

Grande Batterie de Boulouparis
Projet de stockage par batteries - Boulouparis

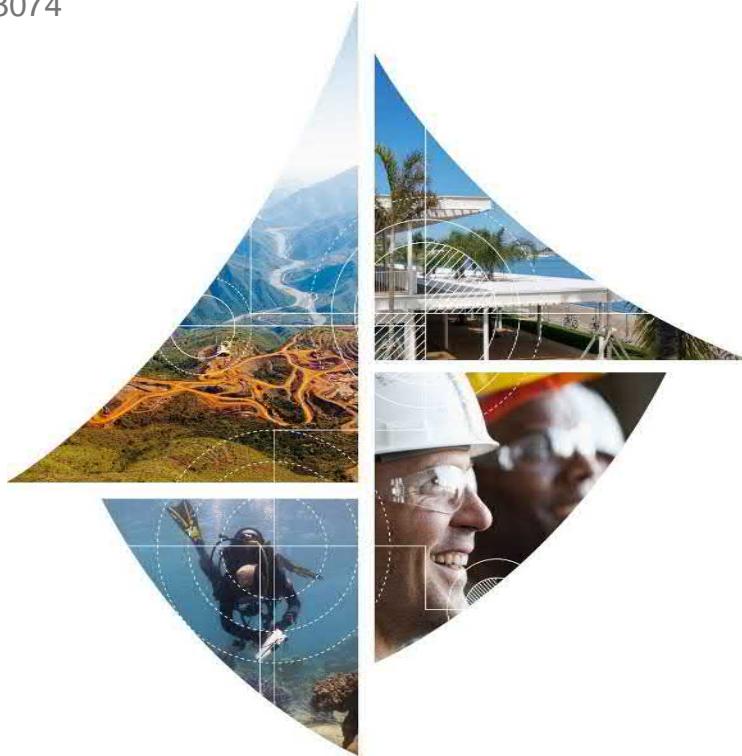
Etude hydraulique et étude d'inondabilité du site

Rapport

Décembre 2023

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT

Rapport A001.23074



Agence Nouméa • 1Bis rue Berthelot, BP 3583, 98846 Nouméa Cedex
Tél. (687) 28 34 80 • Fax (687) 28 83 44 • secretariat@soproner.nc

Le système qualité de GINGER SOPRONER est certifié ISO 9001-2008 par



Évolution du document

Vers.	Date	Chef de projet	Ingénieur d'études	Description des mises à jour
1	Décembre 2023	Marie GAYRAUD	Sylvie HAVET	Création du document

Sommaire

1. AVANT-PROPOS	5
1.1 Contexte et objectifs de l'étude	5
1.2 Méthodologie	6
1.3 Liste des données d'entrée fournies.....	7
2. CONTEXTE HYDRAULIQUE	7
3. PRÉSENTATION DU SECTEUR D'ETUDE	8
3.1 Présentation des cours d'eau	8
3.1.1 Lit mineur du cours d'eau	8
3.1.2 Lit majeur	9
3.1.3 Pont de la RT1	11
3.2 Présentation des bassins versants	11
3.3 Localisation des enjeux	13
4. ANALYSE HYDROLOGIQUE DU SITE	14
4.1 Pluviométrie	14
4.2 Temps de concentration des bassins versants	15
4.3 Débits de pointe théoriques	15
4.4 Hydrogrammes de crue	17
5. MODELISATION HYDRAULIQUE	19
5.1 Objectifs de la modélisation.....	19
5.2 Présentation du logiciel de modélisation	19
5.3 Délimitation du secteur d'étude.....	19
5.4 Relevés topographiques et Modèle Numérique de Terrain	20
5.5 Géométrie du modèle.....	22
5.6 Coefficients de Strickler	22
5.7 Conditions aux limites amont	23
5.8 Condition limite aval	23
6. CARACTÉRISATION DE L'ETAT ACTUEL	24
6.1 Crue décennale.....	24
6.2 Crue vingtennale	26
6.3 Crue centennale.....	28
7. PRECONISATIONS POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET	32
8. PLANCHES	34
9. ANNEXES	35

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du secteur d'étude	5
Figure 2 : Cadastre foncier	6
Figure 3 : Lit mineur du cours d'eau principal (affluent 2)	8
Figure 4 : Embâcles en lit mineur	9
Figure 5 : Occupation des sols, MOS 2014	9
Figure 6 : Poste source ENERCAL en rive droite	10
Figure 7 : Lit majeur de type savane à niaoulis	10
Figure 8 : Centrale photovoltaïque TotalEnergies en rive gauche	10
Figure 9 : Pont de la RT1	11
Figure 10 : Bassins versants du secteur d'étude	12
Figure 11 : Retenue sur l'affluent 3, déversoir et affluent 3 en aval de la retenue	13
Figure 12 : Localisation des enjeux	13
Figure 13 : Localisation des pluviomètres et limnimètres proches du secteur d'étude	14
Figure 14 : Bassins versants de la Ouaya, de son affluent Hwé Kwita et de son affluent	15
Figure 15 : Caractéristiques du bassin versant de la Ouaya	16
Figure 16 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements de Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR	16
Figure 17 : Hydrogrammes de crue théorique ($T = 10, 20$ et 100 ans) au droit de la station hydrométrique de la Ouenghi	18
Figure 18 : Hydrogrammes de crue centennale aux points d'injection du modèle	18
Figure 19 : Synoptique du modèle hydraulique	20
Figure 20 : Herbes hautes sur la parcelle et différence de niveau du TN entre le plan d'état des lieux et le LIDAR 2022	21
Figure 21 : MNT et sources des données topographiques	22
Figure 22 : Modèle hydraulique de 2012 et niveaux atteints sur le profil 2.7	23
Figure 23 : Hauteurs d'eau en crue décennale en état actuel	24
Figure 24 : Profil en long du cours d'eau en crue décennale	25
Figure 25 : Vitesses maximales d'écoulement en crue décennale en état actuel	25
Figure 26 : Hauteurs d'eau en crue vingtennale en état actuel	26
Figure 27 : Profil en long du cours d'eau en crue vingtennale	27
Figure 28 : Vitesses maximales d'écoulement en crue vingtennale en état actuel	27
Figure 29 : Hauteurs d'eau en crue centennale en état actuel	28
Figure 30 : Profil en long du cours d'eau en crue centennale	29
Figure 31 : Vitesses maximales d'écoulement en crue centennale en état actuel	29
Figure 32 : Carte des aléas d'inondation	31
Figure 33 : Préconisations relatives à l'emplacement du projet	33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants	12
Tableau 2 : Temps de concentration retenus	15
Tableau 3 : Débits de pointe des cours d'eau du secteur d'étude	17
Tableau 4 : QDF à la station de la Ouenghi	17
Tableau 5 : Croisement hauteurs/vitesse définissant l'aléa inondation	30

Liste des planches

Planche 1 : Localisation de la zone d'étude	34
Planche 2 : Cadastre foncier	34
Planche 3 : Occupation du sol, 2014	34
Planche 4 : Localisation des enjeux autour du projet	34
Planche 5 : Bassins versants	34
Planche 6 : Synoptique du modèle hydraulique	34
Planche 7 : Modèle Numérique de Terrain et sources des données	34
Planche 8 : Hauteurs d'eau en crue décennale	34
Planche 9 : Vitesses en crue décennale	34
Planche 10 : Hauteurs d'eau en crue vingtennale	34
Planche 11 : Vitesses en crue vingtennale	34
Planche 12 : Hauteurs d'eau en crue centennale	34
Planche 13 : Vitesses en crue centennale	34
Planche 14 : Aléas inondation	34
Planche 15 : Carte des préconisations pour l'emplacement du projet	34

Liste des annexes

Annexe 1 : Reportage photographique au format Google Earth (.kmz)	35
Annexe 2 : Rendus cartographiques	35

1. AVANT-PROPOS

1.1 Contexte et objectifs de l'étude

Dans le cadre du projet de construction d'une centrale de stockage d'énergie par stockage de batteries porté par AkuoEnergy à Boulouparis, cette étude a pour but de caractériser les inondations sur la zone du projet, d'évaluer les incidences du projet sur l'écoulement des eaux en crue. Une étude hydraulique définissant les aléas inondation a été réalisée en 2012 par SOPRONER sur le cours d'eau voisin dénommé la Ouaya (Etude des zones inondables en Province Sud – Boulouparis, SOPRONER, 2012), mais elle ne couvre pas la zone du projet.

La zone du projet se situe sur un secteur relativement plat, en amont de la RT1, à proximité du poste source ENERCAL. Elle est située en rive droite d'un cours d'eau, affluent de la Ouaya en rive droite. C'est actuellement une zone naturelle, de pâturage, à végétation rase de type savane et avec quelques arbustes épars.

La Planche 1 localise le secteur d'étude. Le projet consiste en l'implantation de containers de batteries et onduleurs sur une surface de 2 ha environ.

→ Cf. Planche 1 : Localisation de la zone d'étude

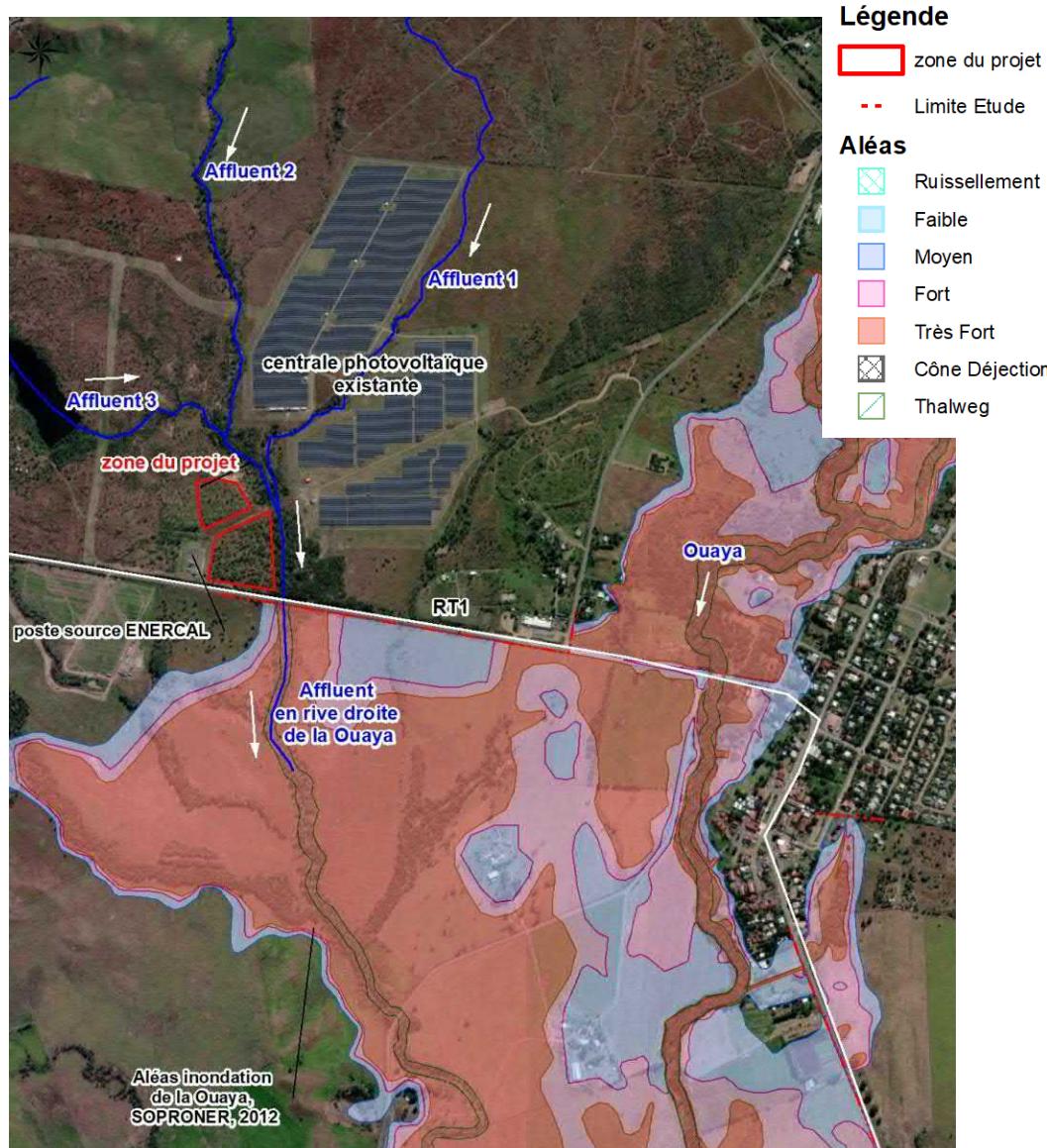


Figure 1 : Localisation du secteur d'étude

Le projet est situé sur le lot 11 de la section Boulouparis rural, NIC n°404260-9796. Le cadastre foncier est présenté sur la Planche 2. Le cours d'eau est bien intégré au cadastre, à proximité du projet.

→ Cf. Planche 2 : Cadastre foncier

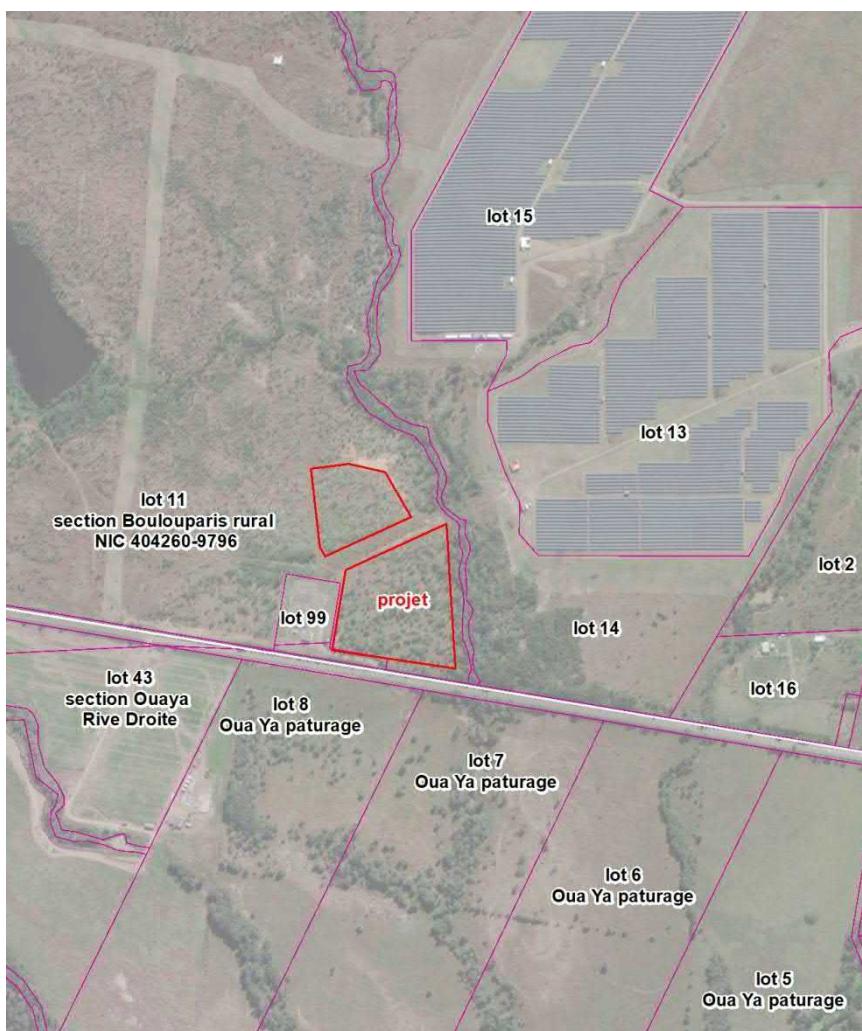


Figure 2 : Cadastre foncier

1.2 Méthodologie

Aucune étude hydraulique ou hydrogéomorphologique n'a été réalisée sur cette zone, en amont de la RT1, ce qui ne signifie pas que la zone du projet est hors zone inondable, mais plutôt que l'inondabilité n'a pas été étudiée sur cette zone.

L'étude hydraulique de 2012 commence à l'aval de la RT1. Les cotes d'inondation ne sont donc pas connues au droit du projet. La construction d'un modèle hydraulique est nécessaire pour caractériser les écoulements.

Les objectifs de la mission sont les suivants :

- Analyser les données existantes,
- Caractériser le fonctionnement des cours d'eau dans la configuration actuelle,
- Cartographier la zone inondable en crues de périodes de retour 10, 20 et 100 ans.

1.3 Liste des données d'entrée fournies

Les données nécessaires à l'étude ont été fournies par le maître d'ouvrage ou récupérées auprès des instances concernées.

Données topographiques :

- Plan topographique d'état des lieux sur la zone du projet au 1/500^{ème}, levé réalisé par N. Garrido en Septembre 2023,
- Levés topographiques LIDAR datant de 2022 de la Province Sud : fourniture du Modèle Numérique de Terrain avec un pas d'espace de 1m (AKUO),
- Ortho-photos aériennes BD ORTHO-NC (DITTT),
- BD TOPO-NC (DITTT) données topographiques au 1/2000^{ème} aux alentours du village de Boulouparis, et au 1/10000^{ème} sur l'ensemble de la commune.
- Levés de profils en travers des cours d'eau réalisés en 2012 sur la Ouaya et ses affluents par le cabinet De Condinguy.

Données pluviométriques et hydrologiques :

- Pluviomètres DAVAR de Kongouahou, Kuenthio et Mont-Do (coefficients de Montana) ;
- Limnimètre DAVAR de la Ouenghi (QDF et hydrogrammes des évènements pluvieux) ;
- Recueil des débits caractéristiques de la Nouvelle-Calédonie – actualisation jusqu'à la période 2019/2021, DAVAR, Juin 2022.

Etudes existantes sur le secteur :

- Etude des zones inondables sur la Ouaya – Commune de Boulouparis, SOPRONER, 2012 avec son modèle hydraulique HEC-RAS associé,

Plans et descriptif du projet :

- Emprise du projet (« Terrain Enercal Batterie BLP étendu Nord.kmz ») fournie le 9/10/2023.

2. CONTEXTE HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique réalisée en 2012 par SOPRONER concerne l'aval et l'est du secteur d'étude. L'objectif de cette précédente étude était de cartographier les zones inondables et aléas d'inondation à l'échelle de la commune de Boulouparis. Pour cela :

- Les débits ont été déterminés sur les différents cours d'eau,
- Les rivières ont été modélisées sous le logiciel HEC-RAS, ce qui a permis le calcul des cotes d'inondation qui sont actuellement la référence en termes d'inondabilité sur le secteur,
- Les cartographies des hauteurs d'eau et des aléas d'inondation ont été réalisées.

Plusieurs hypothèses retenues lors de cette précédente étude, notamment sur les calculs hydrologiques et la modélisation hydraulique, sont réutilisées dans la présente étude.

3. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

3.1 Présentation des cours d'eau

Une visite de site a été réalisée le 30/11/2023. Un reportage photographique, lisible sous Google Earth, est fourni en Annexe 1.

3.1.1 Lit mineur du cours d'eau

Les lits mineurs des cours d'eau sont végétalisés avec la présence de hautes herbes, de roseaux et de niaoulis. Il y a des zones marécageuses. Lors de la visite, il n'y a pas d'écoulement pérenne dans le lit, des cuvettes d'eau stagnantes sont par contre présentes.



Figure 3 : Lit mineur du cours d'eau principal (affluent 2)

Quelques gros arbres sont tombés, susceptibles de créer des embâcles. Néanmoins, au vu des dimensions du cadre sous la RT1 (4.35m de large par 3m de haut), il y a peu de risque d'obstruction de l'ouvrage.



Figure 4 : Embâcles en lit mineur

3.1.2 Lit majeur

La carte d'occupation des sols est donnée sur la Planche 3.

→ Cf. Planche 3 : Occupation du sol, 2014

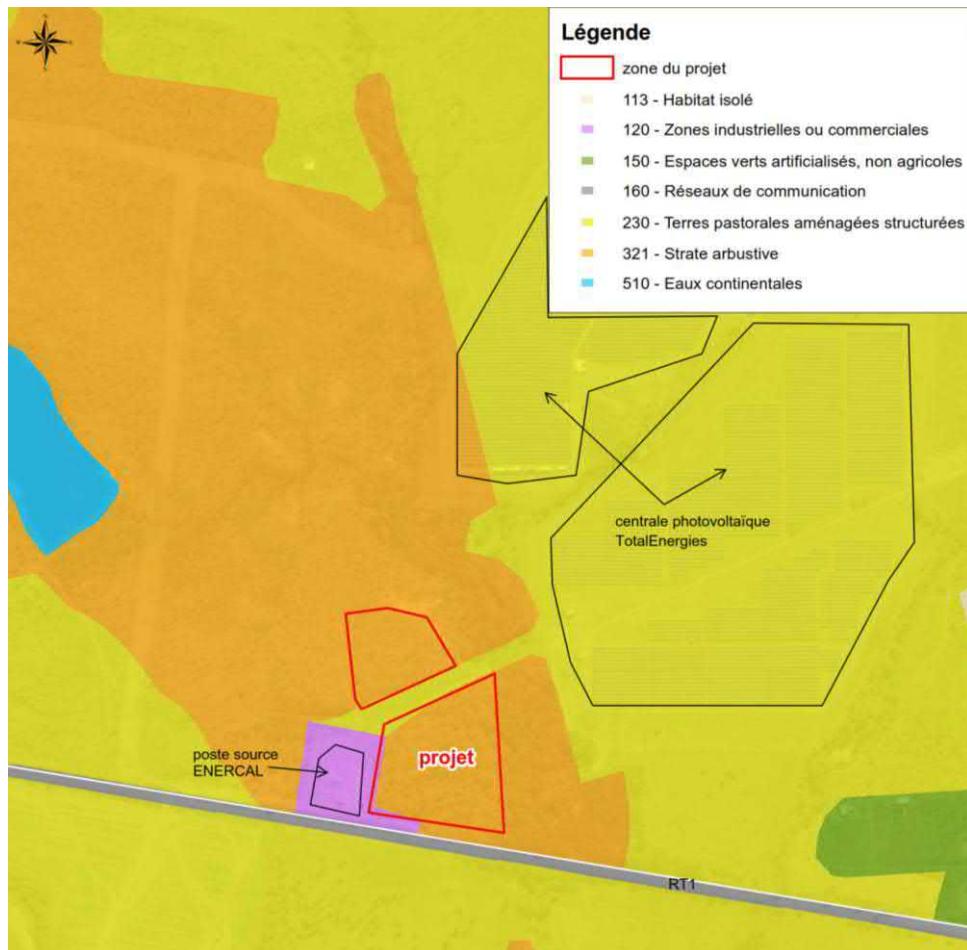


Figure 5 : Occupation des sols, MOS 2014

Le projet est situé dans la strate arbustive selon la MOS 2014, entourée de terres pastorales aménagées structurées. Le poste source ENERCAL est dans une zone industrielle ou commerciale, à l'ouest du projet.



Figure 6 : Poste source ENERCAL en rive droite

Le lit majeur présente une végétation rase constituée de savane à niaoulis.



Figure 7 : Lit majeur de type savane à niaoulis

En rive gauche, longeant le cours d'eau se trouve la centrale photovoltaïque de TotalEnergies.

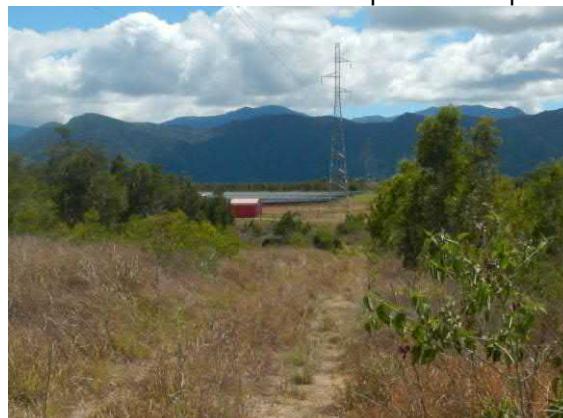


Figure 8 : Centrale photovoltaïque TotalEnergies en rive gauche

En aval du projet se trouve la RT1, en remblais par rapport au lit majeur.

D'une manière générale, les conditions d'écoulement sont bonnes en lit majeur.

3.1.3 Pont de la RT1

Le pont de la RT1 sur ce cours d'eau est un ouvrage cadre de 3m de haut par 4.35m de large, présentant peu de risque d'embâcle, malgré la présence d'arbres devant.



Figure 9 : Pont de la RT1

Un reportage photographique géoréférencé est présenté en Annexe 1.

→ Cf. Annexe 1 : Reportage photographique au format Google Earth (.kmz)

3.2 Présentation des bassins versants

Le bassin versant du cours d'eau, affluent de la Ouaya (Aff2), et de ses affluents (Aff1 et Aff3) sont présentés sur la figure suivante et sur la Planche 5.

→ Cf. Planche 5 : Bassins versants

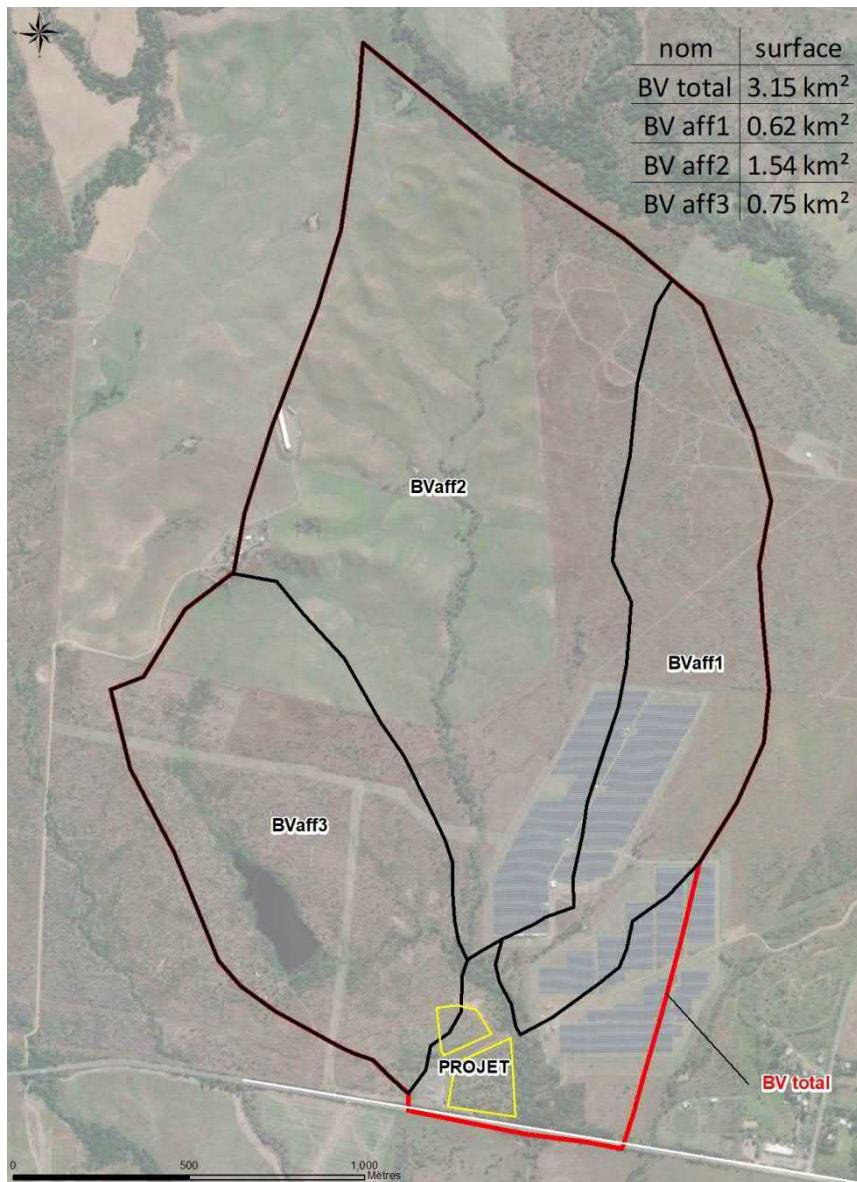


Figure 10 : Bassins versants du secteur d'étude

Les caractéristiques des bassins versants drainés par l'affluent en rive droite de la Ouaya, au droit de la RT1, sont les suivantes :

	BV total	BV Aff1	BV Aff3
Surface drainée (km ²)	3.152	0.618	0.746
Plus long chemin hydraulique (km)	3.6	2.6	1.8
Dénivelé maximal (m)	17	18	14
Pente pondérée du plus long chemin hydraulique (%)	0.3 %	0.4 %	0.6 %

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants

Le bassin versant drainé présente une pente très faible (environ 1%) et une végétation assez rase. Il n'est pas urbanisé. La centrale photovoltaïque de TotalEnergies couvre l'aval des bassins versants de l'affluent 1 et 2. Une importante retenue d'eau est présente sur l'affluent 3, elle couvre 3.6 ha et est supposée transparente en crue.



Figure 11 : Retenue sur l'affluent 3, déversoir et affluent 3 en aval de la retenue

3.3 Localisation des enjeux

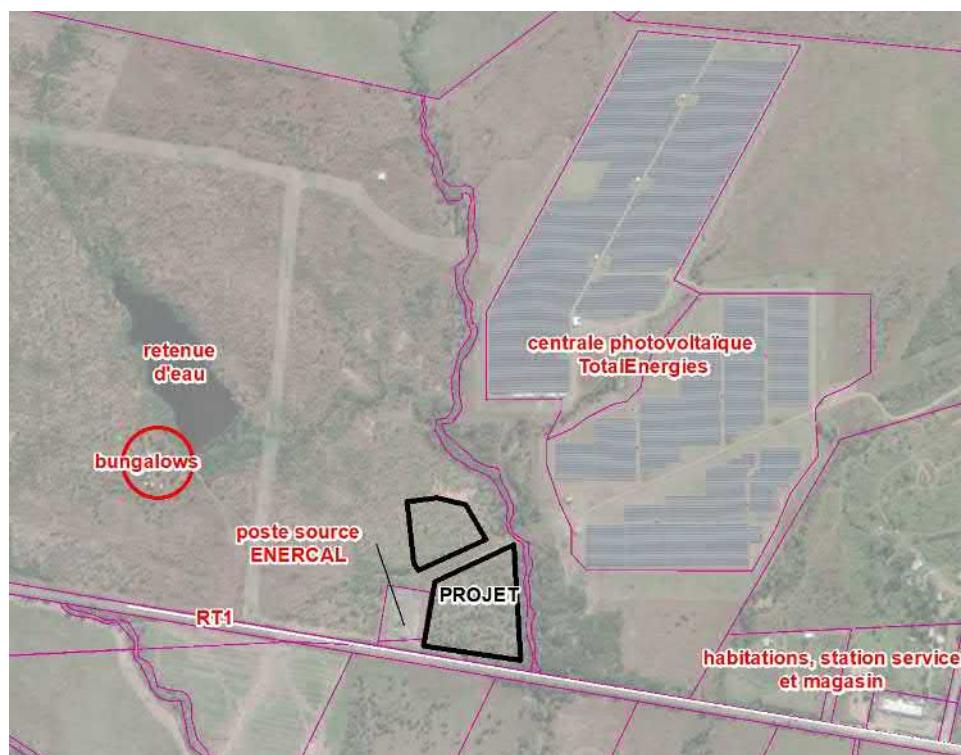


Figure 12 : Localisation des enjeux

→ Cf. Planche 4 : Localisation des enjeux

Les enjeux à proximité du projet sont la RT1 en aval immédiat, le poste source ENERCAL à l'ouest, en position surélevée, des habitations, la station service et le magasin le long de la route de Thio. En amont du projet en rive gauche se trouve la centrale photovoltaïque de TotalEnergies. A l'ouest du projet, plus en amont se trouvent des bungalows, à proximité de la retenue d'eau.

4. ANALYSE HYDROLOGIQUE DU SITE

4.1 Pluviométrie

La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant du secteur d'étude est faible, comprise entre 750 et 1000 mm.

Les postes pluviométriques Météo France de Bouraké et DAVAR de Mont Do TV, Kuenthio, Kongouhaou et Mine Tomo sont à proximité.

Les limnimètres de la Ouenghi sont situés à proximité du secteur d'étude.

La figure suivante montre la localisation des stations pluviométriques et limnimétriques (de mesures de débit) aux alentours du secteur d'étude.

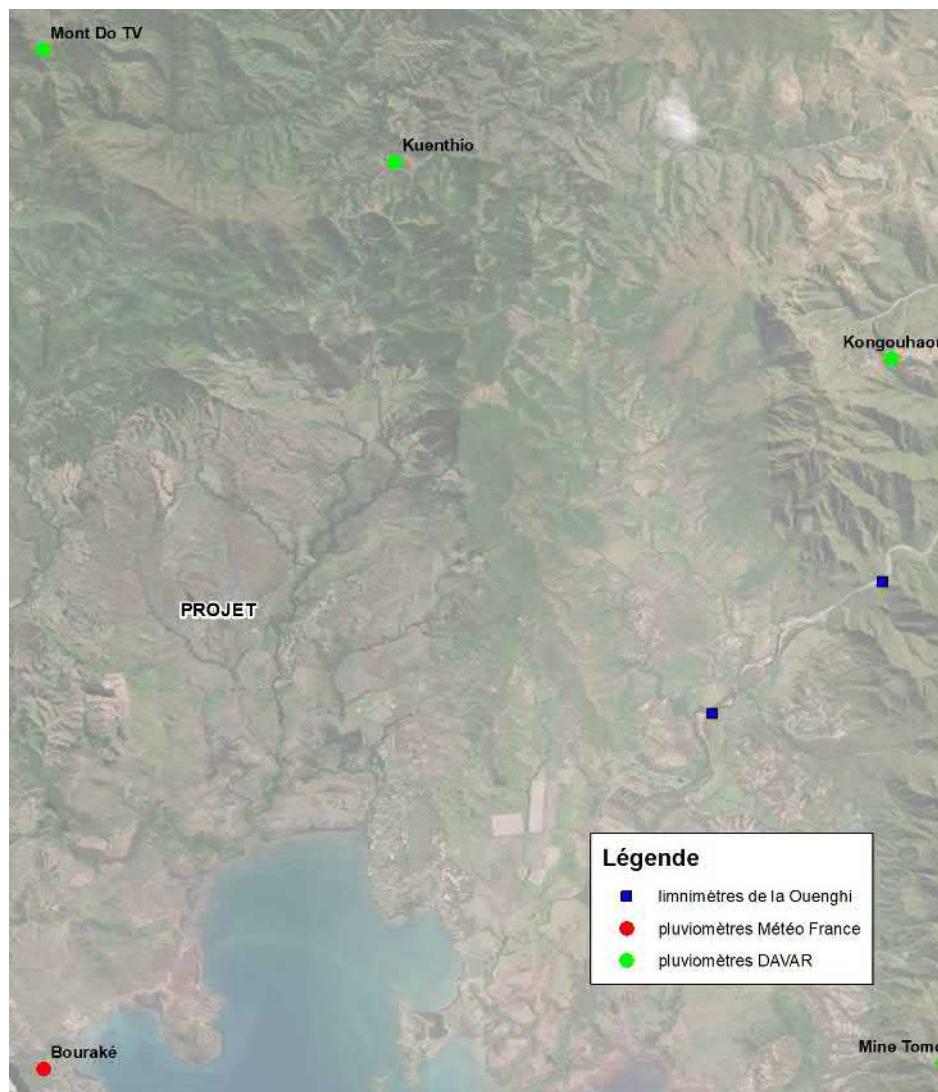


Figure 13 : Localisation des pluviomètres et limnimètres proches du secteur d'étude

4.2 Temps de concentration des bassins versants

La « méthode des transferts », qui présente l'avantage d'avoir été validée sur des conditions hydrologiques locales, est retenue et conduit aux valeurs suivantes des temps de concentration. Cette méthode est issue d'une analyse réalisée par la DAVAR dans le cadre de la détermination des courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues en Nouvelle-Calédonie.

Le temps de concentration est estimé en considérant une vitesse de transfert de l'ordre de 2 m/s (4 m/s si la pente est supérieure à 15%) appliquée au drain hydraulique le plus long.

Bassin versant	Temps de concentration retenu
Affluent total	30 min
Affluent 1	22 min
Affluent 2	26 min
Affluent 3	15 min

Tableau 2 : Temps de concentration retenus

4.3 Débits de pointe théoriques

Les éléments suivants sont repris de l'étude réalisée par SOPRONER sur la Ouaya en 2012.

Le temps de concentration du bassin versant de la Ouaya est de l'ordre de 2h30. Le bassin versant sur lequel se trouve le projet fait partie du bassin versant de la Hwé Kwita, lui-même appartenant au bassin versant de la Ouaya.

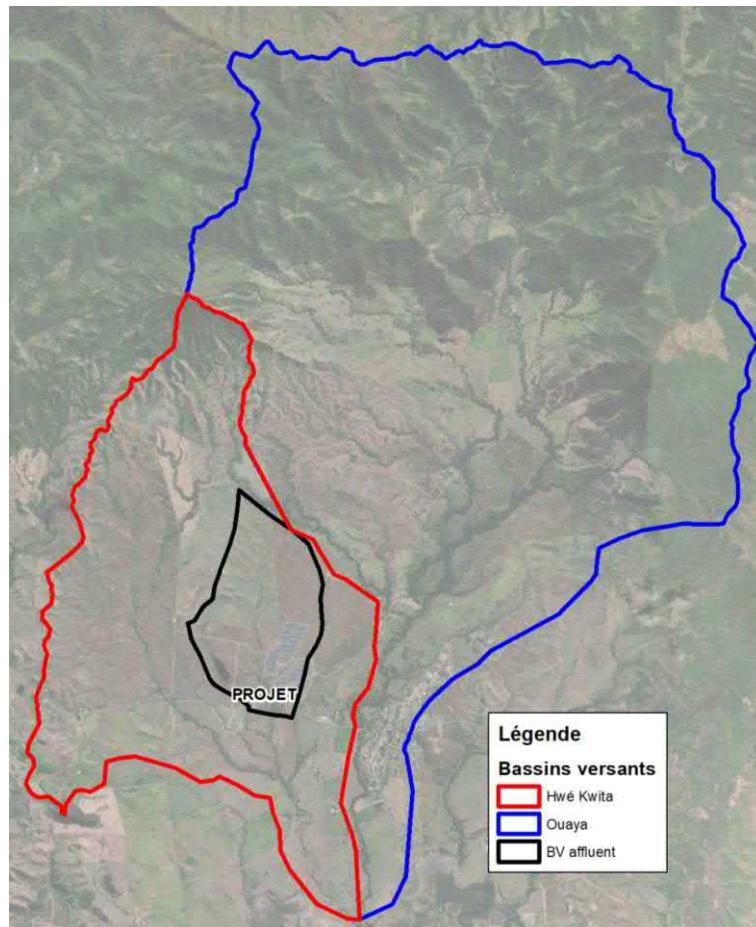


Figure 14 : Bassins versants de la Ouaya, de son affluent Hwé Kwita et de son affluent

Bassin versant	Ouaya		
Période de retour	5 ans	10 ans	100 ans
Surface (km ²) Totale	46.2		
Tc : Temps de Concentration (h)	2.5		
Intensité pluviométrique sur Tc (mm/h)	31	36	51
Coefficient de ruissellement	0.6	0.7	1.0

Figure 15 : Caractéristiques du bassin versant de la Ouaya

L'étude de 2012 a estimé les débits de pointe des crues de période de retour 5, 10 et 100 ans par différentes méthodes : méthode rationnelle, peu adaptée aux grands bassins versants tels que celui-ci, méthode d'analyse de la DAVAR commune à tous les cours d'eau de la côte Ouest et méthode régionale à partir des stations hydrométriques voisines (la Couvelée, la Foa, Dumbéa Nord, Ouenghi et Tontouta).

Les débits retenus sont la valeur médiane du fuseau des résultats obtenus par la méthode régionale aux différentes stations. Les résultats de cette méthode aux différentes stations sont assez groupés et il semble cohérent de prendre la médiane.

Les débits théoriques du bassin versant de la Ouaya sont les suivants :

$$Q_{100} = 882 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 480 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 356 \text{ m}^3/\text{s}$$

Une transposition de ces débits de pointe est effectuée pour avoir les débits de pointe sur les trois affluents du secteur d'étude.

A noter que pour la période de retour 20 ans, qui n'avait pas été calculée dans l'étude de 2012, un ratio de 1/1.45 a été appliqué au débit de pointe centennal, conformément aux préconisations de la DAVAR suite aux analyses statistiques sur l'ensemble des stations hydrométriques de la Nouvelle-Calédonie.

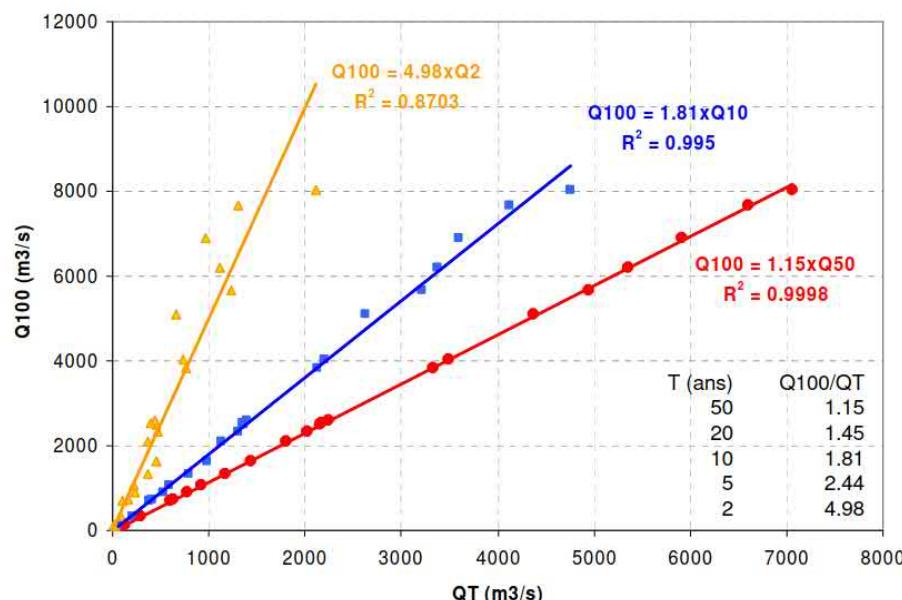


Figure 16 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements de Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR

	Q10	Q20	Q100
BV Aff 1	18.9	23.9	34.7
BV Aff 2	37.5	47.5	68.9
BV Aff 3	21.7	27.6	40.0
BV Aff total	64.1	81.2	117.7

Tableau 3 : Débits de pointe des cours d'eau du secteur d'étude

4.4 Hydrogrammes de crue

Les simulations hydrauliques sont réalisées en régime transitoire. Des hydrogrammes de crue sont donc injectés dans le modèle. Les hydrogrammes sont construits sur la base des ajustements Débits-Durées-Fréquences (QDF) calculés à la station hydrométrique de la Ouenghi, fournis par la DAVAR. La station est située environ 12 km à l'est du projet. Les hydrogrammes de crue pour les périodes de retour 10, 20 et 100 ans et les points d'injection dans le modèle hydraulique sont présentés sur le synoptique hydraulique (cf. Planche 6).

Les QDF à la station de la Ouenghi sont issus du *Recueil des débits caractéristiques de la Nouvelle-Calédonie – Actualisation jusqu'à la période 2019/2021*, DAVAR, Juin 2022.

Durée (mn)	QDF (Débit moyen en m ³ /s)							Paramètres de Gumbel	
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0
1	220	403	970	1345	1705	2171	2520	500.00	220.00
15	215	396	957	1329	1685	2146	2492	495.00	215.00
30	210	390	945	1313	1665	2122	2464	490.00	210.00
60	205	383	932	1296	1646	2097	2436	485.00	205.00
120	185	359	897	1254	1596	2038	2370	475.00	185.00
180	175	344	865	1210	1541	1970	2291	460.00	175.00
360	165	321	802	1121	1427	1823	2120	425.00	165.00
720	140	263	642	894	1135	1447	1681	335.00	140.00
1440	125	198	425	575	719	905	1045	200.00	125.00
2880	95	135	260	343	422	524	601	110.00	95.00
5760	63	83	145	187	226	278	316	55.00	63.00

Tableau 4 : QDF à la station de la Ouenghi

Les hypothèses sont :

- ❖ Les volumes correspondant aux débits sur des durées de 1, 15, 30, 60, 120, 180, 360, 720 et 1440 minutes sont pris en compte.
- ❖ Les hydrogrammes sont construits sur 24h, 1/3 du temps correspond à la montée de crue, 2/3 du temps à la décrue.
- ❖ La pointe de crue a été « étendue » (durée de la pointe considérée de 6 minutes) de sorte que cette valeur de débit de pointe soit bien prise en compte dans la simulation. Le volume excédentaire écoulé sur cette durée de 6min du fait de cette hypothèse est peu significatif au regard du volume total de la crue.

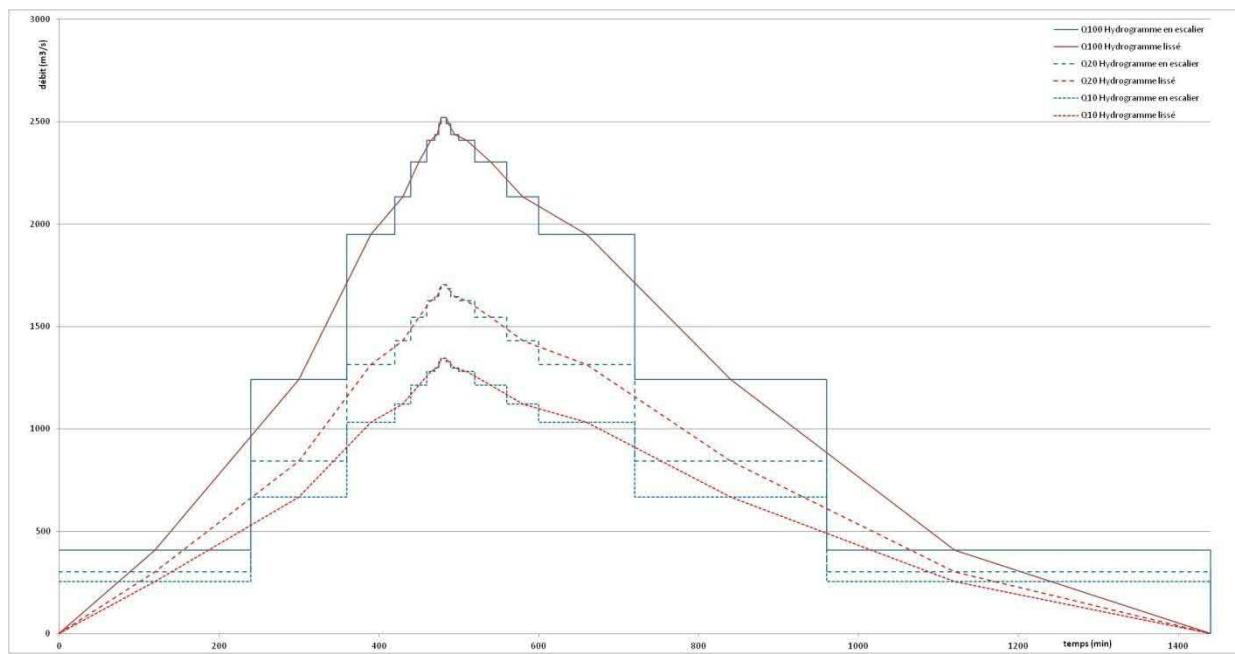


Figure 17 : Hydrogrammes de crue théorique (T= 10, 20 et 100 ans) au droit de la station hydrométrique de la Ouenghi

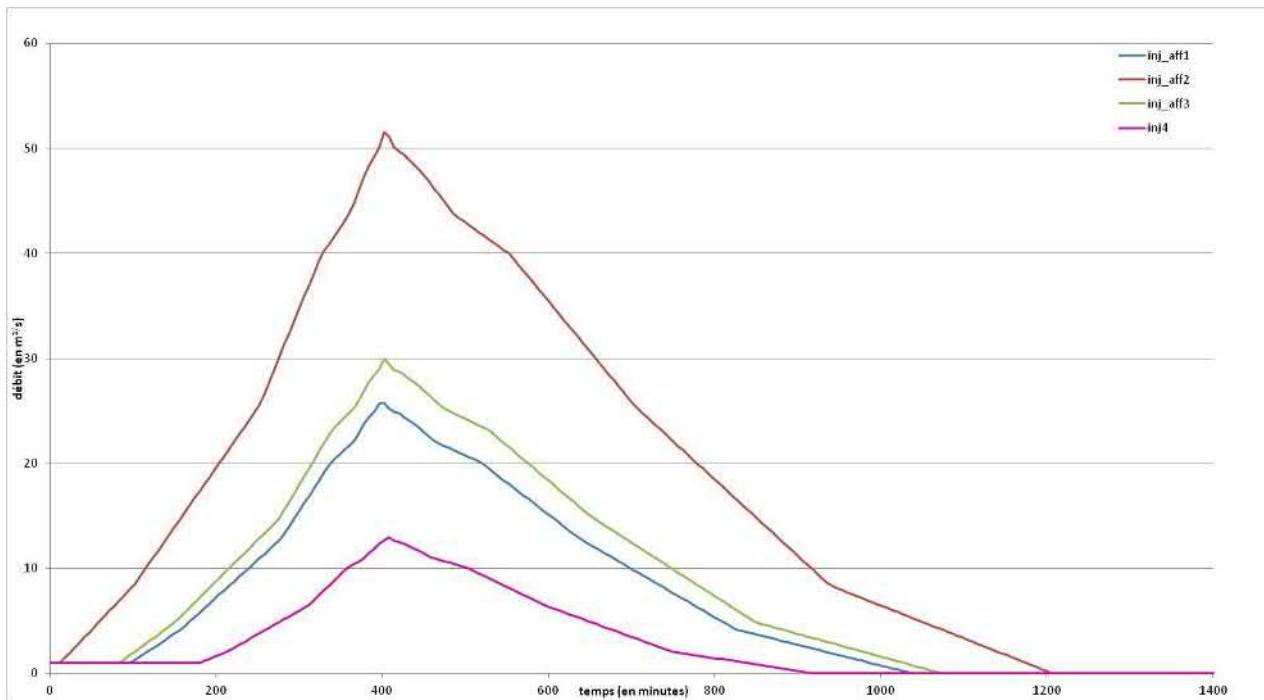


Figure 18 : Hydrogrammes de crue centennale aux points d'injection du modèle

5. MODELISATION HYDRAULIQUE

5.1 Objectifs de la modélisation

L'objet de ce volet consiste à construire un modèle hydraulique des creeks sur l'emprise de la zone d'étude afin de simuler les crues de référence théoriques de périodes de retour 10, 20 et 100 ans pour caractériser le comportement des cours d'eau en l'état actuel.

La modélisation de l'état actuel permettra d'ajuster le projet (emplacement des containers et calage altimétrique).

5.2 Présentation du logiciel de modélisation

Les cours d'eau sont modélisés à l'aide de l'outil Infoworks ICM développé par Innovyze. L'ensemble du secteur d'étude est modélisé en deux dimensions (lit mineur des cours d'eau et lit majeur / champ d'expansion de crue), ce qui permet de prendre en compte de manière fine la topographie et les ouvrages structurants, ainsi que d'appréhender au mieux les différents phénomènes de stockage et d'écoulements bidirectionnels dans le champ d'expansion de crue. Les ouvrages hydrauliques (pont sous la RT1) sont fidèlement représentés.

La modélisation hydraulique est effectuée en régime transitoire, par injection d'hydrogrammes de crue théoriques de fréquence décennale, vingtennale et centennale.

5.3 Délimitation du secteur d'étude

La zone modélisée représente environ 40 ha. La zone étant très plate, elle est assez vaste pour que les incertitudes aux limites amont sur les niveaux d'eau n'aient pas d'incidence sur la zone du projet.

Le synoptique du modèle hydraulique est présenté sur la Planche 6.

Il contient la zone modélisée, les points d'injection de débits, ainsi que la limite aval (niveaux d'eau imposés), les voiries et le lit mineur, qui sont des zones de rugosité différentes du lit majeur.

Le maillage est constitué d'éléments de 1 m² minimum et de triangles de 3 m² maximum. Au sein d'un élément, la variation maximale de hauteur est de 30 cm. Le modèle est constitué de 320 000 mailles environ.

Les frontières du modèle sont de type « mur vertical » hormis sur la limite aval où les niveaux d'eau, issus du modèle hydraulique de 2012 sont imposés.

→ Cf. Planche 6 : Synoptique du modèle hydraulique

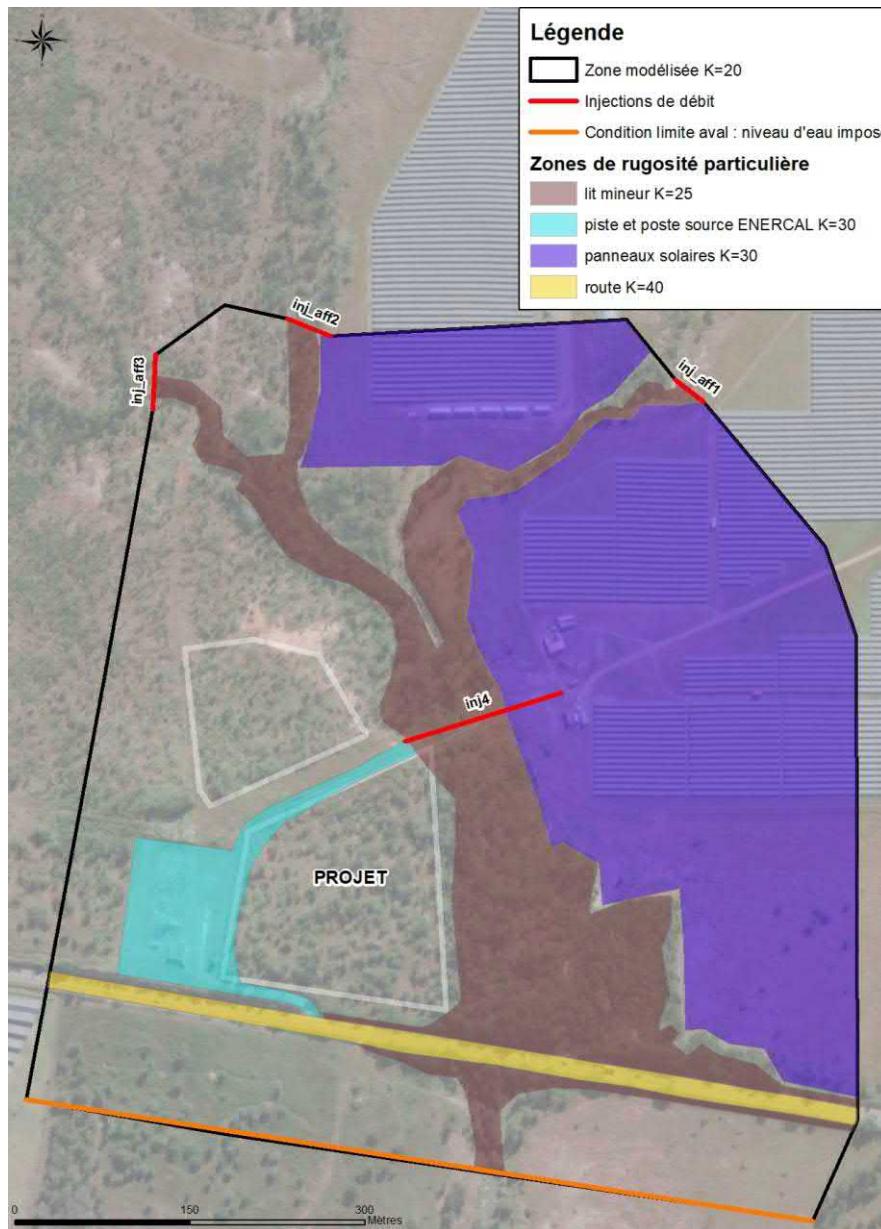


Figure 19 : Synoptique du modèle hydraulique

5.4 Relevés topographiques et Modèle Numérique de Terrain

Les données topographiques fournies ont été assemblées, du plus précis au moins précis :

- Plan topographique d'état des lieux sur la zone du projet au 1/500^{ème}, levé réalisé par N. Garrido en Septembre 2023,
- Levés topographiques LIDAR datant de 2022 de la Province Sud : fourniture du Modèle Numérique de Terrain avec un pas d'espace de 1m (AKUO).

Le plan d'état des lieux a été utilisé et complété par le MNT LIDAR, en dehors de la zone couverte par le plan d'état des lieux. Il y a une différence de l'ordre de -20 cm en moyenne entre le plan topographique d'état des lieux en comparaison avec les données LIDAR, probablement dû à la présence d'herbes hautes assez denses lors des levés LIDAR.

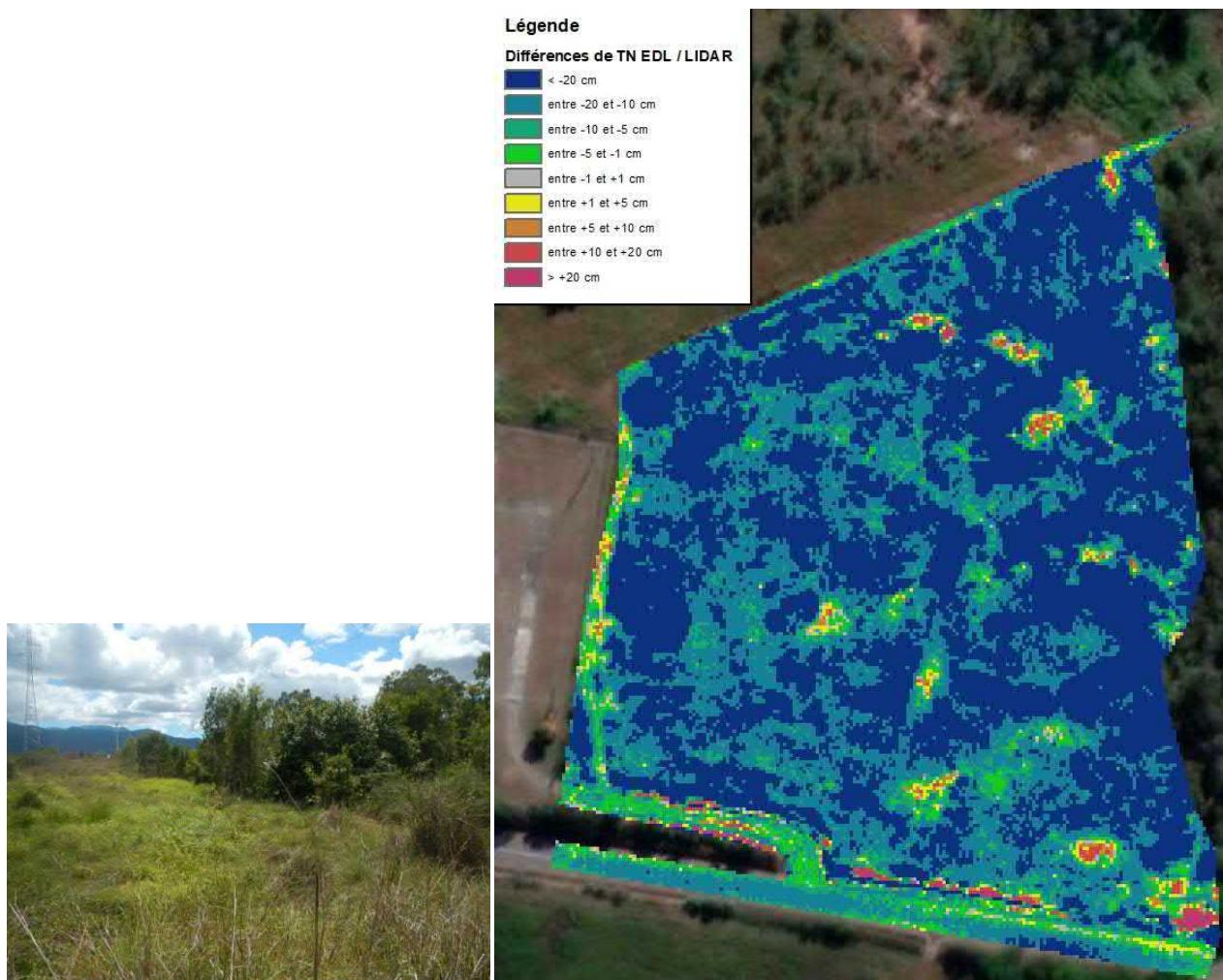


Figure 20 : Herbes hautes sur la parcelle et différence de niveau du TN entre le plan d'état des lieux et le LIDAR 2022

Il a également été vérifié que la représentation du fond du lit des cours d'eau était bonne dans le LIDAR.

L'écoulement dans les cours d'eau n'est pas pérenne, le laser a pu bien capter le fond du lit lors du levé LIDAR. Une comparaison entre un profil levé en 2012 dans le cadre de l'étude hydraulique et le LIDAR montre une bonne correspondance au droit du lit mineur.

Un Modèle Numérique de Terrain a été créé, il est présenté sur la Planche 7.

→ Cf. Planche 7 : Modèle Numérique de Terrain et sources des données

Légende

plan topo Enerval	7.535 - 8.045	9.502 - 9.721	11.179 - 11.470	12.928 - 13.219	15.624 - 15.770
Zone modélisée	8.045 - 8.482	9.721 - 10.013	11.470 - 11.762	13.219 - 13.511	15.770 - 16.572
zone du projet	8.482 - 8.774	10.013 - 10.304	11.762 - 12.053	13.511 - 13.875	16.572 - 17.228
MNT	8.774 - 9.065	10.304 - 10.596	12.053 - 12.345	13.875 - 14.385	17.228 - 17.956
	4.911 - 6.952	9.065 - 9.284	10.596 - 10.887	12.345 - 12.636	14.385 - 14.968
	6.952 - 7.535	9.284 - 9.502	10.887 - 11.179	12.636 - 12.928	14.968 - 15.624
					18.758 - 23.495

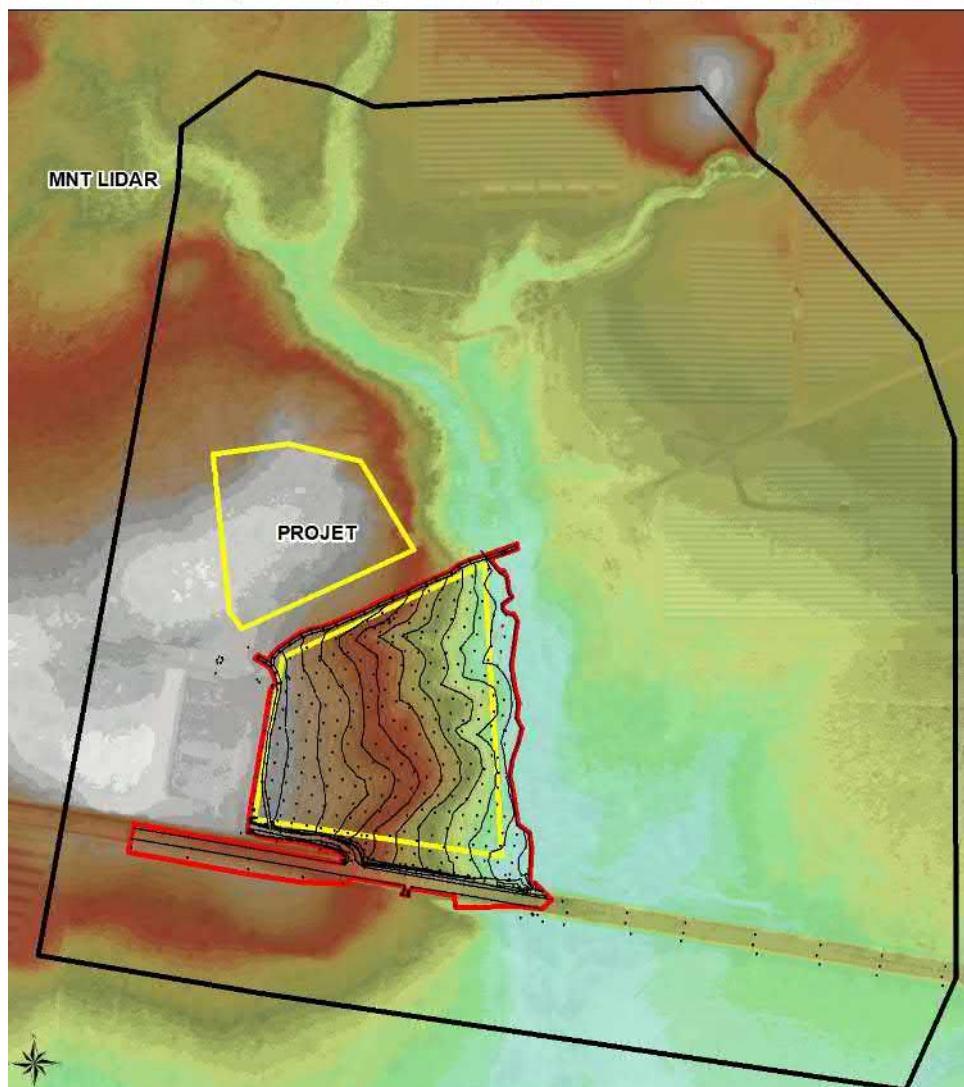


Figure 21 : MNT et sources des données topographiques

5.5 Géométrie du modèle

La géométrie du modèle se base sur la géométrie précédemment décrite.

L'ouvrage de franchissement de la RT1 est intégré au modèle (levé en 2012).

5.6 Coefficients de Strickler

Les coefficients de Strickler, qui sont des valeurs classiques tenant compte de l'occupation des sols observée lors de la visite de site sont de :

- 20 en lit majeur (lit majeur plaine de savane à niaoulis avec quelques arbustes),

- 25 en lit mineur (lit mineur avec herbes hautes et arbres),
- 30 sur les pistes non revêtues, les zones couvertes par les panneaux solaires,
- 40 sur la RT1.

5.7 Conditions aux limites amont

En amont des cours d'eau modélisés (au droit des injections de débit sur les creeks présentés sur le synoptique hydraulique), les hydrogrammes de crue pour les crues théoriques de période de retour 10, 20 et 100 ans ont été injectés.

5.8 Condition limite aval

La condition limite aval retenue correspond aux niveaux calculés sur le profil en aval immédiat de la RT1 dans le modèle de 2012. La simulation de la crue vingtennale a été ajoutée, en injectant les débits vingtennaux dans le modèle (ratio 1/1.45 du débit centennal).

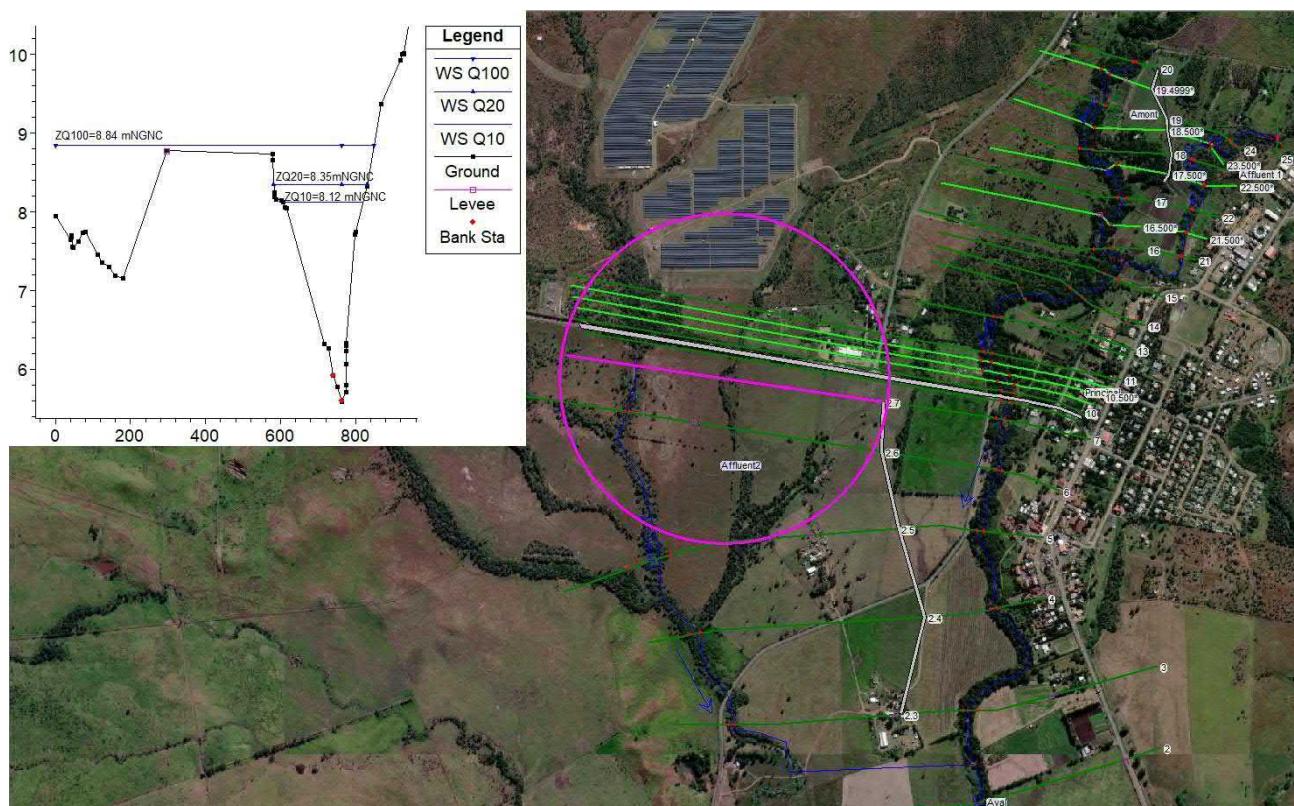


Figure 22 : Modèle hydraulique de 2012 et niveaux atteints sur le profil 2.7

Les niveaux d'eau retenus comme condition limite aval sont :

- 8.84 mNGNC pour la crue centennale,
- 8.35 mNGNC pour la crue vingtennale,
- 8.12 mNGNC pour la crue décennale.

6. CARACTERISATION DE L'ETAT ACTUEL

Les simulations en état actuel ont été effectuées pour les crues de période de retour 10, 20 et 100 ans. Quelle que soit la crue, la zone nord du projet (au nord de la ligne haute tension) est hors d'eau.

6.1 Crue décennale

Les cartes des hauteurs d'eau maximales et vitesses d'écoulement maximales aux alentours du projet, en crue décennale sont présentées sur les Planche 8 et Planche 9.

- Cf. Planche 8 : Hauteurs d'eau en crue décennale
- Cf. Planche 9 : Vitesses en crue décennale

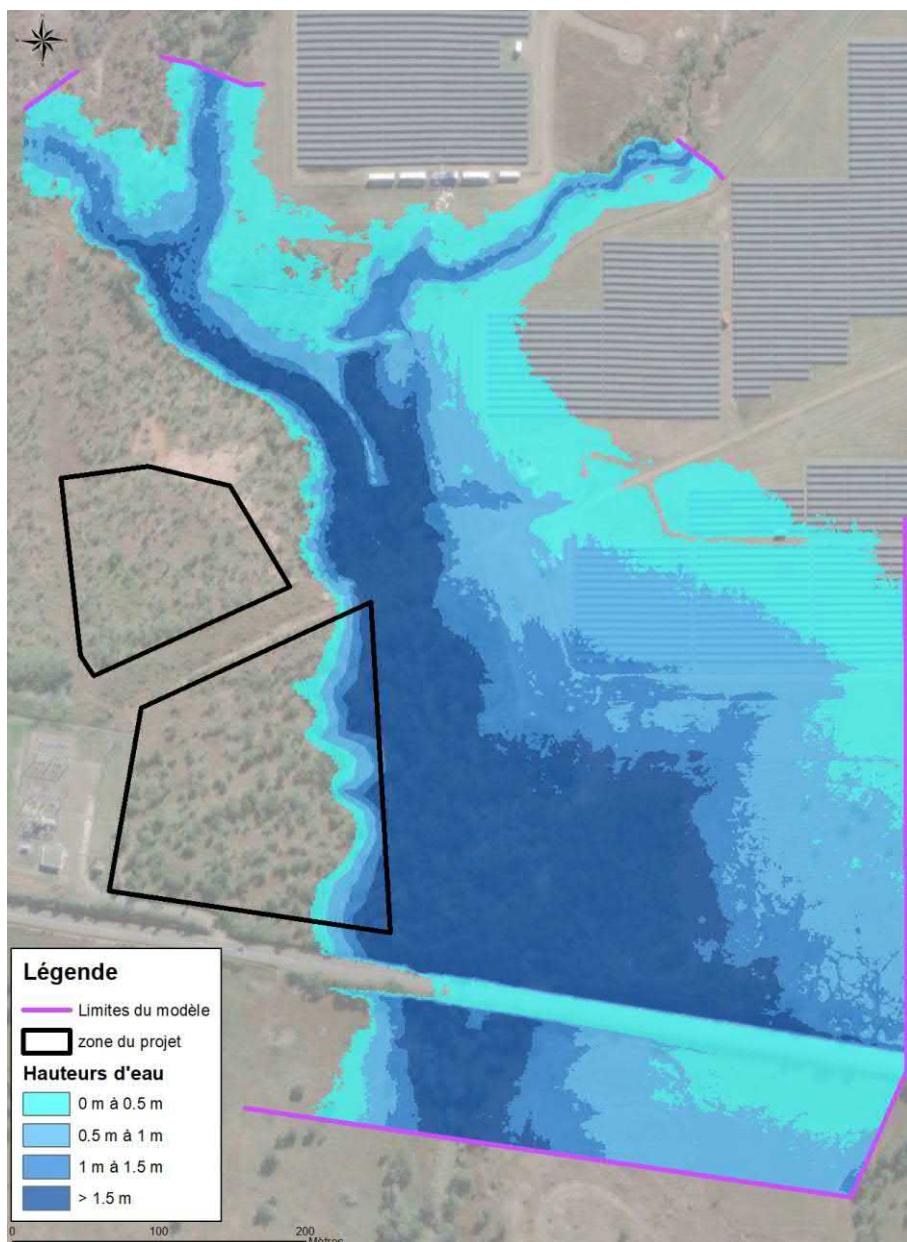


Figure 23 : Hauteurs d'eau en crue décennale en état actuel

En crue décennale, une petite partie à l'est de la zone du projet (bande de 50 m) est inondée par une lame d'eau atteignant jusqu'à 1.5m. La RT1 n'est pas inondée sur le pont, en revanche, à l'est du pont, elle est submergée par moins de 20 cm. Le pont est en charge. La ligne d'eau à proximité du projet est à la cote 9.5 mNGNC environ.

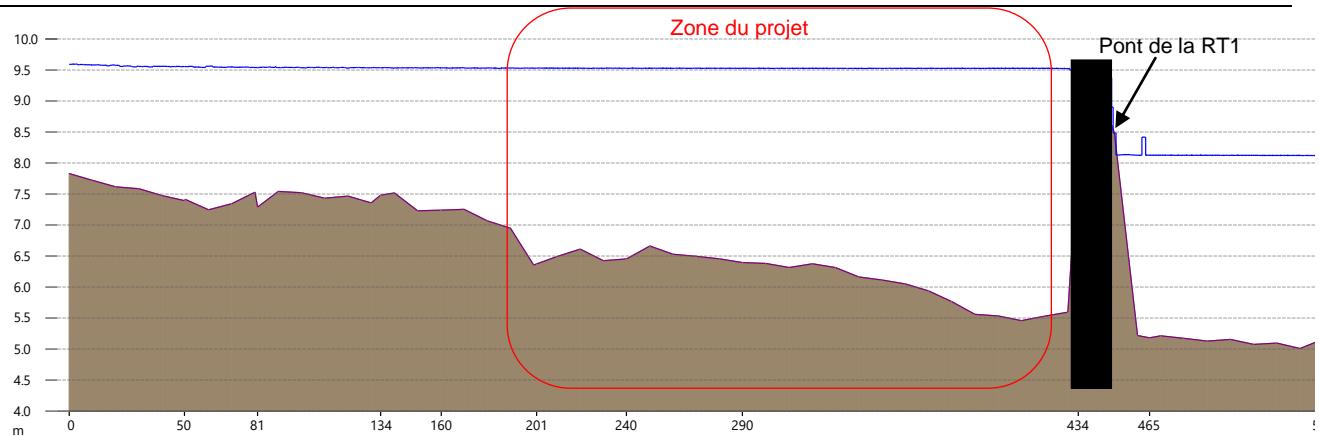


Figure 24 : Profil en long du cours d'eau en crue décennale

Les pertes de charges au passage de la RT1 sont de l'ordre de 1.3m.

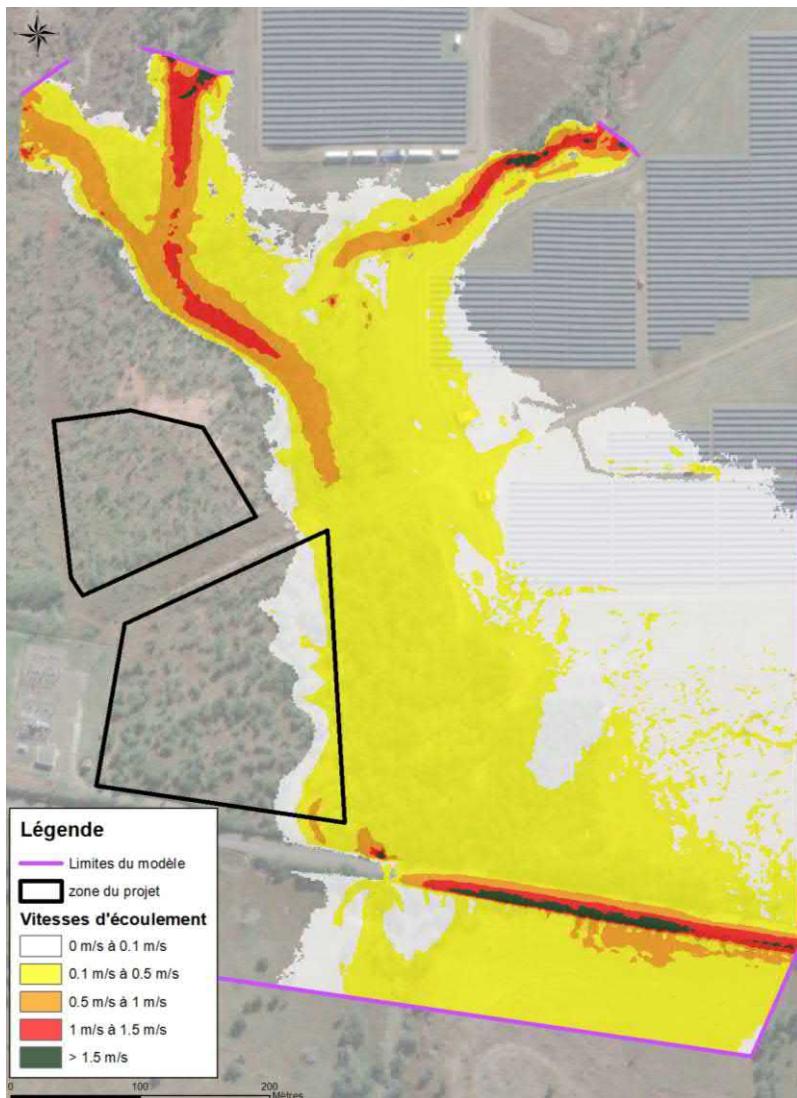


Figure 25 : Vitesses maximales d'écoulement en crue décennale en état actuel

Sur la zone du projet, les vitesses d'écoulement sont faibles en crue décennale, inférieures à 0.5 m/s.

6.2 Crue vingtennale

Les cartes des hauteurs d'eau maximales et vitesses d'écoulement maximales aux alentours du projet en crue vingtennale sont présentées sur les Planche 10 et Planche 11.

→ Cf. Planche 10 : Hauteurs d'eau en crue vingtennale

→ Cf. Planche 11 : Vitesses en crue vingtennale

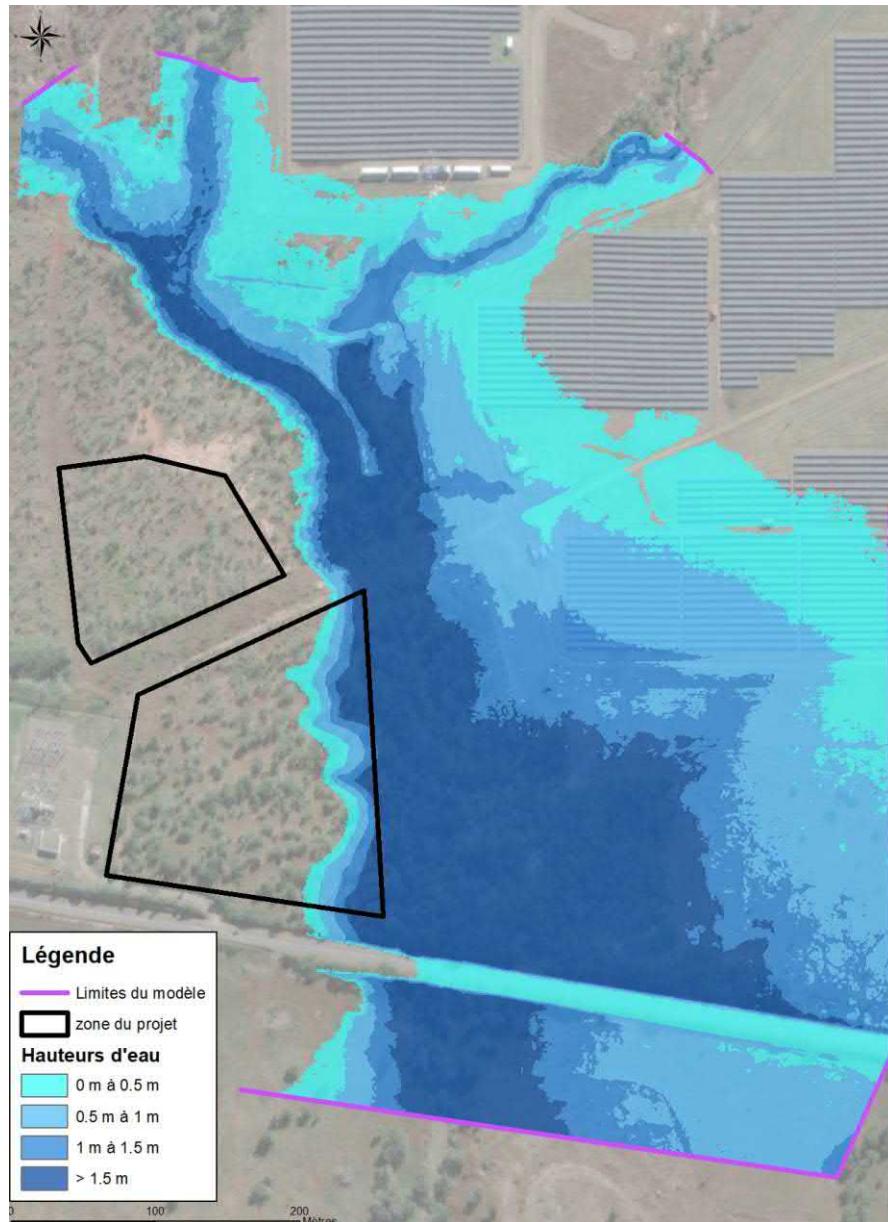


Figure 26 : Hauteurs d'eau en crue vingtennale en état actuel

En crue vingtennale également, une petite partie à l'est de la zone du projet (bande de 50 m) est inondée par une lame d'eau atteignant jusqu'à 1.5m. La RT1 n'est pas inondée sur le pont, en revanche, à l'est du pont, elle est submergée par moins de 25 cm. Le pont est en charge. La ligne d'eau à proximité du projet est à la cote 9.6 mNGNC environ.

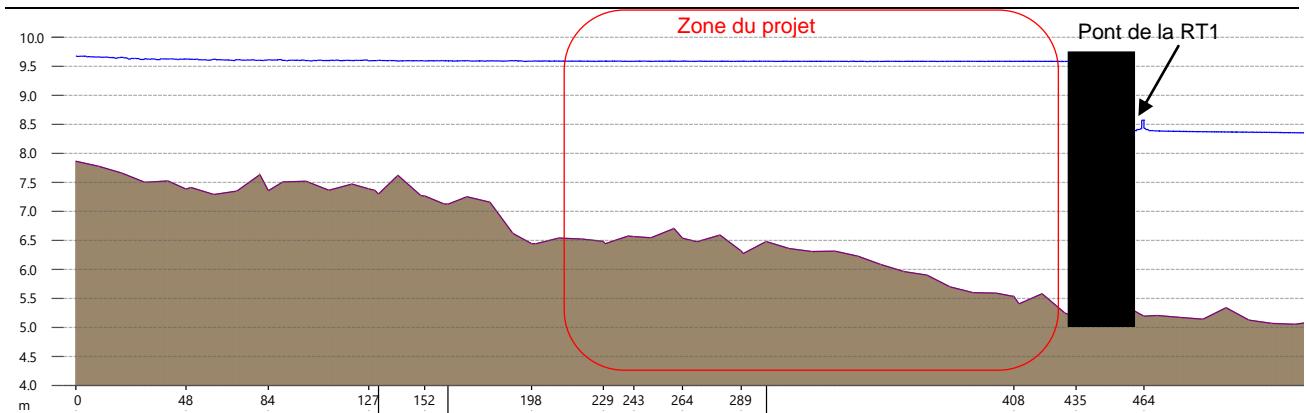


Figure 27 : Profil en long du cours d'eau en crue vingtennale

Les pertes de charges au passage de la RT1 sont de l'ordre de 1.2m.

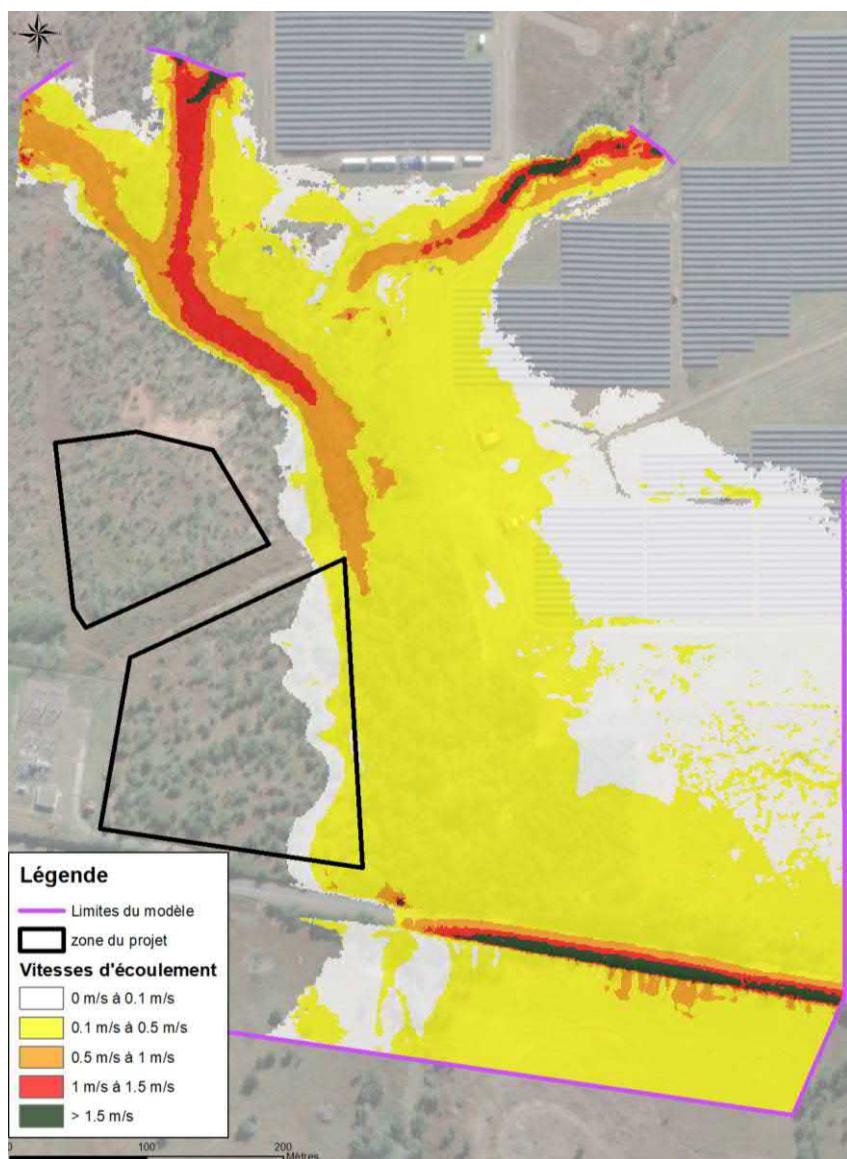


Figure 28 : Vitesses maximales d'écoulement en crue vingtennale en état actuel

Sur la zone du projet, les vitesses d'écoulement sont faibles en crue vingtennale, inférieures à 0.5 m/s.

6.3 Crue centennale

Les cartes des hauteurs d'eau maximales et vitesses d'écoulement maximales aux alentours du projet en crue centennale sont présentées sur les Planche 12 et Planche 13.

- Cf. Planche 12 : Hauteurs d'eau en crue centennale
- Cf. Planche 13 : Vitesses en crue centennale

Les isocotes sont représentées sur la Planche 12, elles représentent le niveau maximal d'inondation atteint pour la crue centennale. Le projet (la zone sud) se situe entre les cotes 9.7 mNGNC au nord et 9.65 mNGNC en amont immédiat de la RT1.

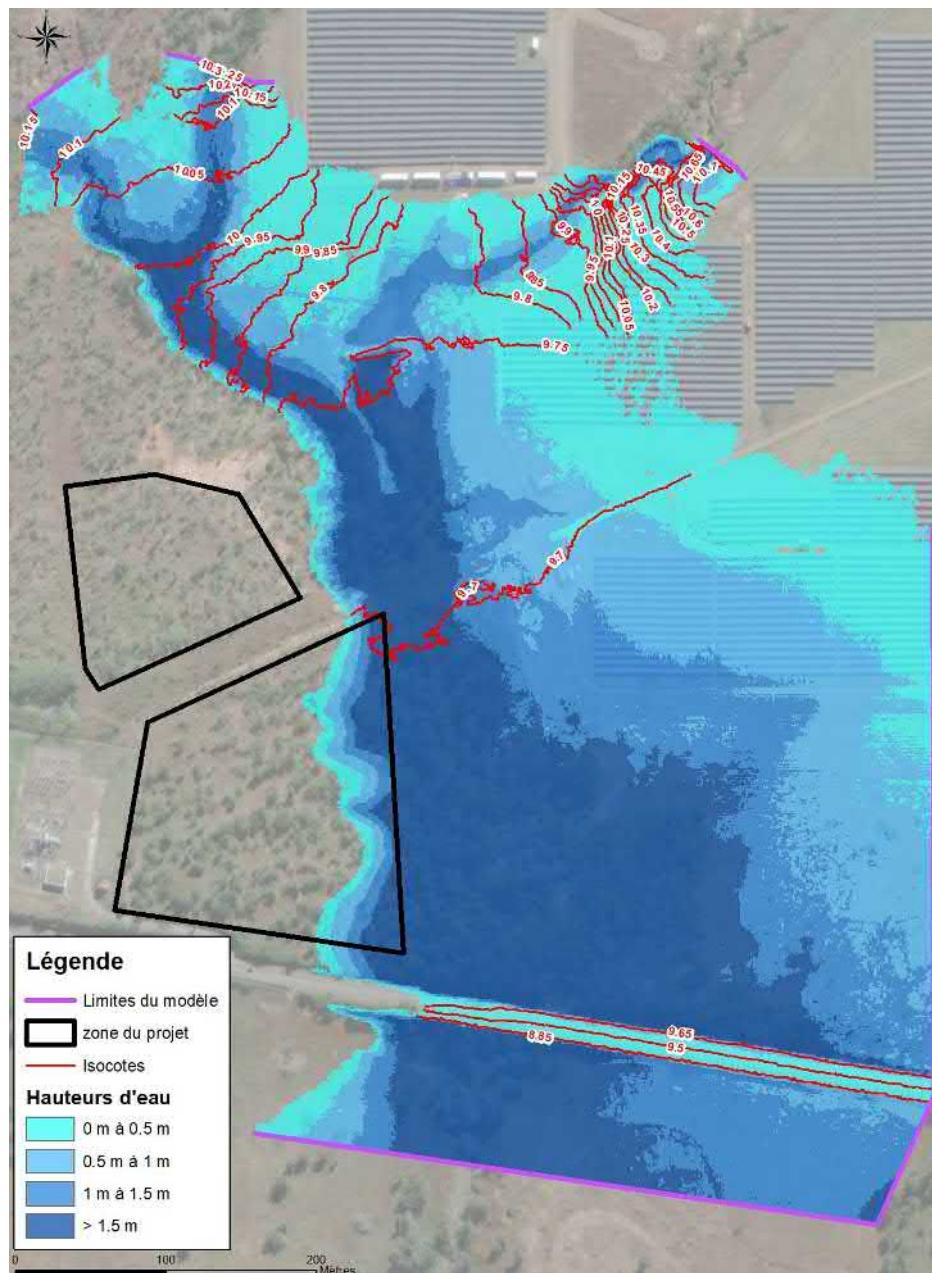


Figure 29 : Hauteurs d'eau en crue centennale en état actuel

En crue centennale également, une petite partie à l'est de la zone du projet (bande de 60 m) est inondée par une lame d'eau localement supérieure à 1.5m. L'emprise inondable est peu modifiée entre les crues décennale, vingtennale et centennale à proximité du projet. La RT1 est submergée sur le pont par moins de 10 cm, plus à l'est du pont la submersion atteint 35 cm au point le plus bas. La ligne d'eau à proximité du projet est à 9.7 mNGNC environ.

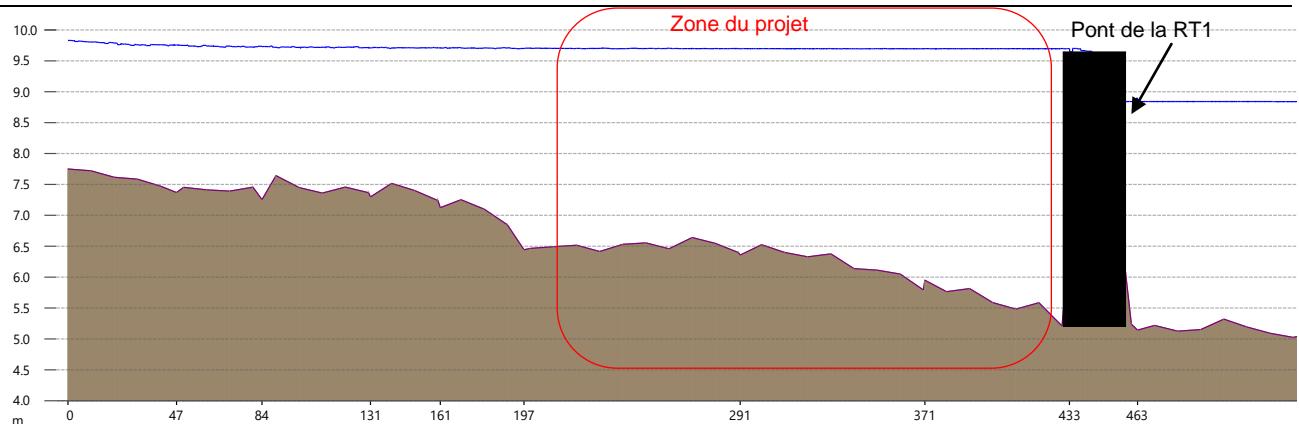


Figure 30 : Profil en long du cours d'eau en crue centennale

Les pertes de charges au passage de la RT1 sont de l'ordre de 0.8m.

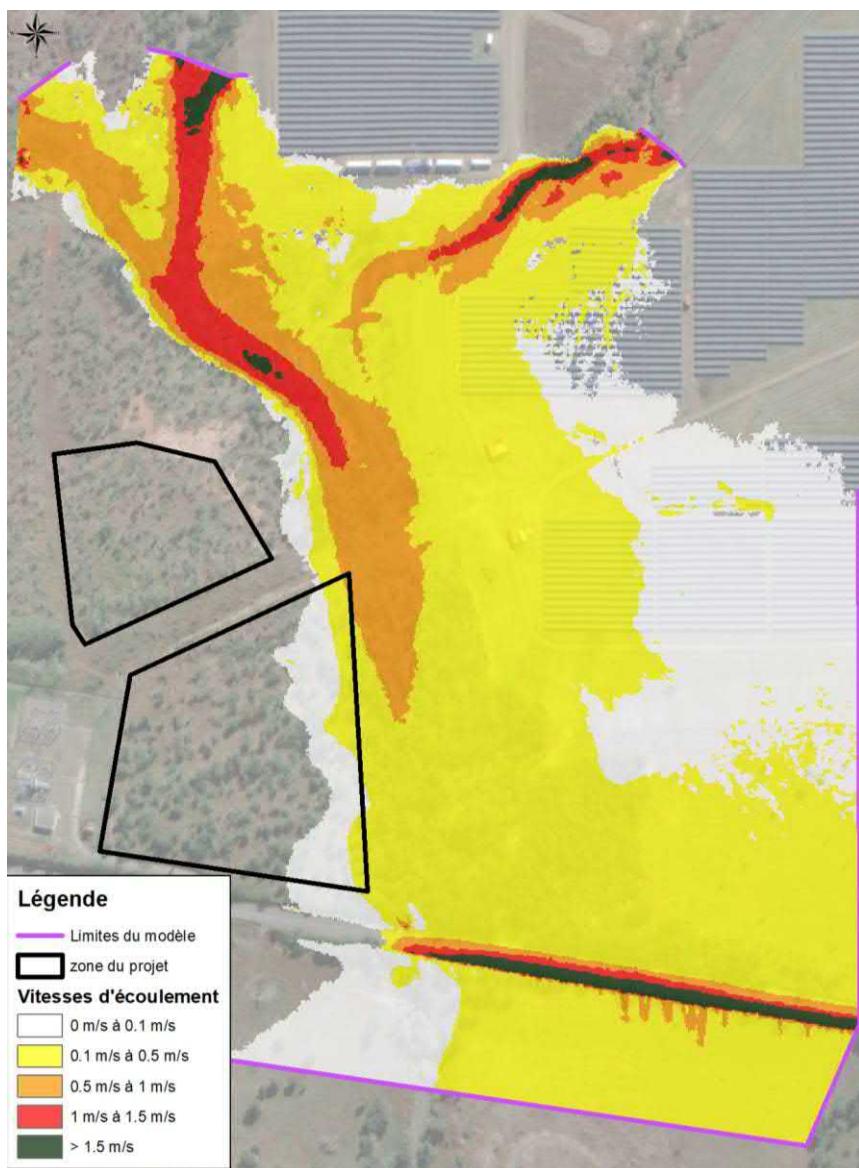


Figure 31 : Vitesses maximales d'écoulement en crue centennale en état actuel

Sur la zone du projet, les vitesses d'écoulement sont faibles en crue centennale, inférieures à 0.5 m/s.

La carte des aléas d'inondation est présentée en Planche 14.

→ Cf. Planche 14 : Aléas inondation

Un aléa est la probabilité d'occurrence en un point donné d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies. Les inondations, glissements de terrains, tornades sont des exemples de phénomènes naturels.

La carte des aléas inondation résulte ici du croisement entre la hauteur d'eau et la vitesse selon les critères suivants:

Vitesse	Faible à modérée	Forte à très forte
Hauteur d'eau	$\leq 1\text{m/s}$	$> 1\text{m/s}$
$H \leq 1\text{ m}$	Moyen	Fort
$1 < H \leq 1,5\text{ m}$	Fort	Très fort
$H > 1,5\text{ m}$	Très fort	

Tableau 5 : Croisement hauteurs/vitesse définissant l'aléa inondation

Une zone de protection des berges et des thalwegs est également représentée. Cette zone est définie par une bande de 6 m de part et d'autre des berges des thalwegs et cours d'eau. Dans cette zone, aucune installation n'est autorisée.

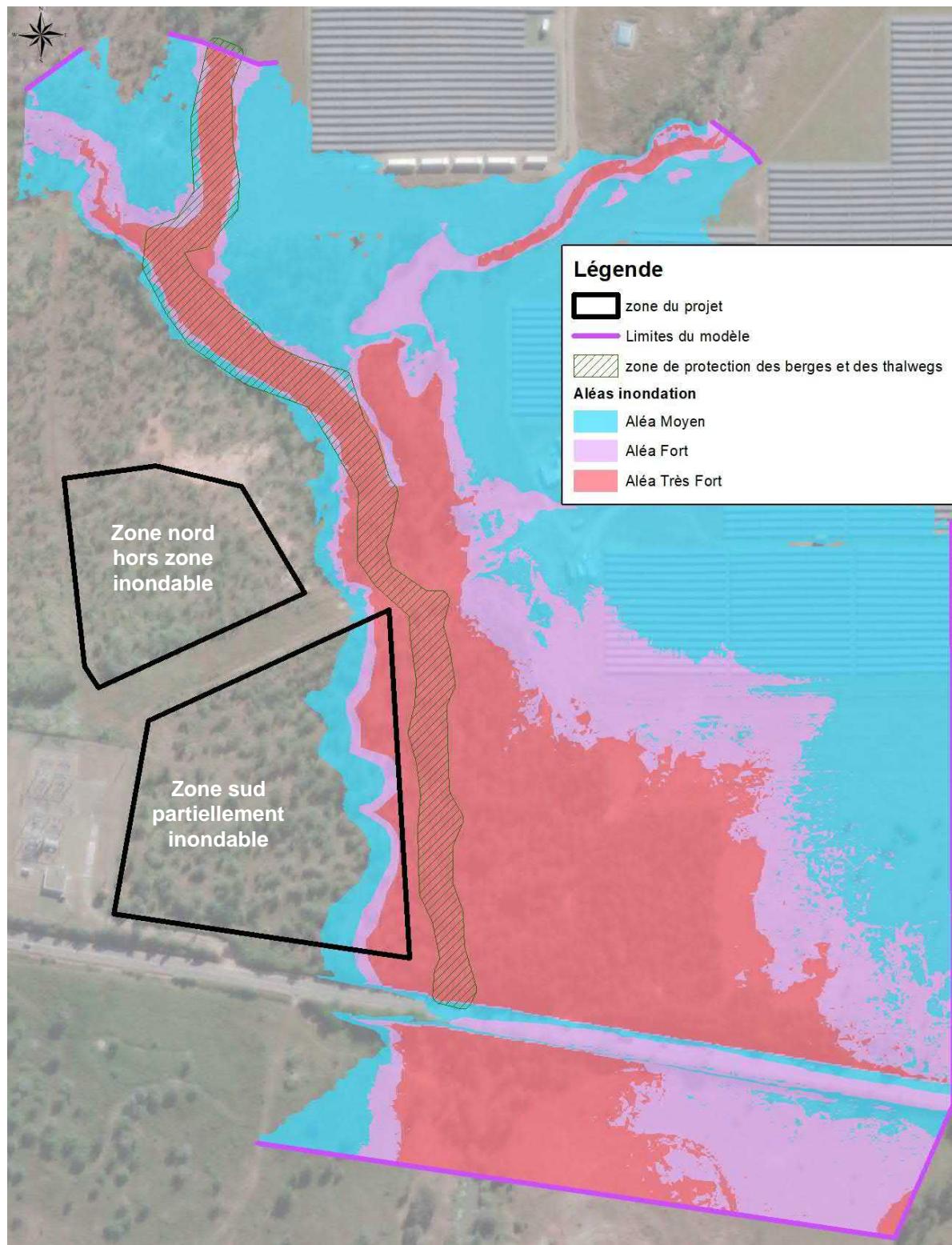


Figure 32 : Carte des aléas d'inondation

La zone nord du projet est hors zone inondable (1.26 ha). La zone sud est en dehors de la zone de protection des berges et des thalwegs. La majorité de la zone sud du projet (72% de la surface de la zone sud, soit 1.88 ha) se trouve hors zone inondable. Sur la zone sud du projet :

- 13% de la surface de la zone du projet (3343 m²) se trouve en aléa moyen,
- 6% de la surface de la zone du projet (1572 m²) se trouve en aléa fort,
- 9% de la surface de la zone du projet (2437 m²) se trouve en aléa très fort.

Les éléments cartographiques sont fournis en Annexe 2. Ils sont référencés en planimétrie dans le système RGNC 1991-1993 projection Lambert NC et en altimétrie dans le système NGNC.

→ Cf. Annexe 2 : Rendus cartographiques

Ils comprennent :

- les hauteurs d'eau en crue centennale,
- les isocotes en crue centennale,
- les zones de vitesses fortes ($>1\text{m/s}$) en crue centennale,
- les aléas inondation en crue centennale,
- la zone de protection des thalwegs et cours d'eau,
- les zones conseillées pour le projet (cf. chapitre suivant).

7. PRECONISATIONS POUR L'EMPLACEMENT DU PROJET

Ce chapitre a pour but de permettre d'affiner le projet, en tenant compte des contraintes d'inondabilité.

En Province Sud, la délibération n°29-2006/APS du 27/07/2006 fixe les règles de constructibilité en zones inondables.

En aléa très fort, aucune construction nouvelle n'est autorisée sur une parcelle non bâtie.

En aléa fort, une construction nouvelle est possible si les dispositions constructives retenues permettent la mise en sécurité des personnes et la minimisation des conséquences économiques.

En aléa moyen, toutes les constructions nouvelles peuvent être autorisées, moyennant une mise hors d'eau du plancher habitable.

Sur les zones en aléas inondation fort et moyen, l'implantation des installations est donc possible, moyennant une mise hors d'eau des installations.

En aléa fort, il sera demandé par la DAVAR une étude d'impact hydraulique (en option dans notre offre).

La Planche 15 présente les préconisations pour l'emplacement du projet relatives à l'inondabilité.

→ Cf. Planche 15 : Carte des préconisations pour l'emplacement du projet

- Sur cette carte, une première zone (en rouge sur la planche) permettant aux installations d'être en sécurité, hors zone inondable a été tracée.
Elle est basée sur la zone de projet initialement fournie à laquelle ont été retranchées les zones inondables.

Cette « zone 1 » représente une surface de $1.26+1.88=3.14 \text{ ha}$.

- Une deuxième zone (en orange sur la planche) qui permettrait au projet de rester circonscrit aux aléas moyen (hauteur d'eau $< 1\text{m}$, vitesse $< 1\text{m/s}$) a été tracée.
Elle est basée sur la zone de projet initialement fournie à laquelle ont été retranchées les zones où les aléas inondation sont fort ou très fort.

Cette « zone 2 » représente une surface de 0.33 ha .



Figure 33 : Préconisations relatives à l'emplacement du projet

8. PLANCHES

Planche 1 : Localisation de la zone d'étude

Planche 2 : Cadastre foncier

Planche 3 : Occupation du sol, 2014

Planche 4 : Localisation des enjeux autour du projet

Planche 5 : Bassins versants

Planche 6 : Synoptique du modèle hydraulique

Planche 7 : Modèle Numérique de Terrain et sources des données

Planche 8 : Hauteurs d'eau en crue décennale

Planche 9 : Vitesses en crue décennale

Planche 10 : Hauteurs d'eau en crue vingtennale

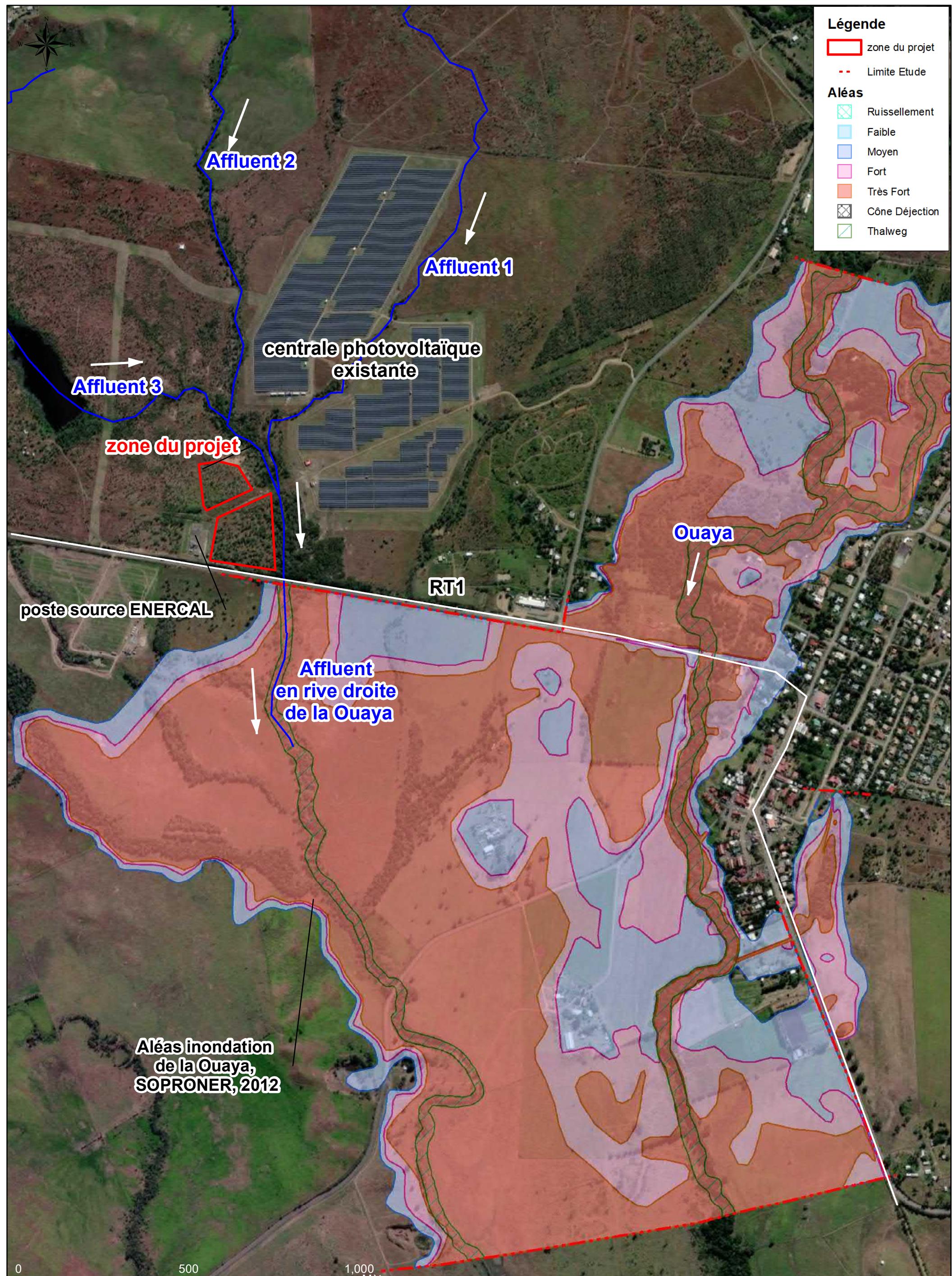
Planche 11 : Vitesses en crue vingtennale

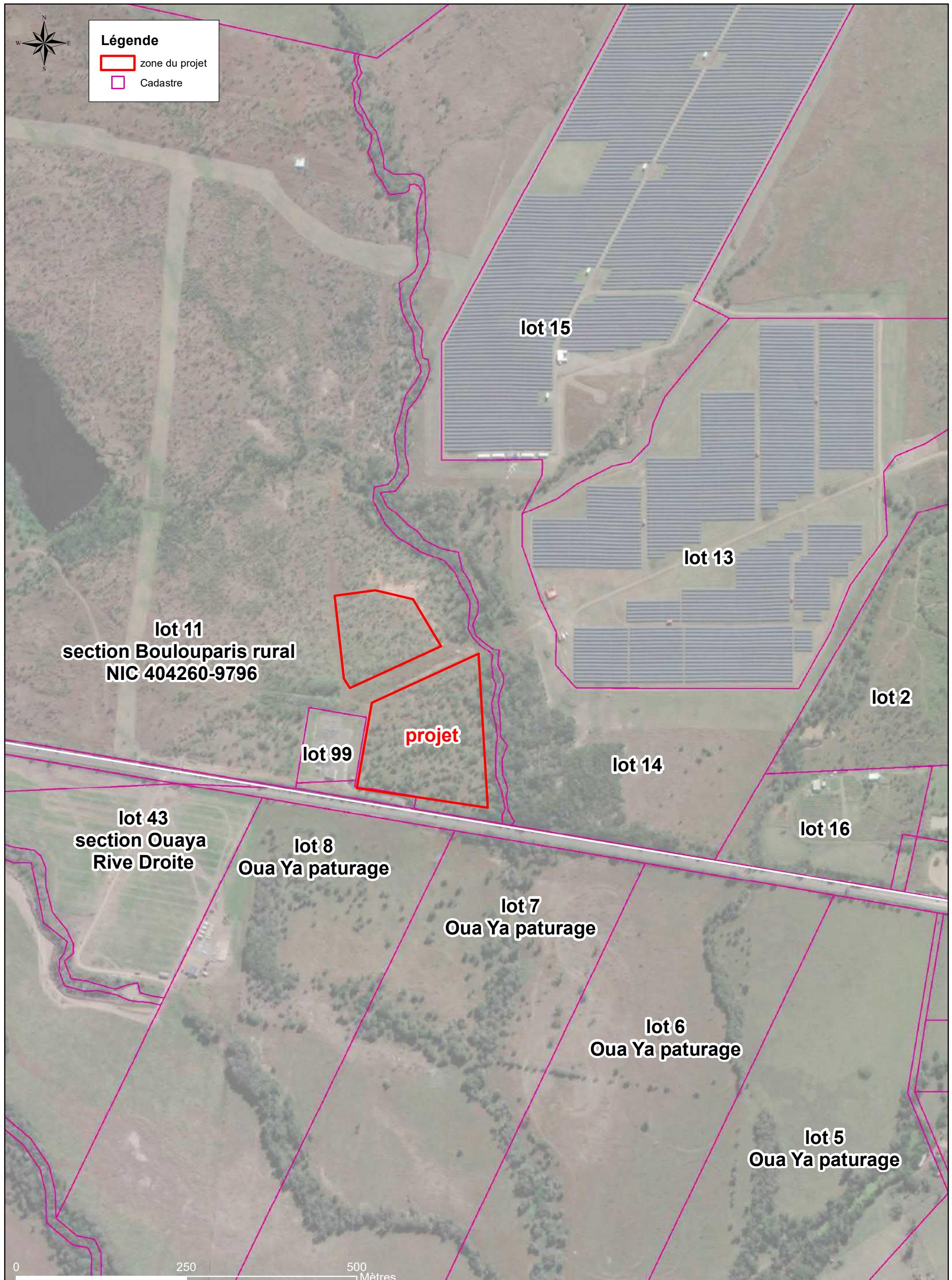
Planche 12 : Hauteurs d'eau en crue centennale

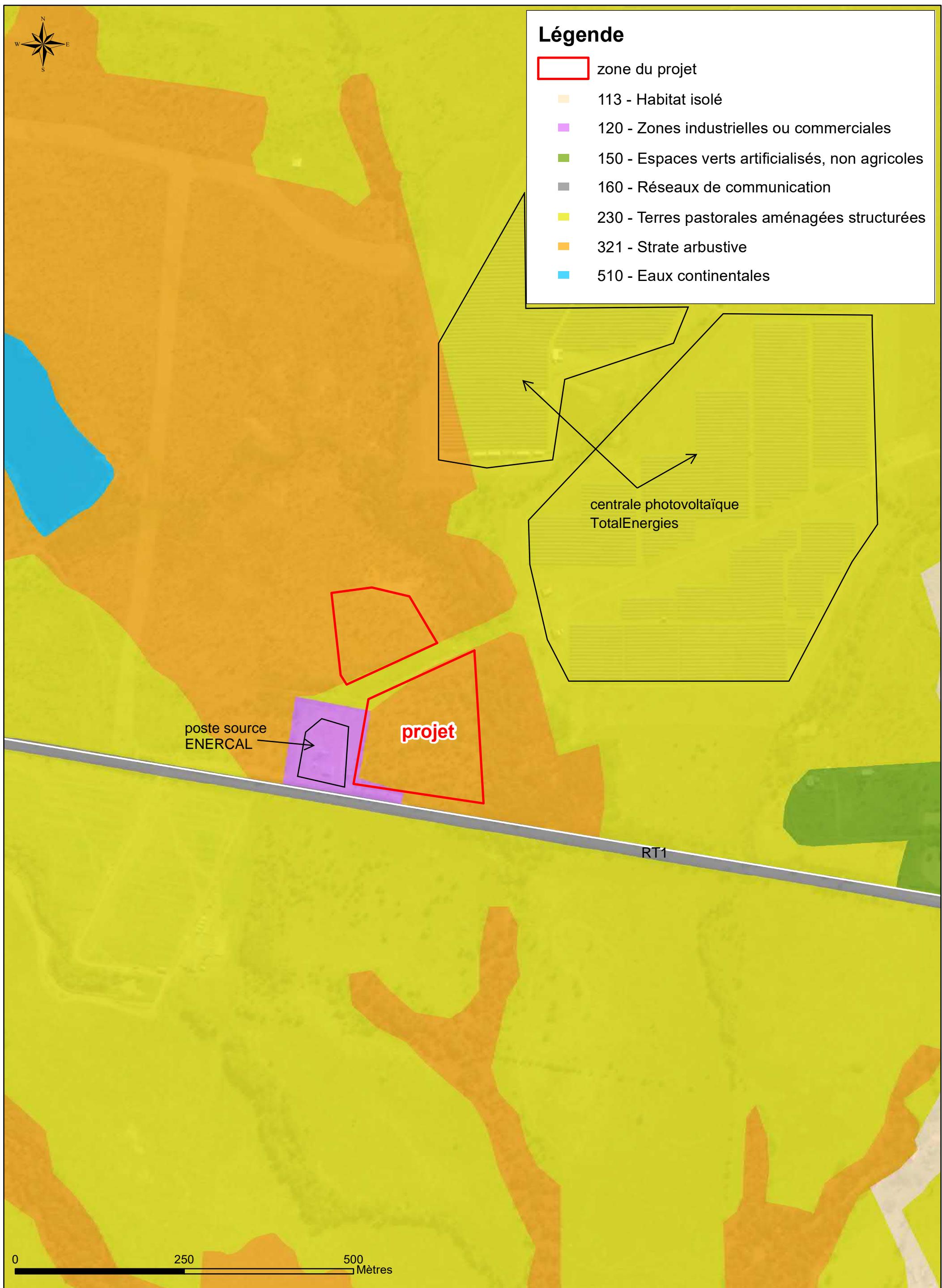
Planche 13 : Vitesses en crue centennale

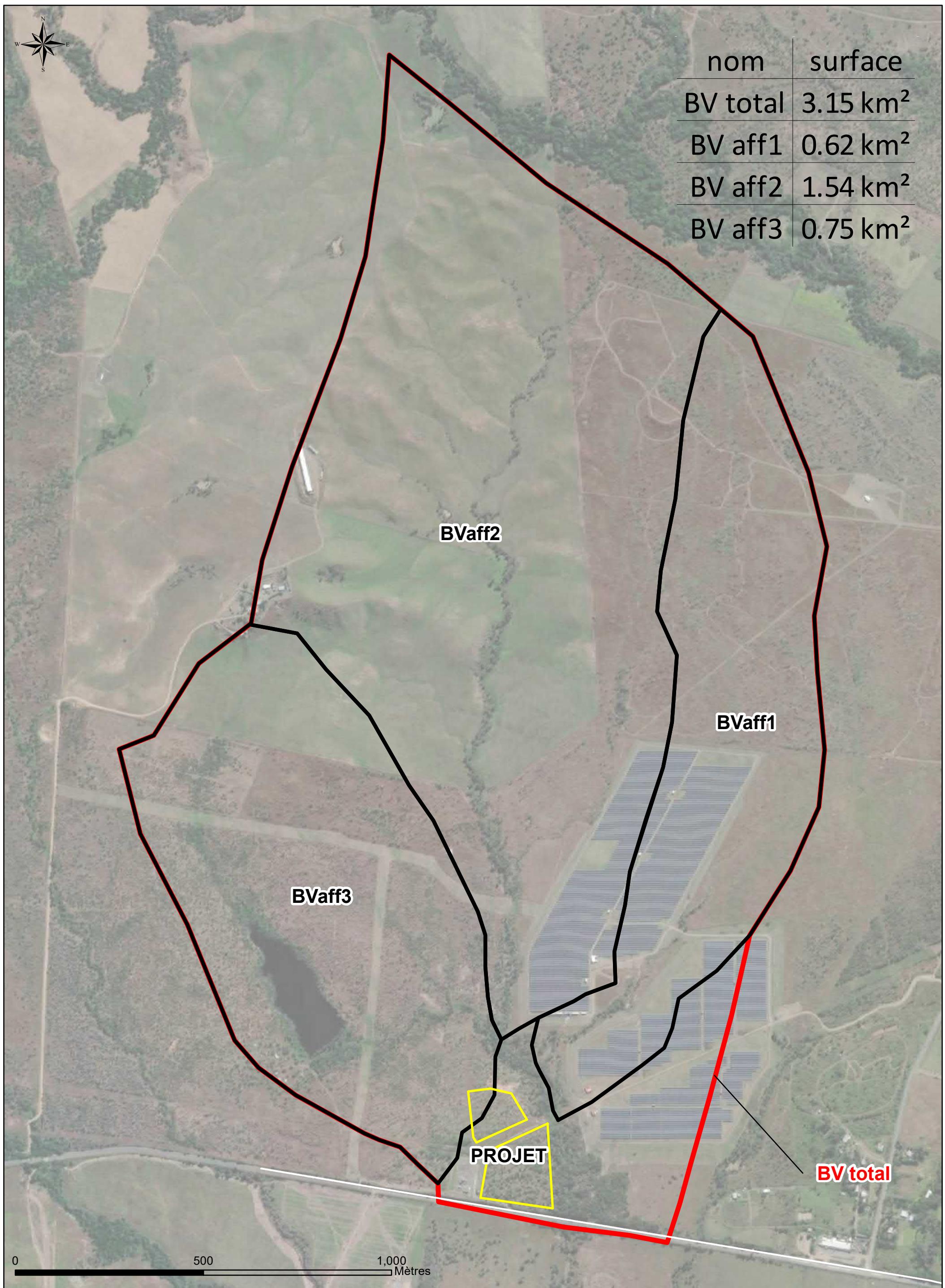
Planche 14 : Aléas inondation

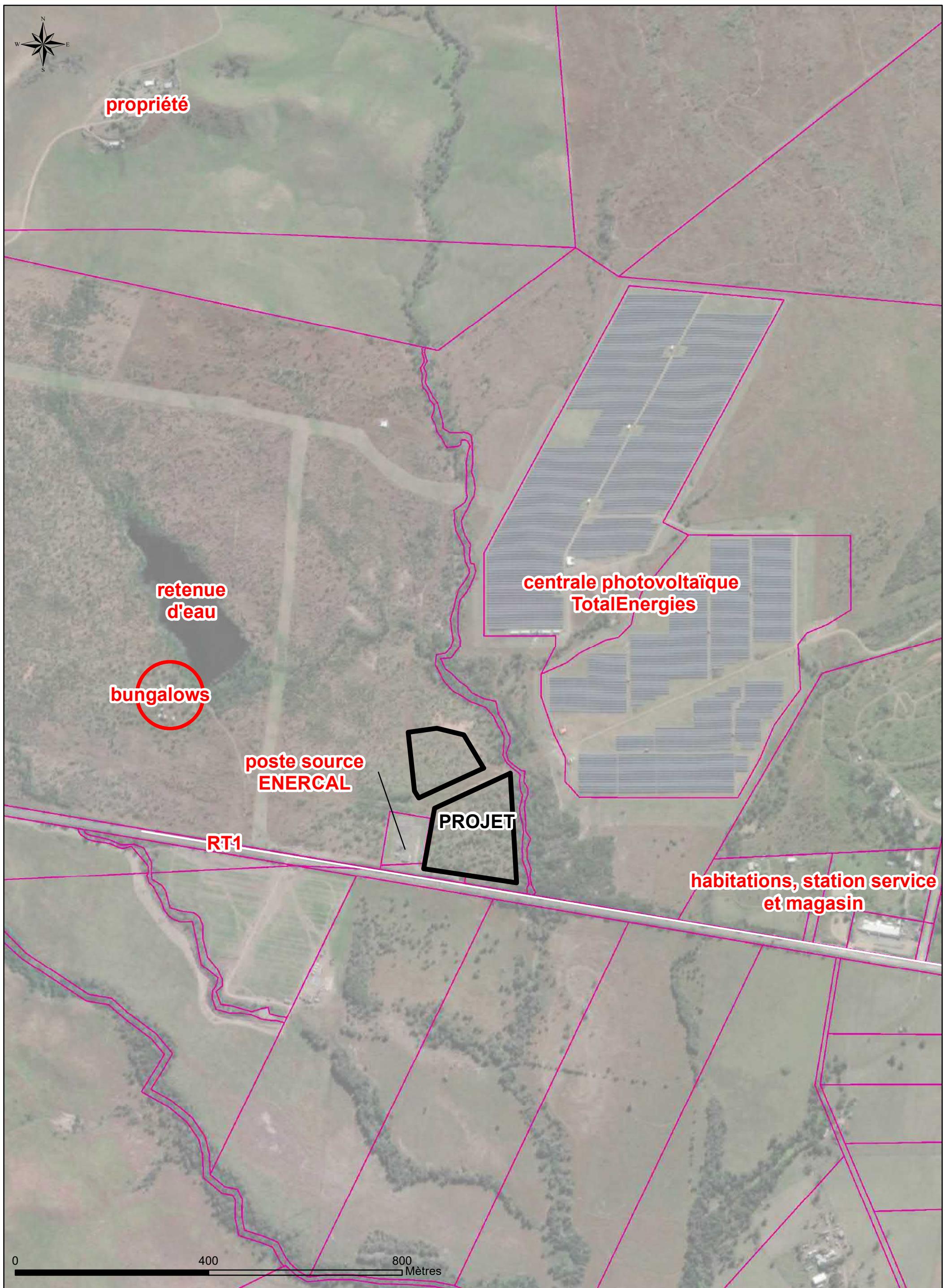
Planche 15 : Carte des préconisations pour l'emplacement du projet

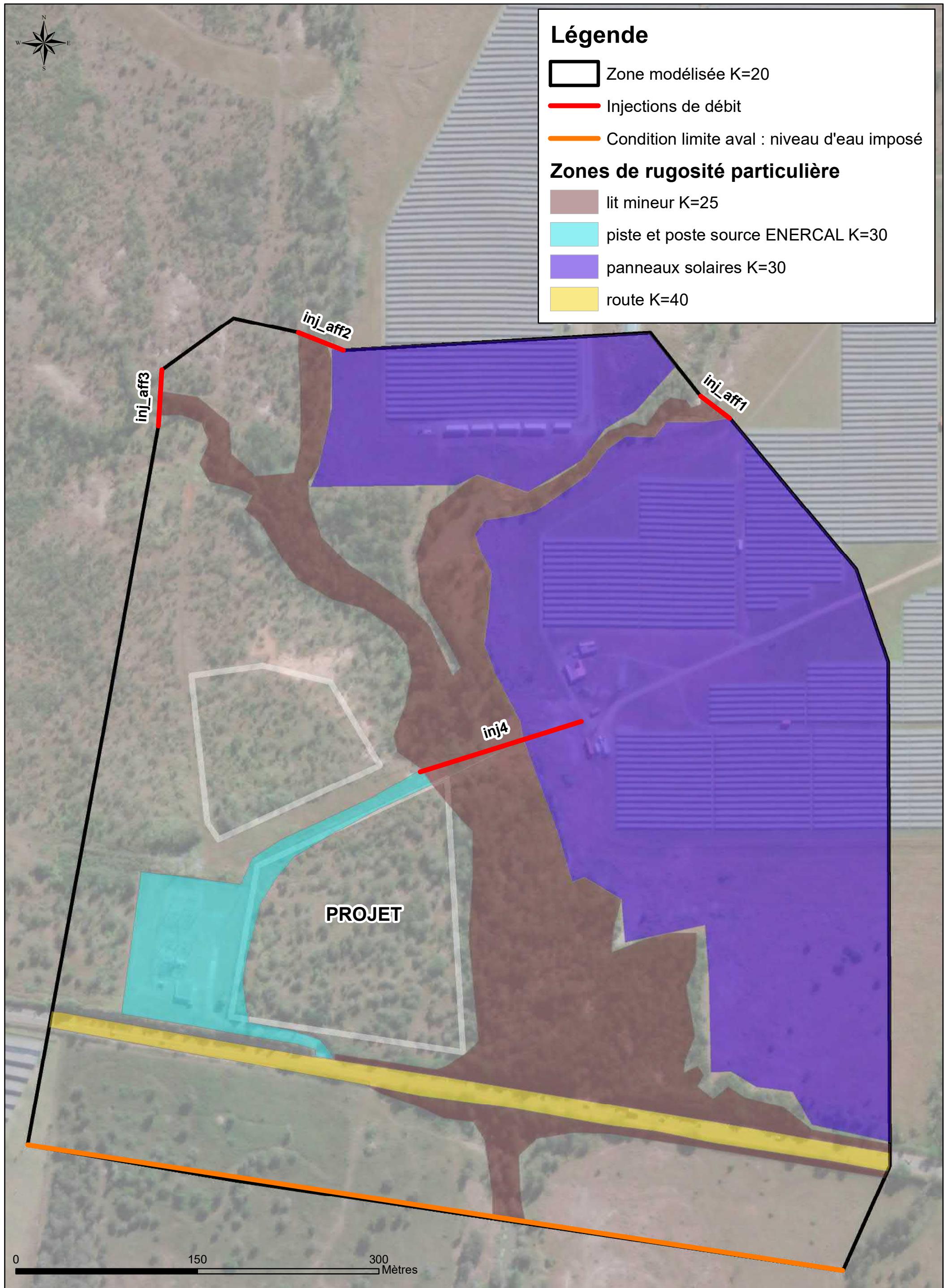






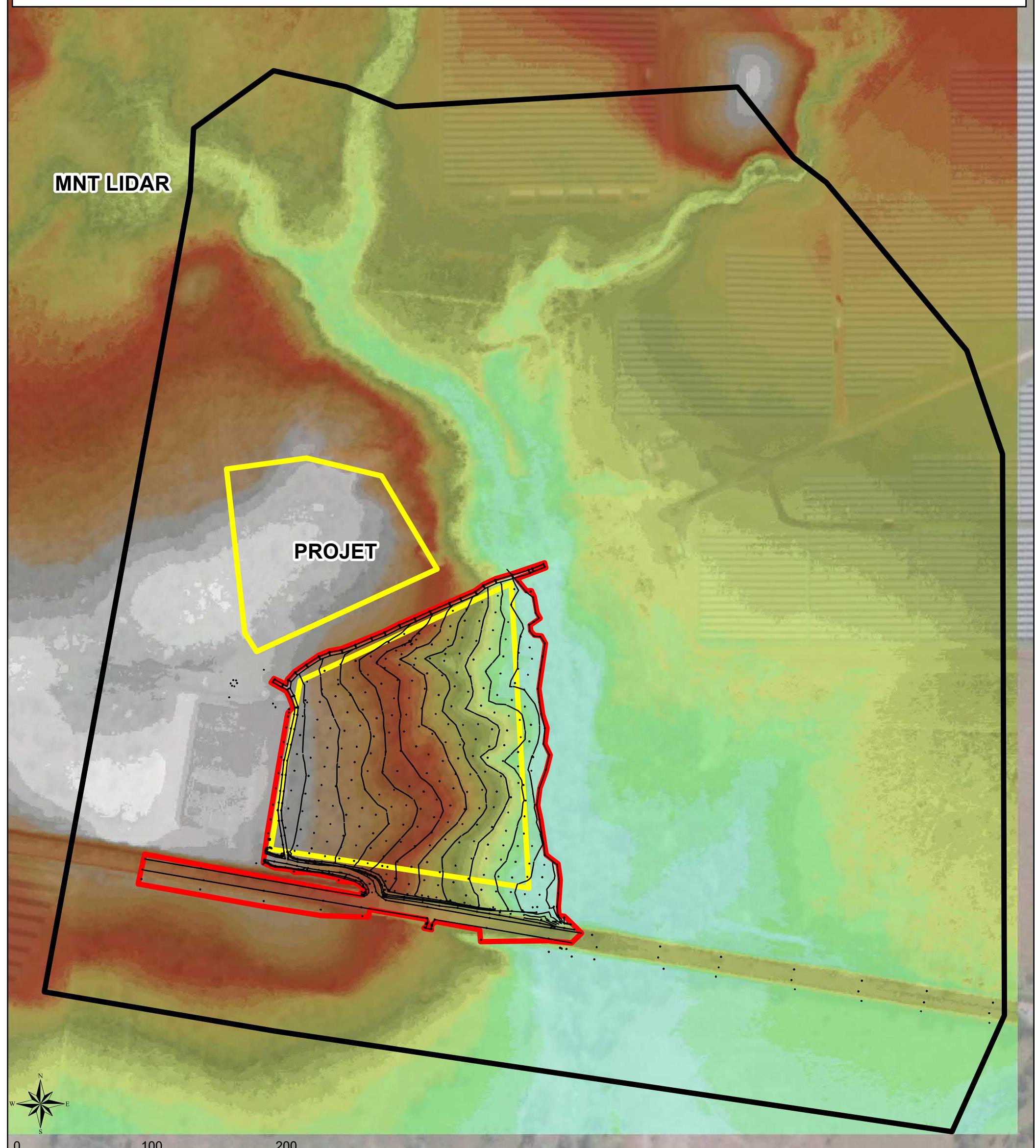


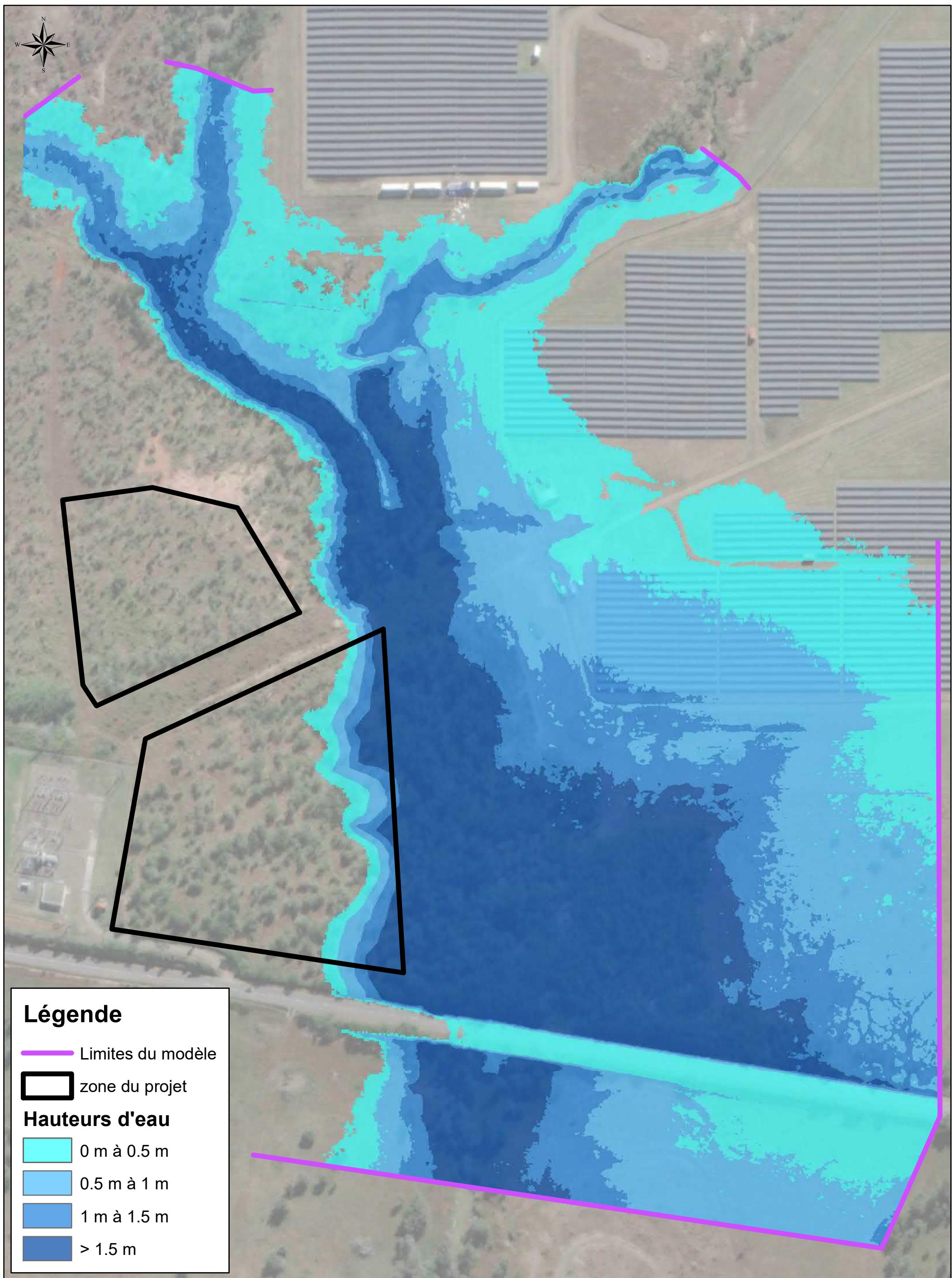


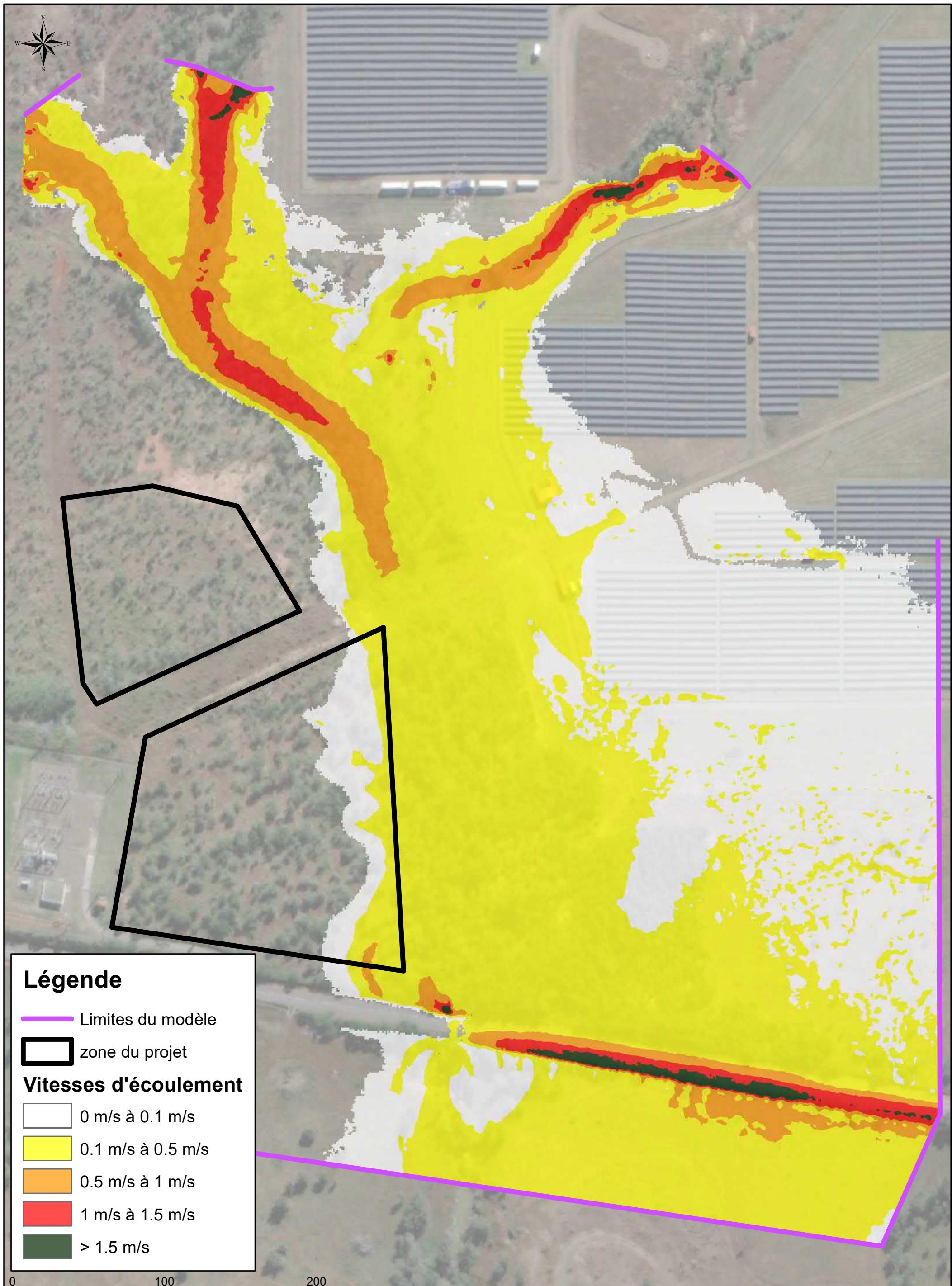


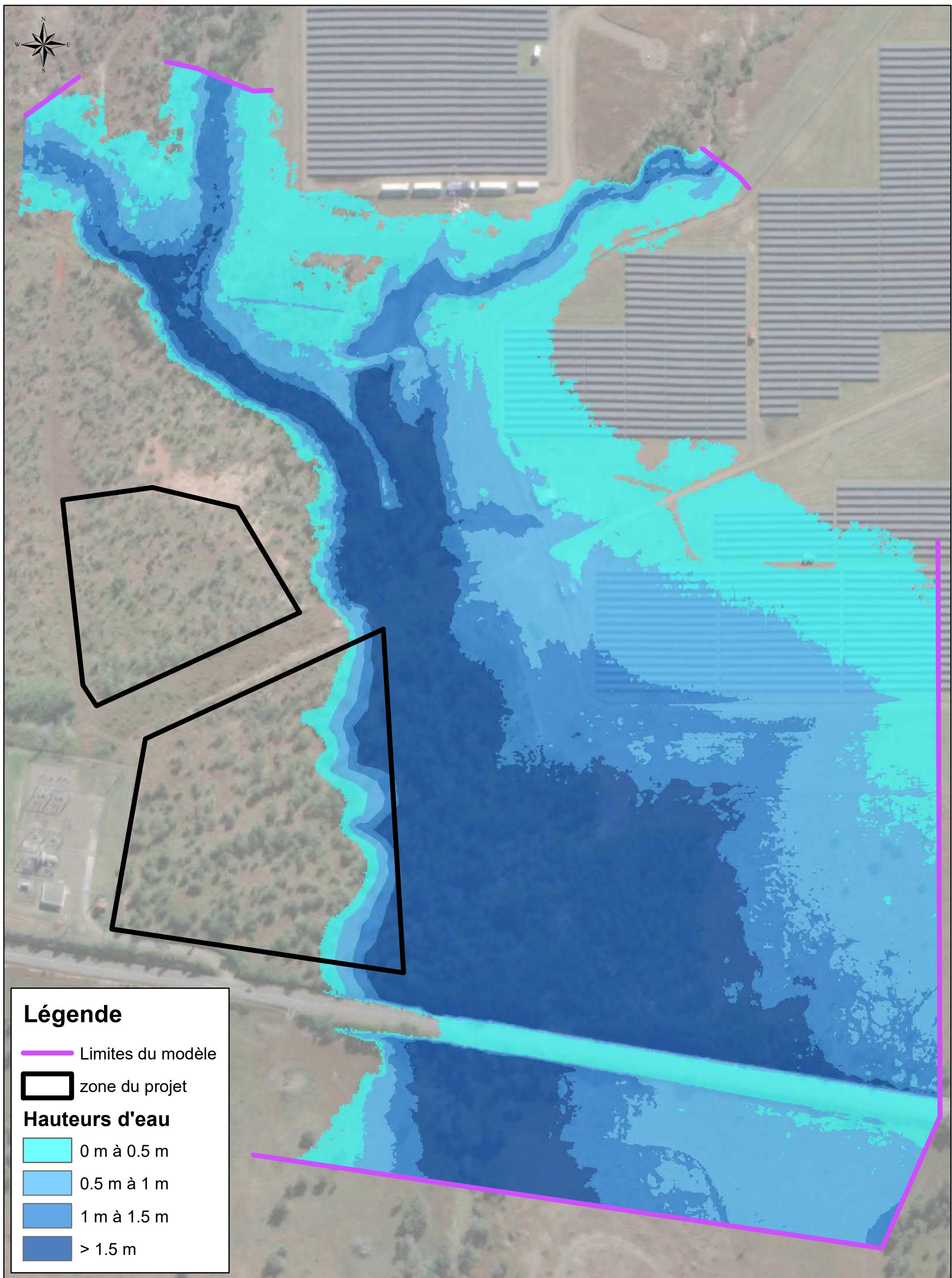
Légende

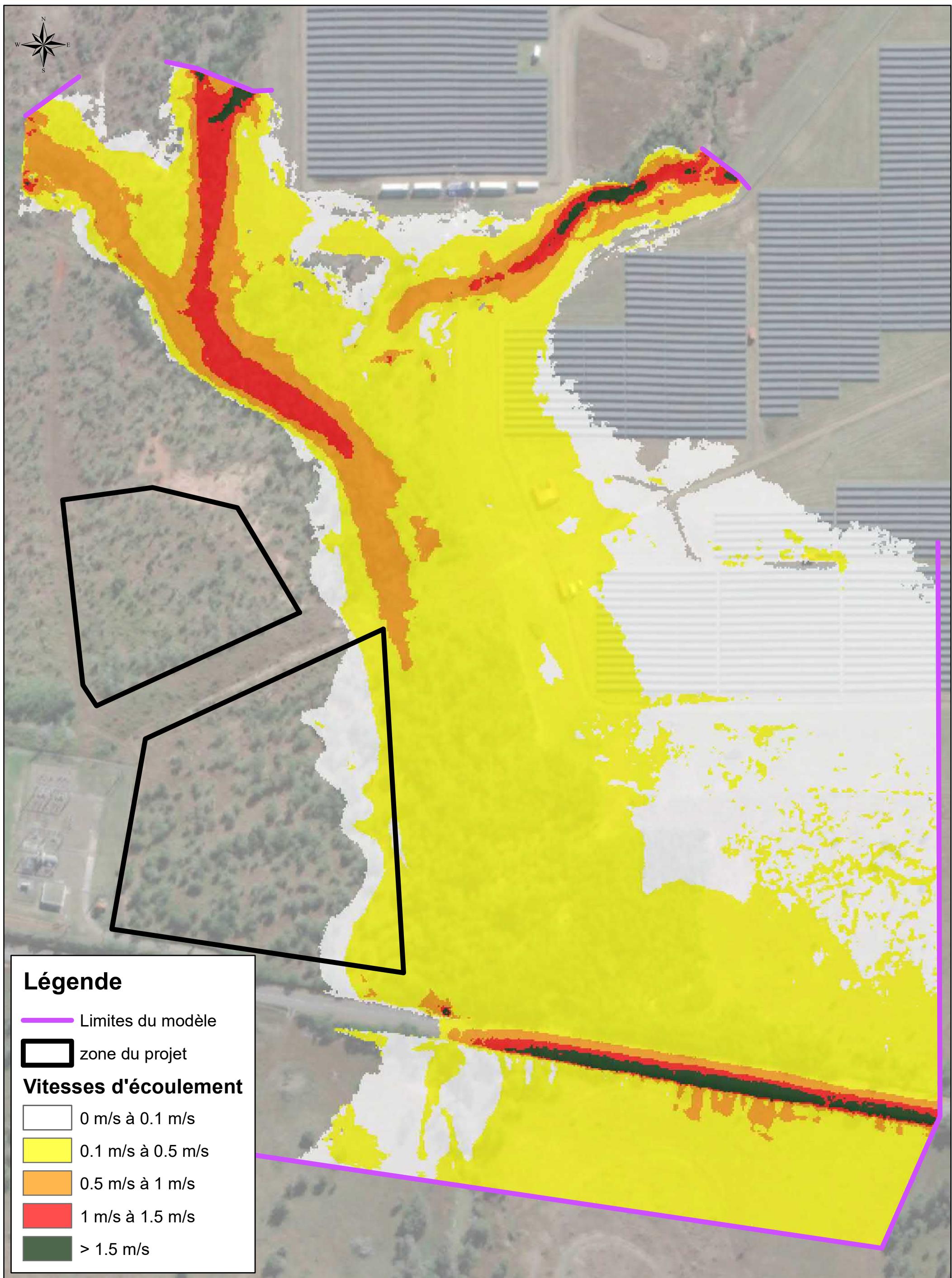
plan topo Enercal	7.535 - 8.045	9.502 - 9.721	11.179 - 11.470	12.928 - 13.219	15.624 - 15.770
Zone modélisée	8.045 - 8.482	9.721 - 10.013	11.470 - 11.762	13.219 - 13.511	15.770 - 16.572
zone du projet	8.482 - 8.774	10.013 - 10.304	11.762 - 12.053	13.511 - 13.875	16.572 - 17.228
MNT	8.774 - 9.065	10.304 - 10.596	12.053 - 12.345	13.875 - 14.385	17.228 - 17.956
	4.911 - 6.952	9.065 - 9.284	10.596 - 10.887	12.345 - 12.636	17.956 - 18.758
	6.952 - 7.535	9.284 - 9.502	10.887 - 11.179	12.636 - 12.928	14.968 - 15.624
					18.758 - 23.495

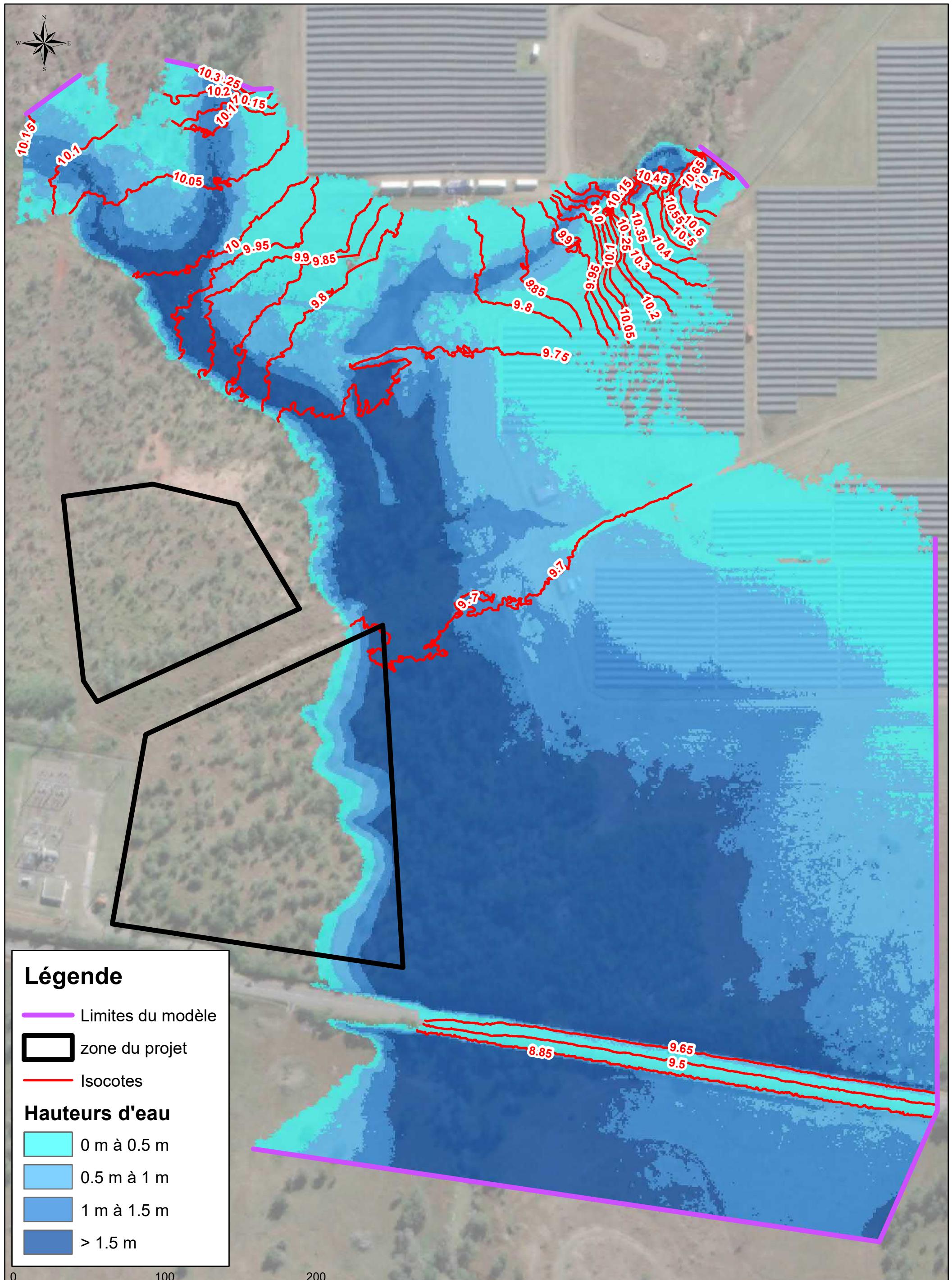


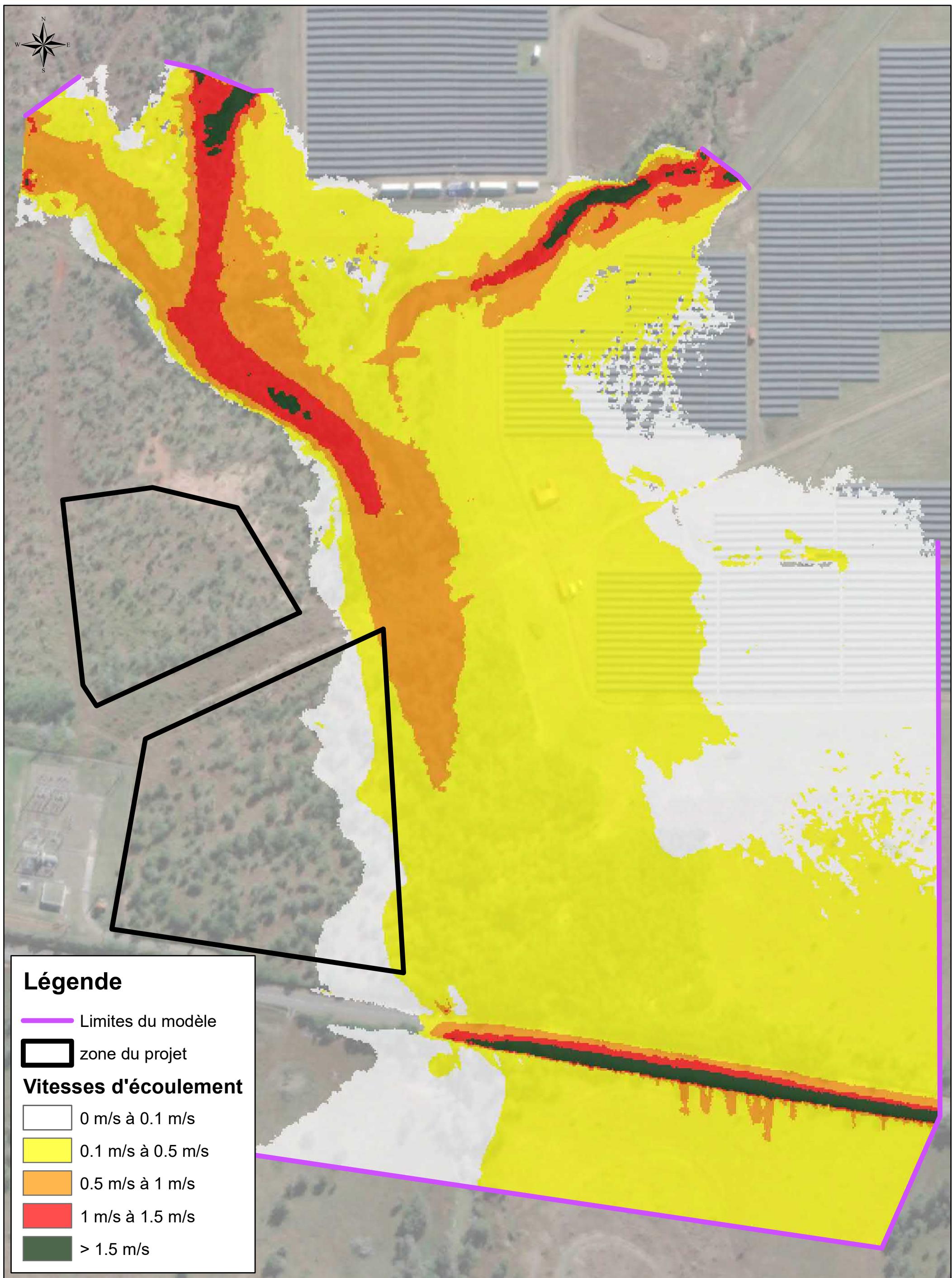


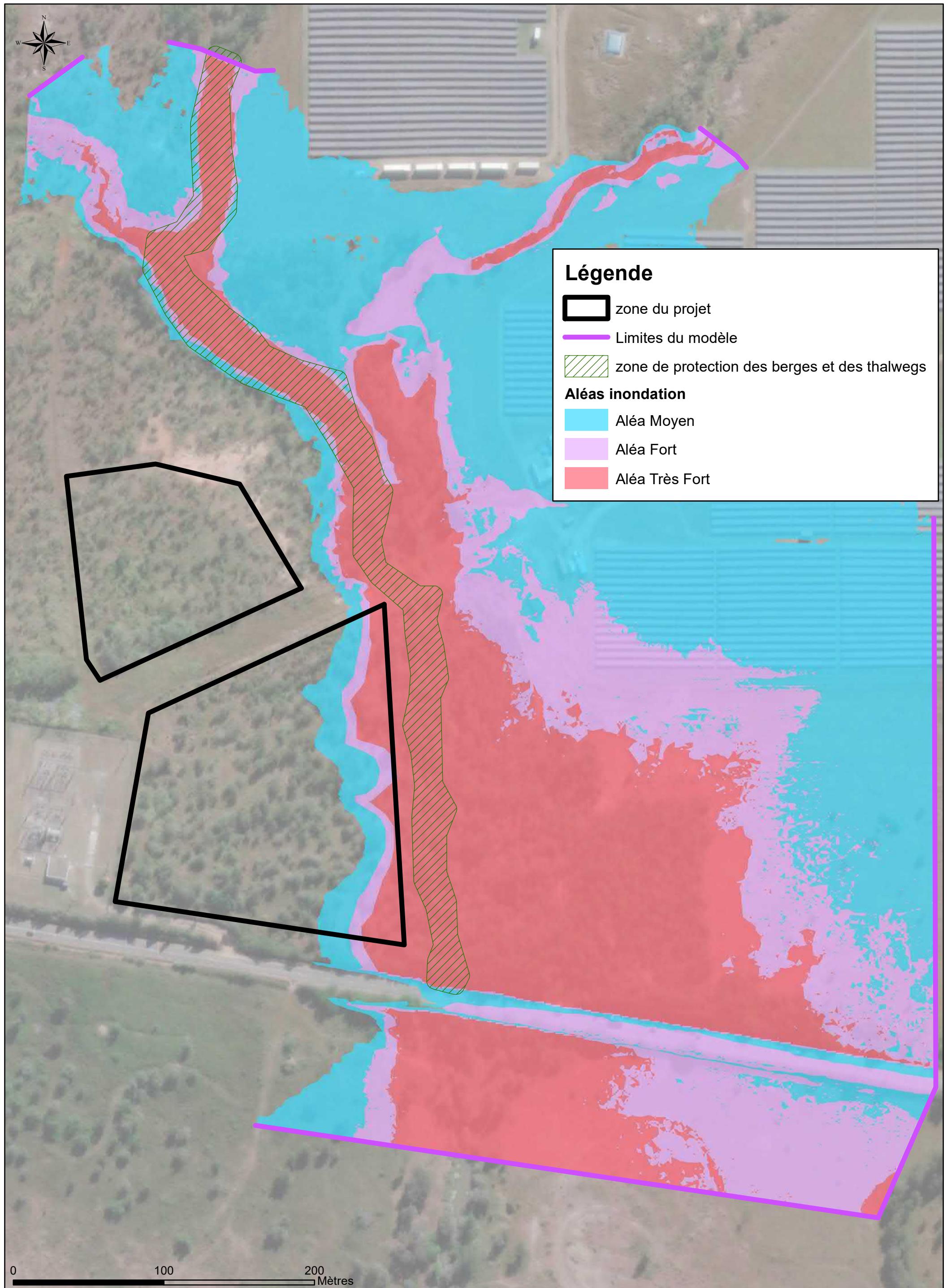














Légende

- zone pour le projet hors zone inondable
- zone pour le projet en aléa moyen (containers à réhausser de 1 m / TN)

**zone Nord non inondable
1.26 ha**

**zone Sud non inondable
1.88 ha**

**zone en aléa moyen
(containers à réhausser de 1m)
0.33 ha**

9. ANNEXES

Annexe 1 : Reportage photographique au format Google Earth (.kmz)

Annexe 2 : Rendus cartographiques