans la cuve. Le guide CERTU préconise donc de prendre une **sécurité de 20%**, afin de pallier le manque de stockage lors des débits de fuite plus faibles.



Conclusion

Le volume des eaux pluviales à réguler sur l'ensemble du projet solaire est de 949 m³ réparti sur les quatre sites comme suit :

- 877 m³ pour le BV 1
- 268 m³ pour le BV 2
- 255 m³ pour le BV 3
- 362 m³ pour le BV 4

Les ouvrages de rétentions devront être positionné en aval des sites, à proximité directe des citernes d'irrigations. Les eaux récoltées par les panneaux seront acheminées prioritairement dans les citernes, et seront dirigées en cas de trop plein vers l'ouvrage de rétention