

ETUDE HYDRAULIQUE

CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL – GENAY (69)

Site de l'entreprise UNIVAR SOLUTION

One
MW

One
M



1. OBJECTIF DE L'ETUDE

Dans le cadre d'une demande d'évaluation au cas par cas d'un projet photovoltaïque, l'objectif de cette note est de démontrer que l'ensemble des prescriptions établis dans le Plan de Prévention du Risque inondation (PPRi) du Grand Lyon secteur Saône sont respecté.

Par ailleurs, L'installation de panneaux solaires en zone inondable est désormais autorisée, conformément aux dispositions de la loi APER de 2023. Selon cette même loi, l'implantation est autorisée pour autant qu'il n'en résulte pas une aggravation des risques, en répondant aux trois conditions suivantes :

- La recherche de la plus grande transparence hydraulique ;
- La mise hors d'eau des éléments sensibles (panneaux, éléments électriques, ...);
- La résistance de l'installation à la crue, aux embâcles ou aux sur-aléas en cas de rupture de digue.

La présente analyse vise ainsi à attester que le projet respect l'ensemble des prescriptions du PPRi du Grand Lyon ainsi que les conditions prévues de la loi APER de 2023, et qu'il ne présente donc aucun impact aggravant le risque inondation identifié dans le périmètre concerné.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1 Présentation du PPRi

La commune de Genay est soumise aux crues de la Saône.

Par arrêté du 12 décembre 2006, le préfet du Rhône a approuvé le PPRi du Grand Lyon pour les inondations de la Saône sur la commune de Genay. L'aléa de référence correspond à la crue exceptionnelle de 1840. La carte de zonage réglementaire du PPRi définit différentes zones :

- Une zone rouge R1 (aléa fort et champ d'expansion de la crue) la plus restrictive
- Une zone bleue B1 (urbanisée, en zone d'aléa non fort pour le crue centennale).
- Une zone bleue B2, urbanisée, dont l'enjeu principal est de réglementer l'implantation des établissements présentant les plus forts enjeux.

- Une zone rouge R3 permet de prendre en compte le risque de rupture de digue

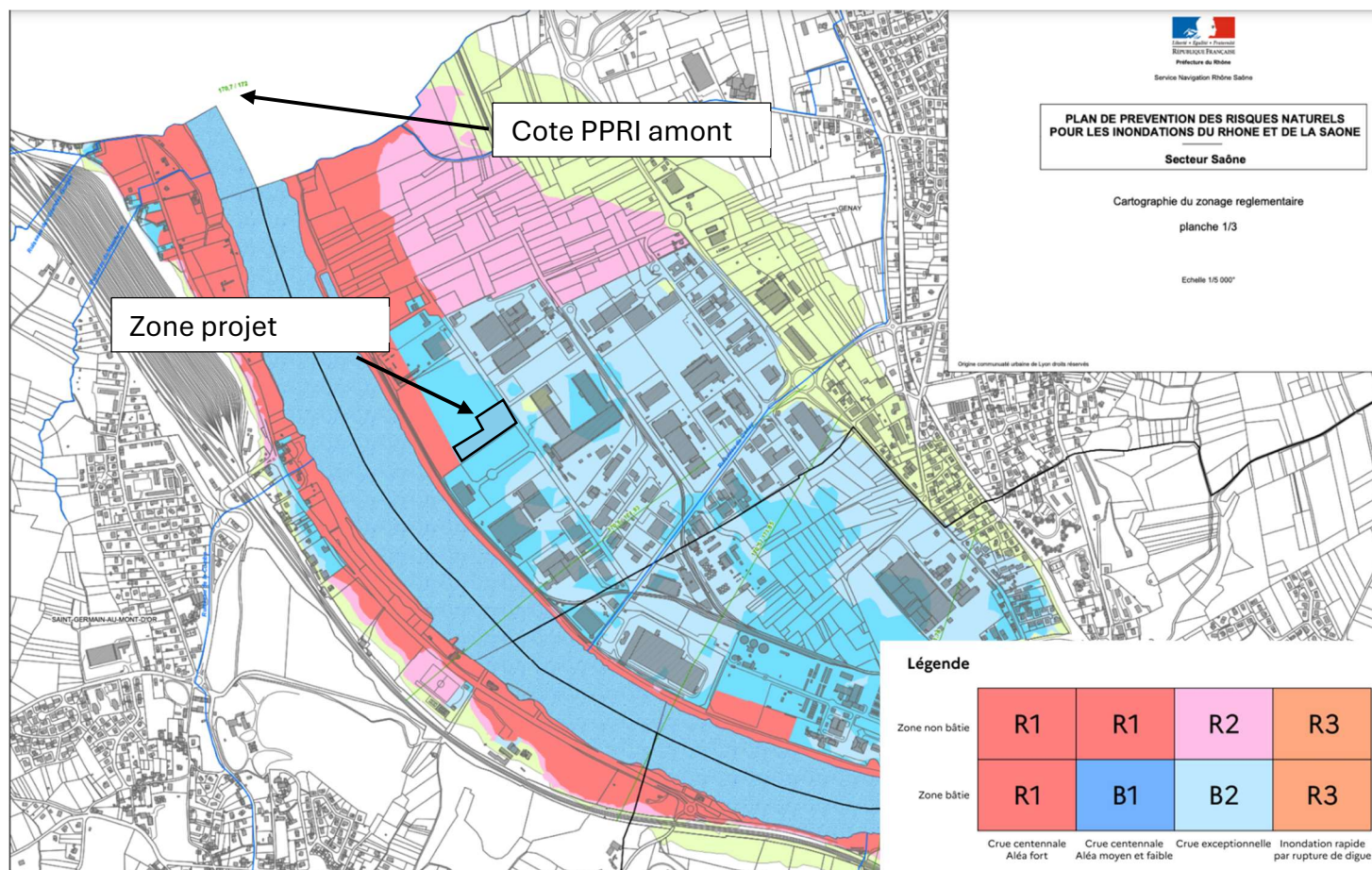


Illustration 2 : Extrait de la carte du PPRI du Grand Lyon secteur Saône pour la commune de Genay

Le projet photovoltaïque se situe sur la commune de Genay, dans le département du Rhône (69) sur les parcelles cadastrales numérotées 000 AM 792 et 000 AM 794. Il se trouve au sud-ouest de la commune de Genay au sein de la propriété de la société UNIVAR, au lieu-dit vers la Dame.

Le terrain concerné est positionné sur la rive gauche de la Saône. La zone d'implantation des panneaux se trouve dans la zone inondable selon un aléa moyen à faible classé en zone B1 au Plan de Prévention du Risque inondation (PPRI) du Grand Lyon.

Conformément à l'article III.2.1 du règlement applicable à la zone B1, les « constructions, reconstructions et extensions de construction existantes. » ces interventions sont autorisées à condition qu'elles soient réalisées au-dessus de la cote centennale. Ce projet respecte donc les conditions applicables.

De plus, conformément à l'article III.2.3 du même règlement, les prescriptions suivantes doivent être respectées pour les réseaux électriques :

- Ils doivent rester facilement accessibles en cas d'inondation ;
- Ils doivent être installés au-dessus de la cote centennale.

La cote centennale sera donc prise comme référence pour l'ensemble de notre étude.

On observe que l'emprise du **projet est entre les deux points kilométriques. Pour une approche conservatrice, on prendra comme référence la côte en amont, correspondant à une élévation de 170,7 mNGF.**

2.2 Loi APER

L'article n° 47 de la loi APER ouvre la possibilité d'implanter des installations de production d'énergie solaire en zone inondable « dès lors qu'il n'en résulte pas une aggravation des risques ».

Pour répondre à ce principe de « non-aggravation des risques », l'installation solaire implantée en zone inondable (quel que soit le niveau d'aléa) devra satisfaire aux trois conditions suivantes :

- La recherche de la plus grande transparence hydraulique ;
- La mise hors d'eau des éléments sensibles (panneaux, éléments électriques...) ;
- La résistance de l'installation à la crue (hauteur vitesse), aux embâcles (voitures, arbres) ou aux sur-aléas en cas de rupture de digue.

La présente étude devra établir que le projet n'est pas de nature à aggraver les risques, au moins jusqu'à la crue de référence, selon les modalités suivantes :

- En recherchant l'absence d'impact sur la ligne d'eau et la transparence hydraulique maximale de l'installation (y compris les clôtures) quelles que soient les circonstances de crue (embâcles, rupture de digue...). L'installation ne devra pas aggraver l'aléa sur l'ensemble des enjeux existants à sa proximité, en amont, en aval et sur la rive opposée ;
- En démontrant l'absence de vulnérabilité du projet lui-même y compris dans les situations les plus défavorables (embâcles, rupture de digue, mobilité du lit vif...). À ce titre, l'installation devra notamment respecter les prescriptions suivantes :
- L'ensemble des éléments sensibles (panneaux, postes de relevé, connectiques afférentes...) devra être implanté au-dessus de la cote de référence en tenant compte des éventuels éléments solides flottants pouvant être transportés par le cours d'eau ;
- Les modalités de protection et d'entretien devront tenir compte du caractère inondable du site ;
- L'ancrage au sol (des fondations et structures porteuses des panneaux, des clôtures, des postes électriques, etc.) sera suffisant pour résister aux embâcles

(voitures, arbres, etc.) et éviter l'arrachement. Le dimensionnement des ancrages tient compte :

- De la nature et la stabilité du sous-sol (phénomène d'érosion en cas de crue) ;
- Des vitesses et les hauteurs d'eau auxquelles seront soumise les installations au moins jusqu'à la crue de référence ;
- De la capacité de transport solide d'éléments environnants susceptibles de générer l'arrachement des panneaux par choc ou pas perte des fondations ;

Des situations accidentelles possibles, notamment ruptures de digues entraînant des venues d'eau particulièrement rapides.

3. DESCRIPTION DU PROJET

3.1 Présentation du projet

Le projet consiste en l'aménagement d'une centrale photovoltaïque au sol sur la commune de Genay au sein de l'entreprise UNIVAR SOLUTION.



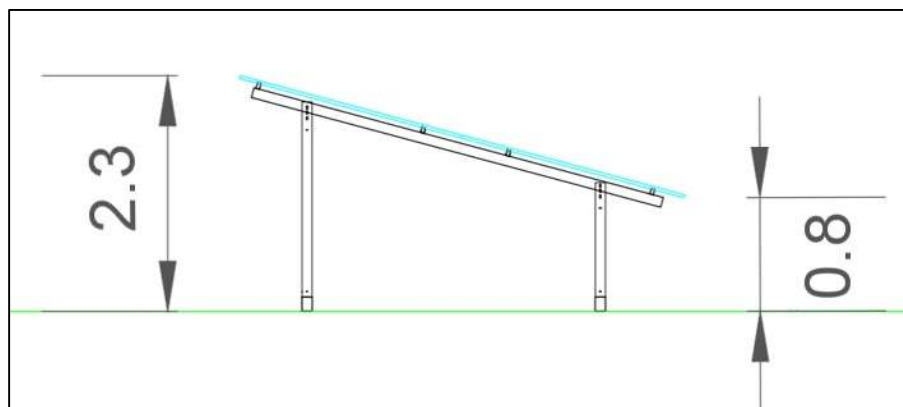
Illustration 2 : Plan de masse du projet

Il comprendra les éléments suivants :

- 14 tables, ce qui représente 1780 panneaux ;
- Un espace périmétrique de 4m de large bordant le parc

Les structures seront alignées selon des rangées orientées sud. Chaque rangée de panneaux sera séparée des autres par un intervalle de 2.5 m. Les pieux d'une même table seront distants de 2 m en longitudinal et 3 m en transversal.

La hauteur minimale de tables est de 0,80 m et la hauteur maximal 2,3 m. Les panneaux se tiendront sur un ensemble de bipieux battus posé en 2 ligne, d'une section de 100 mm x 50 mm.



3.2 Justification localisation d'implantation

Le projet s'implante sur une surface inutilisée sur le site industriel de la société UNIVAR. L'objectif principal de cette centrale photovoltaïque est de permettre au territoire de bénéficier de l'énergie produite, contribuant ainsi à la réduction de la facture d'électricité des consommateurs locaux. Sa mise en œuvre générera donc des bénéfices directs tant pour l'entreprise UNIVAR que pour les industriels de la zone industrielle « ZI Lyon Nord ».

Il en résulte que le projet s'inscrit dans un cadre institutionnel, cohérent, porté par une volonté politique affirmée de concilier production énergétique décarbonée, sobriété foncière et respect des équilibres environnementaux.

Le projet satisfait pleinement à la première condition du PPRI : sa réalisation hors zone inondable n'est ni techniquement pertinente ni financièrement réaliste, le site choisi étant le plus adapté et le moins impactant au regard des objectifs de planification énergétiques et de la protection des terres agricoles.

Deuxièmement, le choix du site retenu s'analyse comme le meilleur compromis entre les exigences techniques, les considérations économiques et les enjeux environnementaux.

Le projet bénéficie en effet de la proximité immédiate du consommateur UNIVAR et du réseau HTA, permettant un raccordement en bordure de la rue Jacquard sans nécessité

de traversée d'autres zones. Ce paramètre constitue un avantage déterminant au regard de la simplification des travaux et de la maîtrise des coûts associés. Le contexte de zone industrielle implique un réseau fort et dense, permettant d'éviter de recourir à la création ou au renforcement du réseau.

Également, le projet se situe au sein d'une zone industrielle donc à l'écart des zones habitées. Cette configuration permet de limiter les nuisances potentielles visuelles et auditives qui peuvent entrer en compte dans le cadre d'une implantation à proximité d'une zone résidentielle.

Il en résulte une implantation optimisée, à la fois techniquement faisable, économiquement soutenable et faiblement impactante sur le plan environnemental.

3 COMPATIBILITE DE LA LOI APER et du PPRi du Grand Lyon

3.1 Condition 1 – Transparence hydraulique

La condition n°1 relève de la « recherche de la plus grande transparence hydraulique ».

Aucune clôture ne sera installée dans le cadre de ce projet, la délimitation sera assurée par la clôture existante de l'entreprise UNIVAR.

Par conception, les bipieux soutenant les modules photovoltaïques seront disposés uniformément au sein du parc, ce qui assure une transparence hydraulique optimale de l'aménagement en situation d'inondation. De plus, les modules photovoltaïques seront implantés au-dessus de la cote de référence, ils ne représentent donc pas un obstacle aux écoulements.

Ainsi les seuls éléments en eau en cas de crue sont les bipieux, estimé au nombre de 900. Leur section de 100x50 mm² représente une emprise au sol de 4,5 m² sur l'ensemble du parc, soit moins de 0,05 % de la surface totale du parc (plus de 1 ha).

L'installation du parc photovoltaïque ne réduira donc pas de manière significative le volume du champ d'expansion de crue et n'aura pas d'impact néfaste sur les hauteurs d'eau ni en amont, ni en aval, en cas de crue.

3.3 Condition 2 – Mise hors de l'eau d'éléments sensibles

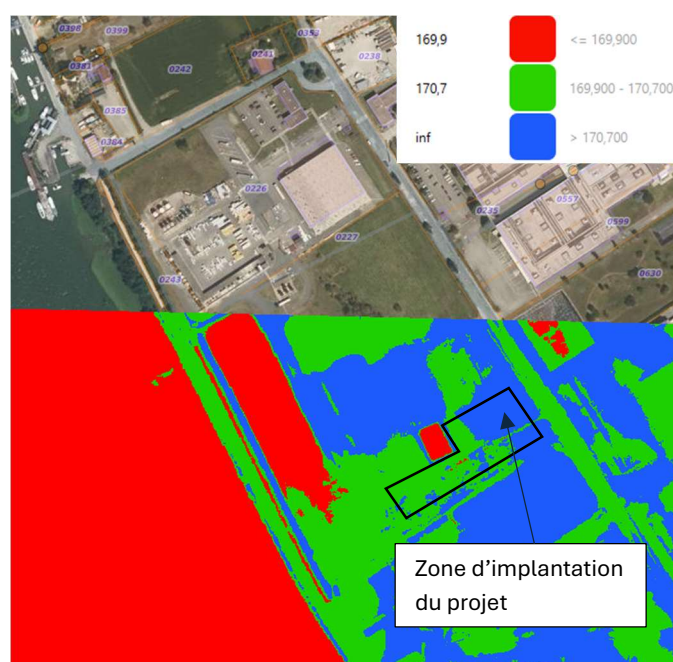
La condition n°2 relève de « la mise hors d'eau d'éléments sensibles (panneaux, éléments électriques, ...) ».

D'après la carte des zonages des secteurs, le site du projet est entre les deux points kilométriques Saône. Pour une approche conservative, on prendra comme référence la côte amont, correspondant à une élévation de **170,7mNGF**.

Nous avons réalisé une étude topographique du terrain en nous basant sur des données LiDAR HD de l'IGN. L'objectif de cette étude est de déterminer l'altitude du terrain par rapport aux cotes d'élévation de la crue de référence.

Pour cela, nous avons définis trois classes d'altitude pour faciliter la lecture des résultats :

- La première, en **rouge** sur l'illustration ci-dessous, regroupe les altitudes comprises entre 0m et 169,9 m, et correspond à une altimétrie où les panneaux seraient en dessous de la cote de référence en incluant les 0,8m de hauteur.
- La seconde en **vert** aux altitudes comprises entre 169,9 et 170,7m, correspond à une zone où le terrain serait submergé mais pas les panneaux car surélevés de 0,8m.
- La dernière en **bleu**, altitude supérieure à 170,7 m où le terrain n'est jamais submergé.



Le projet est donc conforme avec le règlement du PPRI qui impose que les équipements électriques doivent être installés au-dessus de la cote centennale.

3.4 Condition 3 – Résistance de l'installation aux écoulements

La condition n°3 relève de « la résistance de l'installation à la crue (hauteur vitesse), aux embâcles (voitures, arbres) ou aux sur-aléas en cas de rupture de digue ».

Les hypothèses de base prises dans ce projet sont une hauteur d'eau maximale de 0,6 m et une vitesse maximale de 0,5 m/s.

Pour une approche conservative, nous avons considéré **l'altitude la plus basse** de la zone d'implantation. Notre hypothèse concernant la vitesse d'eau, provient du PPRI pour la zone Bleu. L'installation globale du parc photovoltaïque comprends les pieux, les modules photovoltaïques et les pistes.

A- Résistance des panneaux

En cas de détérioration de la clôture, des objets flottants pourraient s'introduire au sein du parc, ce cas particulier est étudié ci-dessous.

Au vu du milieu rural environnant observé en amont du projet, les seuls objets susceptibles d'être déplacés et de présenter un danger pour les pieux et modules sont des troncs ou branches d'arbres. Le Nord du projet est bordé par des terrains agricoles exploités et de nombreux arbres longent la Voie Bleue.



Le risque d'endommagement de la centrale est ainsi principalement lié à la pression d'un tronc pouvant s'appliquer contre les pieux des structures photovoltaïques, même si on note que celle-ci est en retrait par rapport à des équipements industriels qui feront obstacles en premier.

L'hypothèse maximaliste d'un risque d'embâcle correspond ainsi au déplacement d'un tronc d'arbre par 0,60 m de hauteur d'eau et une vitesse d'écoulement de 0,5 m/s, venant s'appuyer contre les pieux des structures photovoltaïques situées en zone d'aléa modéré.

Pour la réalisation des calculs des différentes forces et afin de se placer dans la situation la plus pessimiste, les hypothèses suivantes sont émises :

- La largeur d'un pieu est de 10 cm (largeur maximale d'un pieu de section 100 mm x 50 mm) ;
- Le tronc d'arbre est considéré comme un cylindre de diamètre 50 cm (moyen à gros bois) et de longueur 5,5 m afin de satisfaire l'hypothèse suivante ;
- Le tronc est appuyé perpendiculairement contre deux pieux à la fois seulement compte tenu des distances minimales entre deux pieux d'une même table (2 m en longitudinale et 3 m en transversale) ou de tables différentes (2 m) ;
- Les écoulements sont considérés perpendiculaires à l'axe du couple de pieux appartenant à une table ;
- On ne considère ici que la force de poussée des écoulements et du tronc d'arbre contre les pieux, les autres forces sont considérées comme négligeables.

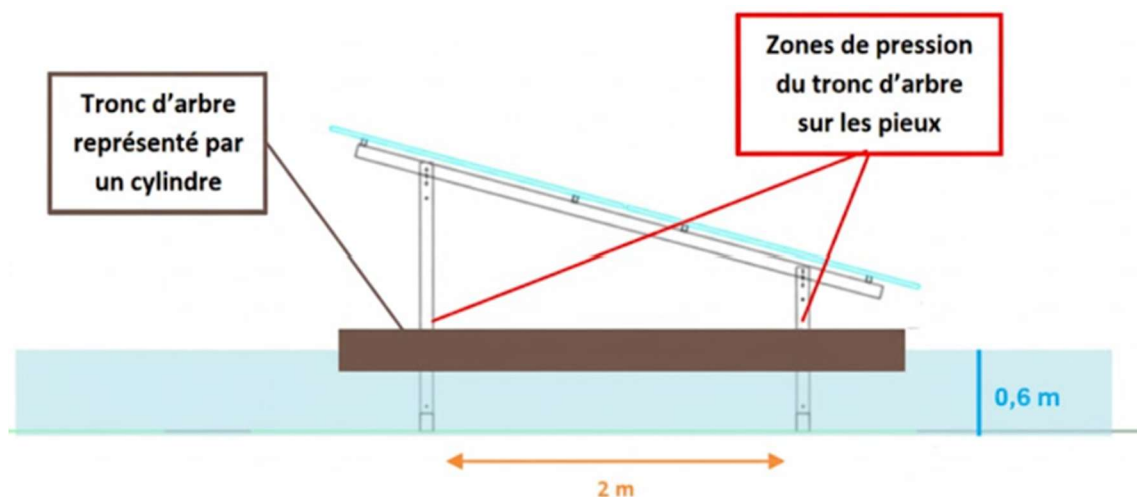


Illustration 5 : Illustration d'un cas d'embâcle en situation d'inondation

Détermination de la force exercée par les eaux sur un pieu (force de trainée) :

$$F_v = \frac{1}{2} \times C_d \times \rho \times S \times v$$

Avec :

- F_v : Force de trainée (N)
- C_d : Coefficient de trainée (-)
- ρ : Masse volumique (kg/m³)
- S : Section de contact (m²)
- v : Vitesse moyenne du fluide (m/s)

Considérant les hypothèses suivantes :

- Un coefficient de trainée estimé à 1 (les pieux étant de section rectangulaire, la plus grande largeur est exposée à un flux perpendiculaire) ;
- Une masse volumique de 1000 kg/m³ pour l'eau ;
- Une section S de contact du pieu avec l'eau de 0,06 m² (largeur d'un pieu de 0,10 m, et hauteur d'eau maximale de 0,60 m) ;
- Une vitesse d'écoulement de 0,5 m/s (vitesse maximale retenue sur la carte des aléas de référence – Inondation de la Saône pour un aléa modéré).

La force exercée par les écoulements sur un pieu est ainsi estimée à **15 N**.

Détermination de la force exercée par les eaux sur un tronc d'arbre :

Un calcul similaire est réalisé afin de déterminer la force de poussée des eaux sur un tronc d'arbre flottant qui correspond également à la force de poussée du tronc sur les pieux. Les hypothèses de masse volumique et de vitesse d'écoulement précédentes sont utilisées.

Le tronc est considéré comme un cylindre droit par simplification, immergé à 2/3 de son diamètre afin de maximiser la section de poussée de l'eau sur le tronc, et par conséquent la force de poussée correspondante.

La section de poussée de l'eau sur le tronc est ainsi estimée à 2,88 m² en tenant compte d'un tronc de diamètre 0,5 m et de longueur 5,5 m. Le coefficient de trainée est estimé à 0,80 au vu de la surface cylindrique considérée.

La force exercée par l'eau sur le tronc est ainsi évaluée à **288 N**.

Détermination de la force exercée par les eaux et un tronc sur un/deux pieux :

Par addition des deux forces calculées précédemment, la force de poussée exercée par l'eau et le tronc sur deux pieux est de **303 N**.

Dans une hypothèse maximaliste, cette force pourrait être appliquée à un seul pieu de manière transitoire avant que le tronc ne dévie plus amplement. L'option la plus

probable reste néanmoins l'appui du tronc contre deux pieux au vu de la configuration du parc et des hauteurs et vitesses d'écoulements.

Ainsi, cette force de poussée en est réduite à **151,5 N par pieu**.

Afin de limiter le risque d'endommagement du parc, les structures photovoltaïques seront choisies de sorte à pouvoir résister à une telle poussée en cas de détérioration de la clôture.

4. CONCLUSION

OneMW porte un projet d'aménagement d'une centrale photovoltaïque au sol de 1 MWc sur la commune de Genay, dans le département du Rhône (69). Il se situe au sud-ouest de la commune de Genay, au lieu-dit vers la Dame. Le projet s'implante sur les parcelles cadastrales numérotées 000 AM 792 et 000 AM 794, une surface inutilisée par la société UNIVAR, ce qui évite de mobiliser des surfaces agricoles ou naturelles, au sein de la commune.

L'étude démontre que la conception du projet répond à l'ensemble des exigences du PPRI. En effet, l'analyse confirme que la structure a été optimisée pour garantir une transparence hydraulique maximale, limitant ainsi son influence sur les écoulements. De plus, la mise hors d'eau des composants sensibles est assurée, tandis que la robustesse de l'installation a été validée pour résister aux forces exercées par la crue et les éventuels embâcles.

Par conséquent, le projet peut être considéré comme entièrement compatible avec les objectifs de prévention des risques d'inondation.