



# **Projet agrivoltaïque à Cavaillon (84)**

**Note d'expertise hydraulique concernant le risque inondation**

**NOTE**



## Projet agrivoltaïque à Cavailon (84)

Note d'expertise hydraulique concernant le risque inondation

SunAgri

Note

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
1	Première édition	PBT	PBT	GRI	26/05/2021
2	Révision suite remarques MOA	PBT	PBT	GRI	09/06/2021
3	Ajout cartes hauteur-vitesse	PBT	PBT	GRI	28/06/2021

Villes et Territoires  
18 rue Elie Pelas – 13016 Marseille – TEL : 04 91 17 00 00

Table des matières

<b>1. DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. LOCALISATION .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CONTEXTE HYDRAULIQUE ET PPRI .....</b>	<b>8</b>
<b>3. APPRÉCIATION DES INCIDENCES DU PROJET AU REGARD DES INONDATIONS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT PROCHE .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. POSITIONNEMENT DU PROJET FACE A L’ALEA INONDATION ET IMPACTS POTENTIELS .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CONCLUSION .....</b>	<b>15</b>

# 1. DESCRIPTION DU PROJET

## 1.1. LOCALISATION

Le projet se situe sur la Commune de Cavailon dans le Vaucluse (84) au lieu-dit « Le Grand Couvent » au nord de la zone urbaine.



Figure 1- localisation du projet

## 1.2. DESCRIPTION DU PROJET

Le plan masse du projet est reporté plus loin. Il s'agit d'un projet d'agrivoltaïsme alliant une culture d'abricotiers et une structure de production d'électricité photovoltaïque.

Positionnés en hauteur et contrôlés en fonction des besoins physiologiques de la plante, les panneaux photovoltaïques jouent le rôle de persiennes, limitant ainsi la surexposition au soleil et la température, et de protection contre le gel et autres aléas climatiques impactant les filières agricoles (grêle, fortes pluies).

Les poteaux métalliques soutenant la structure seront utilisés pour le palissage des branches d'abricotiers.

Le projet consiste en une structure soutenant des panneaux photovoltaïques à plus de 4 m de hauteur, au-dessus de d'abricotiers palissés, composée de pieux battus espacés de 4 m par 8,90 m comme le montrent les coupes suivantes.

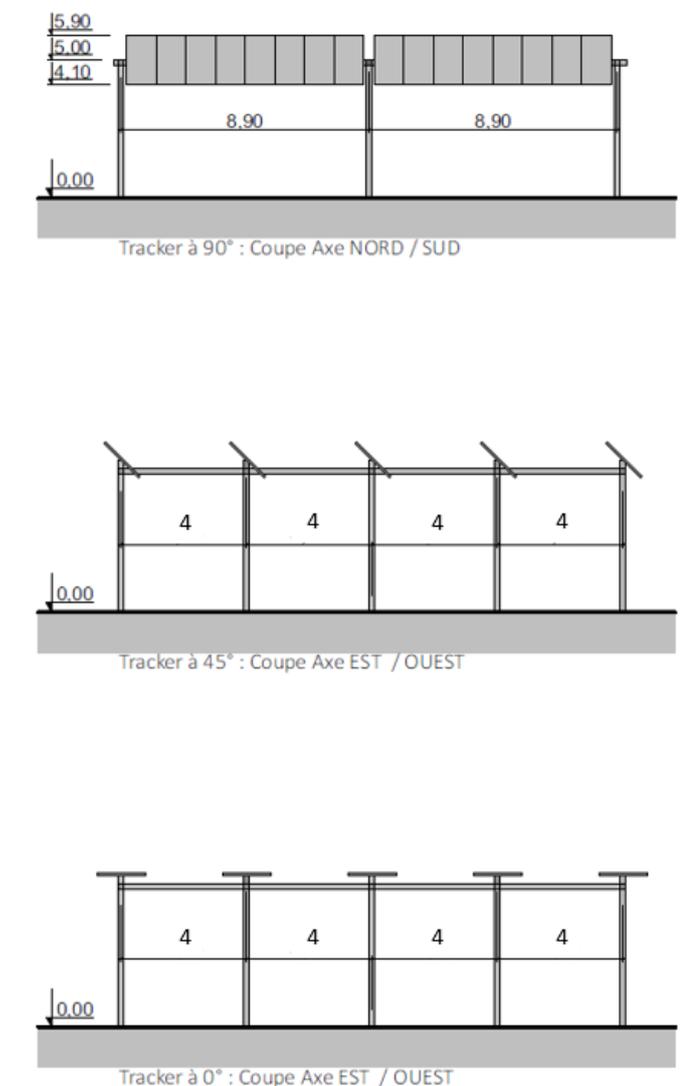


Figure 2- coupes du projet

Les pieux utilisés seront d'un profil HEA 200 (200x200 mm) et seront des pieux battus. C'est-à-dire que pour atteindre la couche portante qui est profonde, ils seront enfoncés par battage à l'aide d'un marteau hydraulique comme décrit sur la figure ci-contre.

Outre sa facilité de mise en œuvre et donc sa rapidité cette technique est adaptée lorsque la profondeur nécessaire pour atteindre le sol portante est importante ou hétérogène.

Une fois le pieu en place, son emprise est de 20 cm sur 20 cm donc très faible.

Figure 3- schéma de mise en œuvre d'un battage de pieu

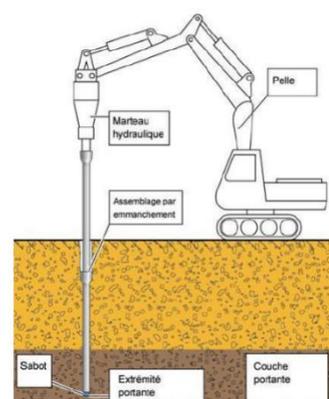


Figure 4- exemple de mise en œuvre du système « Sun'Agri » - source : site internet de Sun'Agri

Pour cette culture, une parcelle d'une taille de 2,9 ha est retenue, située entièrement en zone inondable du Calavon/Coulon. Le choix s'est porté sur cette parcelle, car elle comporte des vergers en fin d'exploitation nécessitant d'être replantés. Ainsi, la phase de construction de la structure n'impactera pas les cultures existantes et se fera avant la replantation des nouveaux plants d'abricotiers. Toute l'exploitation est en zone inondable.

Certaines parcelles sont moins exposées mais nécessiteraient l'arrachage de vergers en cours de production.

Ce projet accueillera également un local technique (combinant poste de transformation et poste de livraison) de 30m<sup>2</sup> environ.

Sun'Agri a rencontré en novembre 2020, pendant la phase de conception du projet le Service Risques de la DDT84. Celui-ci a demandé à ce que soient mis en œuvre les dispositions constructives du PPRI à savoir :

- Installation des équipements et réseaux sensibles à l'eau au minimum à la côte de référence
- Résistance de la structure aux pressions hydrauliques des crues, écoulement et ruissellement
- Non aggravation par les ouvrages des risques en amont et aval.

Le Compte-rendu de la réunion est présenté en annexe du document.

La présente note traite du premier et du dernier point, l'étude de résistance de la structure à la poussée de l'eau est jointe au dossier.

PC2 - PLAN MASSE - Ech. 1/1500°

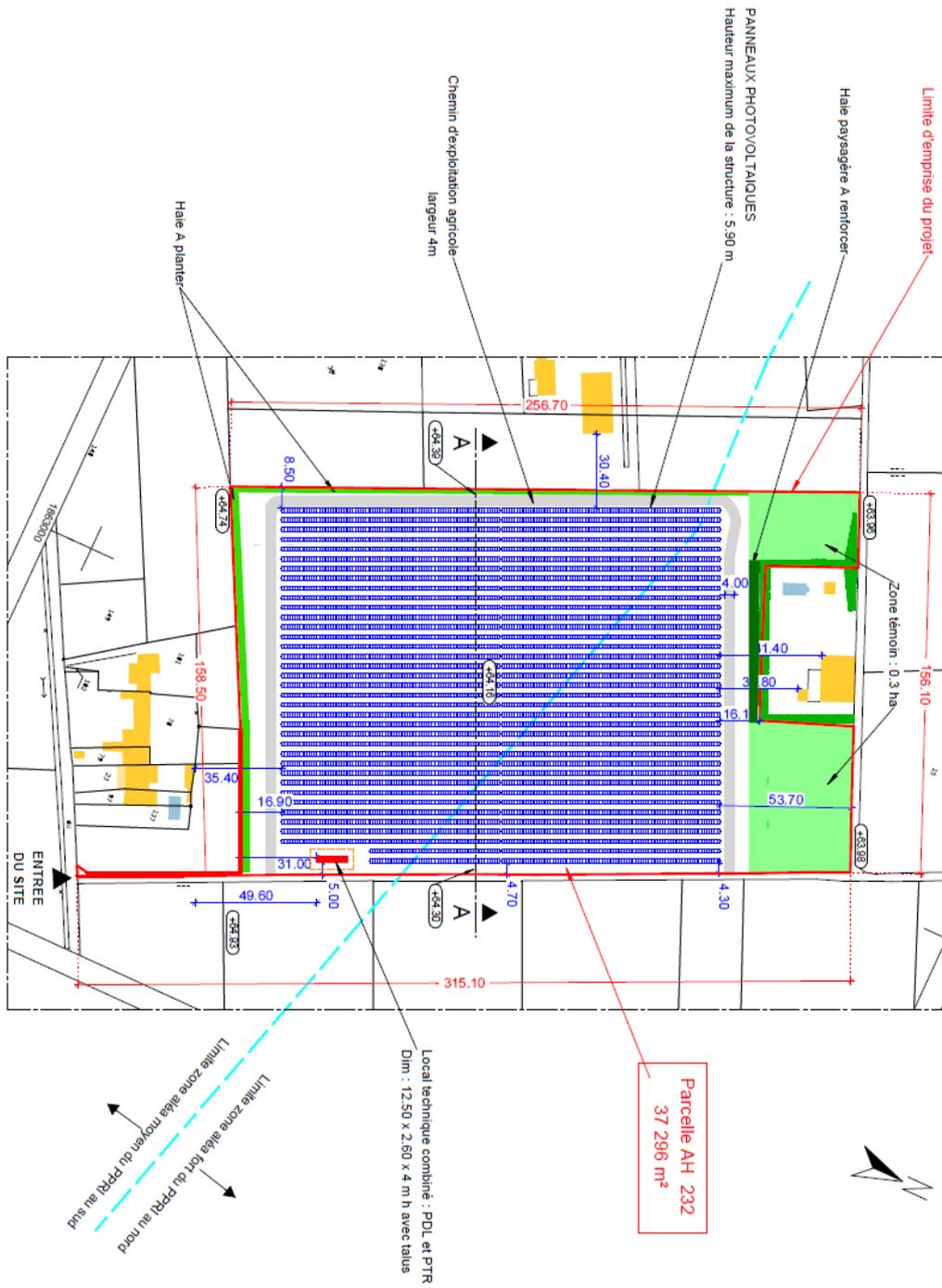


Figure 5- plan masse du projet

## 2. CONTEXTE HYDRAULIQUE ET PPRI

Le projet se situe à moins de 800 mètres du Coulon en rive droite de celui-ci. La particularité de ce cours d'eau est qu'il possède un lit majeur dit « en toit » ce qui rend très vulnérables les terrains riverains en cas de débordement. Au-delà de cette configuration le Coulon est endigué rendant compliquée un retour au lit mineur des écoulements en lit majeur.

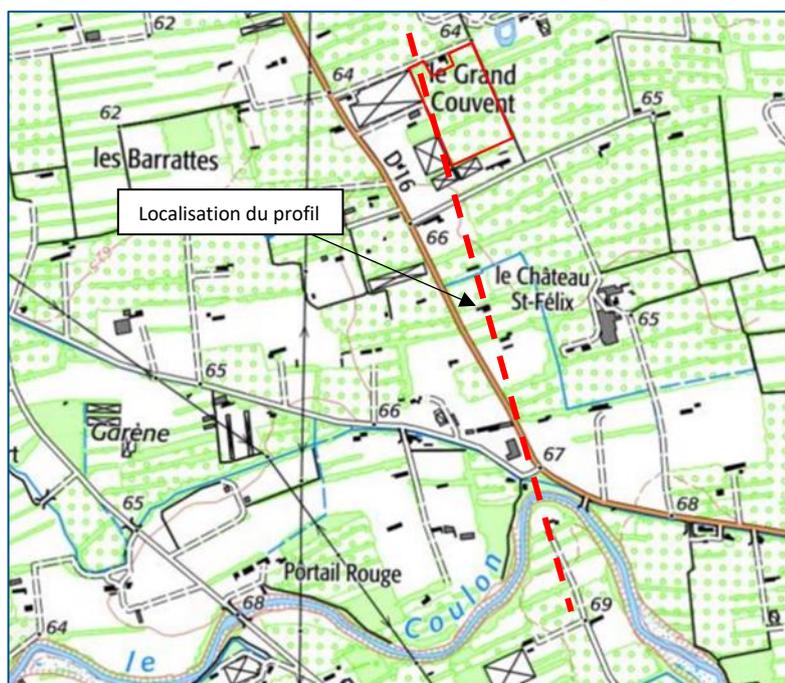
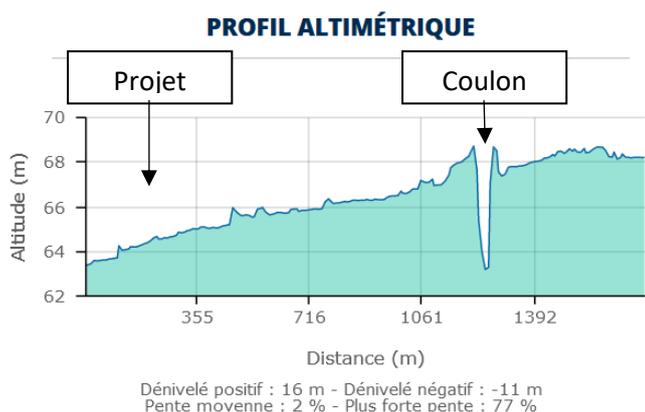


Figure 6- profil altimétrique entre le Coulon et le projet – source Géoportail

L'élaboration du plan de prévention des risques d'inondation du Coulon-Calavon a été prescrite sur la commune de Cavaillon par le Préfet de Vaucluse par arrêté du 26 juillet 2002 et les premières études réalisées et présentées aux Communes en 2013 une première fois, puis, dans sa version retravaillée, à l'issue de plusieurs visites et vérification de terrain.

La dynamique de la crue est mal connue car les études préalables à l'élaboration du PPRI ne sont pas accessibles, seule la carte du zonage de l'aléa inondation est disponible.

Le PPRI n'étant à ce jour pas approuvé la dernière cartographie de l'aléa transmise avec le PAC constitue la connaissance du risque la plus récente dont l'État dispose.

Le Porter à Connaissance précise que deux approches ont été suivies :

- Une approche hydrogéomorphologique (H2Geo-DDAF 84)
- Une modélisation hydraulique (SAFEGE – DDT 84)

La crue de référence est la crue centennale et la crue de calage du modèle est la crue connue de 2008.

Le PAC indique : « Pour la modélisation PPRI, trois scénarii ont été étudiés pour une crue centennale du Calavon, l'un avec les digues actuelles de Cavaillon en place, l'autre avec un arasement total des digues en rive droite et les ruptures constatées lors de la crue de 2008 en rive gauche, et le troisième avec les ruptures constatées sur les digues lors de la crue de 2008. Le PPRI ayant la vocation de balayer toutes les situations de

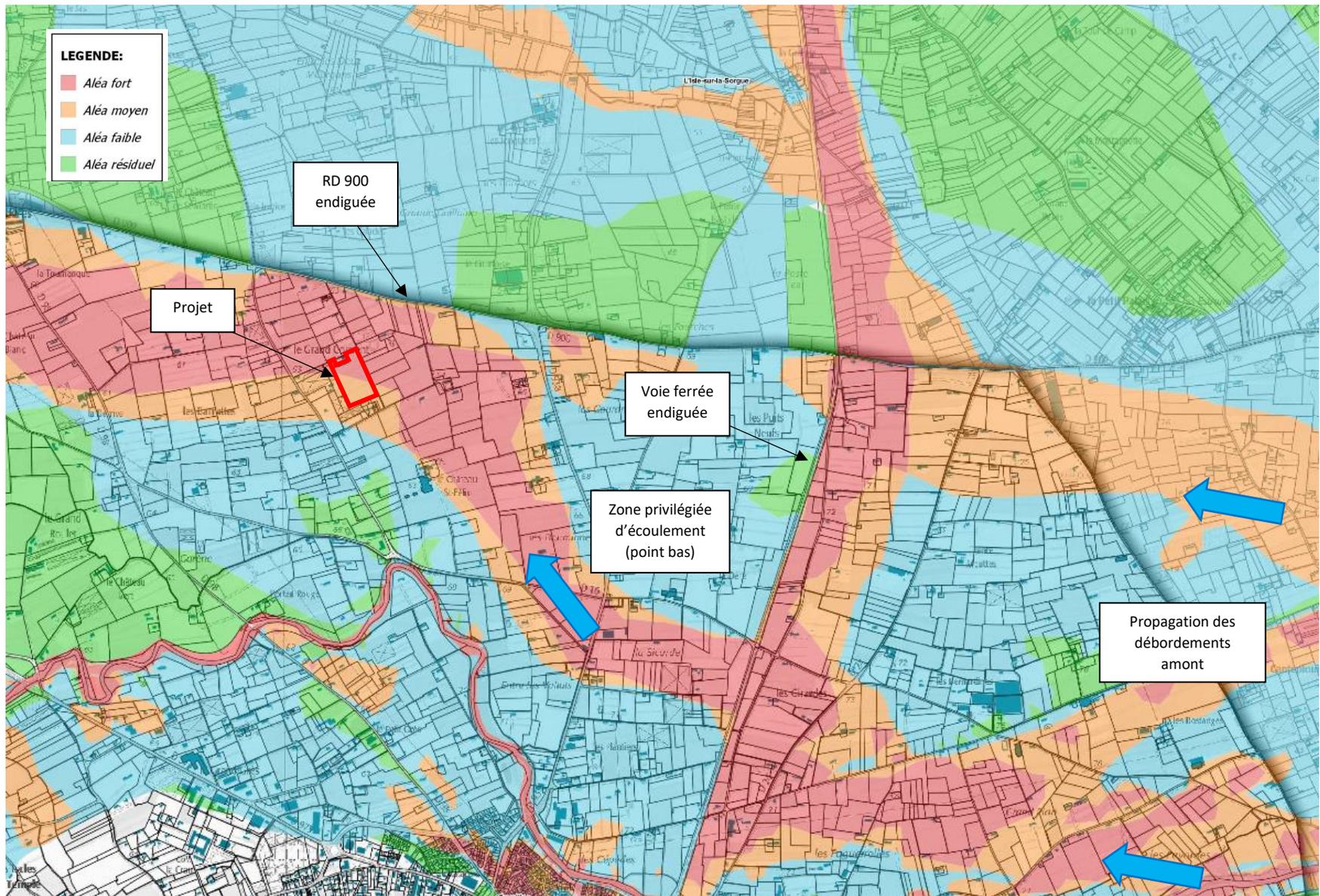


Figure 7- carte de l'aléa inondation du PPRi Coulon Calavon

danger, historiques ou théoriques, l'aléa cartographié est alors une combinaison de ces scénarii qui traduit in fine le risque le plus défavorable sur l'ensemble de la zone étudiée. La synthèse de ces deux approches donne la carte d'aléa globale sur chacune des communes du bassin versant. Elle a fait l'objet de diverses vérifications sur site, notamment à la demande des communes concernées. Une classe d'aléa supplémentaire appelée "Aléa Résiduel", vient compléter la cartographie, il s'agit de la part du lit majeur hydrogéomorphologique qui n'est pas impacté par la crue de référence centennale, mais reste inondable pour des crues supérieures. Il apparaît en "Vert" sur les cartes d'aléas. »

On peut déduire de la carte d'aléas quelques infirmations intéressantes :

- Le lit mineur du Coulon n'est pas assez dimensionné pour transiter sans débordement la crue de projet. Il s'en suit des débordements en amont de Cavaillon de sorte que l'écoulement « en nappe » en lit majeur emprunte une vaste zone d'écoulement de plusieurs kilomètres de largeur.
- La voie ferrée à l'est de Cavaillon fait obstacle à l'écoulement des crues qui, pour la franchir, ont deux possibilités : par les différents passages inférieurs existants, et par submersion.
- D'autres voies font obstacle à l'écoulement des eaux et en particulier, au regard de la localisation du projet, la RD900 contre laquelle les eaux « buttent », ce qui explique qu'à 300 mètres au nord du projet le zonage passe brusquement d'une zone d'aléa fort à une zone d'aléa faible, la limite entre les deux étant la RD900 qui fait barrage et donc augmente les niveaux d'eau probablement sur le site du projet par effet de remous (contrôle des écoulements par l'aval). Ce contrôle du débit par l'aval laisse supposer un régime d'écoulement fluvial en amont et donc des vitesses de l'eau faibles au droit du projet. La faible pente des terrains (de l'ordre de 0,05 %) appuie encore cette hypothèse.
- Compte tenu du fait que les écoulements sont très probablement faibles et qu'une partie du terrain est en zone d'aléa fort, on peut penser que c'est la hauteur d'eau qui explique ce classement. Les hauteurs sont supérieures à 0,5 m et peut-être même 1 m.

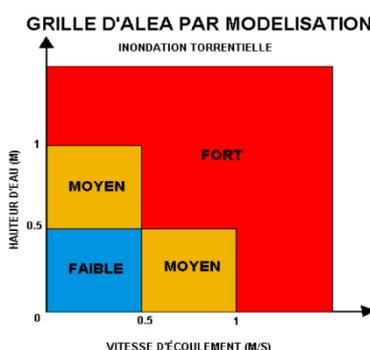


Figure 8- grille d'aléa du PPRI

Le PPRI n'étant pas approuvé, il n'existe pas de règlement applicable ni de carte de risque associée. Le PAC prévoit des recommandations en fonction de zones à enjeux de constructibilité mais pas de prescriptions pour des activités agricoles.

### 3. APPRECIATION DES INCIDENCES DU PROJET AU REGARD DES INONDATIONS

#### 3.1. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT PROCHE

Les parcelles devant accueillir le projet sont actuellement cultivées comme en témoignent les photographies suivantes. Elle se situent dans un environnement agricole de cultures fruitières avec de grandes parcelles pouvant parfois être équipées de serres.



*Figure 9- environnement et état actuel de la parcelle devant accueillir le projet*



*Figure 10- parcelle vue du côté est*



*Figure 11- chemin qui jouxte la parcelle côté est (côté amont de la crue)*



*Figure 12- haie existante à l'intérieur de la parcelle du projet*

On observe plusieurs haies existantes plutôt perpendiculaires au sens d'écoulement de la crue (*sans avoir les études nous pensons que ces haies n'ont pas été prises en compte dans les études d'aléa, ces singularités n'étant généralement pas modélisées dans les études de définition de l'aléa inondation*) et qui ne seront pas conservées à l'état projet.

A « l'amont » du projet on retrouve le même type de parcelle occupée de la même manière. Côté « aval » on trouve des serres en tunnels.

### **3.2. POSITIONNEMENT DU PROJET FACE A L'ALEA INONDATION ET IMPACTS POTENTIELS**

Les crues s'écoulent en lit majeur selon une orientation supposée sud-est > nord-ouest. De par sa configuration le projet ne fera pas obstacle à l'écoulement des crues car il n'est pas en remblais par rapport à l'existant, il n'est pas clôturé, il ne contient pas de murs qui pourraient empêcher l'écoulement des crues.

La zone témoin (abricotiers sans panneaux), nécessaire au suivi agronomique, a été placée volontairement au nord afin de réduire l'emprise du projet dans la zone d'aléa fort. De la même manière, le local technique a été décalé au sud de manière à être situé en zone d'aléa moyen. Conformément aux prescriptions du PPRI, il sera surélevé de 1,20m par rapport à la côte de référence.

Les plantations d'abricotiers n'auront pas d'impact sur l'écoulement des crues car les rangées sont espacées de 4 mètres dans le sens sud-nord et au sein de chaque rangée les poteaux devant soutenir les structures sont espacés de 8,90 m. Ils sont positionnés de la même manière que des poteaux de palissage classiques.

Il est à noter que l'emprise d'un poteau est de 20 cm par 20 cm soit 0,04 m<sup>2</sup> par poteau, ce qui ne constitue pas un obstacle ni une perte de volume d'expansion de la crue, même si en effets cumulés avec les 773 poteaux du projet, ce qui représente environ 30 m<sup>2</sup> qui est négligeable par rapport à l'emprise de la crue dont la largeur est de plus de 3 km.

L'ancrage et le dimensionnement des poteaux sont conçus pour résister à la poussée de l'eau en cas de crue. Les hauteurs sont comprises entre 0.55m et 0.75m et les vitesses sont comprises entre 0.50m/s et 0.80 m/s (voir l'étude de résistance de structure réalisée par le bureau d'études SERTEC ainsi que les cartes page suivante).

Cette poussée est calculée en considérant un embâcle qui pourrait être un arbre ou une branche détachée en amont, ce qui est peu probable car il aurait été arrêté bien plus tôt compte tenu de la densité d'arbres existants en amont du site.

Cet embâcle pourrait créer très localement une faible surélévation de la ligne d'eau sans conséquence pour les terrains riverains du projet.

Enfin le projet conserve le terrain naturel actuel et ne modifie pas les possibilités d'expansion de la crue, il est donc conforme à l'objectif général de préservation des zones d'expansion de crues.

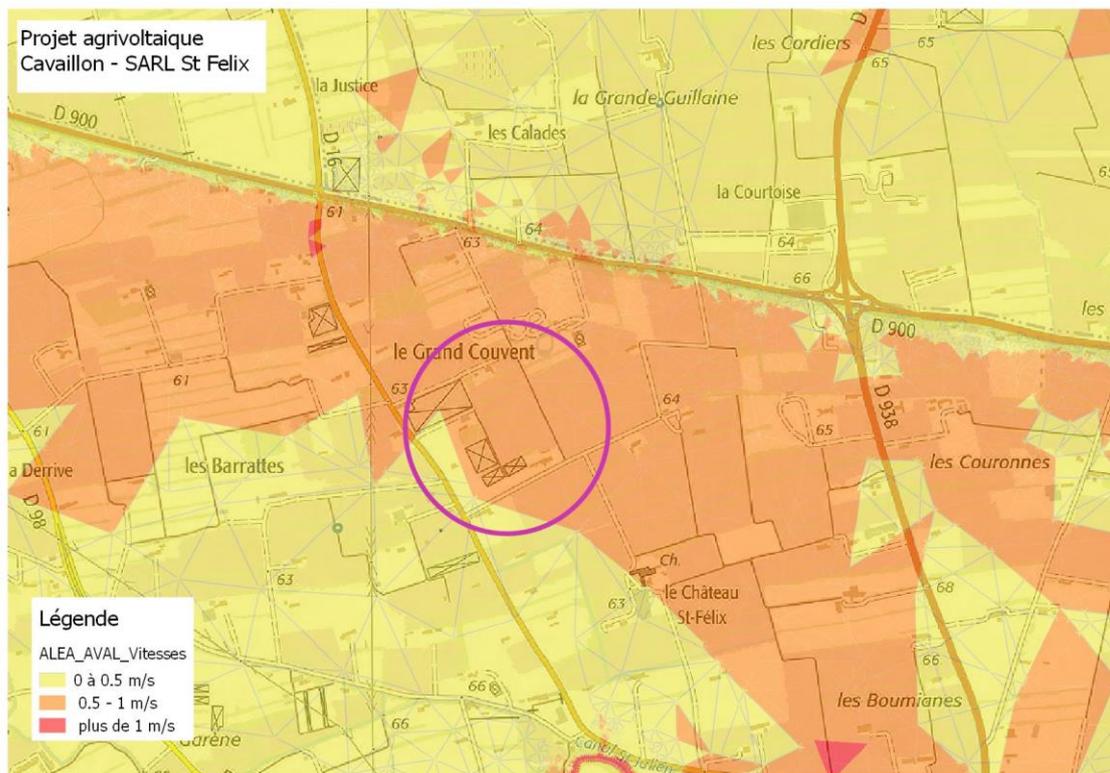
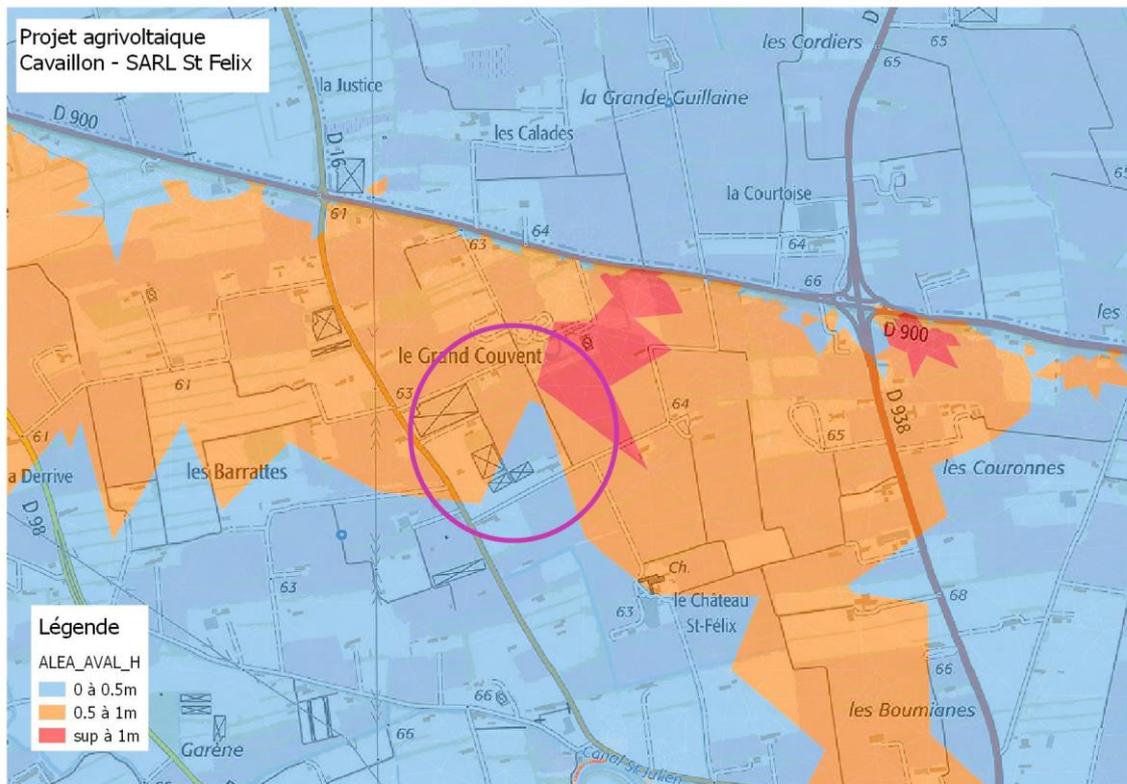


Figure 13- Cartes de vitesse et hauteur d'eau au droit de la parcelle transmises par la DDT84

## 4. CONCLUSION

Le projet objet de la présente note hydraulique est un projet agricole innovant puisqu'il associe à l'arboriculture des équipements permettant d'une part d'optimiser la production fruitière en offrant une protection aux cultures contre le gel, la grêle et l'excès d'ensoleillement tout en dosant l'ombrage en fonction des besoins des végétaux, et d'autre part un système de production d'électricité d'origine photovoltaïque donc décarbonée.

Le système d'accrochage des panneaux photovoltaïques posés sur des pieux battus, dont l'emprise au sol est négligeable au regard de l'étalement de la crue en lit majeur (le projet est en zone inondable du Coulon) permet d'obtenir une installation quasiment identique à un palissage classique en terme d'implantation au sol.

Les équipements sensibles (local technique et onduleurs) sont positionnés au-dessus ou au niveau de la cote de référence.

En l'absence d'embâcle le projet n'a donc pas d'impact sur les niveaux d'eau et les vitesses d'écoulement sur le terrain et à l'aval de celui-ci.

L'environnement proche du site compte tenu de la densité élevées d'arbres fruitiers rend peu probable l'arrivée d'embâcle sur ses installations. Néanmoins si l'un d'entre eux devait être bloqué contre les arbres fruitiers et/ou les poteaux soutenant les panneaux, le système a été conçu pour résister à la poussée de l'eau comme le montre l'étude jointe au dossier.

Par ailleurs si cet embâcle se produisait il n'aurait aucun effet sur l'écoulement des crues à l'amont et à l'aval du projet compte tenu de la largeur de l'écoulement en lit majeur (plus de 3 km) mais seulement une réhausse très localisée de la ligne d'eau dans le champ accueillant le projet.

On peut donc en conclure que le projet n'a pas d'impact sur l'écoulement des crues.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

**Présentation du projet sur les parcelles de la SARL Saint-Félix à Cavaillon**

Le projet agrivoltaïque est un projet d'arboriculture biologique d'abricotiers. La culture de l'abricot est très vulnérable aux aléas climatique et donc complexe à mettre en œuvre en agriculture biologique. Un problème majeur est le développement du champignon *Monilia* sur les fleurs de l'abricotier. Le seul traitement actuellement possible est le cuivre, substance qui risque fortement d'être interdite prochainement en agriculture biologique.

Il est donc nécessaire de trouver un autre moyen de protéger les vergers. Le réchauffement climatique augmente également le risque de gelées printanières, d'épisodes de canicules et des sécheresses plus intenses. Une autre préoccupation pour les vergers est de s'assurer de la dormance hivernale, l'abricotier ayant besoin de températures inférieures à 7 °C pendant au moins 800 heures pour redémarrer son cycle de production.

Les ombrières ou persiennes agricoles permettront par la présence physique de panneaux photovoltaïques d'augmenter l'ombrage et la protection des intempéries mais aussi d'abaisser la température en été, et de limiter l'impact du gel au printemps. Les poteaux des ombrières serviront également de support pour le palissage.

L'implantation des structures sera identique à celles du palissage classique.

Pour cette culture expérimentale, une parcelle d'une taille de 2,9 ha est retenue, située entièrement en zone inondable du Calavon/Coulon. Le choix s'est porté sur cette parcelle, car elle comporte des vergers en fin d'exploitation nécessitant d'être replantés. Toute l'exploitation est en zone inondable. Certaines parcelles sont moins exposées mais nécessiteraient l'arrachage de vergers en cours de production.

Au niveau des études du PPRI Coulon/Calavon qui est en cours d'élaboration, la parcelle est située pour la partie sud en aléa moyen et au nord dans un aléa fort, le secteur étant soumis à des vitesses d'écoulement supérieures à 0,5 m3/s, les hauteurs d'eau restant inférieures à 0,5 m.

Les installations peuvent être implantées avec la mise en œuvre des dispositions constructives suivantes :

- installation des équipements et réseaux sensibles à l'eau au minimum à la côte de référence,
- résistance de la structure aux pressions hydrauliques des crues, écoulement et ruissellement,
- non aggravation par les ouvrages des risques en amont et en aval.

Il est donc attendu une étude hydraulique qui démontrera la résistance hydraulique des structures aux écoulements. Cette étude devra également s'assurer que les installations n'aggravent pas le risque en amont et en aval.

La nécessité agricole est fondée sur la fonction d'ombrières mais aussi éventuellement de protection contre la grêle si tant est que les panneaux résistent à la grêle. Le fait que les poteaux soient déjà en place pour les filets paragrêles, ou insectproof permet simplement d'acter qu'il n'y a pas de contraintes supplémentaires à l'écoulement d'une crue.

Tout l'enjeu est justement de s'assurer que les mêmes poteaux pourront supporter filets et panneaux photovoltaïques.

### **Conclusion**

Les projets agrivoltaïques présentés relèvent bien de la nécessité agricole. Cette synergie devra être mise en valeur dans le dossier du permis de construire, afin de montrer la compatibilité entre l'installation et la vocation du terrain agricole.

Une étude hydraulique démontrant la résistance hydraulique des structures aux écoulements devra être fournie. L'étude s'assurera également que les installations n'aggravent pas le risque en amont et en aval.