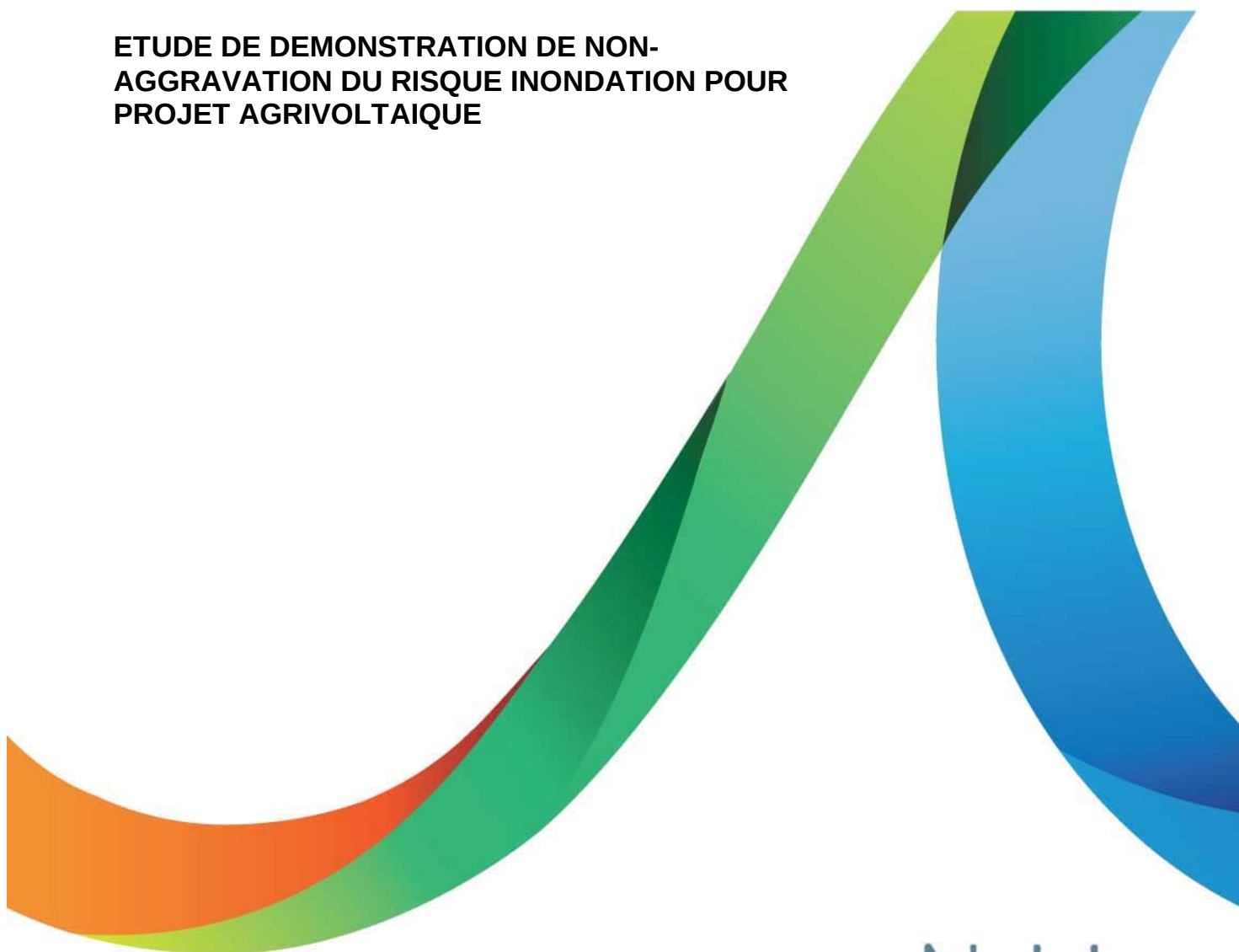




SUN'AGRI

ETUDE DE DEMONSTRATION DE NON-
AGGRAVATION DU RISQUE INONDATION POUR
PROJET AGRIVOLTAIQUE



Historique des révisions				
VERSION	DATE	COMMENTAIRES	RÉDIGÉ PAR :	VÉRIFIÉ PAR :
1	24/06/2025	Remarques MOa	VFn	NTc / FFy
0	02/06/2025	Création du document	VFn	NTc / FFy

Maître d'ouvrage : Sun'Agri
Mission : ETUDE DE DEMONSTRATION DE NON-
AGGRAVATION DU RISQUE INONDATION POUR
PROJET AGRIVOLTAIQUE

Affaire n° : 2400470
En date du : 24/06/2025

Contact : Florent Fery-Sandoval – Directeur adjoint
Adresse : Naldeo
255 Rue de la Découverte, Bâtiment A
31670 LABEGE
Tél. : 05.61.39.88.88
Fax : 05.61.00.77.13

Table des matières

1	PREAMBULE	5
2	INTRODUCTION	6
2.1	Situation.....	6
2.2	Objectif de l'étude	7
3	LE PETIT MOURGON	8
3.1	Etude hydrologique	8
3.1.1	Estimation du temps de concentration	8
3.1.2	Données Météorologiques et Coefficients de Montana	9
3.1.3	Méthode de calcul de débit.....	10
3.1.4	Débits de crue pour différentes périodes de retour.....	10
3.1.5	Hydrogramme de crue.....	11
3.2	Etude Hydraulique.....	12
3.2.1	Modélisation hydraulique.....	12
3.2.2	Calage du modèle hydraulique	12
3.3	Modélisation hydraulique.....	13
3.3.1	Etat actuel.....	13
3.3.2	Etat projeté	14
3.4	Analyses des résultats	16
4	LE COULON	18
4.1	Etude Hydrologique.....	18
4.1.1	Préambule	18
4.1.2	Débit de PPRI	20
4.1.3	Hydrogramme de crue.....	20
4.2	Etude hydraulique	20
4.2.1	Modélisation hydraulique.....	20
4.2.2	Construction et Calage du modèle.....	21
4.3	Modélisation hydraulique.....	21
4.3.1	Etat actuel.....	21
4.3.2	Etat projeté	23
4.4	Analyses des résultats	24
5	INFLUENCE COMBINEE PETIT MOURGON ET COULON	25
5.1	Etat initial	25
5.2	Etat projeté	26

5.3	Etat projeté avec obstruction total du premier rang de panneaux (embâcles)	28
5.4	Résultats et analyses des impacts.....	30
5.5	Synthèse.....	30
6	CONCLUSION	32

1 PREAMBULE

Le présent document constitue le rapport d'étude technique hydraulique élaboré par le bureau d'études **Naldeo** dans le cadre du projet agrivoltaïque de **Sun'Agri**, situé sur la commune de **L'Isle-sur-la-Sorgue** (Vaucluse).

Ce projet s'étend sur une surface totale de 2.7 hectares, et se trouve dans une zone à aléa faible d'inondation, telle que définie par le **Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI)**.

L'objectif principal de cette étude est de démontrer que le projet n'entraînera aucune aggravation des risques d'inondation, en conformité avec les prescriptions du PPRI et les normes réglementaires locales. Situé dans le bassin versant du **Petit Mourgon**, un cours d'eau intermittent pouvant engendrer des crues lors d'épisodes pluvieux intenses, et à proximité du **Coulon**, un autre cours d'eau influent dans la zone, le projet doit répondre à des critères hydrauliques stricts afin de garantir la sécurité des infrastructures et des zones environnantes.

Les impacts hydrauliques ont été simulés pour une crue centennale dans les deux cours d'eau. Les analyses, réalisées à l'aide du logiciel HEC-RAS, permettent de modéliser avec précision les conditions d'écoulement.

Ce rapport constitue un outil essentiel pour valider la faisabilité technique du projet tout en garantissant le respect des contraintes hydrauliques locales. Il fournit également les éléments nécessaires à l'instruction administrative du dossier et à la prise de décisions en matière de gestion des risques d'inondation.

2 INTRODUCTION

2.1 Situation

Le projet agrivoltaïque de « L'Isle-sur-La-Sorgue » se situe dans le département de Vaucluse (84), au Sud-Est de la France, dans la commune de L'Isle-sur-La-Sorgue, près de la rivière Le Petit Mourgon. Ce projet couvre une superficie totale de 2.7 hectares.

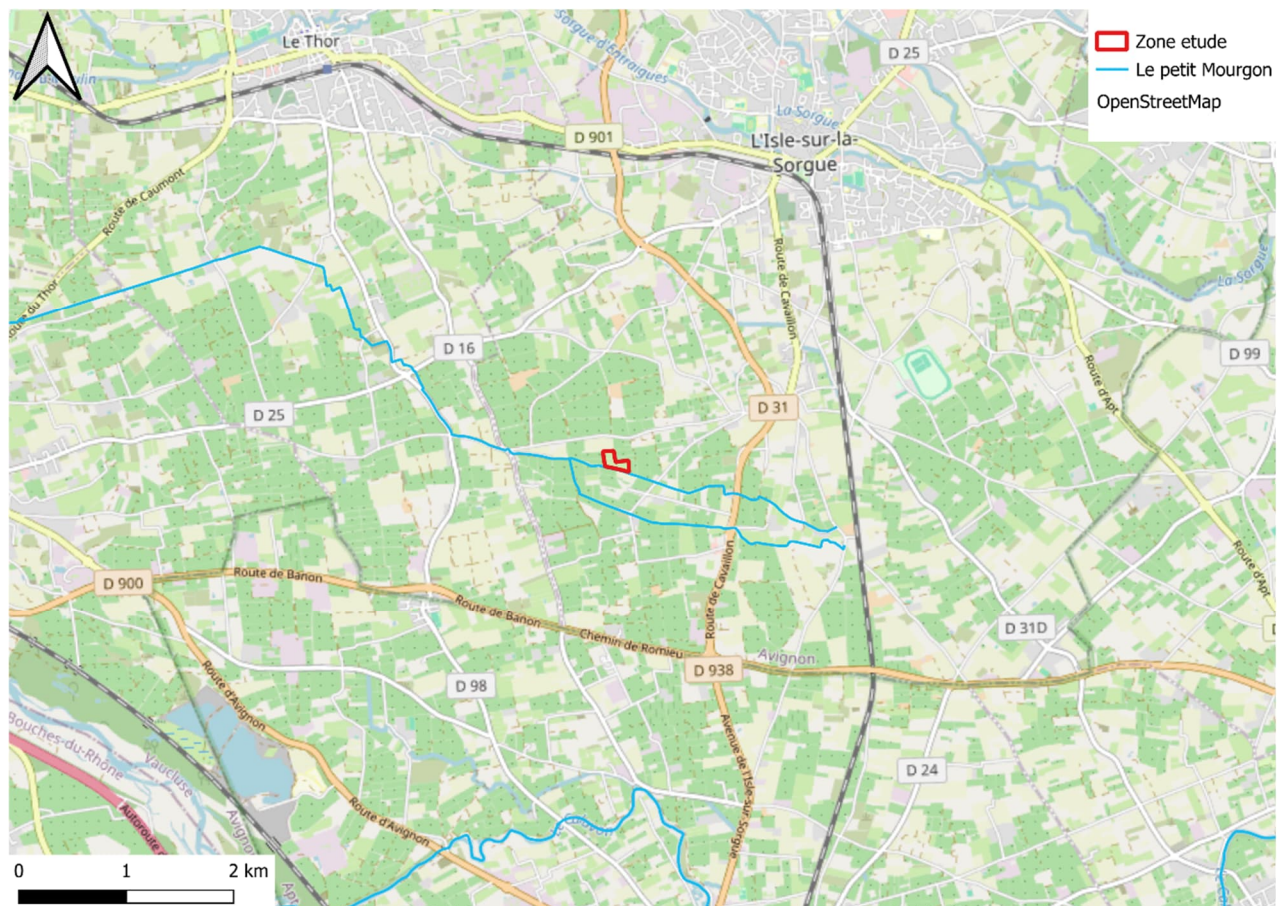


Figure 1 : Plan de situation

Quelques infrastructures se trouvent à proximité du projet, la zone est principalement composée de vigne.



Figure 2 : Zone d'étude, vue satellitaire (Google satellite)

2.2 Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude est de vérifier que le projet agrivoltaïque de Sun'Agri, situé à L'Isle-sur-La-Sorgue, ne va pas aggraver les risques d'inondation, conformément au Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI). Plus précisément, l'étude vise à :

1. Analyser les impacts hydrauliques : Évaluer comment l'implantation des panneaux solaires affecte les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement du Petit Mourgon et du Coulon en crue.
2. Assurer la conformité : Vérifier que le projet respecte les normes de transparence hydraulique et n'entrave pas les écoulements naturels.
3. Simuler les crues : Utiliser HEC-RAS pour modéliser les conditions d'écoulement lors d'une crue centennale avec différents scénarios.

3 LE PETIT MOURGON

3.1 Etude hydrologique

Le secteur d'étude se situe sur le bassin versant du petit Mourgon. Ce cours d'eau draine la tête de bassin versant des Sorgues dans le secteur du Petit Palais.

Les Mourgons sont des ruisseaux appartenant au bassin versant des Sorgues. La surface du bassin versant s'étend sur environ 20.4 km². Le bassin versant est très peu pentu avec une pente de 2‰.

Le projet est situé le long du Petit Mourgon, en amont de la confluence entre les deux cours d'eau. Le bassin versant du projet est présenté ensuite :

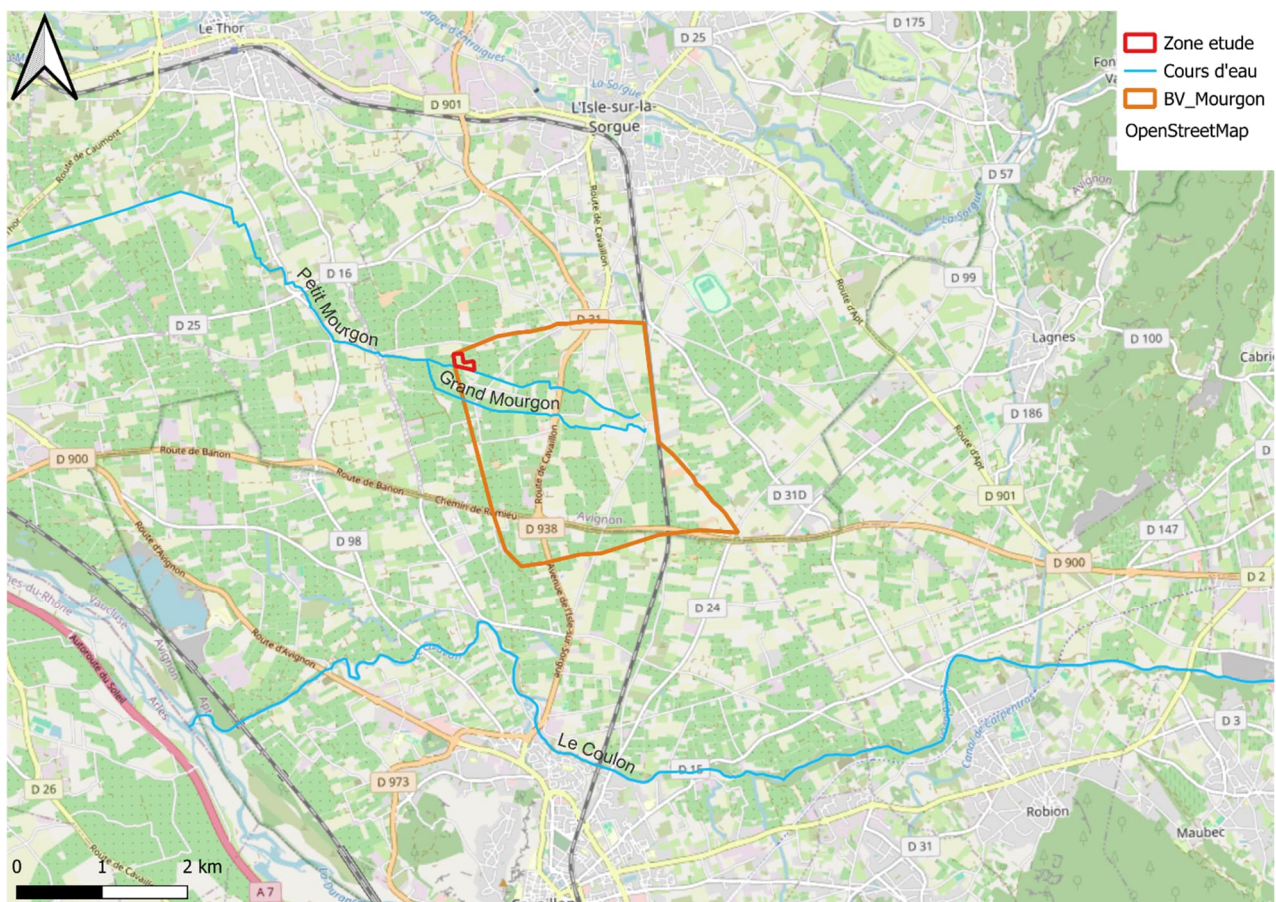


Figure 3 : Bassin versant du Petit Mourgon

L'occupation des sols du bassin est majoritairement agricole. Sur la partie amont, sur les versants plus pentus, une occupation plus arboricole est visible.

3.1.1 Estimation du temps de concentration

Le temps de concentration est le temps nécessaire pour que l'eau de pluie atteigne l'exutoire du bassin versant depuis le point le plus éloigné. Il a été calculé à l'aide de la **formule de Kirpich** :

$$t_c = 0.0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385}$$

Avec :

- t_c est le temps de concentration (en minutes),
- $L = 4\,200$ m (Plus long chemin hydraulique en m),
- $S=0.003$ (pente du bassin versant en m/m).

Le temps de concentration obtenu est de 1.91 h soit 114 minutes. Un hydrogramme a été généré pour illustrer l'évolution des débits au cours du temps pour différentes périodes de retour. L'hydrogramme montre une montée rapide du débit pendant la phase de crue jusqu'à atteindre le débit de pointe, suivie d'une phase de décrue.

Le débit atteint son maximum en 2 heures, correspondant au temps de concentration du bassin, puis diminue progressivement après cette période.

3.1.2 Données Météorologiques et Coefficients de Montana

Les intensités de précipitations pour chaque période de retour ont été obtenues à partir de la station météorologique d'Avignon située à proximité du site du projet. Ces informations ont été demandées auprès de Météo France pour garantir la précision des données utilisées dans les calculs des débits de crue. Les données fournies permettent d'établir des scénarios réalistes pour la modélisation hydraulique dans le cadre de ce projet.

Les débits de crue sont calculés à partir des intensités de précipitations obtenues grâce aux coefficients de Montana. Les coefficients sont adaptés à la période de retour de 100 ans, et permettent de modéliser l'intensité des précipitations en fonction de la durée de l'événement pluvieux.

Formule de Montana :

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

Où :

- $h(t)$ est la quantité de pluie exprimée en mm et la durée t est exprimée en minutes
- a et b sont les coefficients spécifiques pour chaque période de retour.

Période de retour	Coefficient a	Coefficient b	Durée (Tc en min)	Intensité (mm/h) $I(t) = h/t$
100 ans	5.861	0.298	114	85.7

3.1.3 Méthode de calcul de débit

Les débits de crue ont été estimés à l'aide de la méthode rationnelle, particulièrement adaptée aux petits bassins versants comme celui du Petit Mourgon. Cette méthode est utilisée pour les bassins versants de petite superficie (moins de 25 km²), où les caractéristiques hydrologiques sont homogènes. Elle permet de calculer les débits de pointe pour différentes périodes de retour en fonction de l'intensité des précipitations, du coefficient de ruissellement et de la surface du bassin versant.

$$Q = K \cdot C \cdot i \cdot A$$

- Q : Débit de pointe (m³/s) ;
- C : Coefficient de ruissellement ;
- I : Intensité de précipitation (mm/h) ;
- A : Superficie du bassin versant (km²) ;
- K : constante = 1 / 3.6

3.1.4 Débits de crue pour différentes périodes de retour

Les intensités de précipitations pour différentes périodes de retour (2, 10, 100 ans) ont été utilisées pour calculer les débits de pointe.

Période de retour	Intensité (mm/h)	Superficie (km ²)	Coef de ruissellement	Débit calculé (m ³ /s)
100 ans	85.7	6.02	0.3	43.03

3.1.5 Hydrogramme de crue

Nous pouvons estimer un graphique montrant l'évolution des débits au cours du temps pour la période de retour de 100 ans. Ce graphique peut être généré à partir des valeurs obtenues pour chaque période de retour.

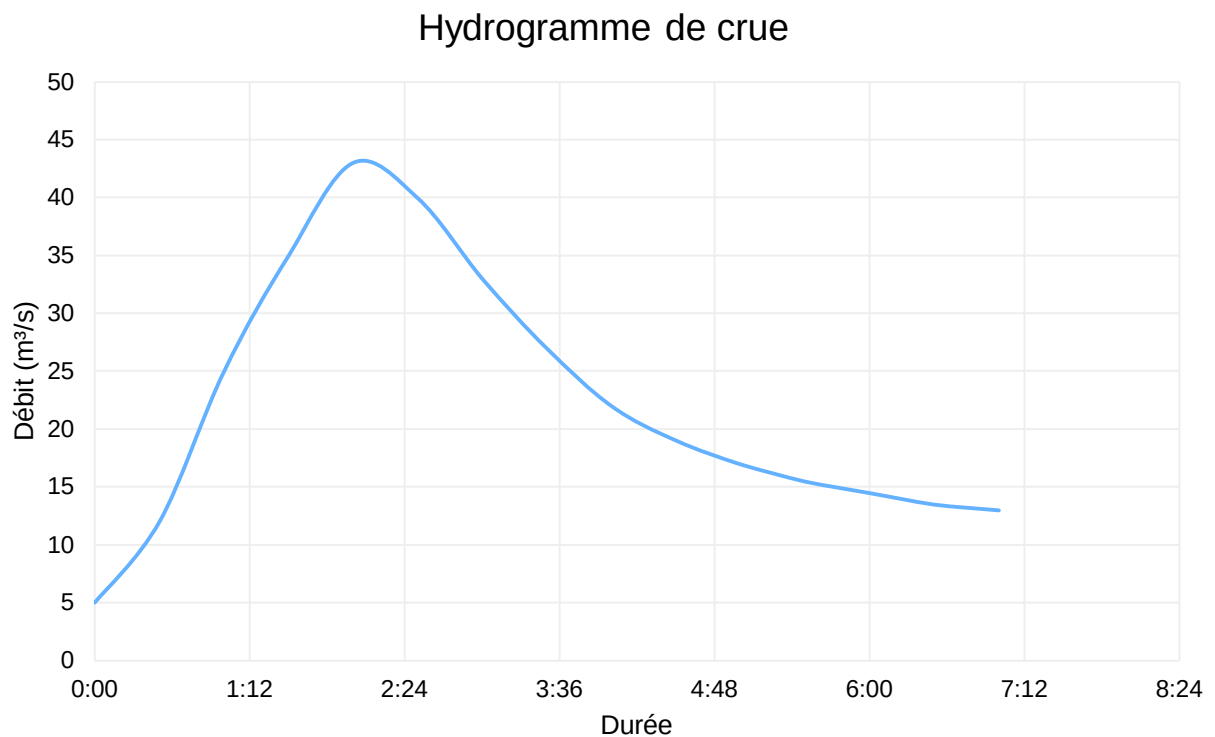


Figure 4 : Hydrogramme de crue

Un hydrogramme a été généré pour illustrer l'évolution des débits au cours du temps pour la période de retour projet. L'hydrogramme montre une montée rapide du débit pendant la phase de crue jusqu'à atteindre le débit de pointe, suivie d'une phase de décrue.

3.2 Etude Hydraulique

3.2.1 Modélisation hydraulique

3.2.1.1 Construction du modèle hydraulique

La modélisation hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel **HEC-RAS 6.6**, permettant à la fois des simulations d'écoulement 1D dans le lit principal du Petit Mourgon et des simulations 2D dans les zones d'expansion de crue. Cette approche permet de mieux représenter les écoulements dans les zones critiques et de capturer les phénomènes de débordement.

- Données topographiques

Deux principales sources de données topographiques ont été utilisées pour construire le modèle hydraulique de cette étude :

1. Données LIDAR : Ces données de haute résolution ont permis de générer un modèle numérique de terrain (MNT) précis. Le MNT représente les caractéristiques du terrain, y compris les petites dépressions et reliefs qui influencent l'écoulement de l'eau en période de crue.
2. Relevés topographiques spécifiques : Des relevés topographiques ont été réalisés sur certaines sections spécifiques, notamment dans les zones proches du projet agrivoltaïque, afin d'obtenir les profils en travers pour affiner la précision du modèle hydraulique. Ces relevés permettent de mieux comprendre la géométrie des infrastructures présentes et leur influence sur l'écoulement de l'eau.

En plus des données topographiques, des données hydrologiques ont été intégrées pour simuler les conditions d'écoulement. Voici les principales informations utilisées :

1. Rugosité de Manning : Les coefficients de rugosité de Manning ont été ajustés en fonction de la nature des surfaces, avec des valeurs spécifiques pour les zones de végétation dense et les lits envasés.
2. Pertes d'énergie : Des coefficients de pertes ont été attribués aux ponts, afin de modéliser correctement les pertes d'énergie le long du cours d'eau.

- Maillage du modèle

Un maillage 2D a été généré pour couvrir les zones inondables autour du Petit Mourgon. Les dimensions des cellules du maillage varient entre 10 et 30 mètres, selon la précision requise. Des cellules plus petites ont été utilisées dans les zones critiques, comme celles entourant le projet agrivoltaïque, pour mieux évaluer les écoulements latéraux et assurer une simulation précise des inondations potentielles.

3.2.2 Calage du modèle hydraulique

Le calage du modèle a été réalisé en utilisant les données de terrain, incluant les relevés topographiques et les images LIDAR. Ces données ont permis d'ajuster les coefficients de rugosité et de modéliser les pertes d'énergie aux ouvrages.

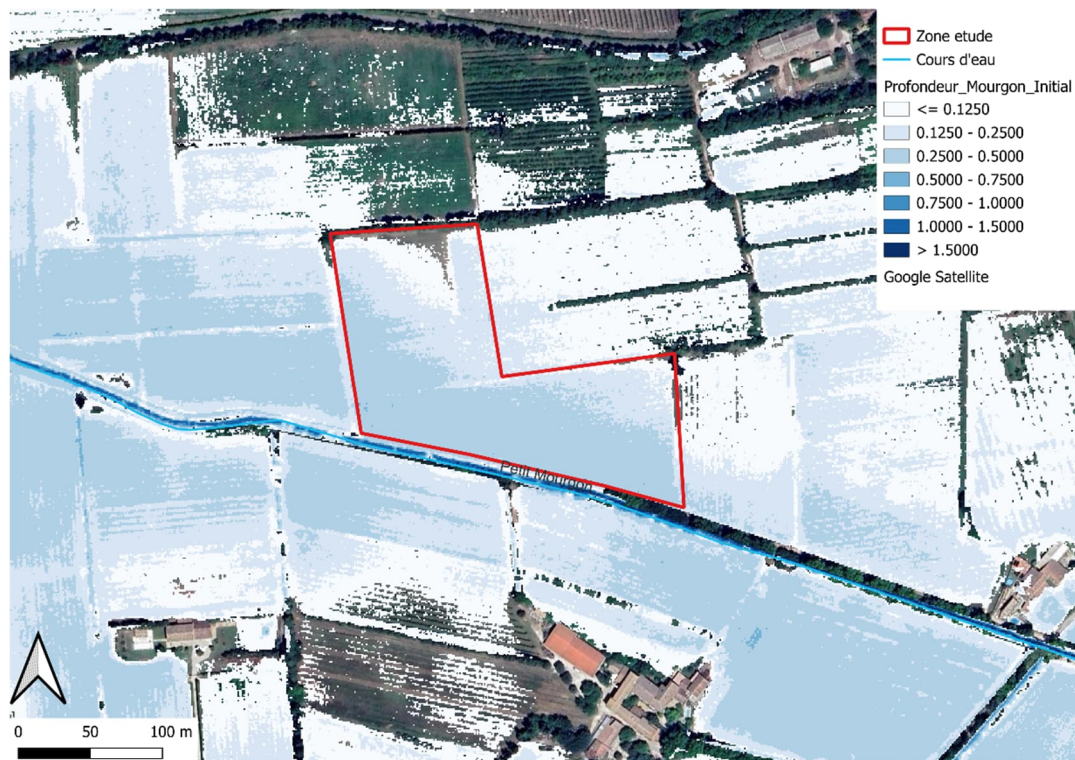
- Rugosité de Manning : Ajustée selon la nature du lit du Petit Mourgon.
- Perte d'énergie aux ouvrages : Modélisation des petits ponts (Ouvrages hydraulique) avec des coefficients spécifiques.

3.3 Modélisation hydraulique

3.3.1 Etat actuel

Ce scénario représente la situation actuelle. Il permet d'évaluer les hauteurs d'eau ainsi que les vitesses maximales sous les conditions hydrologiques actuelles.

Les deux cartes suivantes présentent les hauteurs d'eau et les vitesses maximales atteintes en chaque endroit pour la crue présentée précédemment.



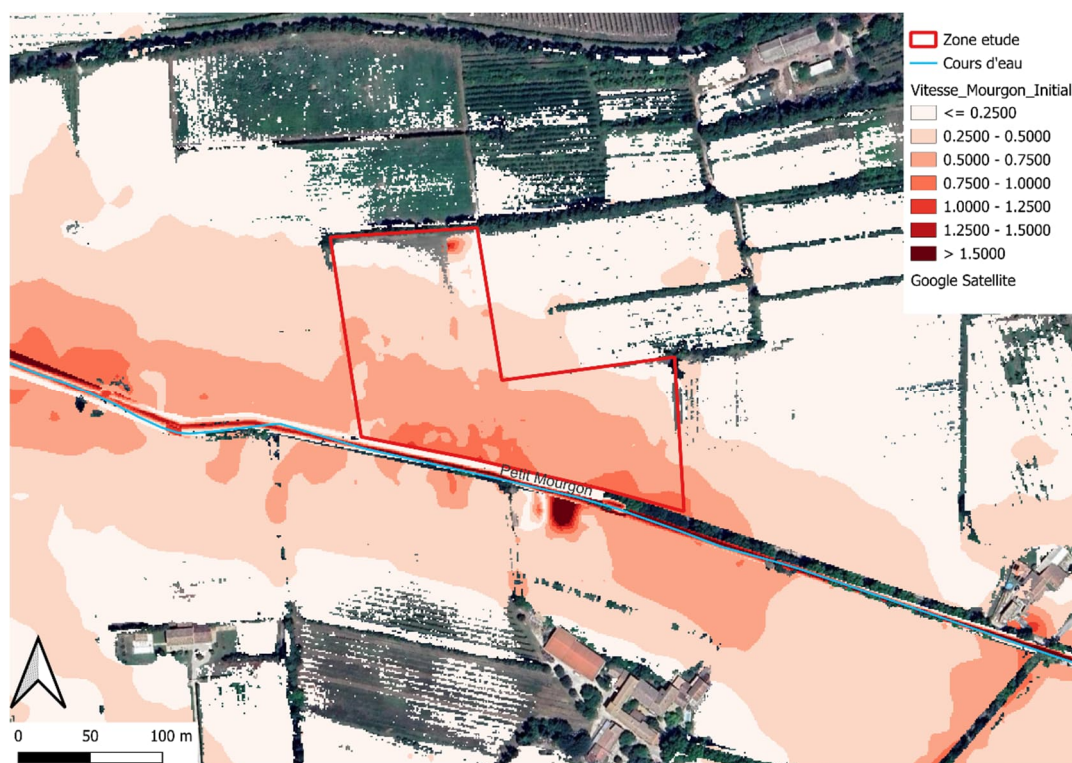


Figure 5 : Carte d'inondation dans l'état actuel

3.3.2 Etat projeté

Dans ce scénario, le projet agrivoltaïque a été intégré pour représenter l'influence des infrastructures sur les écoulements.

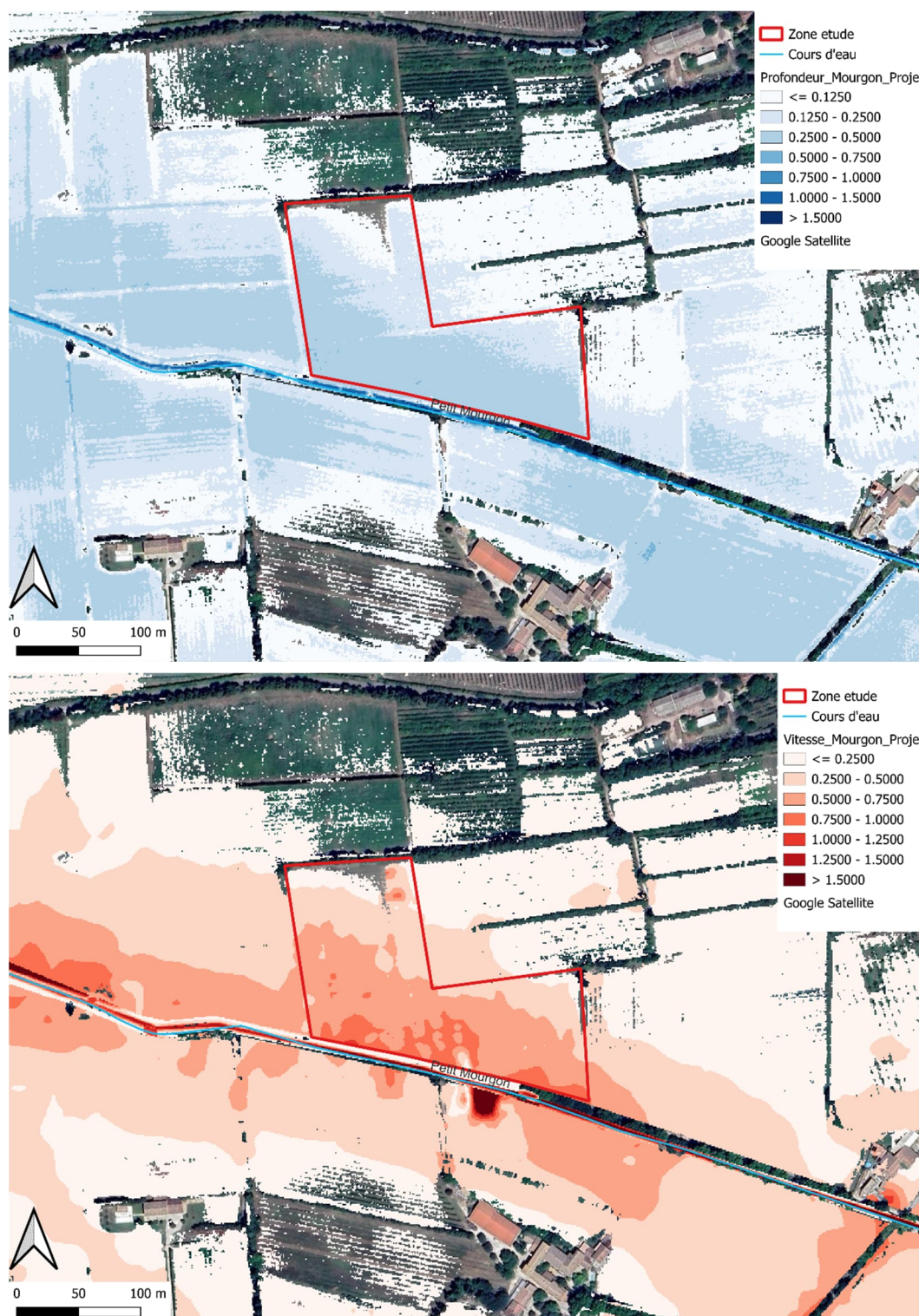


Figure 6 : Carte d'inondation dans l'état projeté

3.4 Analyses des résultats

Les simulations hydrauliques des deux scénarios – **État actuel** et **État projeté** – montrent des résultats similaires, avec des hauteurs d'eau ne dépassant pas **50 cm** et des vitesses d'écoulement faibles. Cette absence de différence significative indique que le projet agrivoltaïque n'a pas d'impact notable sur le comportement hydraulique du site lors d'une crue centennale.

De plus, au niveau des infrastructures de l'autre côté du petit Mourgon aucune modification des vitesses ou des profondeurs n'est observée. Ces résultats suggèrent que le site est peu exposé aux risques d'inondation et que le projet photovoltaïque est compatible avec les contraintes hydrauliques actuelles, les impacts en termes de hauteur et vitesse étant négligeables.

Pour une comparaison numérique et plus précise, une analyse des hauteurs et vitesses maximales en 10 points est présentée ci-dessous :



Point n°	Profondeur état initial (m)	Profondeur état projet (m)	Différence (mm)	Vitesse état initial (m/s)	Vitesse état projet (m/s)	Différence (m/s)
1	0.3397	0.3396	-0.1	0.332	0.331	-0.000
2	0.0400	0.0400	-0.0	0.330	0.337	0.007
3	0.2410	0.2408	-0.2	0.366	0.366	-0.000
4	0.0700	0.0690	-1.0	0.174	0.174	-0.000
5	0.2995	0.2954	-4.1	0.560	0.559	-0.001
6	0.3257	0.3276	1.9	0.750	0.762	0.012
7	0.3874	0.3895	2.1	0.649	0.745	0.095
8	0.2277	0.2283	0.6	0.428	0.516	0.089
9	0.3610	0.3620	1.0	0.676	0.675	-0.001
10	0.1128	0.1134	0.6	0.189	0.188	-0.001

La conclusion reste identique, les écarts observés sont très faibles et les valeurs mesurées restent aussi faibles.

4 LE COULON

4.1 Etude Hydrologique

4.1.1 Préambule

Le Coulon prend sa source sur les contreforts de la montagne de la Lure et s'écoule sur environ 80 kilomètres, traversant les villes d'Apt et de Cavaillon avant de rejoindre la Durance. Son bassin versant couvre une superficie d'environ 1000 km², dont une partie significative, environ 400 km², alimente directement la fontaine de Vaucluse. Le reste du bassin versant, en période d'étiage et sous un régime hydrologique moyen, se réduit à une superficie effective de 547 km².

La figure suivante illustre la limite du Bassin versant du Coulon.

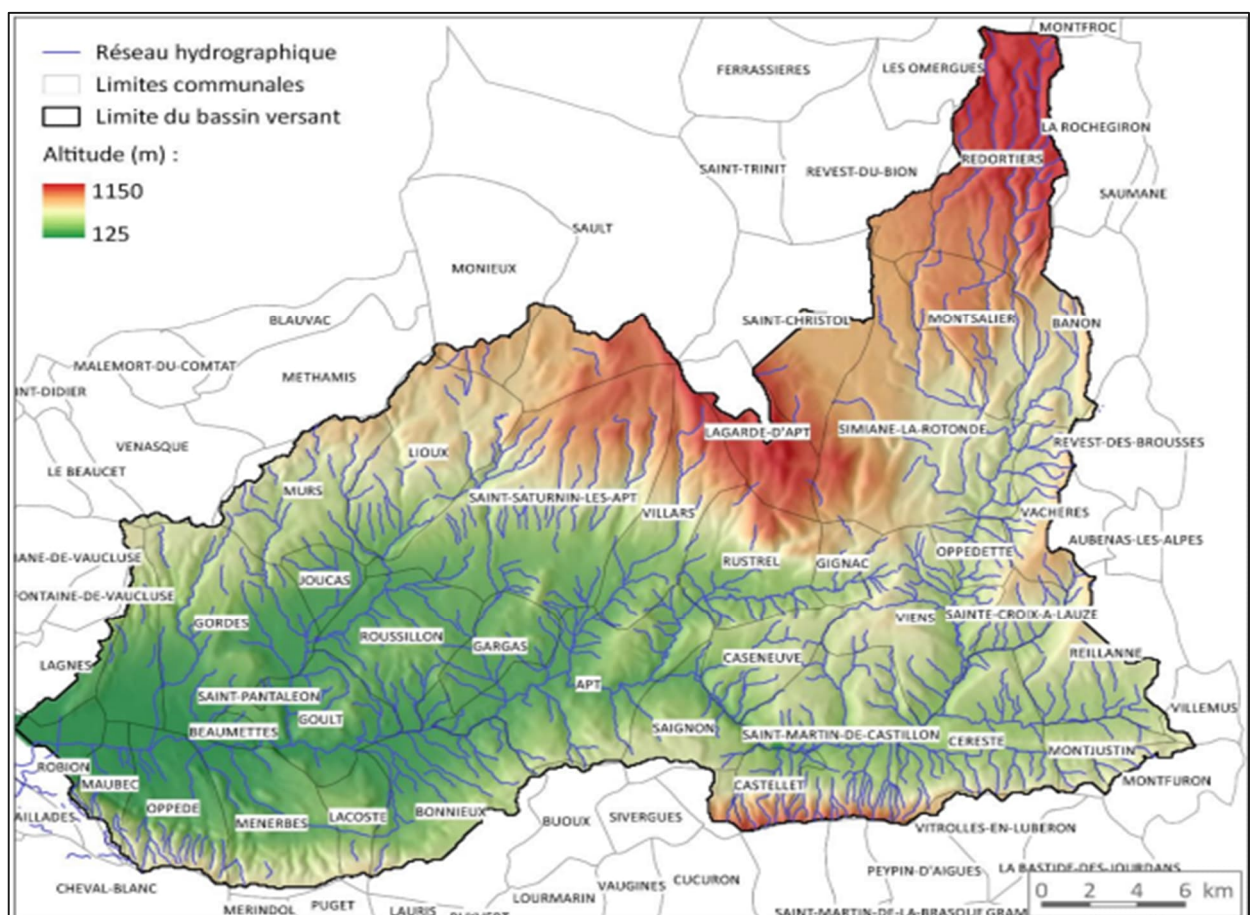


Figure 7 : Bassin versant du Coulon

La figure suivante illustre l'emplacement du projet par rapport au cours d'eau.

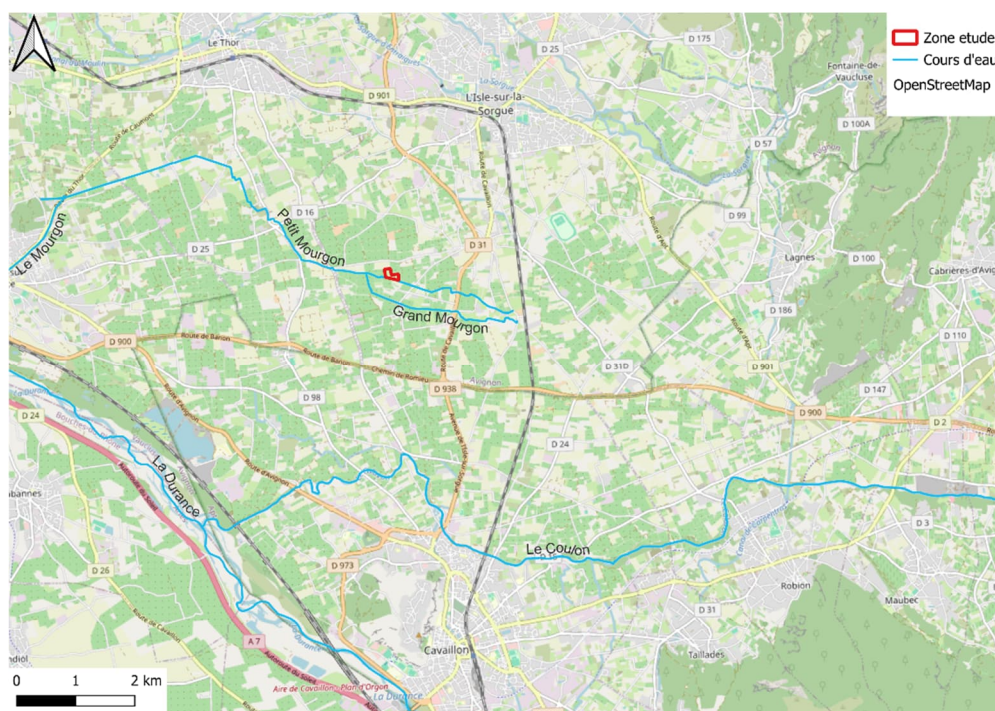


Figure 8 : Emprise du projet

Le projet agrivoltaïque est situé dans une zone à aléa faible d'inondation, conformément aux données du Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI).

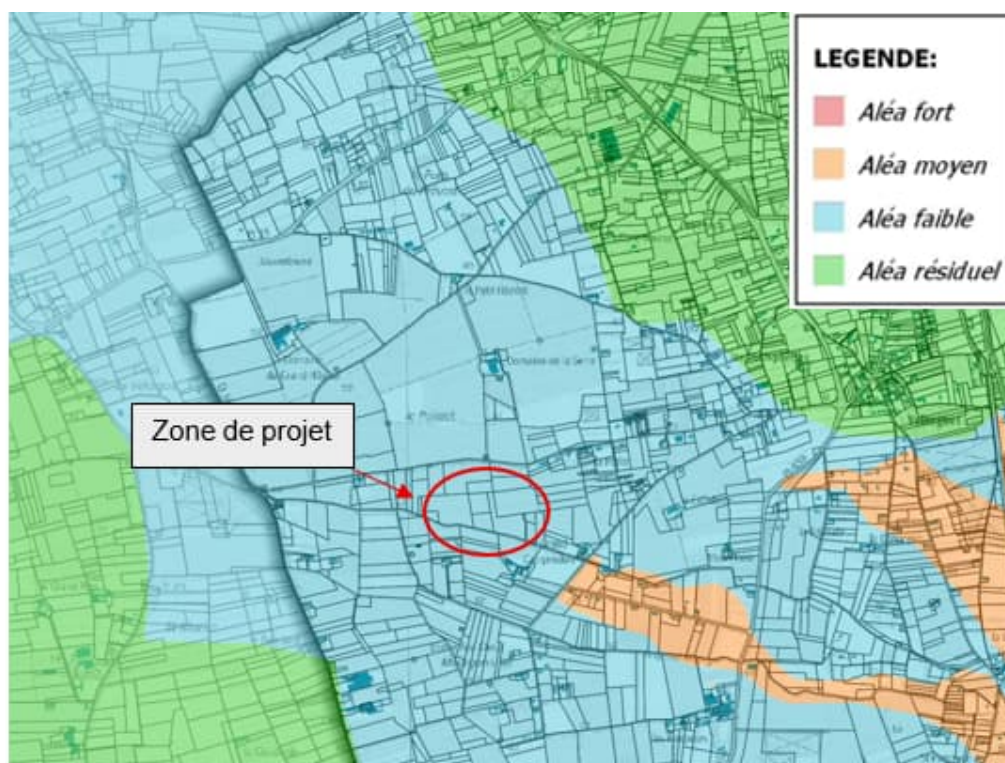


Figure 9 : Extrait PPRI

4.1.2 Débit de PPRI

Dans le rapport de présentation du PPRI, il est indiqué que : le débit centennal de la crue de référence dans l'aval du Coulon, utilisé pour la modélisation hydraulique, est de **545 m³/s** au niveau du pont des Garrigues. Cette valeur, correspondant à un événement ayant une période de retour de 100 ans, a été retenue pour définir les zones inondables et les niveaux de risque associés dans cette partie du bassin versant.

4.1.3 Hydrogramme de crue

Dans le cadre de cette étude, un hydrogramme de crue a été construit pour représenter l'évolution du débit lors d'une crue centennale au niveau du **pont des Garrigues**. Les données suivantes ont été utilisées :

- Débit de pointe (Qp) : 545 m³/s (valeur SHYREG correspondant à une crue centennale).
- Temps de propagation de la crue : 3 heures (donnée issue du rapport de présentation du PPRI, correspondant au temps de propagation entre Apt et Oppède, situé à proximité du pont des Garrigues).

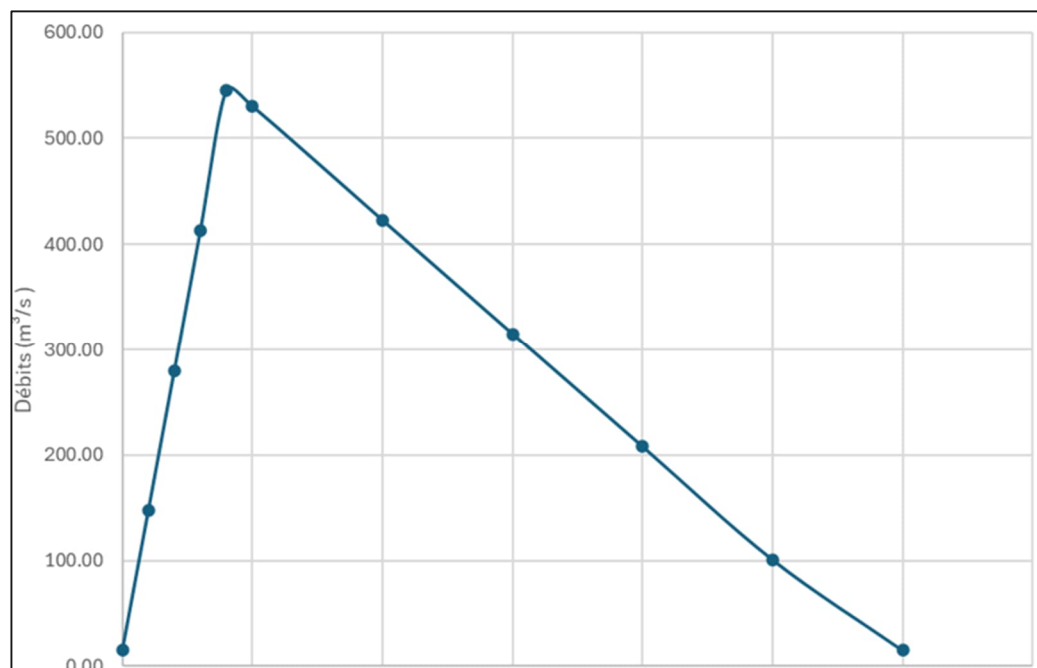


Figure 10 : Hydrogramme de crue de projet pour l'évènement centennal

4.2 Etude hydraulique

4.2.1 Modélisation hydraulique

L'objectif du modèle hydraulique est d'évaluer, dans un 1er temps en état actuel, les caractéristiques d'écoulement (hauteurs d'eau et vitesses) au droit de la zone de projet.

4.2.2 Construction et Calage du modèle

La structure du modèle intègre :

- La zone de projet.
- Le lit mineur de Coulon.
- Les routes qui sont en remblai.

Ces zones, citées ci-dessus, sont des zones du modèle où le maillage a été affiné.

Les coefficients de Strickler retenus sont les suivants :

- $K_s = 5$ au droit des zones urbanisées denses,
- $K_s = 10$ au droit des zones boisées,
- $K_s = 20$ au droit des parcelles agricoles et dans la zone du projet,
- $K_s = 35$ dans le lit mineur du Coulon,
- $K_s = 50$ au droit des routes.

4.3 Modélisation hydraulique

4.3.1 Etat actuel

Ce scénario représente la situation actuelle avec la crue du Coulon présentée précédemment. Il permet d'évaluer les hauteurs d'eau et vitesses maximales sous les conditions hydrologiques actuelles

Les cartographies des hauteurs d'eau et vitesses sont présentées ci-dessous au droit de la zone de projet.

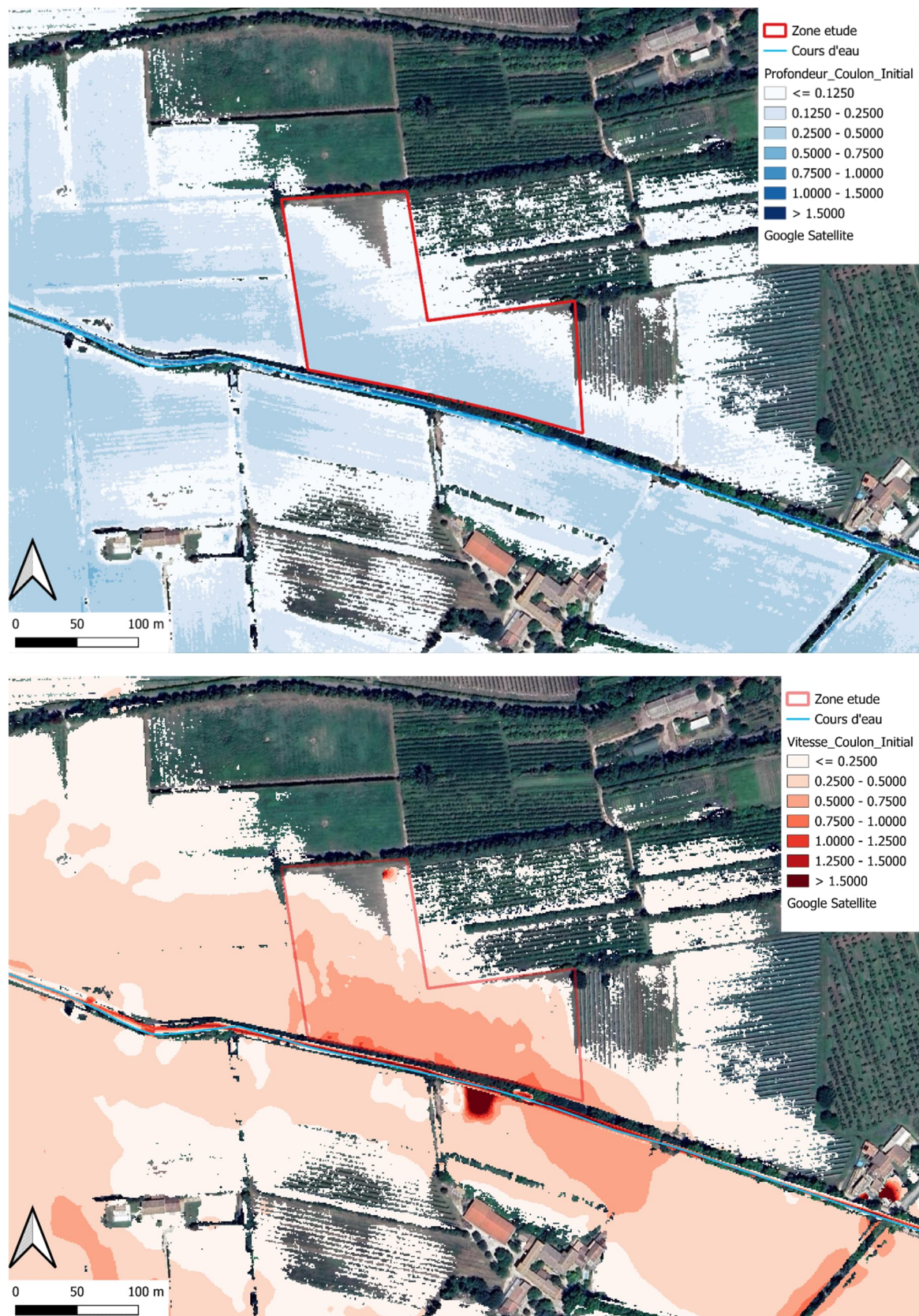


Figure 11 : Carte d'inondation dans l'état actuel

4.3.2 Etat projeté

Dans ce scénario, le projet agrivoltaïque a été intégré pour représenter l'influence des infrastructures sur les écoulements.

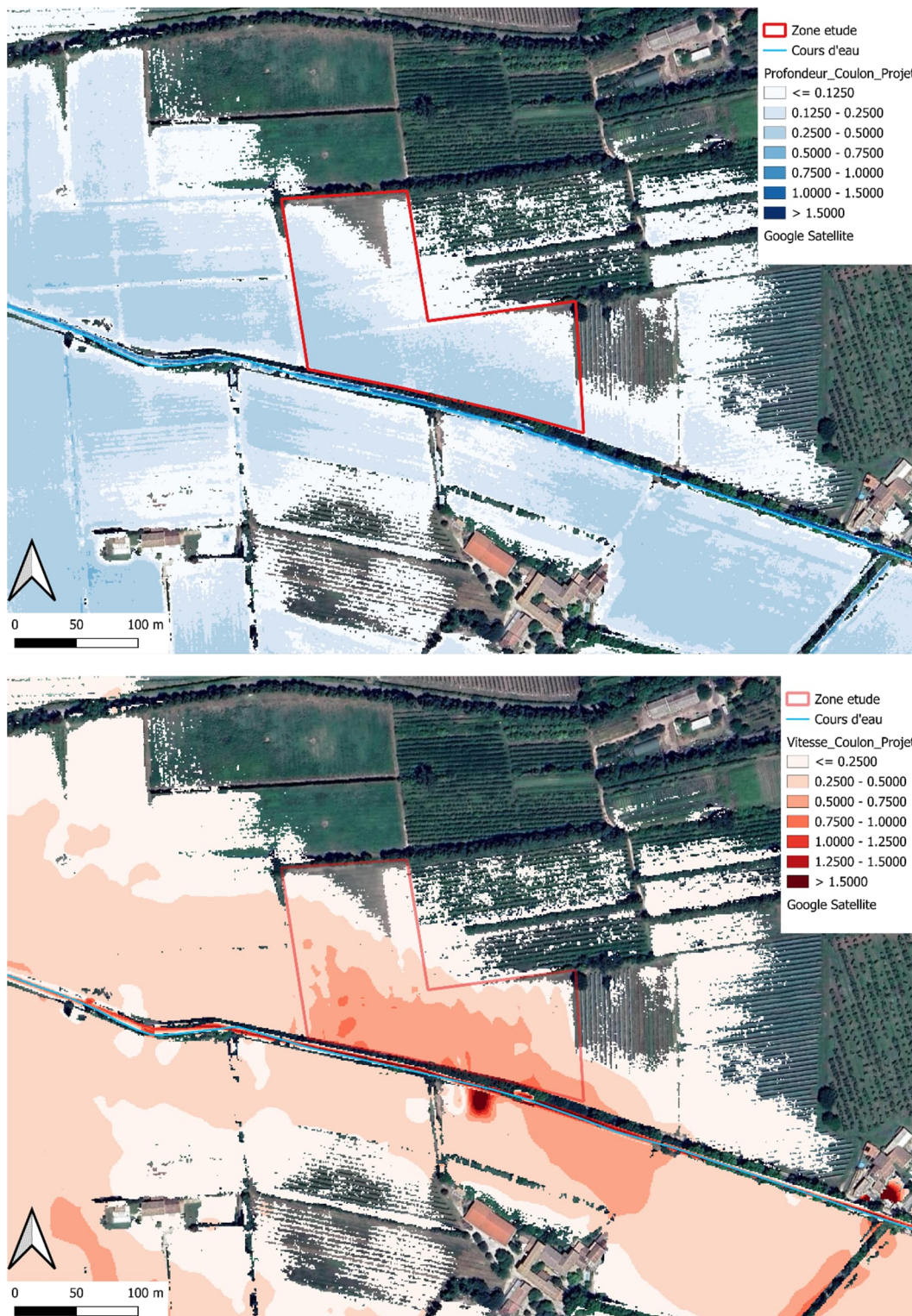


Figure 12 : Carte d'inondation dans l'état projeté

4.4 Analyses des résultats

Les simulations hydrauliques des deux scénarios – **État actuel** et **État projeté** – montrent des résultats similaires, avec des hauteurs d'eau ne dépassant pas **50 cm** et des vitesses d'écoulement faibles.

De même que dans la partie précédente les hauteurs et vitesses sont relevées aux mêmes 10 points :

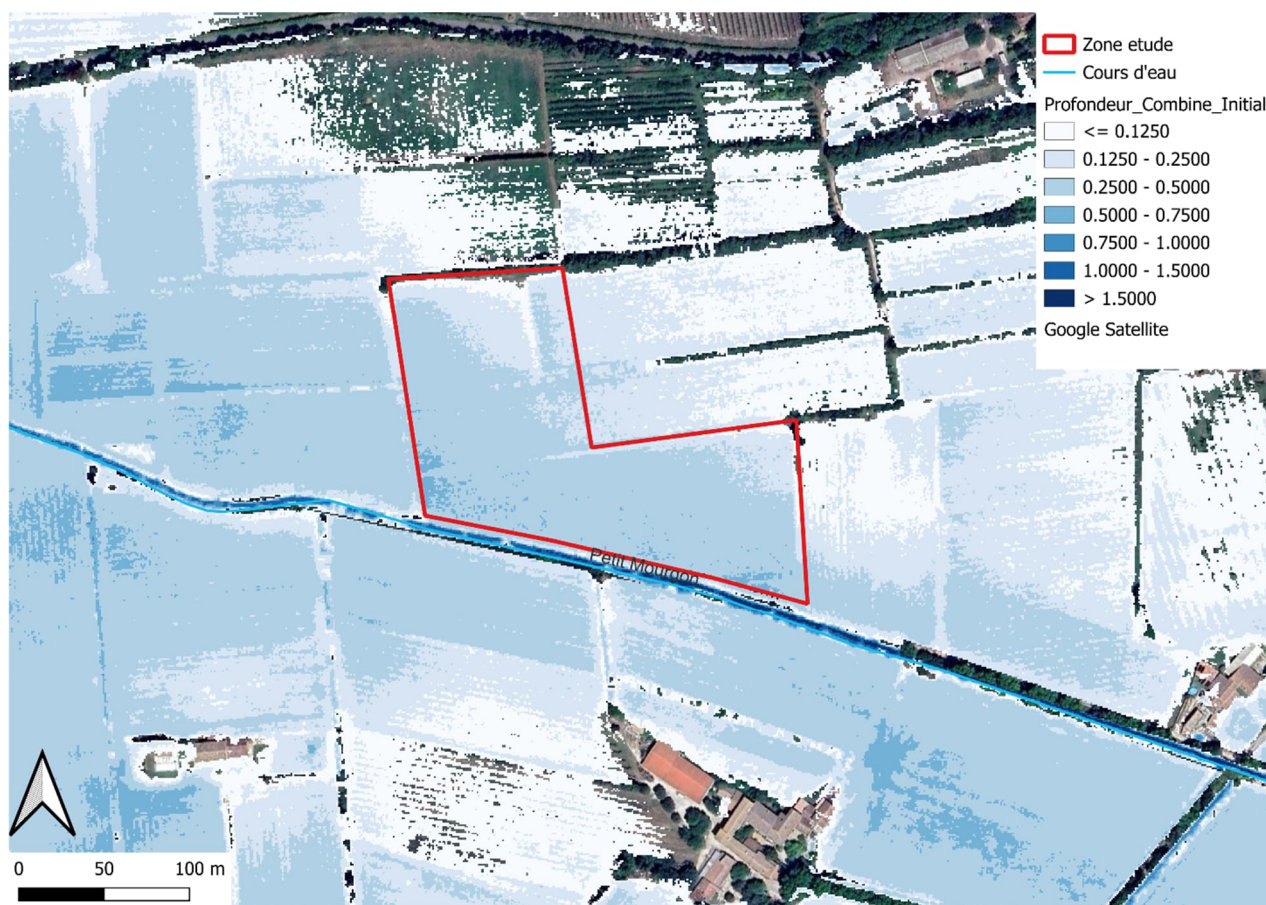
	Profondeur état initial (m)	Profondeur état projet (m)	Différence (mm)	Vitesse état initial (m/s)	Vitesse état projet (m/s)	Différence (m/s)
1	0.3026	0.3018	0.8	0.299	0.298	0.001
2	-	-	-	-	-	-
3	0.1505	0.1494	1.1	0.238	0.236	0.002
4	-	-	-	-	-	-
5	0.2259	0.2287	-2.8	0.478	0.469	0.009
6	0.2636	0.2638	-0.2	0.663	0.674	-0.011
7	0.3371	0.3310	6.1	0.576	0.708	-0.132
8	0.1667	0.1669	-0.2	0.397	0.427	-0.031
9	0.3362	0.3361	0.1	0.359	0.358	0.001
10	0.1037	0.1031	0.6	0.149	0.148	0.001

La conclusion reste identique, les écarts observés sont faibles et les valeurs mesurées restent aussi faibles.

5 INFLUENCE COMBINEE PETIT MOURGON ET COULON

5.1 Etat initial

Il est maintenant modélisé le cas où les deux cours d'eau seraient en crue centennale en même temps. Il est choisi de maintenir le petit Mourgon à son débit maximal pour que l'onde de crue du Coulon arrive dans la zone projet au même moment que l'onde du petit Mourgon.



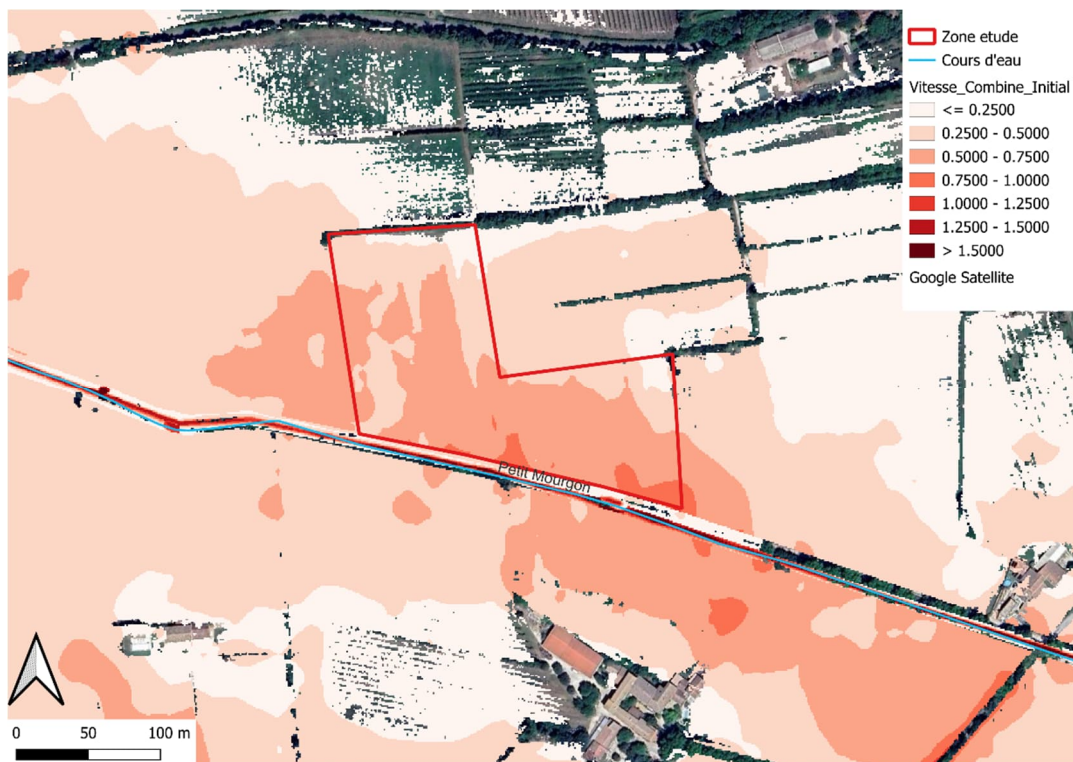
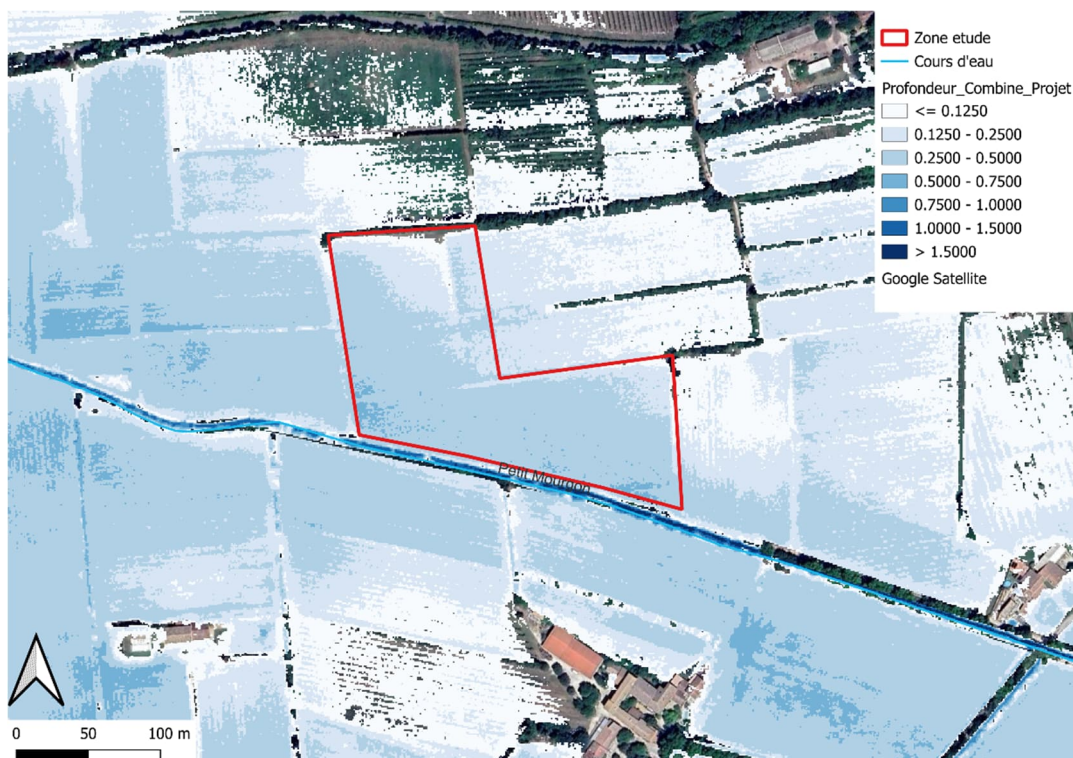


Figure 13 : Carte d'inondation dans l'état actuel

5.2 Etat projeté



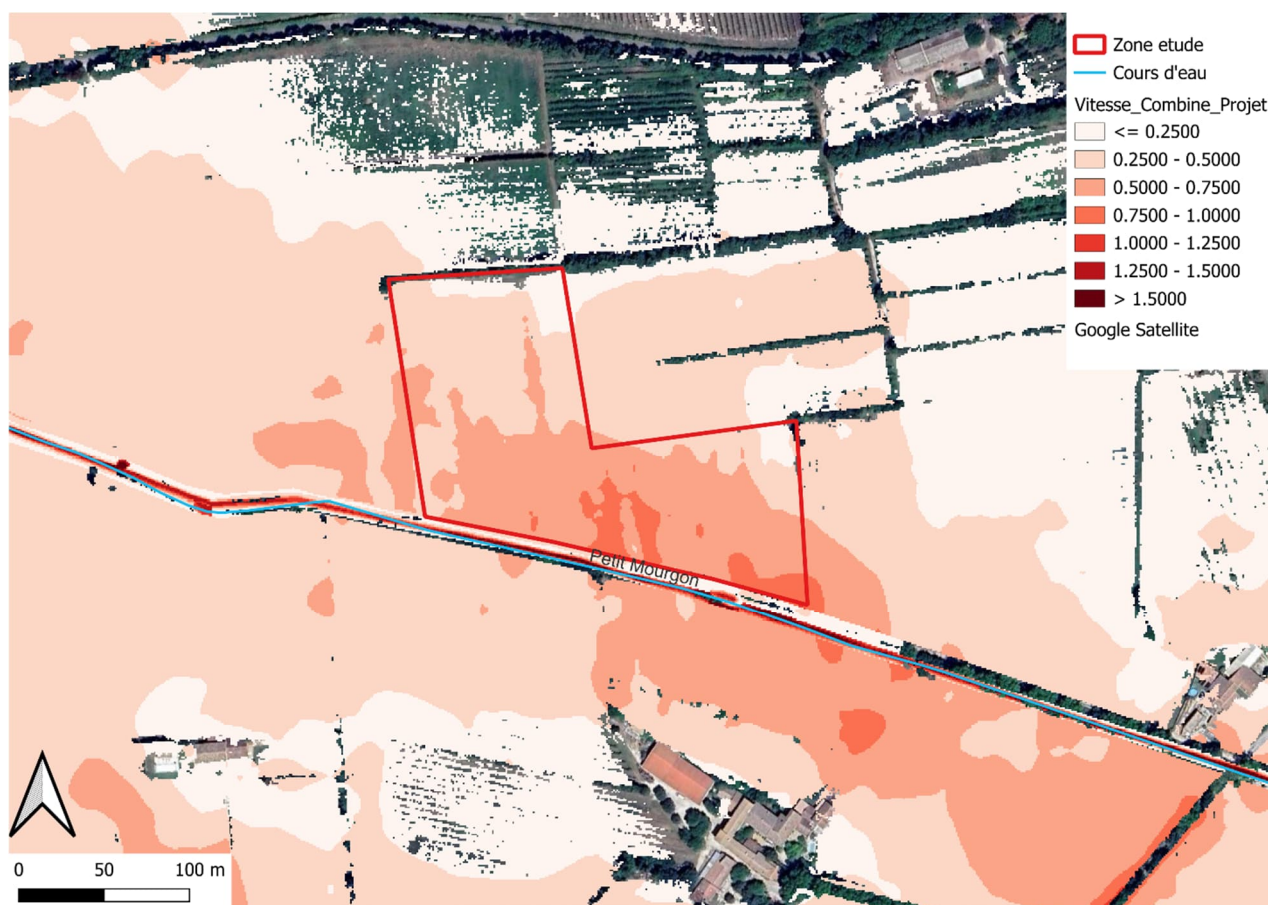


Figure 14 : Carte d'inondation dans l'état projeté

De même que dans la partie précédente les hauteurs et vitesses sont relevées aux mêmes 10 points :

	Profondeur état initial (m)	Profondeur état projet (m)	Différence (mm)	Vitesse état initial (m/s)	Vitesse état projet (m/s)	Différence (m/s)
1	0.4216	0.4214	-0.2	0.4532	0.4528	0.000
2	0.0343	0.0342	-0.1	0.3819	0.3817	0.000
3	0.3053	0.3055	0.2	0.4369	0.4285	-0.008
4	0.1073	0.1071	-0.2	0.2737	0.2739	0.000
5	0.3680	0.3729	4.9	0.6400	0.6320	-0.008
6	0.4063	0.3957	-10.6	0.7500	0.7720	0.022
7	0.4683	0.4649	-3.4	0.507	0.554	0.047
8	0.3217	0.3145	-7.2	0.430	0.479	0.049
9	0.4756	0.4720	-3.6	0.470	0.467	-0.003
10	0.2361	0.2320	-4.1	0.320	0.314	-0.006

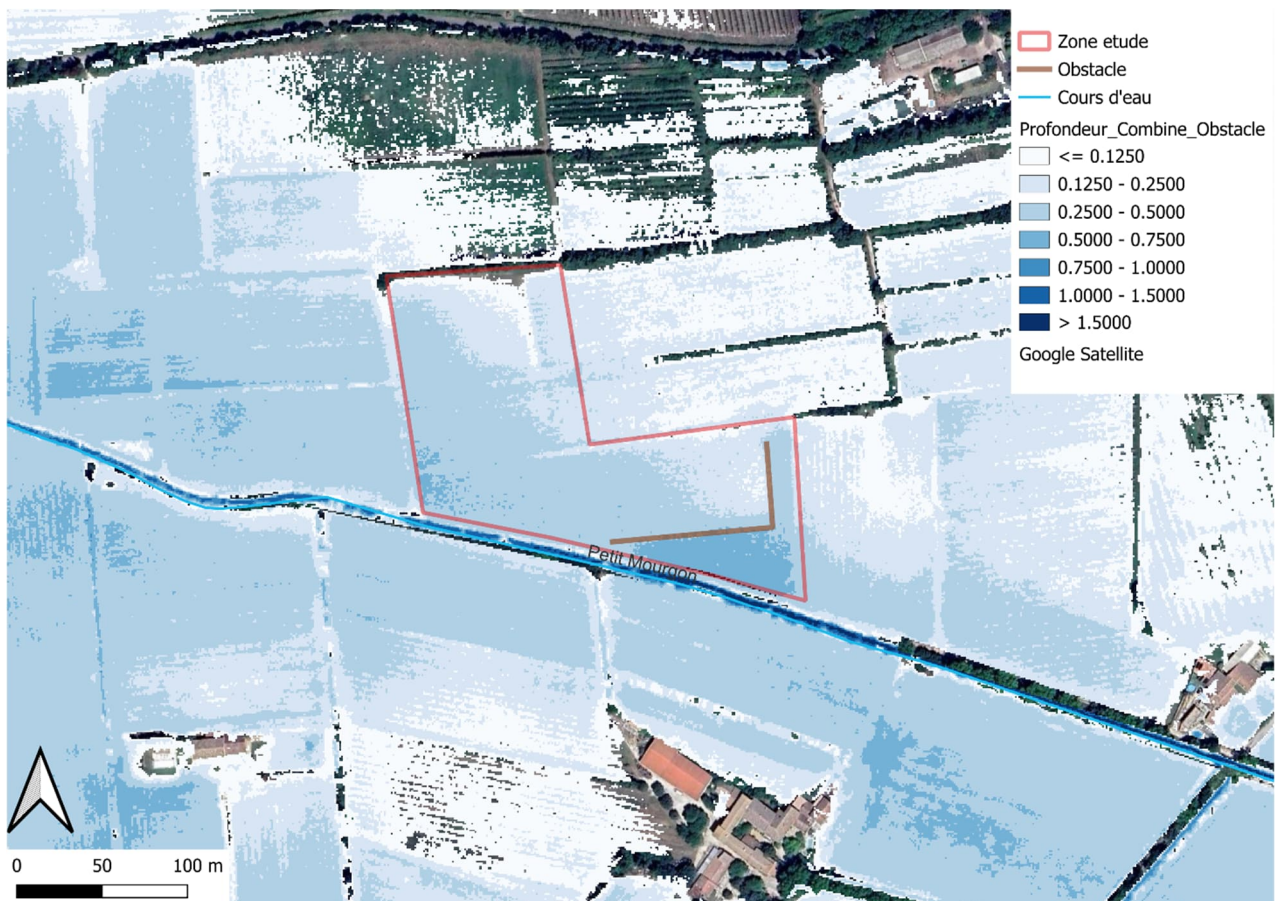
La conclusion reste identique, l'écart maximal observé sur les hauteurs étant de 1 cm, et 0.05 m/s pour les vitesses.

5.3 Etat projeté avec obstruction total du premier rang de panneaux (embâcles)

Dans ce scénario, une obstruction d'une hauteur de 1 m a été modélisée le long du côté sud-est du projet agrivoltaïque. Cette obstruction représente un scénario dans lequel des éléments tels que des branchages/embâcles ou des objets flottants pouvant se coincer contre les poteaux rendraient la partie sud-est de la zone étanche sur un mètre, affectant ainsi le comportement hydraulique du site durant une crue centennale.

Nous avons considéré la situation la plus défavorable, à savoir une obstruction complète.

L'objectif de ce scénario est d'analyser l'impact de l'obstruction sur les écoulements d'eau et d'évaluer les effets éventuels (en amont, sur les propriétés voisines...).



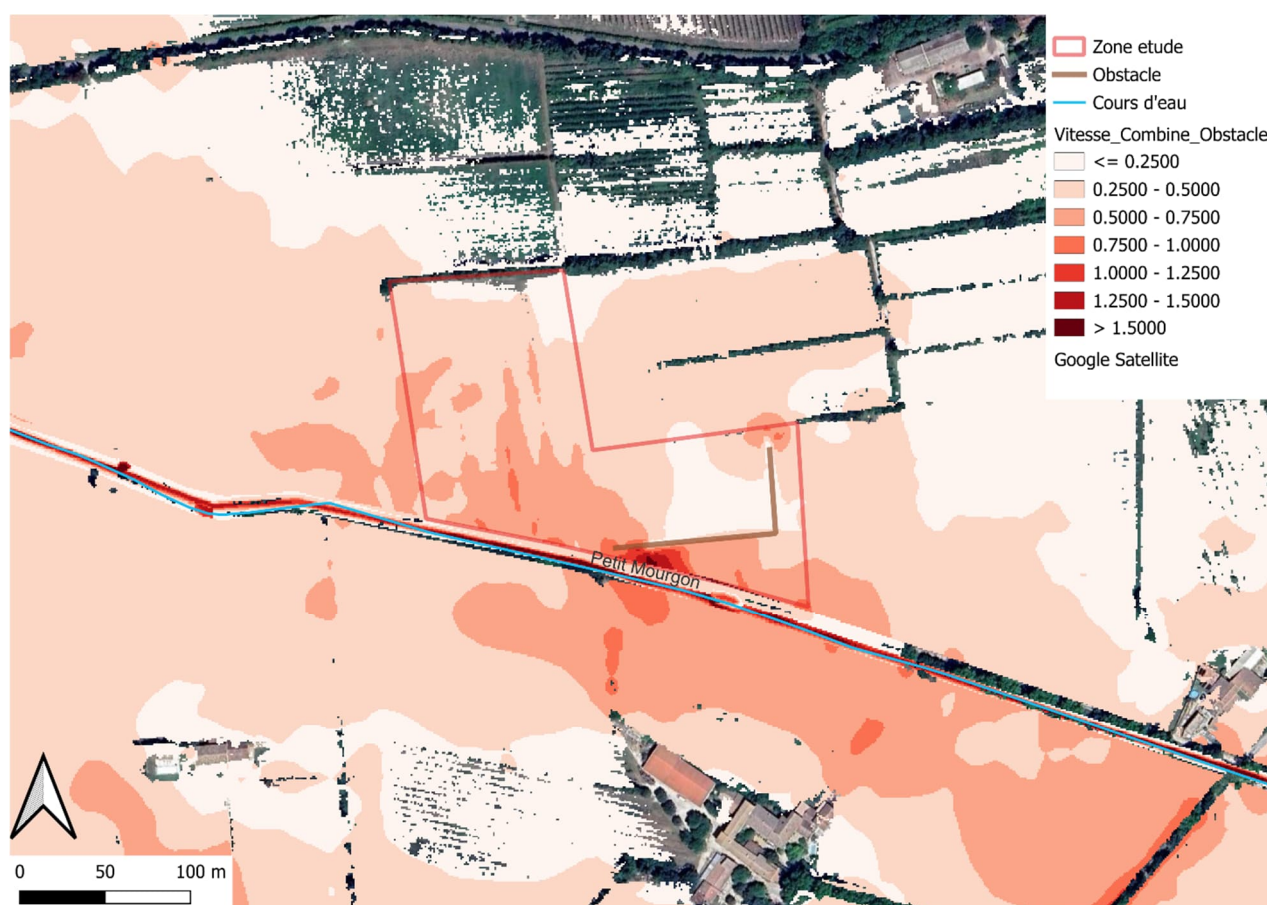


Figure 15 : Carte d'inondation dans l'état obstrué

Dans ce scénario, il est observé une augmentation de la hauteur d'eau en amont immédiat de l'obstacle et une diminution en aval immédiat. Les vitesses diminuent derrière la paroi étanche et accélèrent aux extrémités.

	Profondeur état initial (m)	Profondeur état projet (m)	Profondeur état embâcle (m)	Différence embâcle - initial (mm)	Vitesse état initial (m/s)	Vitesse état projet (m/s)	Vitesse état embâcle (m/s)	Différence embâcle - initial (m/s)
1	0.4216	0.4214	0.4254	3.8	0.4532	0.4528	0.4400	-0.013
2	0.0343	0.0342	0.0347	0.4	0.3819	0.3817	0.3800	-0.002
3	0.3053	0.3055	0.3100	4.7	0.4369	0.4285	0.4084	-0.029
4	0.1073	0.1071	0.1159	8.6	0.2737	0.2739	0.2733	0.000
5	0.3680	0.3729	0.3195	-48.5	0.6400	0.6320	0.1630	-0.477
6	0.4063	0.3957	0.3746	-31.7	0.7500	0.7720	0.6322	-0.118
7	0.4683	0.4649	0.4557	-12.6	0.507	0.554	0.557	0.050
8	0.3217	0.3145	0.3096	-12.1	0.430	0.479	0.500	0.070
9	0.4756	0.4720	0.4722	-3.4	0.470	0.467	0.467	-0.003
10	0.2361	0.2320	0.2357	-0.4	0.320	0.314	0.323	0.003

5.4 Résultats et analyses des impacts

Les simulations hydrauliques réalisées pour évaluer l'influence combinée du Petit Mourgon et du Coulon dans les deux scénarios montrent des résultats cohérents en termes de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement. Les observations suivantes peuvent être tirées :

1. Hauteur d'eau :

- Dans les modélisations, les hauteurs d'eau sur l'emprise du site restent modérées et cela confirme que le site n'est pas soumis à des submersions importantes lors d'une crue centennale.
- Les niveaux d'eau en dehors du site restent aussi quasiment inchangés lors des différents scénarios.

2. Vitesse d'écoulement :

- Dans les modélisations, les vitesses restent modérées, il n'est pas observé de changement particulier au niveau des infrastructures proche du site lors d'une crue centennale.

5.5 Synthèse

Les simulations réalisées à l'aide du logiciel HEC-RAS ont permis de modéliser plusieurs scénarios, notamment une crue centennale. Les résultats des analyses sont les suivants :

1. Scénario 1 : État actuel (modélisation avec données LIDAR)
 - Les hauteurs d'eau sur l'emprise du site s'approchent mais ne dépassent pas 0,5 m, et les vitesses d'écoulement dépassent les 0.5 m/s en 2 points.
2. Scénario 2 : État projeté (modélisation avec LIDAR + relevé topographique du projet agrivoltaïque)
 - Les résultats montrent que l'implantation des panneaux solaires n'entraîne pas d'aggravation significative des risques d'inondation.
 - Les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement restent similaires à celles du scénario 1, avec des valeurs maximales respectivement de l'ordre de 0.46 m et 0.77 m/s
 - Le Petit Mourgon n'a pas d'influence notable sur les conditions hydrauliques du site (même en crue simultanée).
3. Scénario 3 : Obstruction (modélisation avec une obstruction de 1m de haut le long du côté Sud Est du projet)
 - Une obstruction de 1 m, représentant des branchages, embâcles ou objets flottants coincés contre les poteaux, a été modélisée pour simuler une situation très défavorable.
 - Les résultats montrent que cette obstruction entraîne une légère augmentation des hauteurs d'eau en amont de l'obstruction et une légère baisse à l'aval, mais sans impact significatif sur les propriétés voisines ou sur le site lui-même.
 - Les vitesses d'écoulement restent inférieures à 0,6 m/s, confirmant que le site reste en zone faible en termes de risque d'inondation, même dans ce scénario défavorable.

a. Recommandations pour assurer la durabilité du projet

Afin de garantir la résilience du projet et de prévenir tout risque potentiel, les recommandations suivantes doivent être considérées :

1. Surveillance continue :

- Mettre en place un système de surveillance des conditions hydrologiques pour détecter toute variation significative post-implantation.

- Surveiller particulièrement les zones sensibles où des modifications hydrauliques pourraient se produire.
- 2. **Évaluation de la résilience des infrastructures :**
 - S'assurer que les structures, notamment les poteaux soutenant les panneaux photovoltaïques, sont conçues pour résister aux forces hydrauliques, même en cas d'événements extrêmes.
- 3. **Gestion proactive des écoulements :**
 - Établir des protocoles de gestion pour prévenir l'accumulation de débris flottants ou de branchages qui pourraient affecter les écoulements.
 - Planifier des inspections régulières des cours d'eau et des ouvrages hydrauliques.
- 4. **Collaboration avec les autorités locales :**
 - Maintenir un dialogue ouvert avec les autorités et les gestionnaires des risques d'inondation pour garantir la conformité du projet aux réglementations et pratiques en vigueur.
 - Participer aux plans de gestion des risques d'inondation à l'échelle locale.

6 CONCLUSION

Cette étude hydraulique a été réalisée dans le cadre du projet agrivoltaïque de Sun'Agri situé à L'Isle sur la Sorgue (Vaucluse), avec pour objectif principal de vérifier que l'implantation du projet agrivoltaïque n'entraînera aucune aggravation des risques d'inondation. Les résultats obtenus, y compris l'analyse de l'influence combinée du Petit Mourgon et du Coulon, confirment que le projet ne modifie pas significativement l'inondabilité de la parcelle du projet lui-même et des propriétés voisines.

Cette étude confirme que le projet agrivoltaïque de Sun'Agri ne modifie pas significativement le fonctionnement des crues sur la parcelle du projet et à plus large échelle, y compris en tenant compte de l'influence combinée du Petit Mourgon et du Coulon.

Le scénario d'obstruction, bien que représentant une situation défavorable, n'entraîne pas d'aggravation significative des risques d'inondation pour le site ou les propriétés voisines. Cela démontre la robustesse du projet face à des conditions hydrauliques extrêmes.

Pour garantir la durabilité du projet, il est recommandé de mettre en œuvre les mesures de surveillance et de gestion proactive des écoulements décrites ci-dessus. Ces mesures permettront de maintenir les conditions hydrauliques favorables observées et de prévenir tout risque potentiel lié à des événements extrêmes ou à des obstructions.

BUREAU D'ETUDES



485 rue des Entreprises
43200 YSSINGEAUX
Tél. : 04.71.56.39.66
Email : structures@seryss.fr



Sun'Agri

4 quai des Etroits
69005 LYON
Tél. : 04.78.796.95.86

N° AFFAIRE : SUN.131.25S

OBJET :

**P1496 - Structure AGRIVOLTAÏQUE
L'ISLE-SUR-LA-SORGUE (84 – VAUCLUSE)**

NOTE DE CALCUL DE LA STRUCTURE

27/06/2025	A	PREMIERE EDITION
Date	Indice	Modification

SOMMAIRE

1 - HYPOTHESES :	2
1.1 - CHARGES.....	2
1.1.1 - PERMANENTES - G	2
1.1.2 - CHARGES DE NEIGE.....	2
1.1.3 - CHARGES DE VENT	2
1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS	3
1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :	4
1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :	4
1.4 - REGLEMENTS :	4
2 - OBJET DE LA NOTE.....	5
3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION.....	6
4 - MODELISATION	8
4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE	8
4.1.1 - SECTIONS	9
4.1.2 - RELACHEMENTS	9
4.2 - MODELISATION D'UN MODULE TYPE A 70°	10
4.3 - CHARGEMENT	12
4.3.1 - CAS	12
4.3.2 - VALEURS DES CHARGES.....	12
4.3.3 - SCHEMAS.....	13
4.3.4 - COMBINAISONS ANALYSEES	16
4.4 - VERIFICATION DES PROFILS.....	17
4.4.1 - CONTRAINTE	17
4.4.2 - DEPLACEMENT.....	20
5 - CONCLUSION	21

1 - HYPOTHESES :

La structure est considérée comme une serre de catégorie B15.

1.1 - CHARGES

1.1.1 - PERMANENTES - G

Panneaux Photovoltaïques 12.5 daN/m²
Poids propre

1.1.2 - CHARGES DE NEIGE

Charges de neige suivant Eurocode 1991-1-3 et annexe nationale (NF EN1991-1-3 et AN)

Localisation : L'Isle-sur-la-Sorgue (84 – VAUCLUSE)
Zone A2 Altitude : < 200m
Charge caractéristique : Sk = 0.45 kN/m²
Charge accidentelle : Sad = 1.00 kN/m²

Les charges de neige ne sont pas prises en compte sur les panneaux suite à l'installation de capteurs qui basculent les panneaux en position verticale. Toutefois la neige est présente sur la structure non mobile.

1.1.3 - CHARGES DE VENT

Charges suivant EUROCODES 1 – NF EN 1991-1-4 ET Annexe Nationale.

Les charges de vent sont prises conforme aux Eurocode jusqu'à une vitesse de 70 km/h, pour toute position. Au-delà de cette vitesse, une sécurité physique bascule automatiquement les panneaux en position horizontale.

Position repos – Panneaux horizontaux

Zone 2 $V_{b,0} = 24 \text{ m/s}$

Rugosité du terrain

Catégorie du terrain II

$z_0 = 0.05$

$z_{min} = 2\text{m}$

Facteur de terrain $k_r = 0.190$

$C_{dir} = 1$

$C_{season} = 1$

Orographie du terrain

Coefficient $C_o = 1$

$k_i = 0.995$

$I_v = k_i / \ln(z/z_0) \rightarrow 0.995 / \ln(5.2/0.05) = 0.214$

Masse volumique de l'air : $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe : $q_{p(5.2)} = (1+7 \cdot I_v) \times \frac{1}{2} \rho \times (0.882 \cdot 24)^2 = 68.5 \text{ daN/m}^2$

Position production – Panneaux jusqu'à 70°

Vent Limité à 70km/h $V_{b,0} = 19.44 \text{ m/s}$

Masse volumique de l'air : $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe : $q_{p(5.2)} = \frac{1}{2} \rho \times (19.44)^2 = 23 \text{ daN/m}^2$

1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS

Le projet se situant en zone inondable, avec un aléa faible, caractérisé par une hauteur d'eau inférieure à 0,5m (Cf : PPRI du Cavalon Coulon). Les vitesses ne sont pas analysées dans les documents du PPRI.

Une vitesse de 0.5m/s sera prise en compte et devra être validée par le la MOE/MOA

Nous considérerons donc le couple Hauteur/Vitesse suivant :

Hauteur max. (m)	Vitesse max. (m/s)
0.5	0.5

Les charges statiques équivalentes aux couples transmis seront de profil linéaire pour l'écoulement de l'eau et pour les embâcles et déterminées par les formules suivantes en considérant un poteau métallique de 18 cm ou sur la largeur des embâcles (4.5m par poteau pour être sur les même hypothèses que les études précédentes) :

- Pression de l'eau sur le profilé :
 $P1 = 1/2 \rho * v^2 * Cx * 0.18$ pour $h < 0.5m \rightarrow 27 \text{ daN/ml}$
- Pression liée aux embâcles :
 La pression liée aux embâcles correspond à l'obstruction totale de l'intervalle entre poteaux. Afin de rester sécuritaire, la pression est appliquée à l'intégralité des poteaux et pas seulement sur la 1^{ère} rangée.

$$P2 = 1/2 \rho * v^2 * Cx * 4.5 \quad \text{Pour } h \leq 0.5m \rightarrow 675 \text{ daN/ml}$$

Avec :

- Coefficient de trainée $Cx = 1.2$
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $v = 0.5 \text{ m/s}$

- Charge de chocs :
 Afin de palier le risque de choc, nous considérons un corps flottant correspondant à un arbre déraciné en amont. Le corps flottant est pris à 300 daN. Nous appliquons un coefficient de 1.5 afin de prendre en compte l'effet dynamique.

1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :

Flèche maxi des porteurs horizontaux :

$W_{\max} = 1/200$ de la portée sous G + Q

$W_{\max} = 1/300$ de la portée sous Q

Déplacements horizontaux des montants : $1/80^{\text{ème}}$ de la hauteur

1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :

Profils laminé type IPE, HEA et UPN

Profils en Cornières, tubes

Profils laminé type IPE, HEA et UPN

Profils en tubes

Boulons :

Acier S275 : $\sigma_e = 275 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S235 : $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 : $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 : $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Classe 8.8 $\sigma_e = 640 \text{ MPa}$ $\sigma_{\text{red}} = 550 \text{ MPa}$

1.4 - REGLEMENTS :

CHARGES

COMBINAISONS

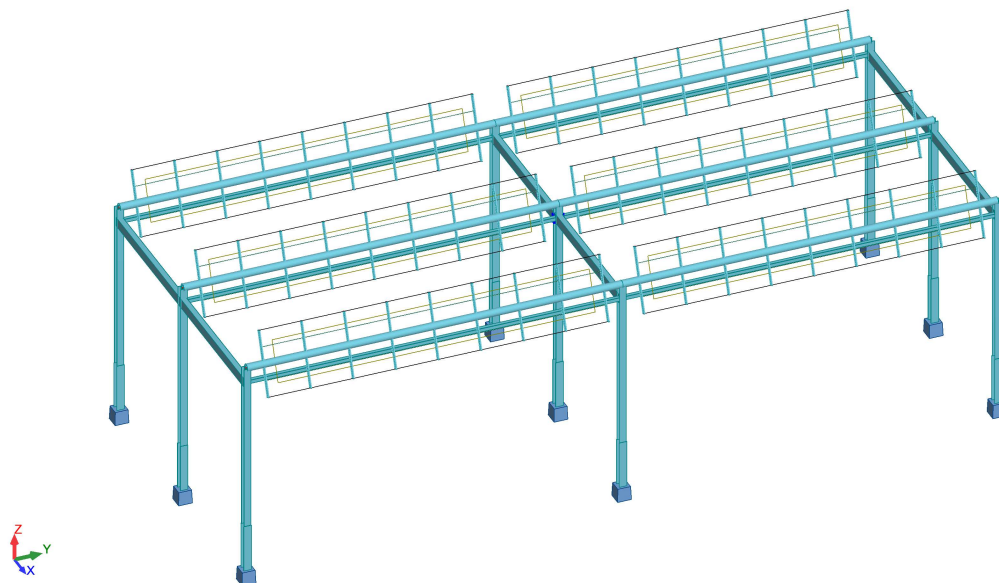
VERIFICATIONS

EUROCODES 1.3 et 1.4 + AN

EN 13031-1 : 2001

EUROCODES 3 + AN

2 - OBJET DE LA NOTE



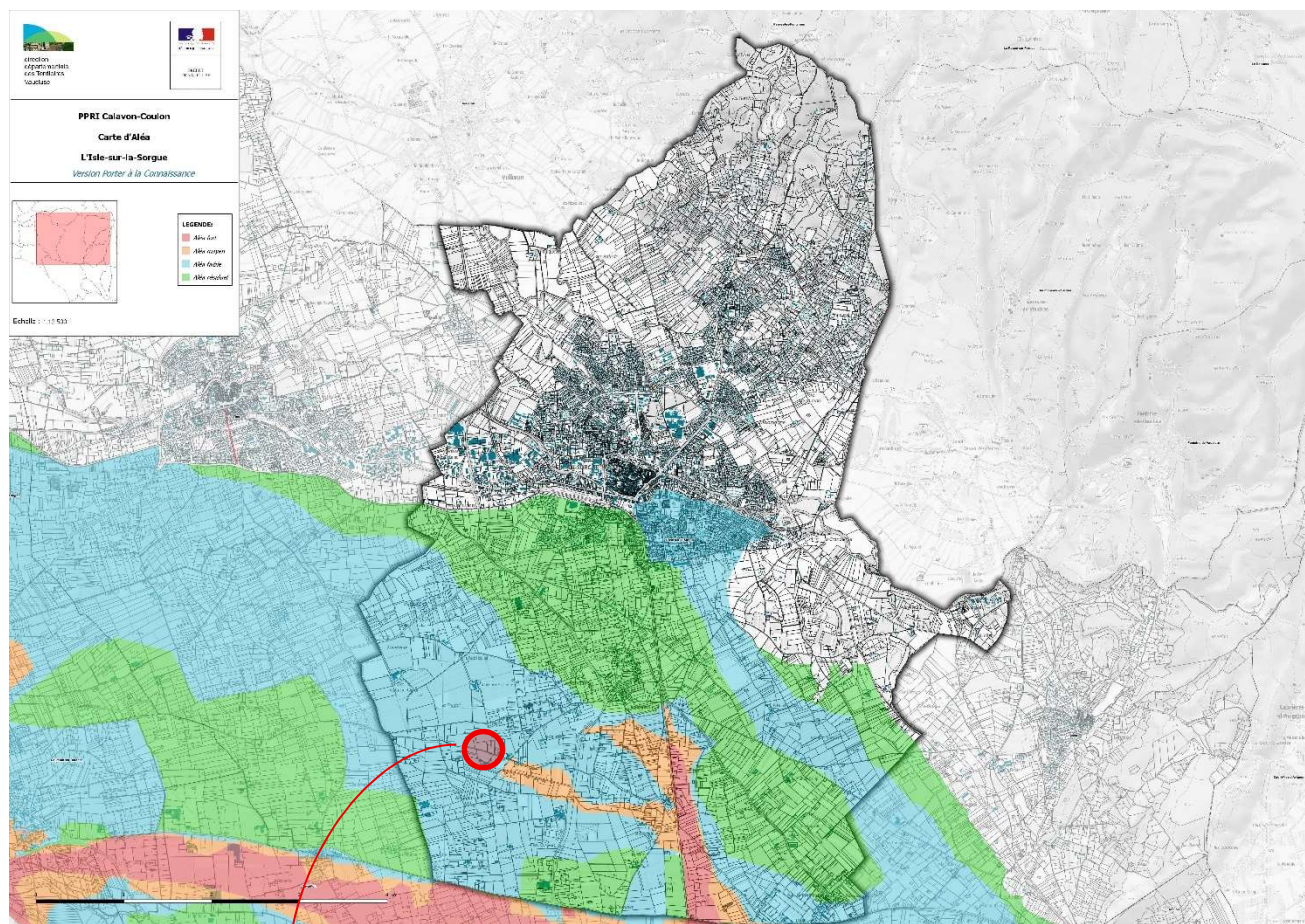
MODELISATION AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS **SUN.131.25-S – ISLE-SUR-LA-SORGUE + CRUE**

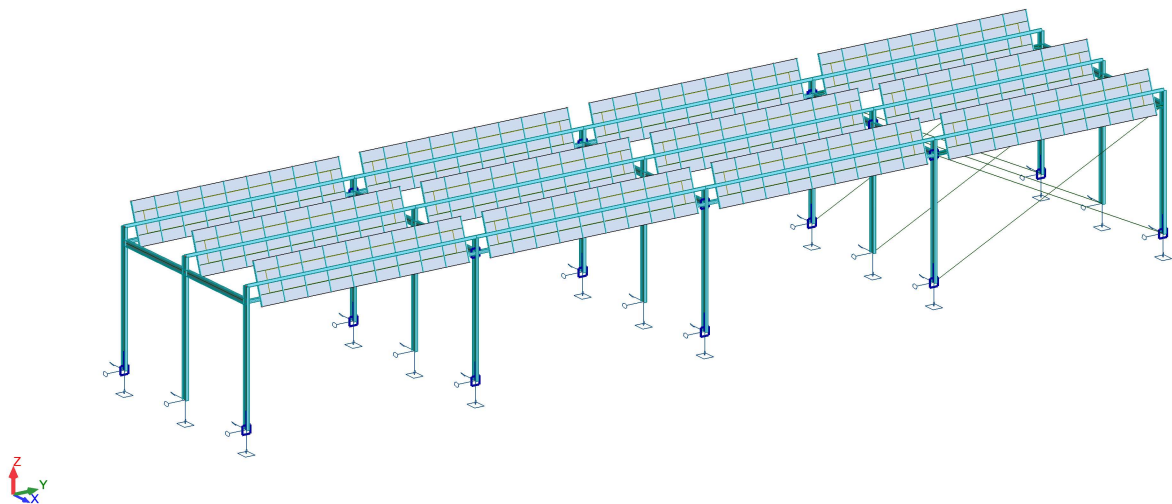
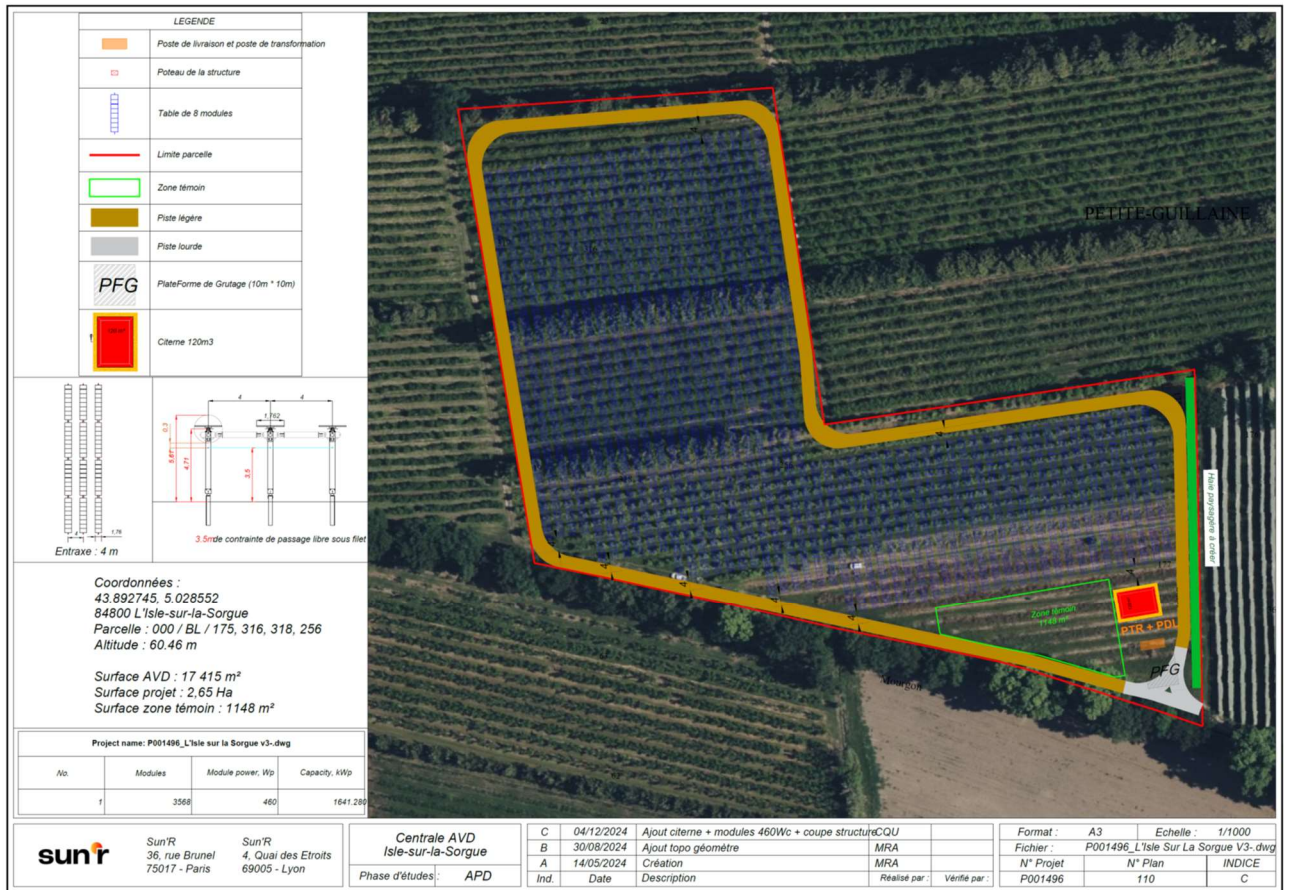
Le but de cette étude est de vérifier la structure sous charges climatiques et de s'assurer qu'elle satisfasse les règlements en vigueur tant en déplacements qu'en résistance. Cette étude est complétée par l'étude en situation de crues.

3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION

L'installation du projet se situe sur la commune ISLE-SUR-LA-SORGUE dans le Vaucluse. Le projet est situé en zone inondable d'aléa faible avec une hauteur d'eau de 50cm maximum.

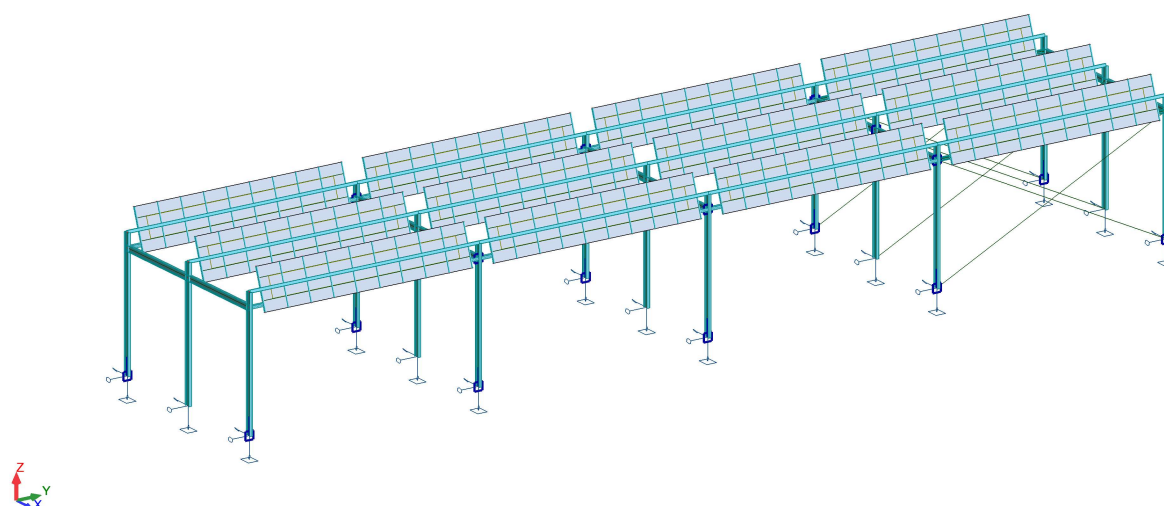
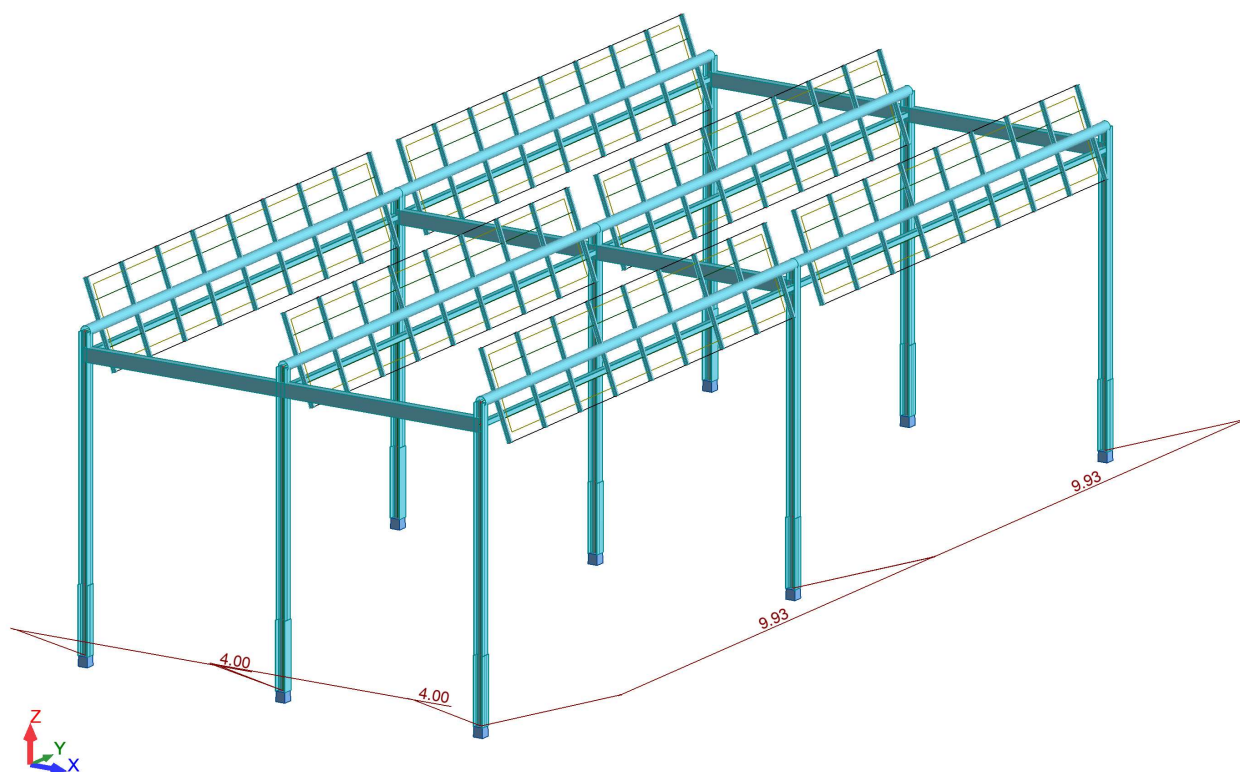
Afin de prendre en compte le risque et les hauteurs d'eau du PPRI, le local technique est implanté 70 cm au-dessus du sol, ainsi que l'ensemble des équipements sensibles.





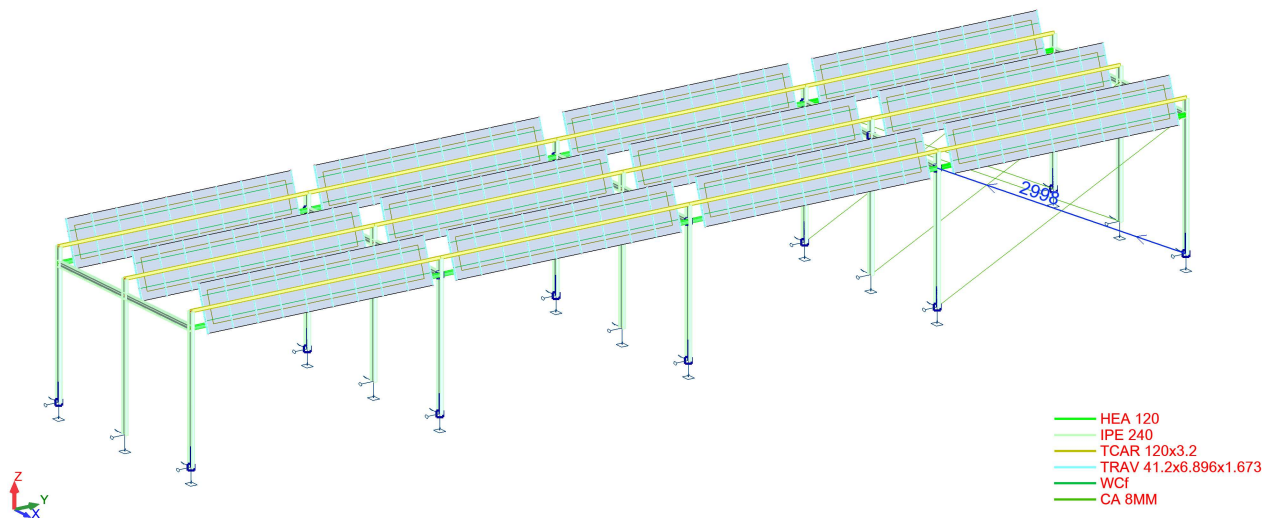
4 - MODELISATION

4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE

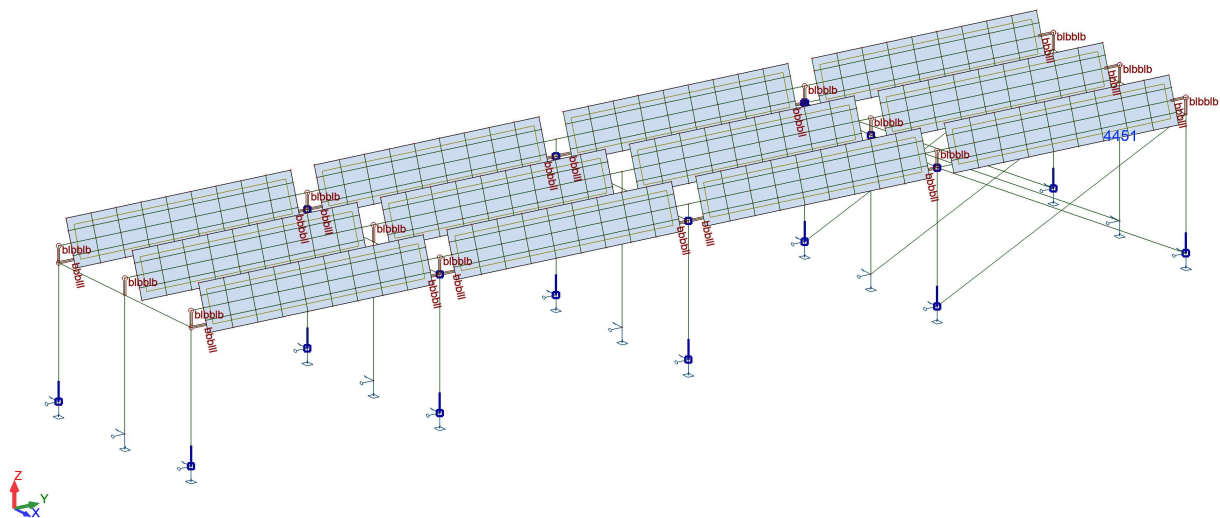


MODELISATION AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS
L'ISLE-SUR-LA-SORGUE – MODULE 70°

4.1.1 - SECTIONS



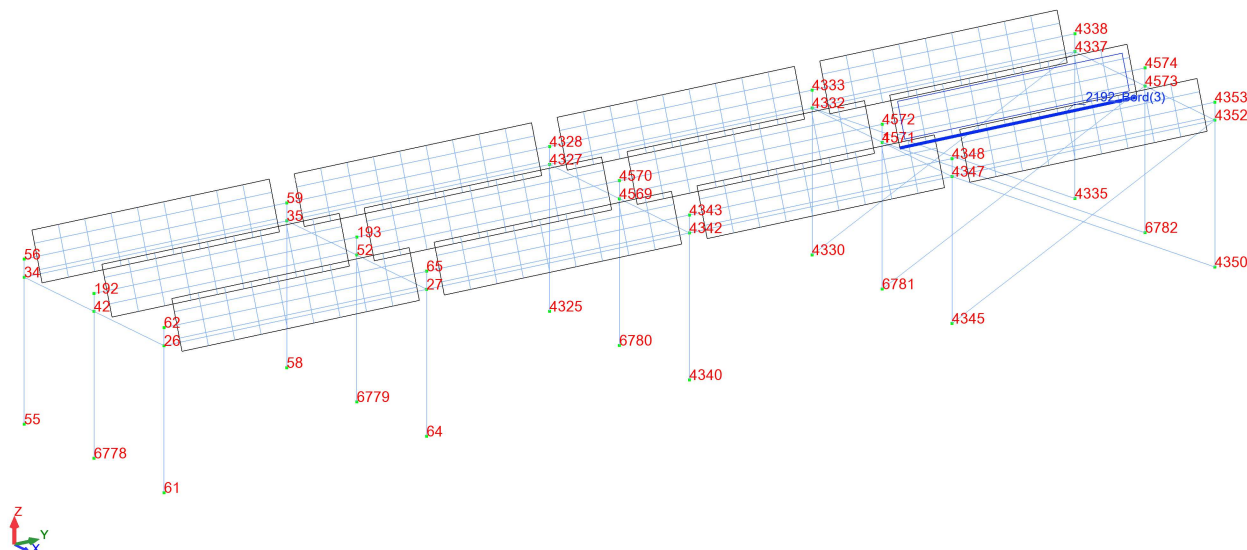
4.1.2 - RELACHEMENTS



Les traverses longitudinales sont biarticulées. Les traverses transversales (reliant chaque ligne de poteaux) sont considérées encastées. Les longerons en tubes sont considérés glissants sur les supports rotules et considérés encastés sur la file recevant les moteurs. Les pieds sont tous articulés sur pieux en HEA200(ou HEA180)

4.2 - MODELISATION D'UN MODULE TYPE A 70°

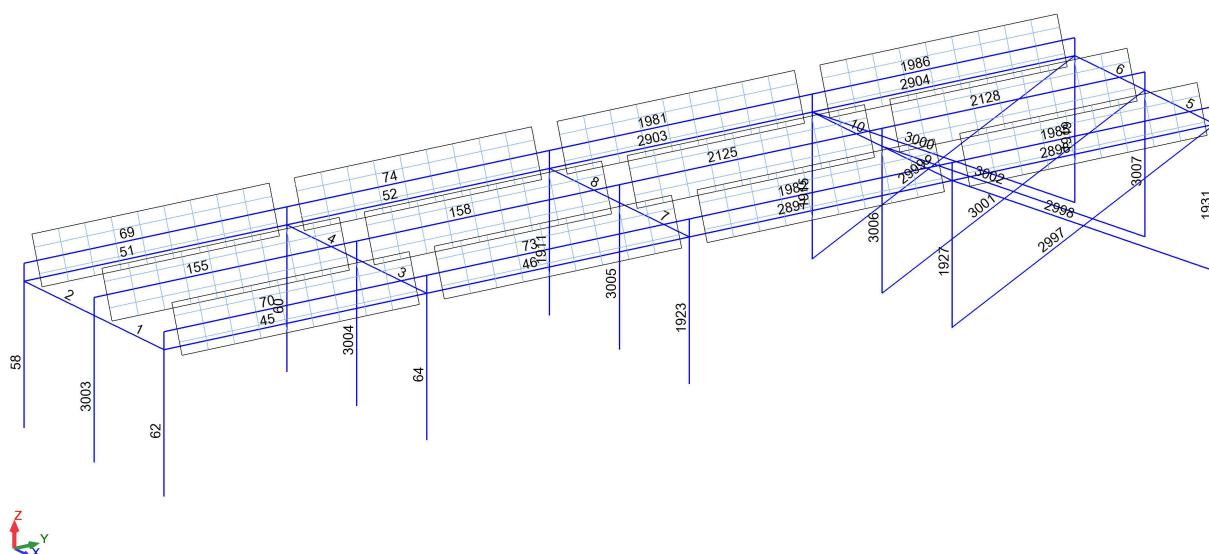
NŒUDS ET BARRES



Localisation des nœuds

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Appui
1	56,67	0,00	4,80	
2	60,67	0,00	4,80	
3	52,67	0,00	4,80	
4	56,67	9,95	4,80	
5	60,67	9,95	4,80	
6	52,67	9,95	4,80	
26	60,67	-29,84	4,80	
27	60,67	-19,89	4,80	
34	52,67	-29,84	4,80	
35	52,67	-19,89	4,80	
41	52,67	-28,56	4,80	
42	56,67	-29,84	4,80	
52	56,67	-19,89	4,80	
55	52,67	-29,84	-0,10	Rotule RzB
56	52,67	-29,84	5,40	
58	52,67	-19,89	-0,10	Rotule RzB
59	52,67	-19,89	5,40	
61	60,67	-29,84	-0,10	Rotule RzB
62	60,67	-29,84	5,40	
64	60,67	-19,89	-0,10	Rotule RzB
65	60,67	-19,89	5,40	
192	56,67	-29,84	5,40	
193	56,67	-19,89	5,40	
4325	52,67	-9,95	-0,10	Rotule RzB
4327	52,67	-9,95	4,80	
4328	52,67	-9,95	5,40	
4330	52,67	0,0	-0,10	Rotule RzB
4332	52,67	0,0	4,80	
4333	52,67	0,0	5,40	
4335	52,67	9,95	-0,10	Rotule RzB
4337	52,67	9,95	4,80	
4338	52,67	9,95	5,40	
4340	60,67	-9,95	-0,10	Rotule RzB
4342	60,67	-9,95	4,80	
4343	60,67	-9,95	5,40	
4345	60,67	0,0	-0,10	Rotule RzB

4347	60,67	0,0	4,80	
4348	60,67	0,0	5,40	
4350	60,67	9,95	-0,10	Rotule RzB
4352	60,67	9,95	4,80	
4353	60,67	9,95	5,40	
4569	56,67	-9,95	4,80	
4570	56,67	-9,95	5,40	
4571	56,67	0,0	4,80	
4572	56,67	0,0	5,40	
4573	56,67	9,95	4,80	
4574	56,67	9,95	5,40	
6778	56,67	-29,84	-0,10	Rotule RzB
6779	56,67	-19,89	-0,10	Rotule RzB
6780	56,67	-9,95	-0,10	Rotule RzB
6781	56,67	0,0	-0,10	Rotule RzB
6782	56,67	9,95	-0,10	Rotule RzB



Localisation des barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre
1	26	42	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
2	42	34	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
3	27	52	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
4	52	35	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
5	4352	4573	IPE 240	ACIER	4,00	-0,0	Poutre-HEA
6	4573	4337	IPE 240	ACIER	4,00	-0,0	Poutre-HEA
7	4342	4569	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
8	4569	4327	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
9	4347	4571	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
10	4571	4332	IPE 240	ACIER	4,00	0,0	Poutre-HEA
45	26	27	HEA 120	ACIER	9,95	90,0	TRAVERSE longi
46	27	4342	HEA 120	ACIER	9,95	90,0	TRAVERSE longi
51	34	35	HEA 120	ACIER	9,95	90,0	TRAVERSE longi
52	35	4327	HEA 120	ACIER	9,95	90,0	TRAVERSE longi
58	55	56	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
60	58	59	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
62	61	62	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
64	64	65	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
69	56	59	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-I
70	62	65	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-I
73	65	4343	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-I
74	59	4328	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-I
155	192	193	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-I

158	193	4570	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
1911	4325	4328	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
1915	4330	4333	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
1919	4335	4338	IPE 240	ACIER	5,50	180,0	Poteau-HEA140
1923	4340	4343	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
1927	4345	4348	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
1931	4350	4353	IPE 240	ACIER	5,50	-180,0	Poteau-HEA140
1981	4328	4333	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
1982	4343	4348	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
1985	4348	4353	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
1986	4333	4338	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
2125	4570	4572	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
2128	4572	4574	TCAR 120x3.2	ACIER	9,95	70,0	Poutre-1
2897	4342	4347	HEA 120	ACIER	9,95	90,0	TRAVERSE longi
2898	4347	4352	HEA 120	ACIER	9,95	0,0	TRAVERSE longi
2903	4327	4332	HEA 120	ACIER	9,95	90,0	TRAVERSE longi
2904	4332	4337	HEA 120	ACIER	9,95	0,0	TRAVERSE longi
2997	4345	5	CA 8MM	ACIER	11,09	0,0	Câbles
2998	2	4350	CA 8MM	ACIER	11,09	0,0	Câbles
2999	4330	6	CA 8MM	ACIER	11,09	0,0	Câbles
3000	3	4335	CA 8MM	ACIER	11,09	0,0	Câbles
3001	6781	4	CA 8MM	ACIER	11,09	0,0	Câbles
3002	1	6782	CA 8MM	ACIER	11,09	0,0	Câbles
3003	6778	192	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
3004	6779	193	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
3005	6780	4570	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
3006	6781	4572	IPE 240	ACIER	5,50	0,0	Poteau-HEA140
3007	6782	4574	IPE 240	ACIER	5,50	-180,0	Poteau-HEA140

4.3 - CHARGEMENT

4.3.1 - CAS

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	G	G	Structurelle	Statique linéaire
2	Wx+	Wx+	vent	Statique linéaire
3	Wx-	Wx-	vent	Statique linéaire
4	Sn	Sn	Neige H<1000 m	Statique linéaire
5	Sacc	Sacc	accidentelle	Statique linéaire
10	Wy	Wy	vent	Statique linéaire

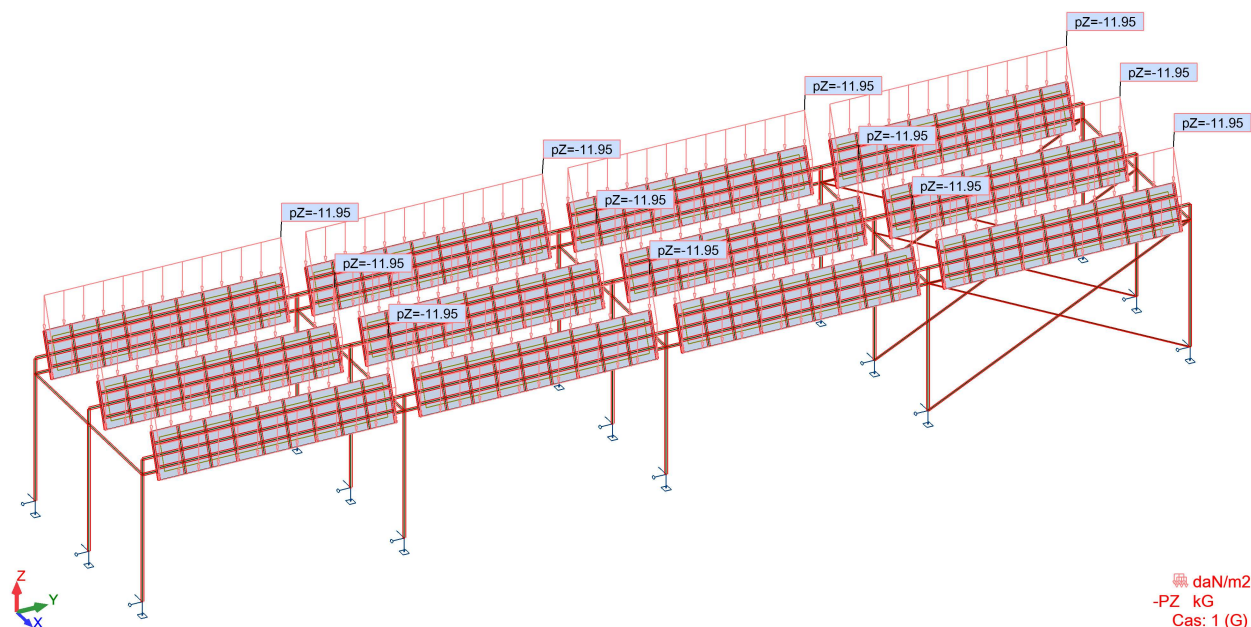
4.3.2 - VALEURS DES CHARGES

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	1A10 46A70P6 95A126 137A148 175A190 195A200 1911A1931P4 2015A2046 2068A2079 2146A2161 45 51 60 62 69 73 74 155 158 1981 1982 1985 1986 2125 2128 2182A2185 2192 2193 2897 2898 2903 2904 2997A3031	PZ Moins Coef=1,00
1	(EF) surfacique uniforme	145A148 199 200 2076A2079 2192 2193	PZ=-11,95[daN/m ²]
2	(EF) surfacique uniforme	145A148 199 200 2076A2079 2192 2193	PZ=35,50[daN/m ²] local
2	charge uniforme	58A64P2 1911A1931P4 3003A3007	PZ=-5,04[daN/m] local
2	charge uniforme	45 46 51 52 2897 2898 2903 2904	PX=5,04[daN/m]
3	charge	58A64P2 1911A1931P4 3003A3007	PZ=5,04[daN/m]

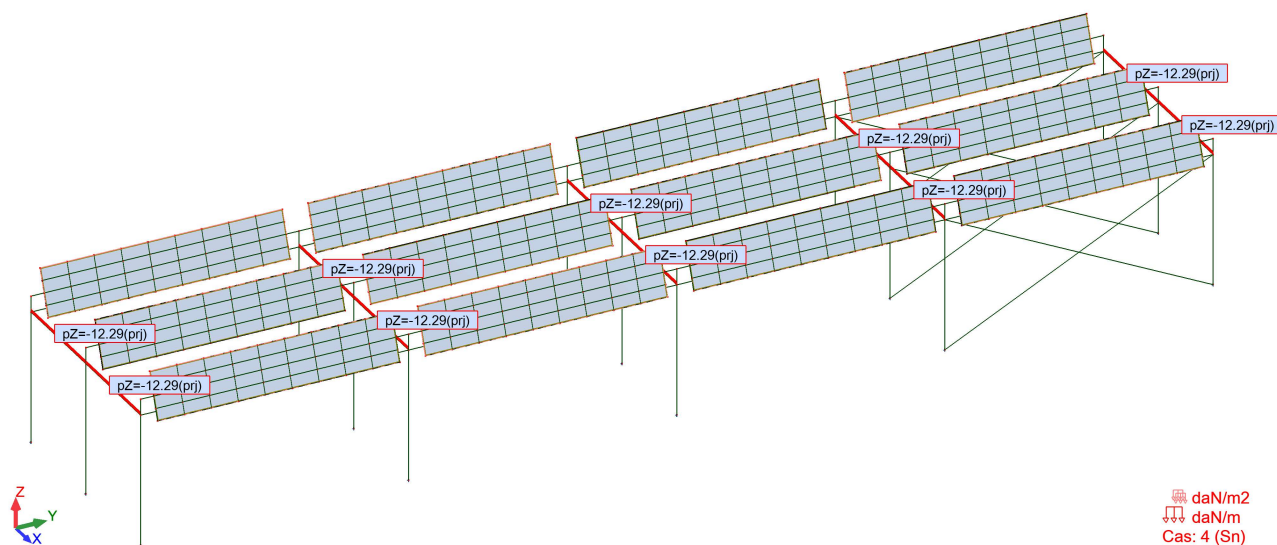
	uniforme		local
3	(EF) surfaccique uniforme	145A148 199 200 2076A2079 2192 2193	PZ=-35,50[daN/m ²] local
4	charge uniforme	1A10	PZ=-12,29[daN/m] projetés
4	(EF) surfaccique uniforme	145A148 199 200 2076A2079 2192 2193	projetés
4	charge uniforme	1A10	projetés
5	charge uniforme	1A10	PZ=-27,16[daN/m] projetés
5	(EF) surfaccique uniforme	145A148 199 200 2076A2079 2192 2193	projetés
5	charge uniforme	1A10	projetés
10	charge uniforme	58A64P2 1911A1931P4 3003A3007	PY=6,21[daN/m] local
10	charge uniforme	102A126P8 182 190 2022A2046P8 2153 2161 3020A3031	PY=8,50[daN/m]
10	charge uniforme	1A10	PY=29,92[daN/m]
10	(EF) surfaccique uniforme	145A148 199 200 2076A2079 2192 2193	PY=1,84[daN/m ²]

4.3.3 - SCHEMAS

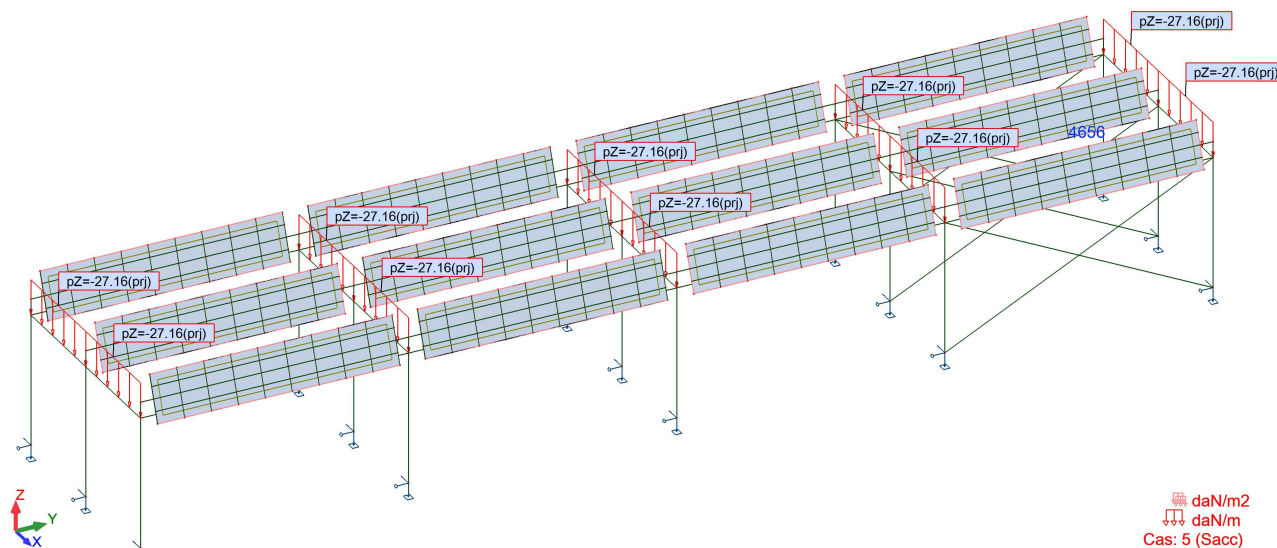
Charges permanentes



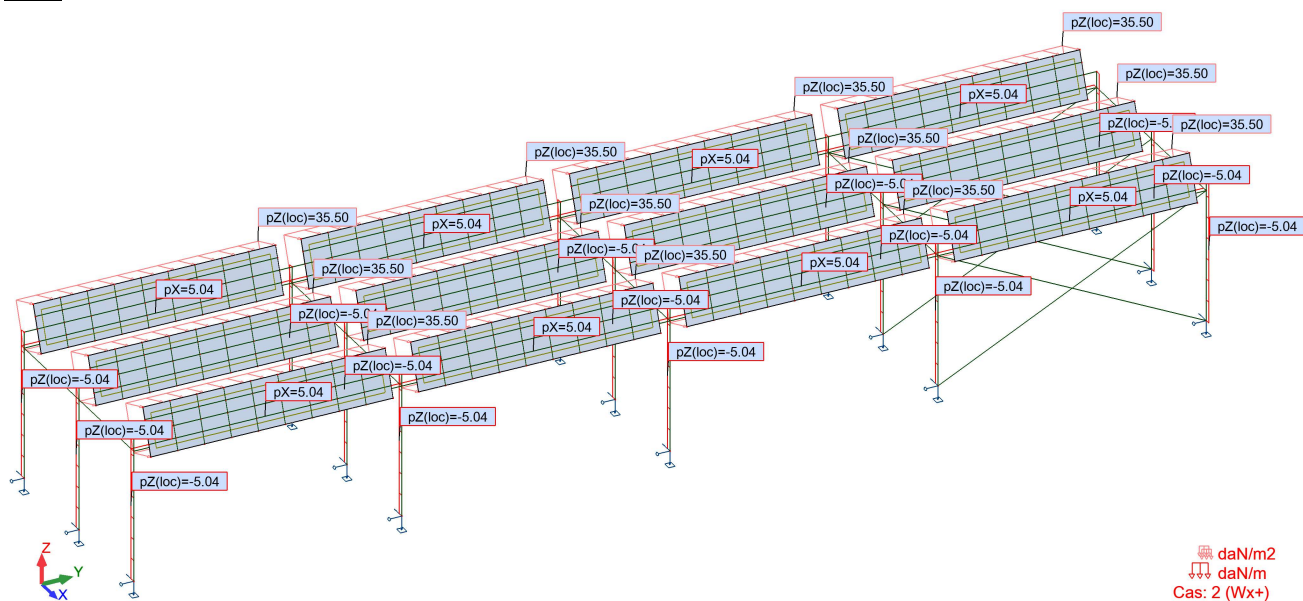
Neige Normal (Sn)

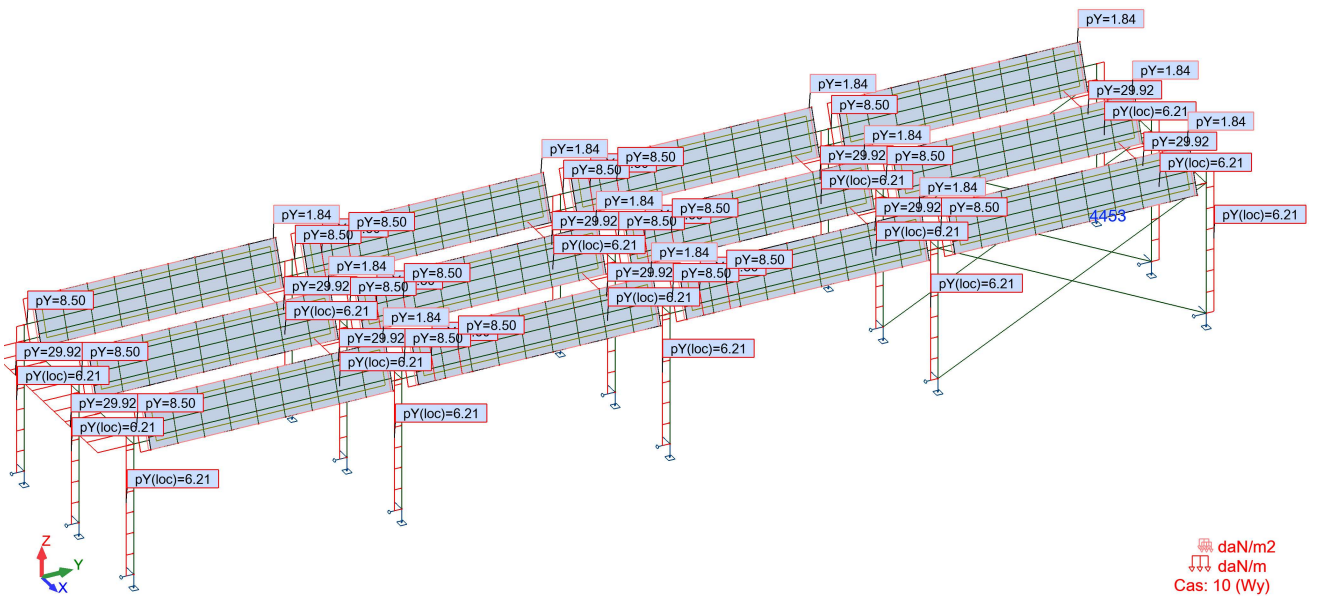
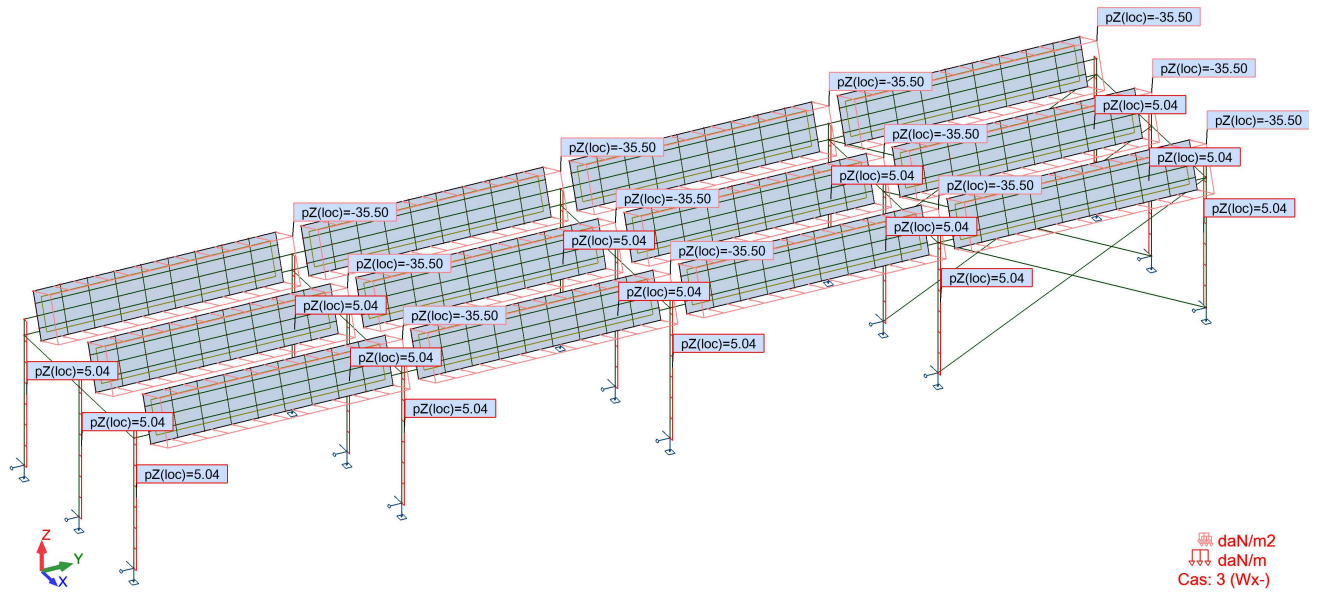


Neige Accidentelle



Vent





4.3.4 - COMBINAISONS ANALYSEES

Combinaison/Comp.	Définition
ELU/ 1	1*1.00
ELU/ 2	1*1.00 + 2*1.10 + 4*0.72
ELU/ 3	1*1.00 + 2*1.10
ELU/ 4	1*1.00 + 3*1.10 + 4*0.72
ELU/ 5	1*1.00 + 3*1.10
ELU/ 6	1*1.00 + 4*0.72 + 10*1.10
ELU/ 7	1*1.00 + 10*1.10
ELU/ 8	1*1.00 + 4*1.20
ELU/ 9	1*1.00 + 2*0.66 + 4*1.20
ELU/ 10	1*1.00 + 3*0.66 + 4*1.20
ELU/ 11	1*1.00 + 4*1.20 + 10*0.66
ELS:CAR/ 1	1*1.00
ELS:CAR/ 2	1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
ELS:CAR/ 3	1*1.00 + 2*1.00
ELS:CAR/ 4	1*1.00 + 3*1.00 + 4*0.60
ELS:CAR/ 5	1*1.00 + 3*1.00
ELS:CAR/ 6	1*1.00 + 4*0.60 + 10*1.00
ELS:CAR/ 7	1*1.00 + 10*1.00
ELS:CAR/ 8	1*1.00 + 4*1.00
ELS:CAR/ 9	1*1.00 + 2*0.60 + 4*1.00
ELS:CAR/ 10	1*1.00 + 3*0.60 + 4*1.00
ELS:CAR/ 11	1*1.00 + 4*1.00 + 10*0.60

4.4 - VERIFICATION DES PROFILS

4.4.1 - CONTRAINTE

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 2 POTEAUX

PIECE: 1927 Poteau-HEA140_1927

0.89 L = 4.90 m

POINT: 2

COORDONNEE: x =

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 51 ELU/2=1*1.10 + 2*1.20 + 4*0.72 1*1.10+2*1.20+4*0.72

MATERIAU:

ACIER E28 fy = 27.50 daN/mm²



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 240

h=240.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=120.0 mm	Ay=27.31 cm ²	Az=19.14 cm ²	Ax=39.12 cm ²
tw=6.2 mm	Iy=3891.63 cm ⁴	Iz=283.63 cm ⁴	Ix=11.60 cm ⁴
tf=9.8 mm	Wply=366.68 cm ³	Wplz=73.93 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N _{Ed} = 1770.64 daN	My _{Ed} = 3182.84 daN*m	Mz _{Ed} = -54.51 daN*m	Vy _{Ed} = 11.13 daN
N _{c,Rd} = 107569.55 daN	My _{Ed,max} = 3182.84 daN*m	Mz _{Ed,max} = 109.90 daN*m	Vy _{T,Rd} = 43350.97 daN
N _{b,Rd} = 23103.16 daN	My _{c,Rd} = 10083.67 daN*m	Mz _{c,Rd} = 2032.98 daN*m	Vz _{Ed} = 634.79 daN
	MN _{y,Rd} = 10083.67 daN*m	MN _{z,Rd} = 2032.98 daN*m	Vz _{T,Rd} = 30389.68 daN
			Tt _{Ed} = 0.13 daN*m
			Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 4.61 m	Lam_y = 0.53
Lcr,y = 4.61 m	Xy = 0.91
Lamy = 46.22	ky = 0.91



en z:

Lz = 4.61 m	Lam_z = 1.97
Lcr,z = 4.61 m	Xz = 0.21
Lamz = 171.20	kyz = 0.60

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.32 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(\tau_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(\tau_z/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y,Ed} = 46.22 < \lambda_{y,max} = 330.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 171.20 < \lambda_{z,max} = 330.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.30 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 5 SUPPORT PANNEAUX

PIECE: 155 Poutre-1_155

POINT: 2

COORDONNEE: x = 1.00 L = 9.95 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 53 ELU/4=1*1.10 + 3*1.20 + 4*0.72 1*1.10+3*1.20+4*0.72

MATERIAU:

ACIER E28 fy = 27.50 daN/mm²



PARAMETRES DE LA SECTION: TCAR 120x3.2

h=120.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=120.0 mm	Ay=7.43 cm ²	Az=7.43 cm ²	Ax=14.86 cm ²
tw=3.2 mm	Iy=338.10 cm ⁴	Iz=338.10 cm ⁴	Ix=510.40 cm ⁴
tf=3.2 mm	Wply=65.50 cm ³	Wplz=65.50 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

My,Ed = -743.31 daN*m	Mz,Ed = 140.67 daN*m	Vy,Ed = -75.18 daN
My,pl,Rd = 1801.23 daN*m	Mz,pl,Rd = 1801.23 daN*m	Vy,c,Rd = 11798.69 daN
My,c,Rd = 1801.23 daN*m	Mz,c,Rd = 1801.23 daN*m	Vz,Ed = -418.31 daN
		Vz,c,Rd = 11798.69 daN
		Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$My,Ed/My,c,Rd = 0.41 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$Mz,Ed/Mz,c,Rd = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$(My,Ed/MN_y,Rd)^{1.66} + (Mz,Ed/MN_z,Rd)^{1.66} = 0.24 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$Vy,Ed/Vy,c,Rd = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$My,Ed/(XLT*My,Rk/gM1) + Mz,Ed/(Mz,Rk/gM1) = 0.49 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 6 TRAVERSE LONGI

PIECE: 2897 TRAVERSE longi_2897
0.33 L = 3.26 m

POINT: 2

COORDONNEE: x =

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 56 ELU/7=1*1.10 + 10*1.20 1*1.10+10*1.20

MATERIAU:

ACIER E28 $f_y = 27.50 \text{ daN/mm}^2$



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 120

h=114.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=120.0 mm	Ay=21.64 cm ²	Az=8.46 cm ²	Ax=25.34 cm ²
tw=5.0 mm	Iy=606.15 cm ⁴	Iz=230.90 cm ⁴	Ix=5.63 cm ⁴
tf=8.0 mm	Wply=119.50 cm ³	Wplz=58.85 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N _{Ed} = 868.43 daN	My _{Ed} = -0.00 daN*m	Mz _{Ed} = -234.05 daN*m	Vy _{Ed} = 36.68 daN
N _{c,Rd} = 69674.27 daN	My _{Ed,max} = -0.00 daN*m	Mz _{Ed,max} = -265.39 daN*m	Vy _{c,Rd} = 34351.92 daN
Nb _{Rd} = 4279.95 daN	My _{c,Rd} = 3286.25 daN*m	Mz _{c,Rd} = 1618.49 daN*m	Vz _{Ed} = -0.00 daN
	MN _{y,Rd} = 3286.25 daN*m	MN _{z,Rd} = 1618.49 daN*m	Vz _{c,Rd} = 13425.86 daN
			Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 9.95 m	Lam_y = 2.34
Lcr,y = 9.95 m	Xy = 0.16
Lamy = 203.34	kzy = 0.57



en z:

Lz = 9.95 m	Lam_z = 3.80
Lcr,z = 9.95 m	Xz = 0.06
Lamz = 329.47	kzz = 1.16

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y,Ed} = 203.34 < \lambda_{y,max} = 330.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 329.47 < \lambda_{z,max} = 330.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.39 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil correct !!!

4.4.2 - DEPLACEMENT

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 2 POTEAUX

PIECE: 60 Poteau-HEA140_60

POINT:

COORDONNEE:



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 240

ht=240.0 mm

bf=120.0 mm

ea=6.2 mm

es=9.8 mm

Ay=23.52 cm²

Iy=3891.63 cm⁴

Wely=324.30 cm³

Az=14.88 cm²

Iz=283.63 cm⁴

Welz=47.27 cm³

Ax=39.12 cm²

Ix=11.60 cm⁴

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPERE GLOBAL):

vx = 43.8 mm < vx max = L/100.00 = 55.0 mm Vérifié

Cas de charge décisif: 73 ELS: CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 (1+2)*1.00+4*0.60

vy = 16.6 mm < vy max = L/100.00 = 55.0 mm Vérifié

Cas de charge décisif: 77 ELS: CAR/6=1*1.00 + 10*1.00 + 4*0.60 (1+10)*1.00+4*0.60

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 5 SUPPORT PANNEAUX

PIECE: 1986 Poutre-1_1986

POINT:

COORDONNEE:



PARAMETRES DE LA SECTION: TCAR 120x3.2

ht=120.0 mm

bf=120.0 mm

ea=3.2 mm

es=3.2 mm

Ay=7.43 cm²

Iy=338.10 cm⁴

Wely=56.35 cm³

Az=7.43 cm²

Iz=338.10 cm⁴

Welz=56.35 cm³

Ax=14.86 cm²

Ix=516.00 cm⁴

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

uy = 10.5 mm < uy max = L/200.00 = 49.8 mm Vérifié

Cas de charge décisif: 2 Wx+

uz = 40.8 mm < uz max = L/200.00 = 49.8 mm Vérifié

Cas de charge décisif: 3 Wx-



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 6 TRAVERSE LONGI

PIECE: 2897 TRAVERSE longi_2897

POINT: COORDONNEE:



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 120

ht=114.0 mm

bf=120.0 mm

ea=5.0 mm

es=8.0 mm

Ay=19.20 cm²

Iy=606.15 cm⁴

Wely=106.34 cm³

Az=5.70 cm²

Iz=230.90 cm⁴

Welz=38.48 cm³

Ax=25.34 cm²

Ix=5.63 cm⁴

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

uy = 47.3 mm < uy max = L/200.00 = 49.7 mm Vérifié

Cas de charge décisif: 73 ELS: CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 (1+2)*1.00+4*0.60

uz = 5.0 mm < uz max = L/200.00 = 49.7 mm Vérifié

Cas de charge décisif: 2 Wx+



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

5 - CONCLUSION

La structure est correctement dimensionnée pour la reprise des charges climatiques réglementaires.

BUREAU D'ETUDES



485 rue des Entreprises
43200 YSSINGEAUX
Tél. : 04.71.56.39.66
Email : structures@seryss.fr



Sun'Agri

4 quai des Etroits
69005 LYON
Tél. : 04.78.796.95.86

N° AFFAIRE : SUN.131.25S

OBJET:

**P1496 - Structure AGRIVOLTAÏQUE
L'ISLE-SUR-LA-SORGUE (84 – VAUCLUSE)**

VERIFICATION SOUS CRUES

27/06/2025	A	PREMIERE EDITION
Date	Indice	Modification

SOMMAIRE

1 - HYPOTHESES :	2
1.1 - CHARGES.....	2
1.1.1 - PERMANENTES - G	2
1.1.2 - CHARGES DE NEIGE.....	2
1.1.3 - CHARGES DE VENT	2
1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS	3
1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :	4
1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :	4
1.4 - REGLEMENTS :	4
2 - OBJET DE LA NOTE.....	5
3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION.....	6
4 - MODELISATION	7
4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE	7
4.2 - CHARGEMENT DE CRUES	8
4.3 - RESISTANCE SOUS CRUES DES MONTANTS	9
5 - CONCLUSION	11

1 - HYPOTHESES :

La structure est considérée comme une serre de catégorie B15.

1.1 - CHARGES

1.1.1 - PERMANENTES - G

Panneaux Photovoltaïques 12.5 daN/m²
Poids propre

1.1.2 - CHARGES DE NEIGE

Charges de neige suivant Eurocode 1991-1-3 et annexe nationale (NF EN1991-1-3 et AN)

Localisation : Le Thor (84 – VAUCLUSE)
Zone A2 Altitude : < 200m
Charge caractéristique : $S_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$
Charge accidentelle : $S_{ad} = 1.00 \text{ kN/m}^2$

Les charges de neige ne sont pas prises en compte sur les panneaux par suite de l'installation de capteurs qui basculent les panneaux en position verticale. Toutefois la neige est présente sur la structure non mobile.

1.1.3 - CHARGES DE VENT

Charges suivant EUROCODES 1 – NF EN 1991-1-4 et Annexe Nationale

Les charges de vent sont prises conforme aux Eurocode jusqu'à une vitesse de 70 km/h, pour toute position. Au-delà de cette vitesse, une sécurité physique bascule automatiquement les panneaux en position horizontale.

Position repos – Panneaux horizontaux

Zone 2 $V_{b,0} = 24 \text{ m/s}$

Rugosité du terrain

Catégorie du terrain II

$z_0 = 0.05$

$z_{min} = 2\text{m}$

Facteur de terrain $k_r = 0.190$

$C_{dir} = 1$

$C_{season} = 1$

Orographie du terrain

Coefficient $C_o = 1$

$k_i = 0.995$

$I_v = k_i / \ln(z/z_0) \rightarrow 0.995 / \ln(5.2/0.05) = 0.214$

Masse volumique de l'air : $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe : $q_{p(5.2)} = (1+7 \cdot I_v) \times \frac{1}{2} \rho \times (0.882 \cdot 24)^2 = 68.5 \text{ daN/m}^2$

Position production – Panneaux jusqu'à 70°

Vent Limité à 70km/h $V_{b,0} = 19.44 \text{ m/s}$

Masse volumique de l'air : $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe : $q_{p(5.2)} = \frac{1}{2} \rho \times (19.44)^2 = 23 \text{ daN/m}^2$

1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS

Le projet se situant en zone inondable, avec un aléa faible, caractérisé par une hauteur d'eau inférieure à 0,5m (Cf : PPRI du Cavalon Coulon). Les vitesses ne sont pas analysées dans les documents du PPRI.

Une vitesse de 0.5m/s sera prise en compte et devra être validée par le la MOE/MOA

Nous considérerons donc le couple Hauteur/Vitesse suivant :

Hauteur max. (m)	Vitesse max. (m/s)
0.5	0.5

Les charges statiques équivalentes aux couples transmis seront de profil linéaire pour l'écoulement de l'eau et pour les embâcles et déterminées par les formules suivantes en considérant un poteau métallique de 18 cm ou sur la largeur des embâcles (4.5m par poteau pour être sur les même hypothèses que les études précédentes) :

- Pression de l'eau sur le profilé :

$$P1 = 1/2 \rho * v^2 * Cx * 0.18$$

pour $h < 0.5\text{m} \rightarrow 27 \text{ daN/ml}$

- Pression liée aux embâcles :

La pression liée aux embâcles correspond à l'obstruction totale de l'intervalle entre poteaux. Afin de rester sécuritaire, la pression est appliquée à l'intégralité des poteaux et pas seulement sur la 1^{ère} rangée.

$$P2 = 1/2 \rho * v^2 * Cx * 4.5$$

Pour $h \leq 0.5\text{m} \rightarrow 675 \text{ daN/ml}$

Avec :

- Coefficient de trainée $Cx = 1.2$
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $v = 0.5 \text{ m/s}$

- Charge de chocs :

Afin de palier le risque de choc, nous considérons un corps flottant correspondant à un arbre déraciné en amont. Le corps flottant est pris à 300 daN. Nous appliquons un coefficient de 1.5 afin de prendre en compte l'effet dynamique.

1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :

Flèche maxi des porteurs horizontaux :

$W_{\max} = 1/200$ de la portée sous G + Q

$W_{\max} = 1/300$ de la portée sous Q

Déplacements horizontaux des montants : $1/80^{\text{ème}}$ de la hauteur

1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :

Profil laminé type IPE, HEA et UPN

Profil en Cornières, tubes

Profil laminé type IPE, HEA et UPN

Profil en tubes

Boulons :

Acier S275 : $\sigma_e = 275 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S235 : $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 : $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 : $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$ $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Classe 8.8 $\sigma_e = 640 \text{ MPa}$ $\sigma_{\text{red}} = 550 \text{ MPa}$

1.4 - REGLEMENTS :

CHARGES

COMBINAISONS

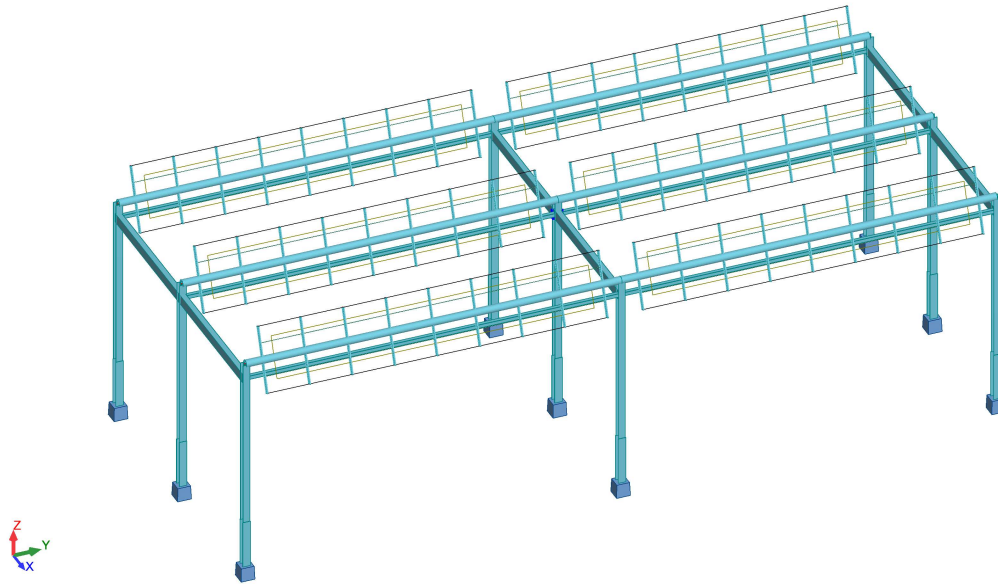
VERIFICATIONS

EUROCODES 1.3 et 1.4 + AN

EN 13031-1 : 2001

EUROCODES 3 + AN

2 - OBJET DE LA NOTE



MODELISATION AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS **SUN.131.25-S – ISLE-SUR-LA-SORGUE + CRUE**

Le but de cette étude est de déterminer le comportement de la structure vis-à-vis d'une crue conforme au PPRI du Calavon Coulon.

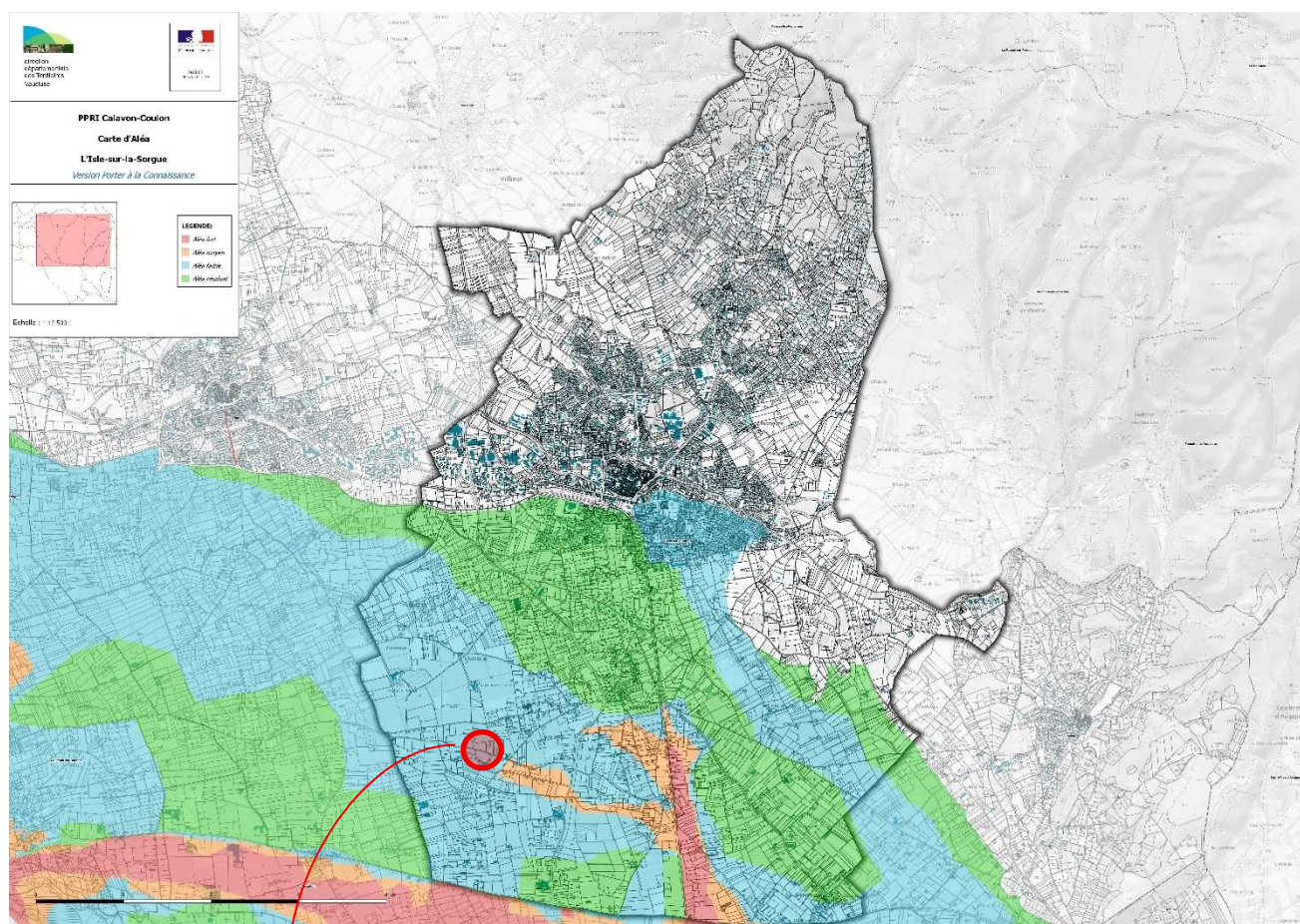
Il est considéré dans cette note qu'en période de crue, les panneaux sont en position horizontale.

Le cas d'un choc sur la structure n'est pas pris en compte lors de la formation des embâcles, pour pallier ce phénomène, la structure est vérifiée en limitant le taux de travail des éléments à 50% de leur capacité en cas de crue.

3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION

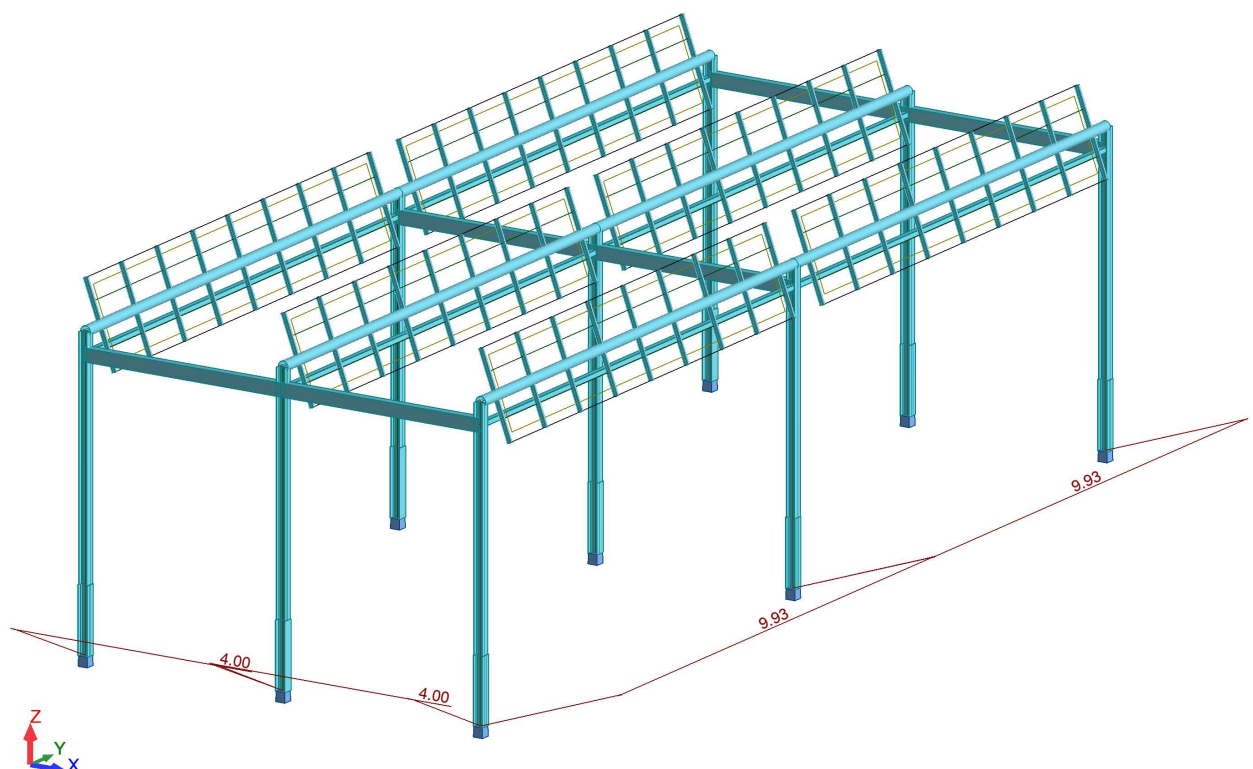
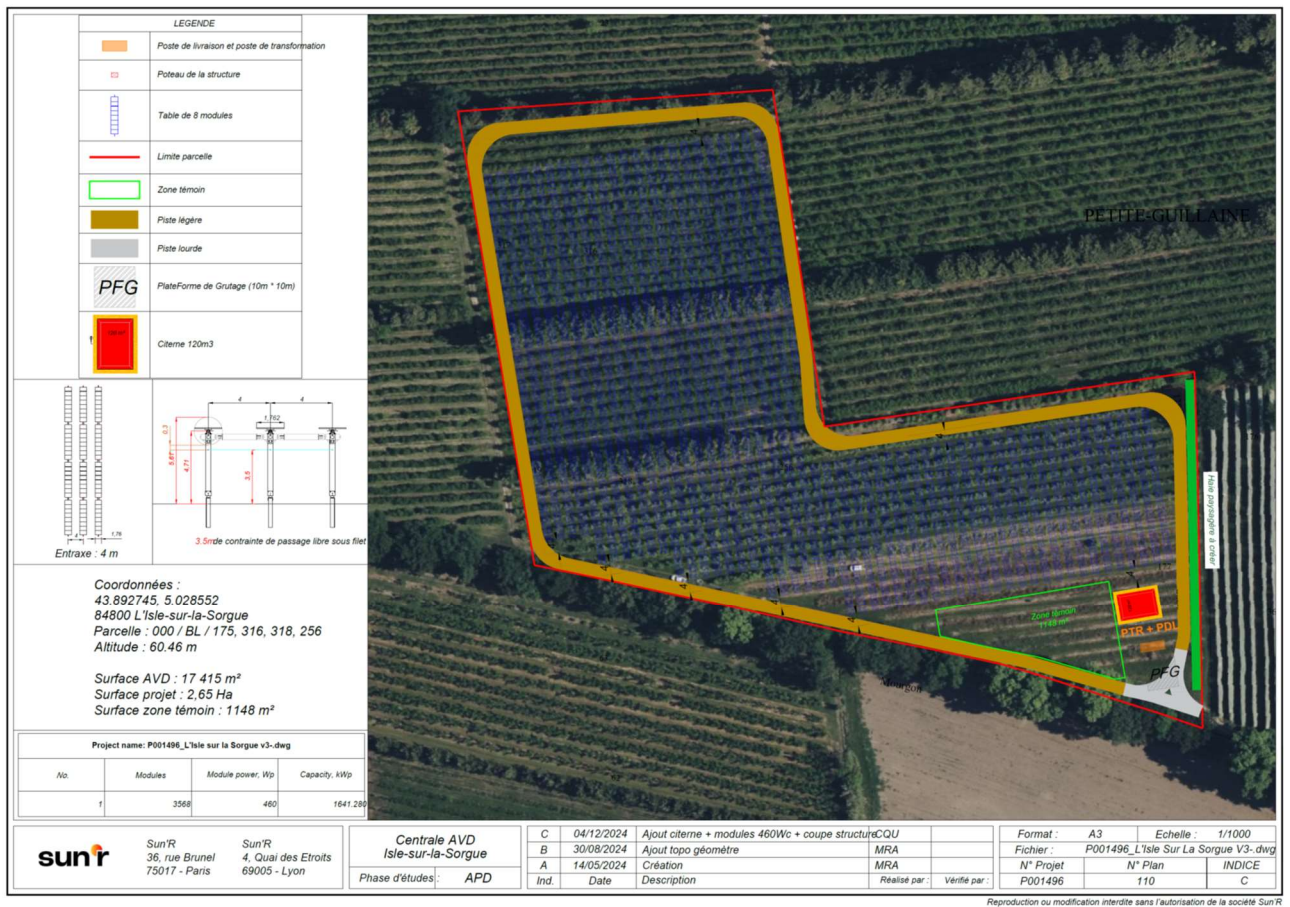
L'installation du projet se situe sur la commune ISLE-SUR-LA-SORGUE dans le Vaucluse. Le projet est situé en zone inondable d'aléa faible avec une hauteur d'eau de 50cm maximum.

Afin de prendre en compte le risque et les hauteurs d'eau du PPRI, le local technique est implanté 70 cm au-dessus du sol, ainsi que l'ensemble des équipements sensibles.

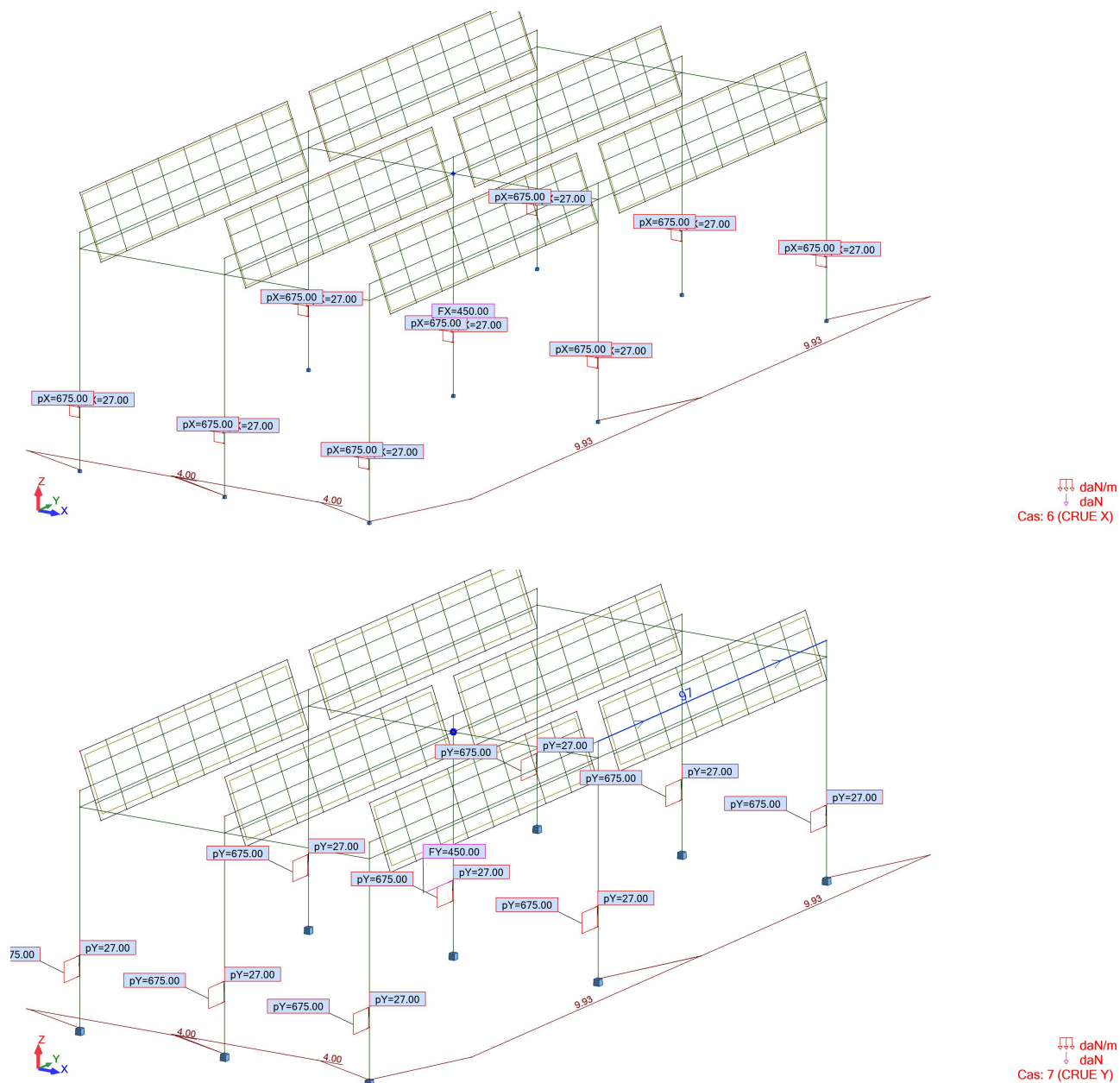


4 - MODELISATION

4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE



4.2 - CHARGEMENT DE CRUES



4.3 - RESISTANCE SOUS CRUES DES MONTANTS

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 1 PIEUX

PIECE: 46 Poteau_46

POINT: 1

COORDONNEE: x = 0.00 L = 0.00 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 53 ACC1 - CRUE Y (1+7)*1.00+10*0.20

MATERIAU:

ACIER $f_y = 23.50 \text{ daN/mm}^2$



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 200

h=190.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=200.0 mm	Ay=45.12 cm ²	Az=18.08 cm ²	Ax=53.83 cm ²
tw=6.5 mm	Iy=3692.15 cm ⁴	Iz=1335.51 cm ⁴	Ix=18.60 cm ⁴
tf=10.0 mm	Wply=429.52 cm ³	Wplz=203.82 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N _{Ed} = 815.66 daN	My _{Ed} = 1.88 daN*m	Mz _{Ed} = -979.67 daN*m	Vy _{Ed} = -771.30 daN
N _{c,Rd} = 126503.32 daN	My _{Ed,max} = 1.88 daN*m	Mz _{Ed,max} = -979.67 daN*m	Vy _{c,Rd} = 61219.23 daN
Nb _{Rd} = 121903.64 daN	My _{c,Rd} = 10093.74 daN*m	Mz _{c,Rd} = 4789.82 daN*m	Vz _{Ed} = -1.48 daN
	MN _{y,Rd} = 10093.74 daN*m	MN _{z,Rd} = 4789.82 daN*m	Vz _{c,Rd} = 24532.09 daN
			Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

L _y = 1.27 m	Lam _y = 0.16
L _{cr,y} = 1.27 m	X _y = 1.00
L _{amy} = 15.34	k _{zy} = 0.54



en z:

L _z = 1.27 m	Lam _z = 0.27
L _{cr,z} = 1.27 m	X _z = 0.96
Lam _z = 25.50	k _{zz} = 0.90

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.20 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.20 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y} = 15.34 < \lambda_{y,max} = 450.00 \quad \lambda_{z} = 25.50 < \lambda_{z,max} = 450.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.12 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des familles

FAMILLE: 2 POTEAUX

PIECE: 47 Poteau-HEA140_47 **POINT:** 2

COORDONNEE: x = 0.91 L = 4.10 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 51 ACC1 - CRUE Y (1+7)*1.00+2*0.20

MATERIAU:

S 355 (S 355) $f_y = 35.50 \text{ daN/mm}^2$



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 180

h=171.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=180.0 mm	Ay=37.93 cm ²	Az=14.47 cm ²	Ax=45.25 cm ²
tw=6.0 mm	Iy=2510.29 cm ⁴	Iz=924.61 cm ⁴	Ix=14.86 cm ⁴
tf=9.5 mm	Wply=324.85 cm ³	Wplz=156.49 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N _{Ed} = 578.53 daN	My _{Ed} = 665.69 daN*m	Mz _{Ed} = 74.15 daN*m	Vy _{Ed} = 58.20 daN
N _{c,Rd} = 160637.50 daN	My _{Ed,max} = 665.69 daN*m	Mz _{Ed,max} = 269.10 daN*m	Vy _{c,Rd} = 77741.08 daN
Nb _{Rd} = 92995.29 daN	My _{c,Rd} = 11532.18 daN*m	Mz _{c,Rd} = 5555.40 daN*m	Vz _{Ed} = 159.96 daN
	MN _{y,Rd} = 11532.18 daN*m	MN _{z,Rd} = 5555.40 daN*m	Vz _{c,Rd} = 29657.62 daN
			Classe de la section = 2



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 4.61 m	Lam _y = 0.57
Lcr,y = 3.23 m	Xy = 0.85
Lamy = 43.33	kyy = 0.90



en z:

Lz = 4.61 m	Lam _z = 0.93
Lcr,z = 3.23 m	Xz = 0.58
Lamz = 71.39	kyz = 0.54

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y} = 43.33 < \lambda_{y,max} = 450.00 \quad \lambda_{z} = 71.39 < \lambda_{z,max} = 450.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil correct !!!

5 - CONCLUSION

Les charges liées aux crues correspondent à environ 20% de la résistance de l'ensemble de l'installation. La structure est satisfaisante tant en déplacement qu'en résistance vis-à-vis des règles en vigueur.