

Schéma de principe du profil T3

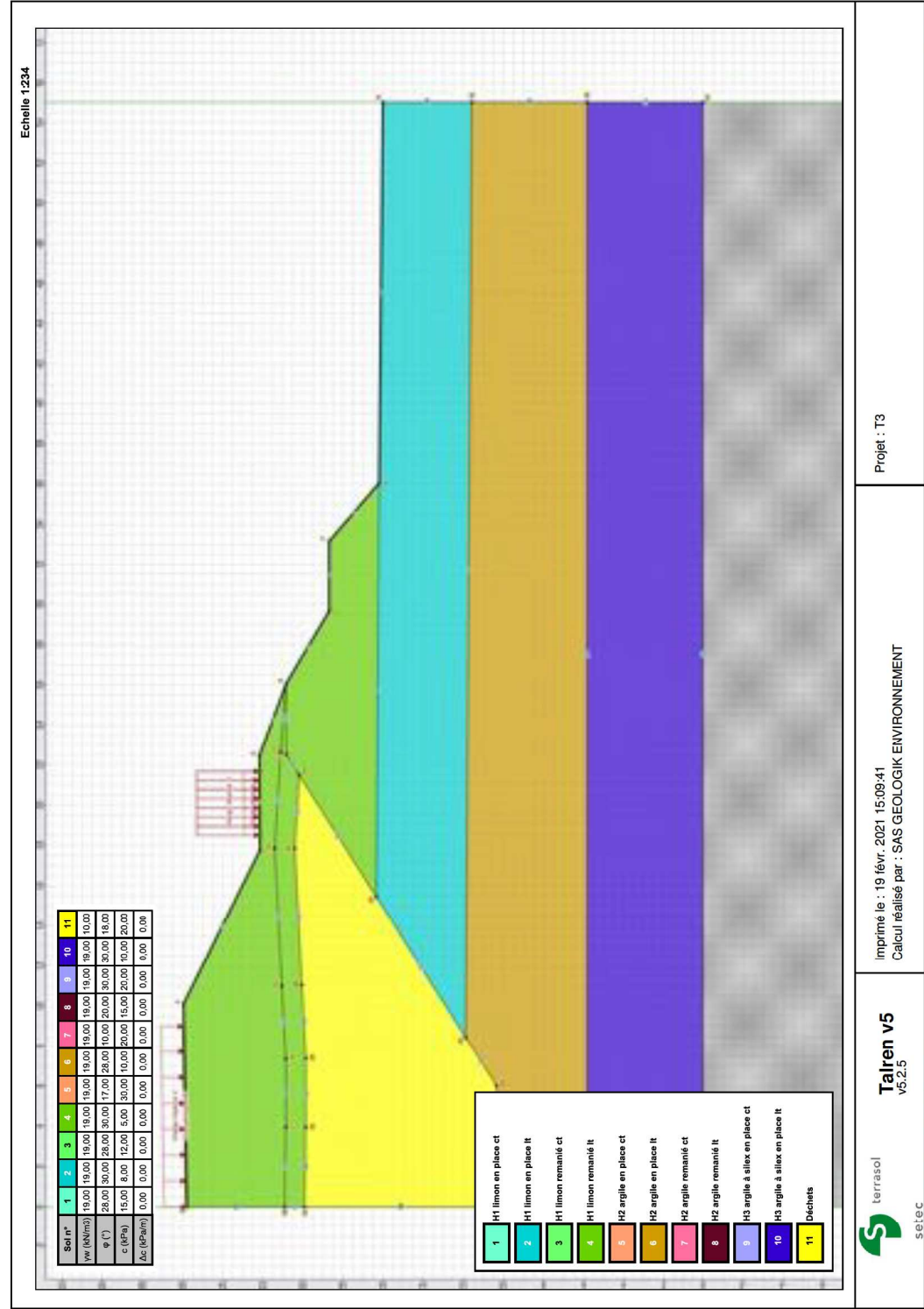


Schéma de principe du profil T4

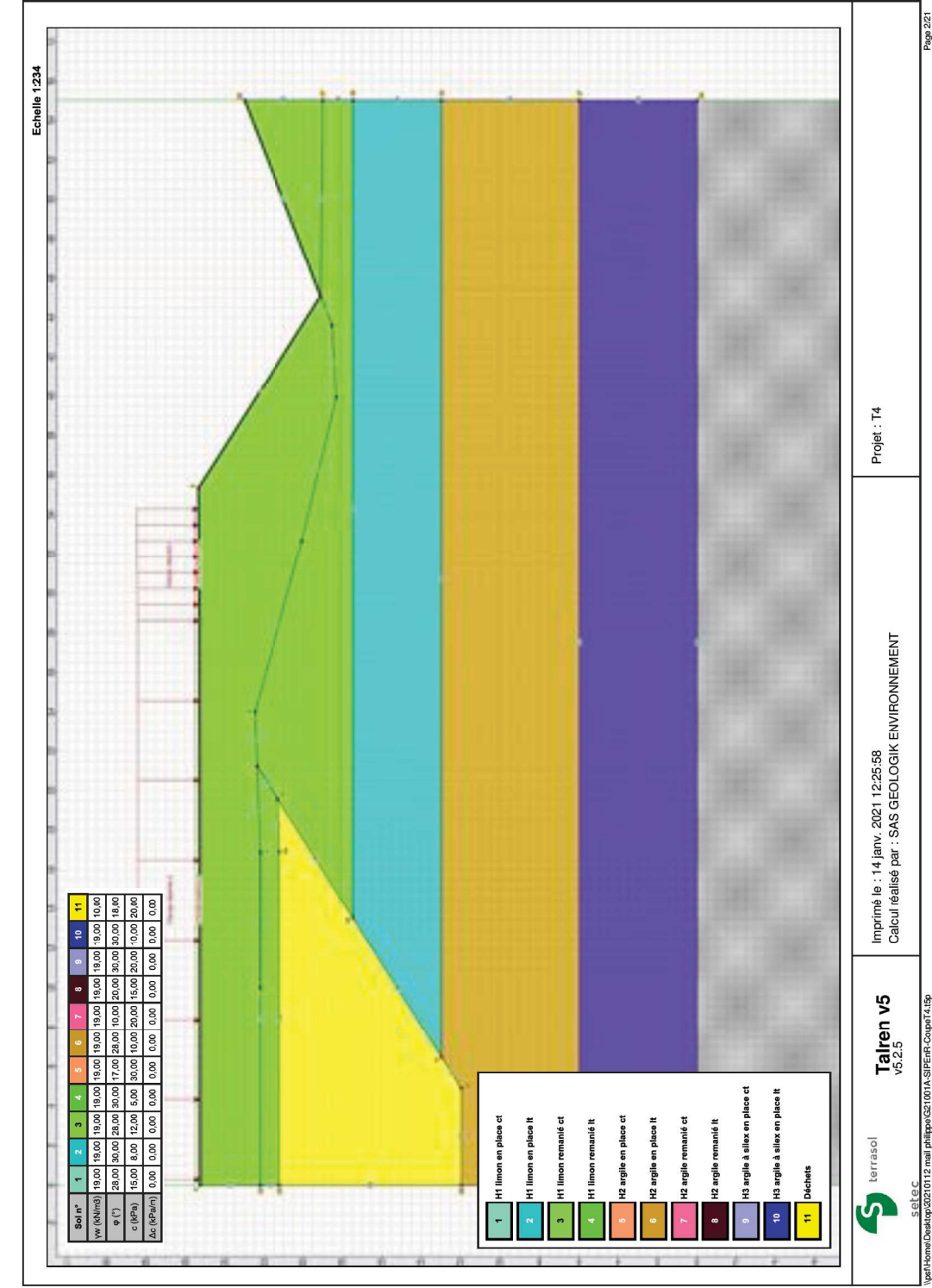


Schéma de principe du profil T5

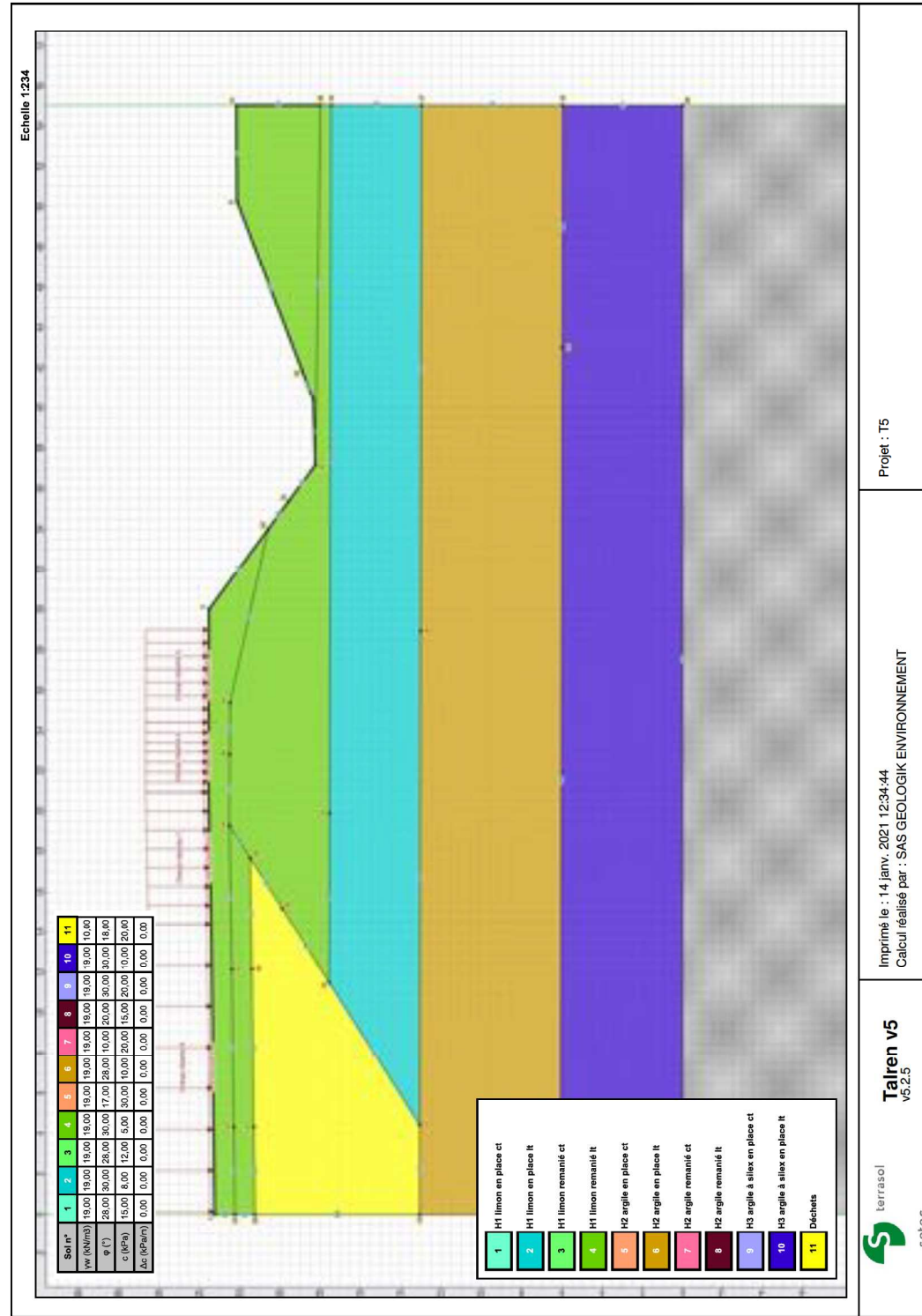


Schéma de principe du profil T6

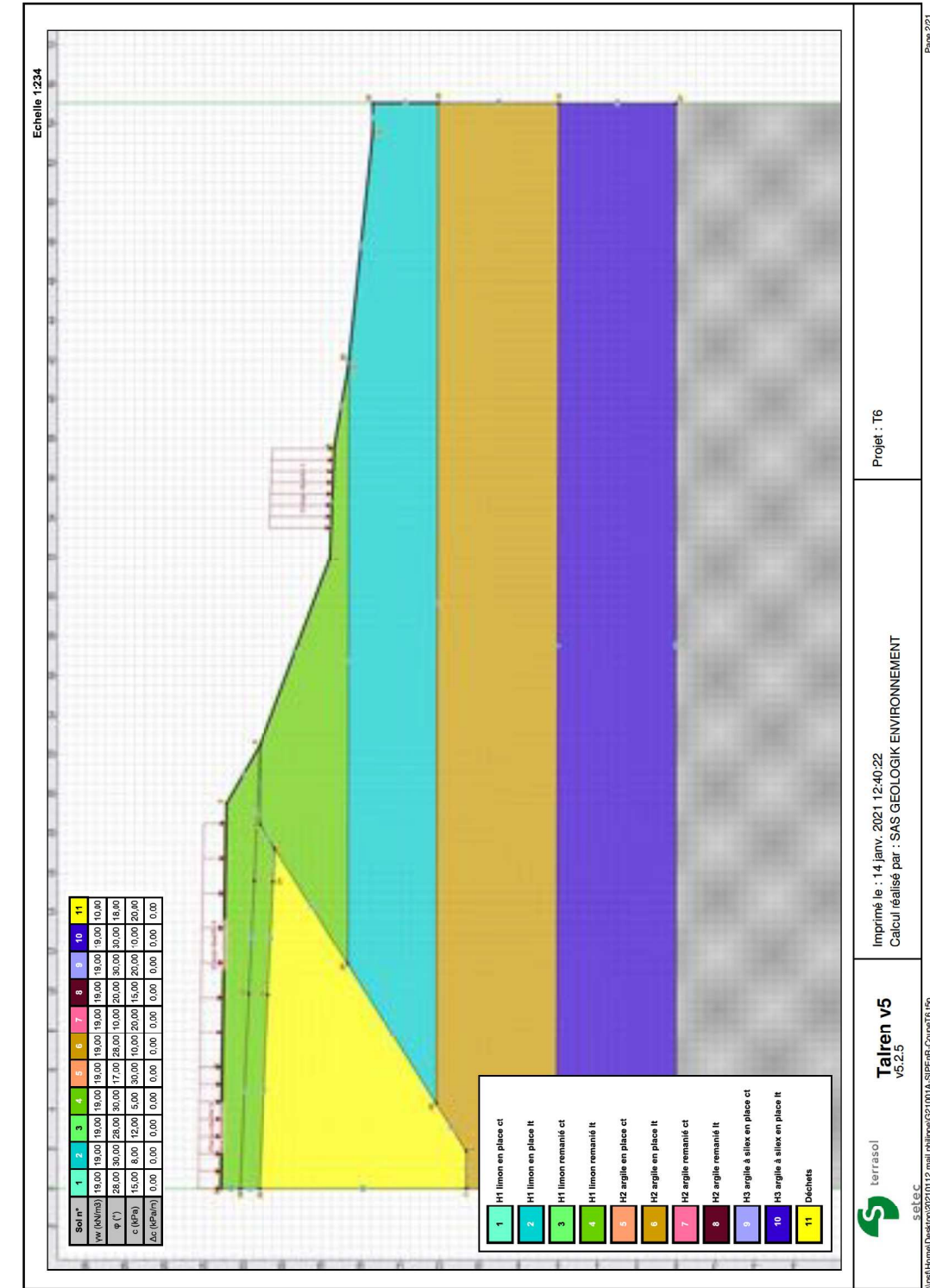




Schéma de principe du profil T7

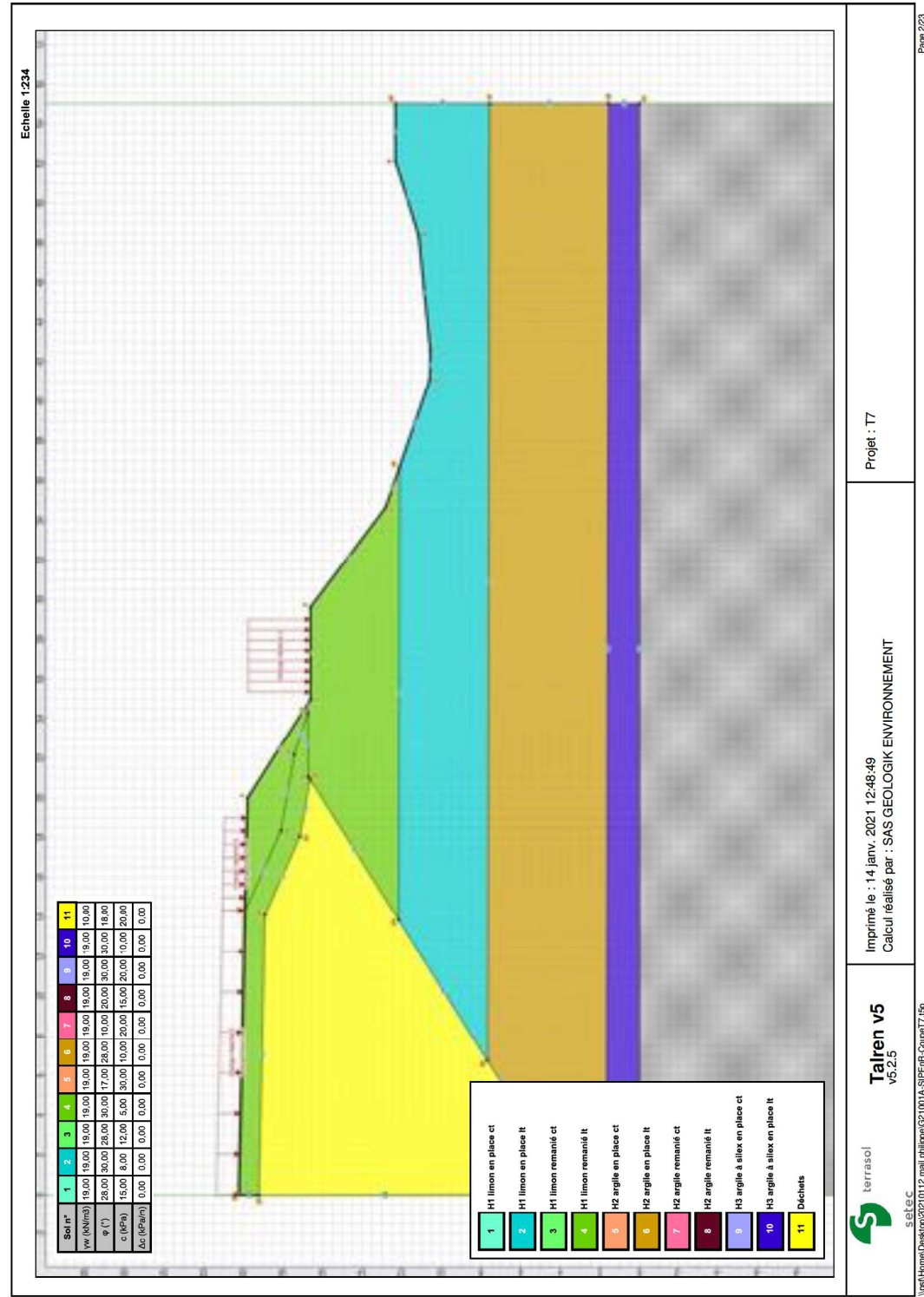
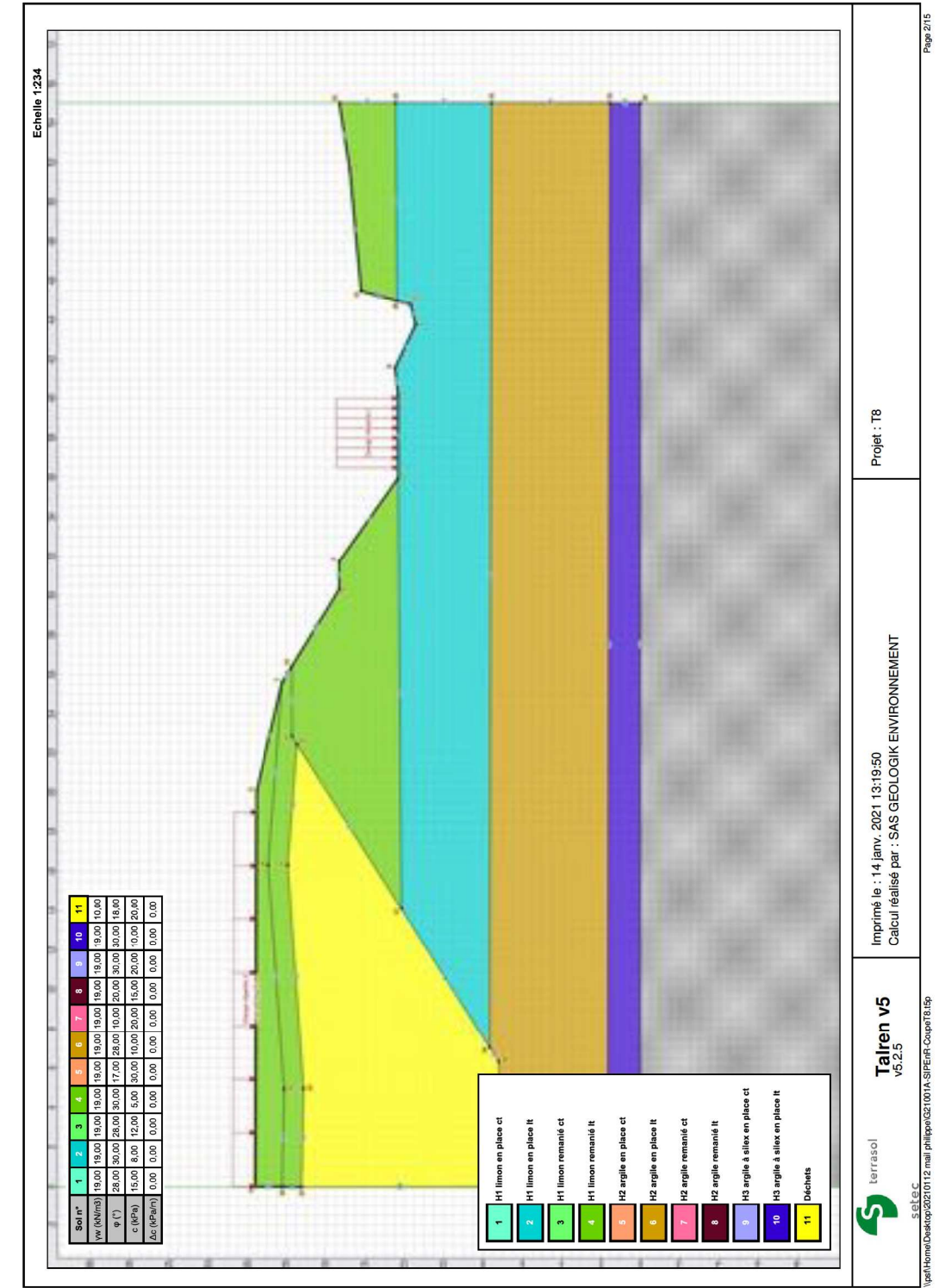


Schéma de principe du profil T8



Pour chaque profil, il a été vérifié la stabilité :

- de la digue périphérique à court terme avec une surcharge de 12,3 kpa,
- de la digue périphérique à long terme avec une surcharge de 12,3 kpa.

Lorsque la stabilité du profil n'est pas obtenue, la recherche d'un profil stable a été réalisée.

Les calculs ont été réalisés dans les situations reprises dans le tableau ci-dessous :

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire
				Coefficient de sécurité requis F
T1	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T2	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T3	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T4	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T5	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
	3 - sans surcharge	0 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
	4 - reprofilage	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T6	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T7	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5
T8	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5

## VI.2. Méthode de calcul

Le calcul de stabilité a été réalisé avec le logiciel TALREN 5 développé par TERRASOL. La méthode de BISHOP a été utilisée. Elle permet de vérifier la stabilité générale de la pente. Il s'agit de la méthode des tranches. Nous avons réalisé les calculs selon une surface de rupture circulaire.

La stabilité d'un talus est fonction d'un certain nombre de paramètres parmi lesquels les plus importants sont :

- La géométrie du talus (hauteur, pente, banquettes intermédiaires...);
- La géométrie des couches constitutives du talus, s'il n'est pas homogène (remblais, rocher...);
- Les caractéristiques mécaniques des matériaux constitutifs des différentes couches du talus et des sols d'assise;
- Les surcharges;
- La distribution de la charge hydraulique.

Ces diverses données sont introduites dans un modèle de calcul permettant de déterminer, pour différents types de ruptures possibles, un coefficient de sécurité minimal F. Ce type d'analyse repose sur l'utilisation des équilibres limites et la comparaison des efforts moteurs et des efforts mobilisables.

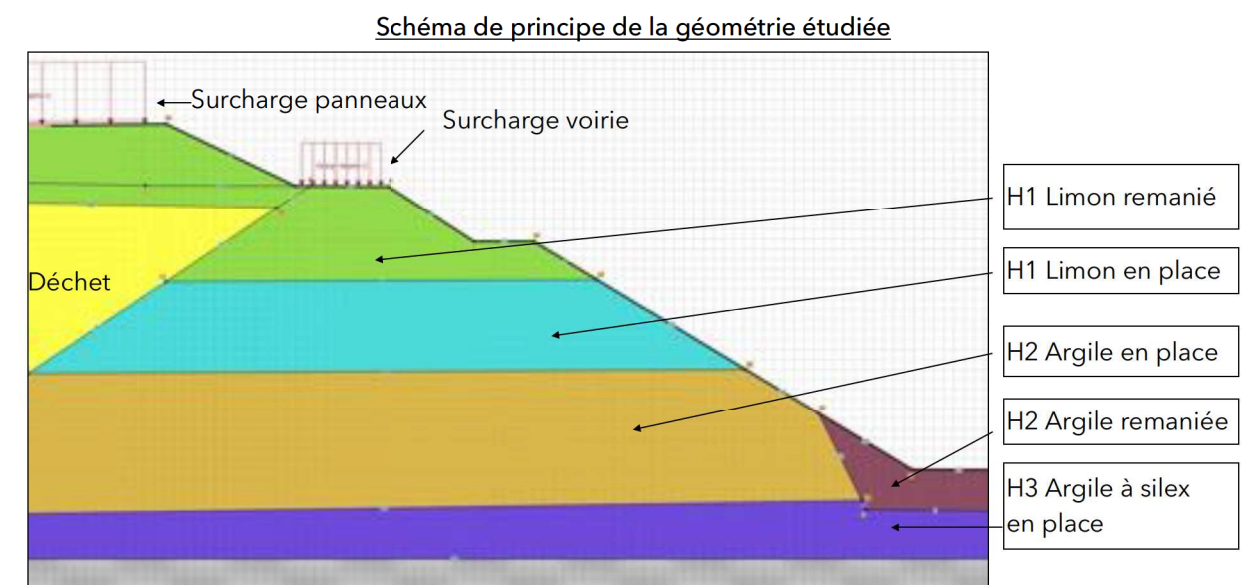
## VI.3. Données prises en compte

### VI.3.1. La géométrie et le profil géologique du système étudié

La plateforme photovoltaïque est réalisée en remblai avec H1 limon remanié.

Le schéma ci-après reprend la géométrie et le profil géologique étudié.

Le profil géologique a été établi sur la base de reconnaissances disponibles.





### VI.3.2. Les caractéristiques des sols

Les caractéristiques utilisées pour la réalisation de l'étude sont issues de bibliographie et des essais réalisés par Abrotec. Certaines caractéristiques ont été révisées à partir de la constatation que les profils actuels des casiers étaient stables à long terme. La cohésion du limon en place est notamment passée de 5 à 8 °.

Tableau récapitulatif des caractéristiques de sols utilisées pour les calculs

matériaux	γ <sub>a</sub> en KN.m-3	Court terme		Long terme	
		UU		CD	
		φ <sub>UU</sub> en °	c <sub>UU</sub> en kPa	φ' en °	c' en kPa
H1 limon en place	19,0	28	15	30	8
H1 limon remanié	19,0	28	12	30	5
H2 argile en place	19,0	17	30	28	10
H2 argile remanié	19,0	10	20	20	15
H3 argile à silex en place	19,0	30	20	30	10
Déchet	10,0	18	20	18	20

### VI.3.3. Les surcharges

Il est appliqué une surcharge de 20 Kpa pour les voiries lourdes du site.

Il n'est pas prévu de voirie légère.

Plan des voiries



La surcharge liée aux panneaux est prise en compte de la manière suivante :

- Surcharge liée aux panneaux et aux longrines répartie sur l'ensemble de la surface en contact avec les longrines, soit 9,5 kpa.

Un coefficient de sécurité de 1,3 est appliqué sur la surcharge liée aux panneaux et aux longrines.

Il est donc réalisé les calculs avec une surcharge de **12,3 kpa.**

### VI.3.4. Renforcements

Des renforcements pourront être prévus en fonction des résultats des calculs.

### VI.3.5. Conditions hydrauliques

Il n'a pas été modélisé les conditions hydrauliques dans l'ouvrage.

### VI.3.6. Accélération sismique

La stabilité au séisme n'a pas été étudiée dans cette étude.

L'installation envisagée est une infrastructure type installation de stockage de déchets.

Selon l'arrêté du 24 janvier 2011 fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées, aucune exigence d'application des règles parasismiques n'est requise pour les ouvrages visés par cette étude, en raison de leur importance mineure pour la sécurité des personnes et de leur confinement à l'intérieur du site.

### VI.3.7. Coefficients de sécurité

Pour une pente donnée, le calcul est fait pour un grand nombre de surfaces de ruptures possibles : c'est le coefficient F<sub>min</sub> le plus faible calculé pour l'ensemble de ces surfaces qui exprime l'état de stabilité de la pente.

La stabilité générale de l'ouvrage en terre est vérifiée sur la base de coefficient unitaires. Aucun coefficient de sécurité partielle n'est appliqué dans cette étude. Nous utiliserons un coefficient de sécurité global F. L'ouvrage est considéré stable lorsque le coefficient de sécurité F<sub>min</sub> le plus faible calculé pour l'ensemble des surfaces est supérieur à 1,3 à court terme et 1,5 à long terme.

## VII. RÉSULTATS DES CALCULS

### VII.1.Profil T1

La stabilité du talus du Profil T1 a été vérifiée avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

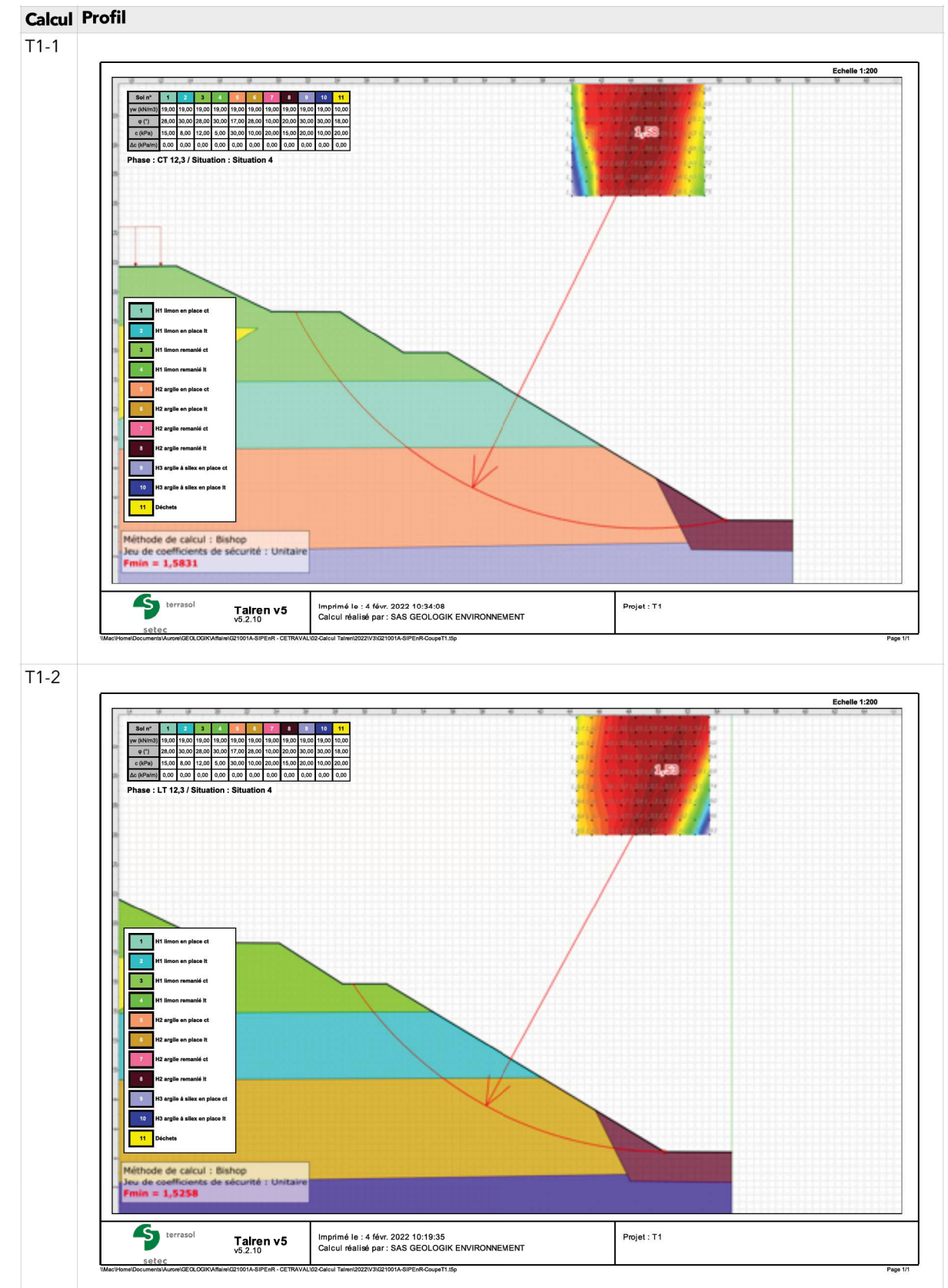
Le coefficient de sécurité obtenu à long terme supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T1 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T1	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	1,58
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,53

Tableau récapitulatif des profils T1 calculés





## VII.2.Profil T2

La stabilité du talus du Profil T2 a été vérifiée avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

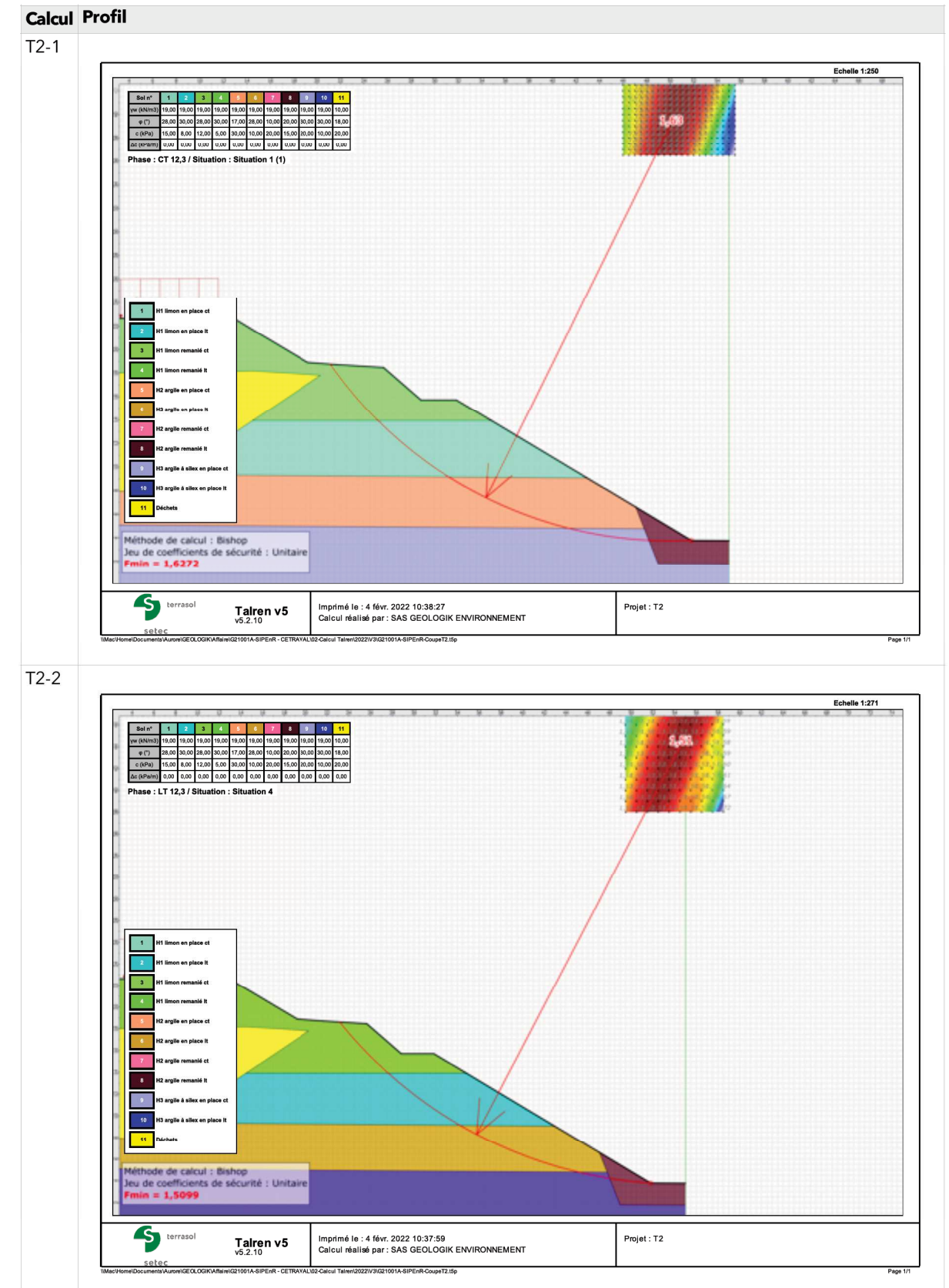
Le coefficient de sécurité obtenu à long terme supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T2 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T2	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\varphi_{uu}$	1,3	1,63
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\varphi'$	1,5	1,51

Tableau récapitulatif des profils T2 calculés



### VII.3.Profil T3

La stabilité du talus du Profil T3 a été vérifiée :

- avec une surcharge pour une voirie lourde de 20 Kpa,
- avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

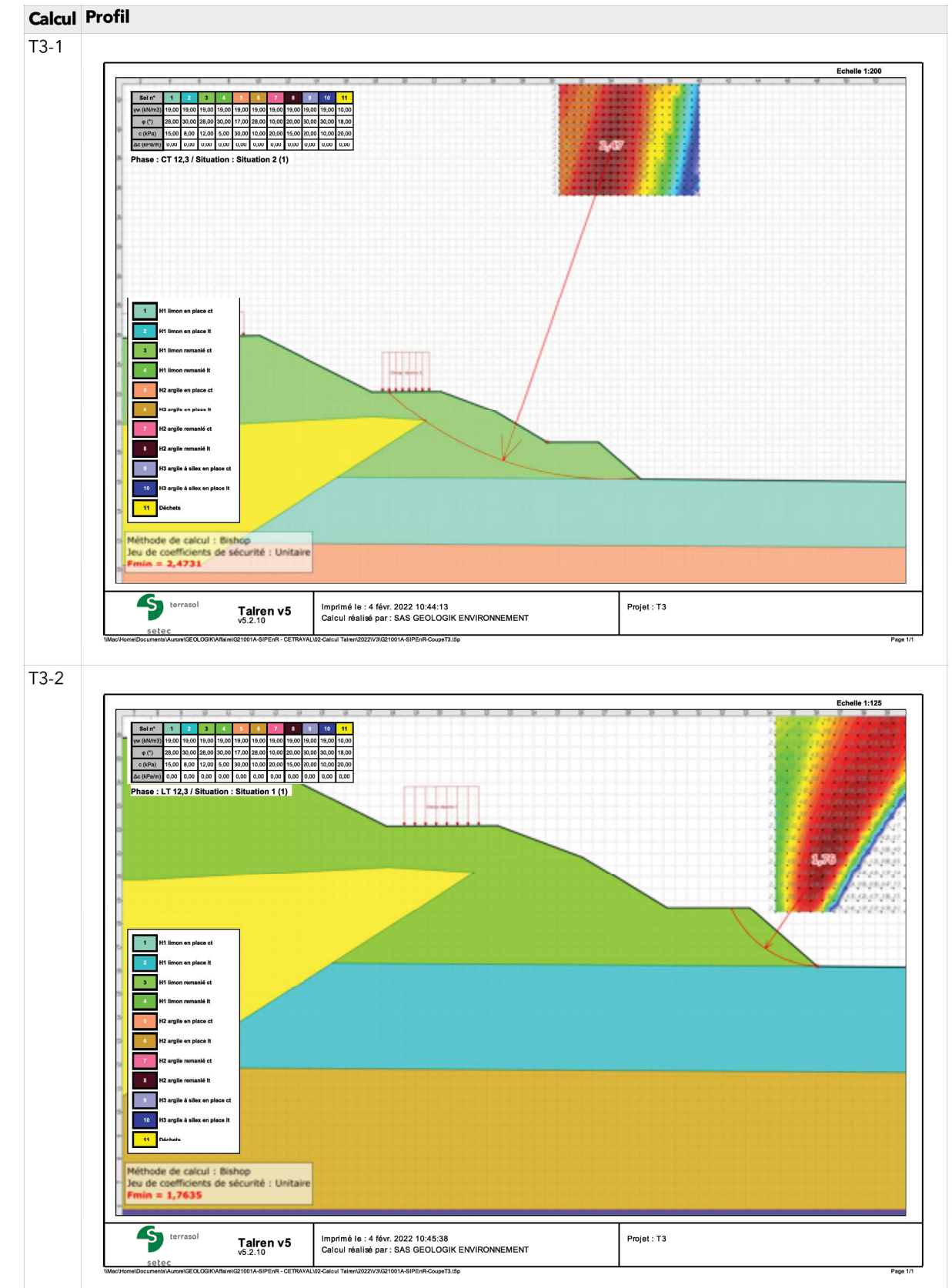
Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T3 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis	Coefficient de sécurité requis
				F	calculé
T3	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,47
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,76

Tableau récapitulatif des profils T3 calculés





#### VII.4.Profil T4

La stabilité du talus du Profil T4 a été vérifiée avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

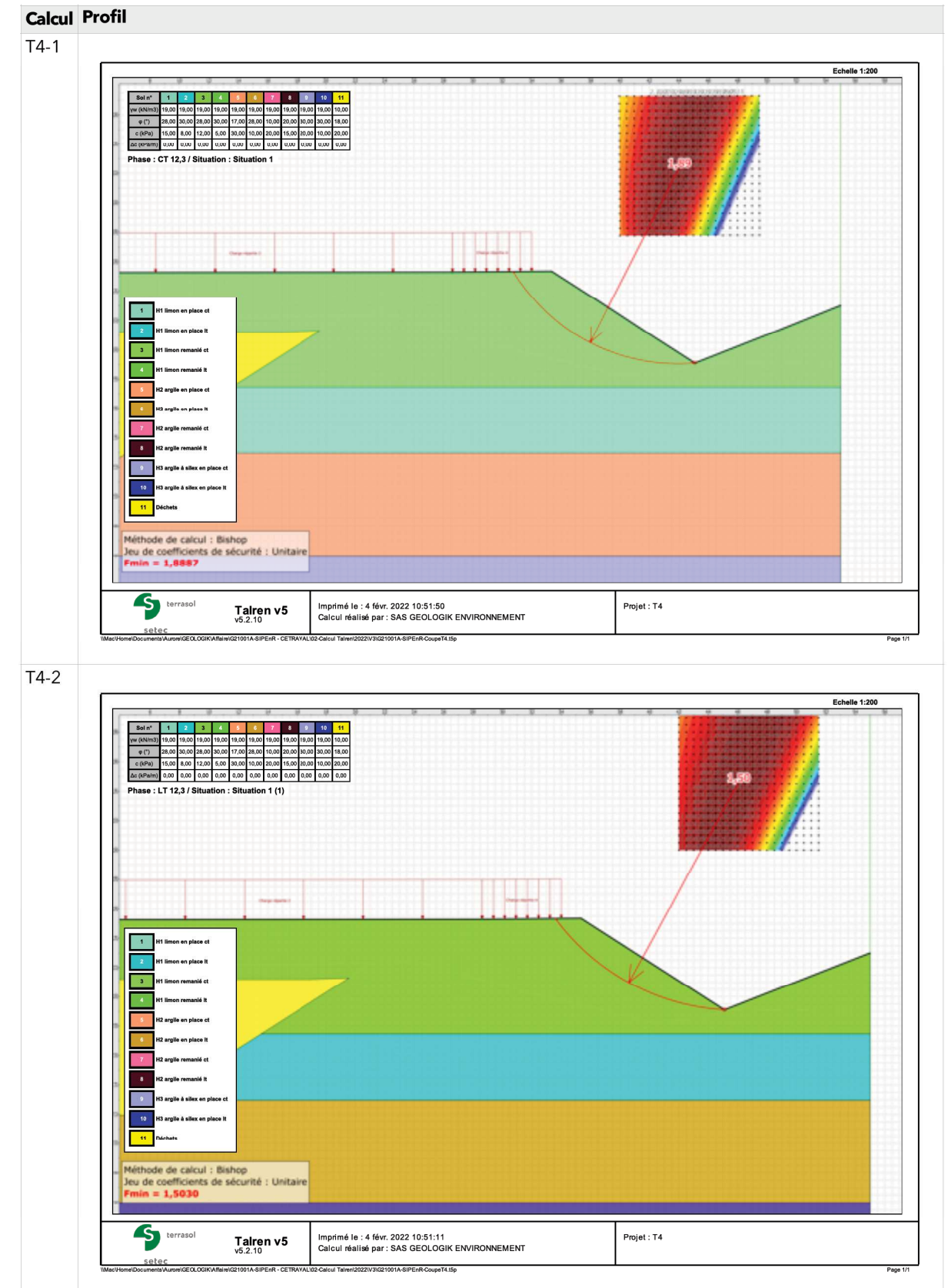
Le coefficient de sécurité obtenu à long terme supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T4 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T4	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	1,89
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,50

Tableau récapitulatif des profils T4 calculés



### VII.5.Profil T5

La stabilité du talus du Profil T5 a été vérifiée avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est de 1,45 avec une surcharge de 12,3 kpa.

Le coefficient obtenu est légèrement inférieur à 1,5. La stabilité n'est pas assurée à long terme.

Le calcul a été réalisé sur le profil existant sans la surcharge liée aux panneaux photovoltaïque. Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est de 1,45.

Le coefficient obtenu est légèrement inférieur à 1,5. La stabilité du profil existant sans surcharge n'est pas assurée à long terme.

Il est donc proposé un reprofilage de la pente du talus afin d'améliorer sa stabilité. La pente initiale du talus est de 73,6 %.

Dans le cadre du calcul, la crête de digue a été reculée de 50 cm. La pente du talus ainsi modifiée est de 68,8 %.

Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est de 1,50 avec une surcharge de 12,3 kpa.

Le coefficient obtenu est supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

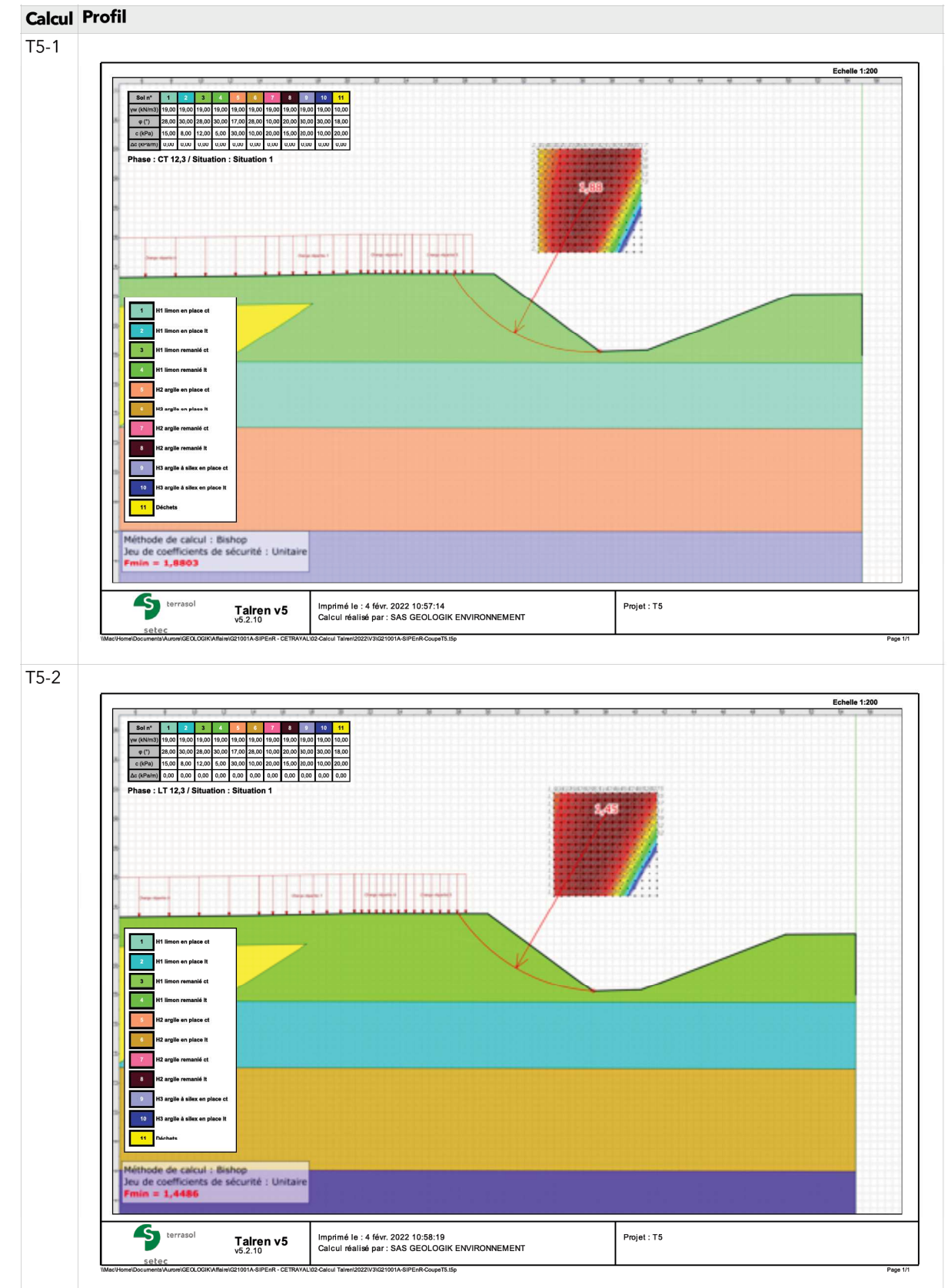
Le reprofilage testé dans le calcul est le plus contraignant en terme de stabilité. Il s'agit de la pente maximum du profil pour assurer sa stabilité. Le reprofilage pourra être réalisé avec une pente moins importante que 68,8 %.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T5 avec le coefficient de sécurité unitaire

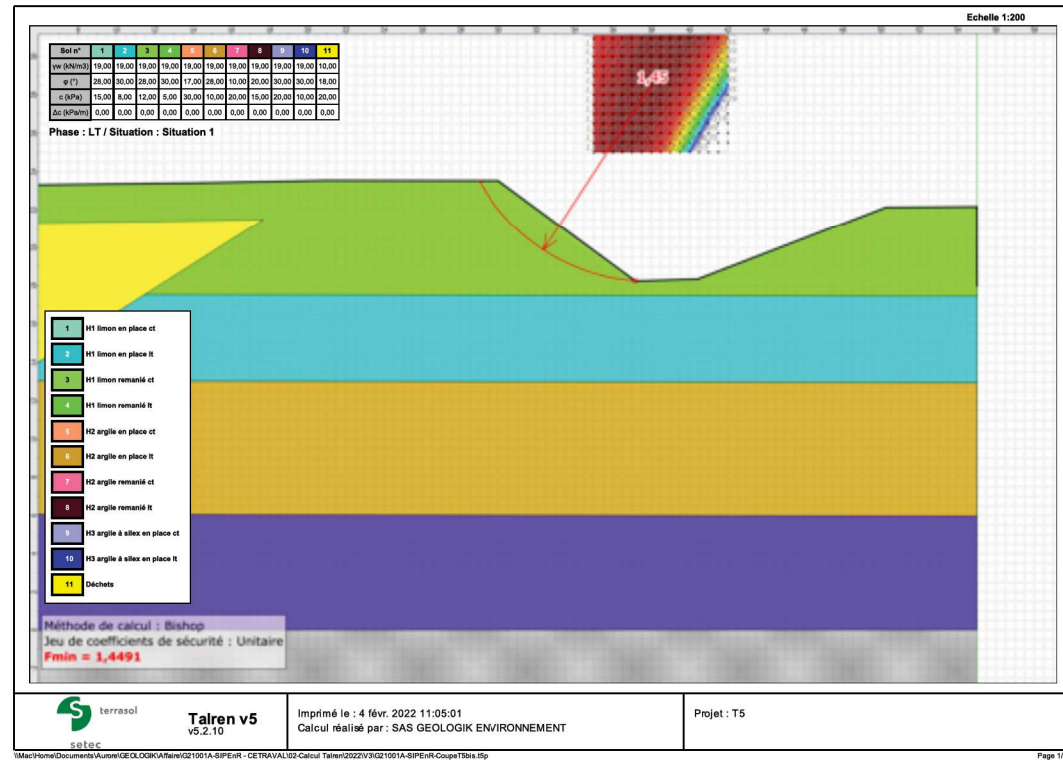
Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T5	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\varphi_{uu}$	1,3	1,88
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\varphi'$	1,5	1,45
	3 - sans surcharge	0 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\varphi'$	1,5	1,45
	4 - reprofilage	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\varphi'$	1,5	1,50

Tableau récapitulatif des profils T5 calculés

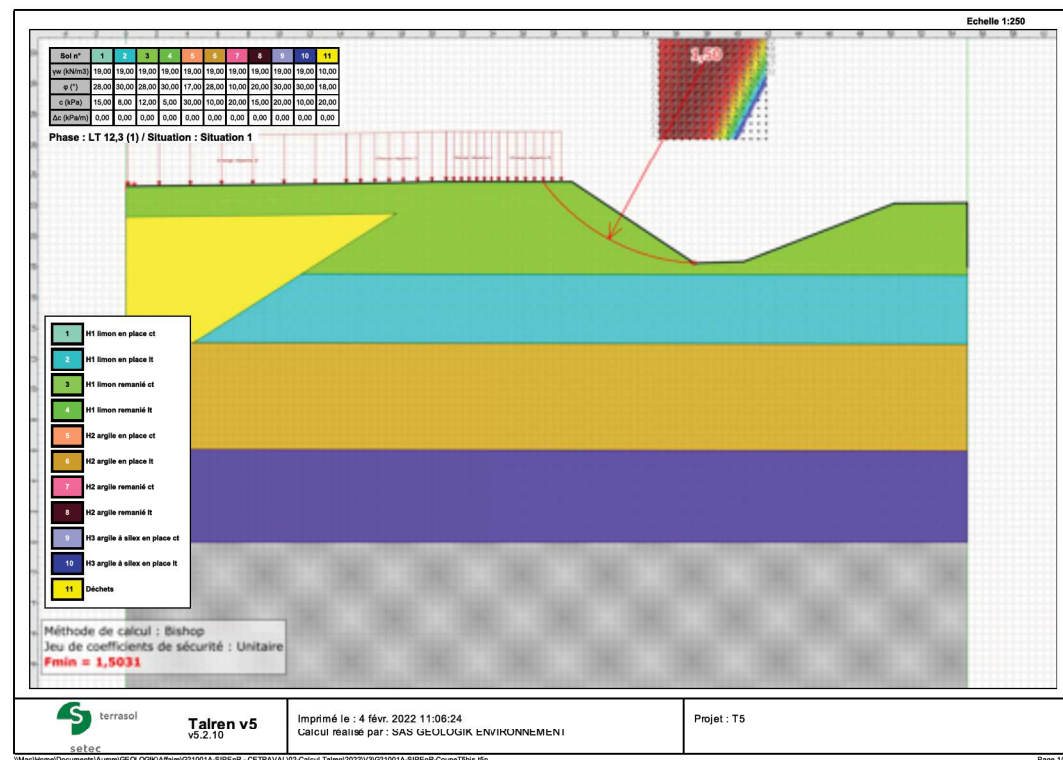




T5-3



T5-4



### VII.6.Profil T6

La stabilité du talus du Profil T6 a été vérifiée avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

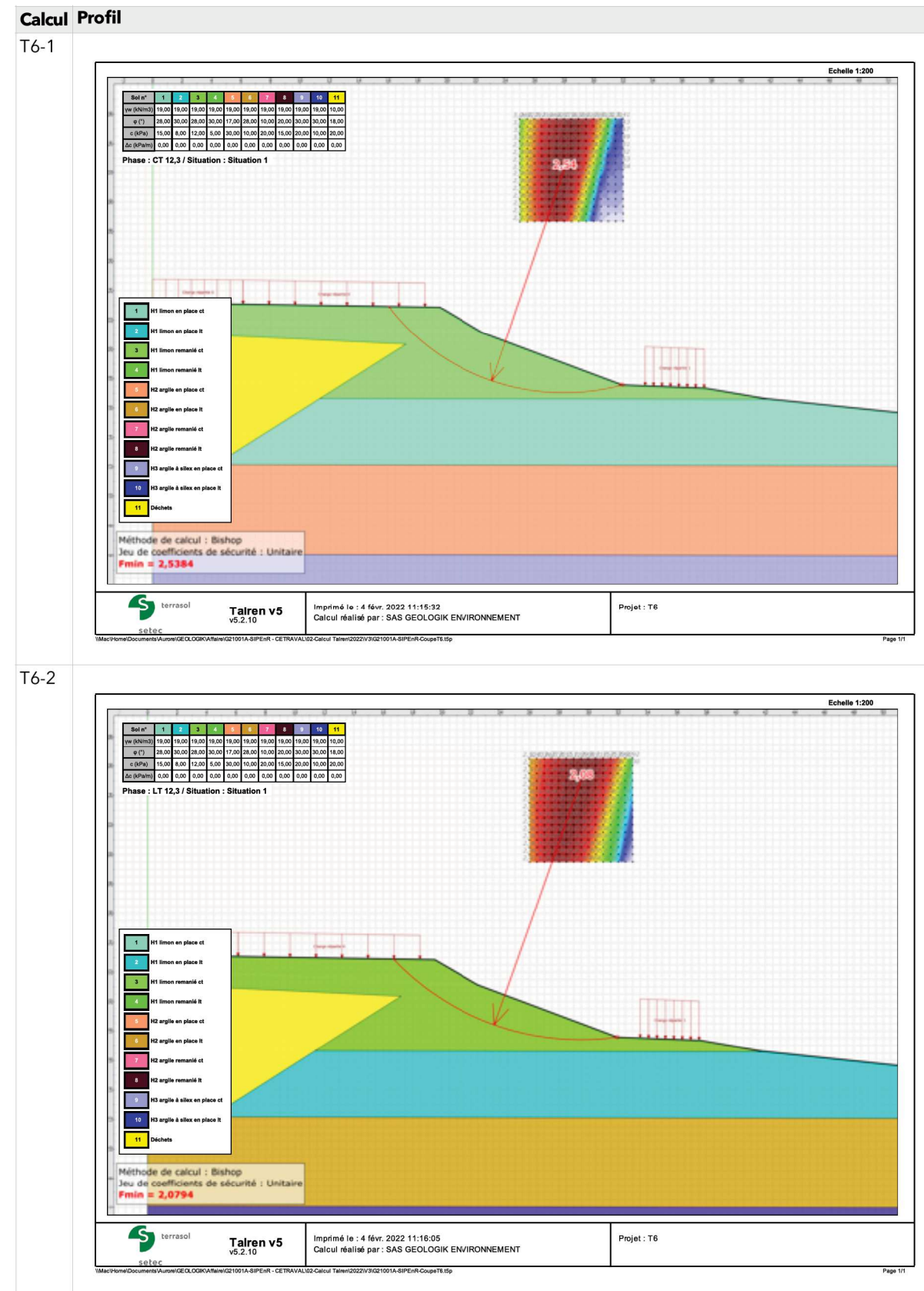
Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T6 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T6	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,54
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	2,08

Tableau récapitulatif des profils T6 calculés



VII.7.Profil T7

La stabilité du talus du Profil T7 a été vérifiée :

- avec une surcharge pour une voirie lourde de 20 Kpa, au niveau de la rampe d'accès à la zone d'isolement en cas de radioactivité.
- avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

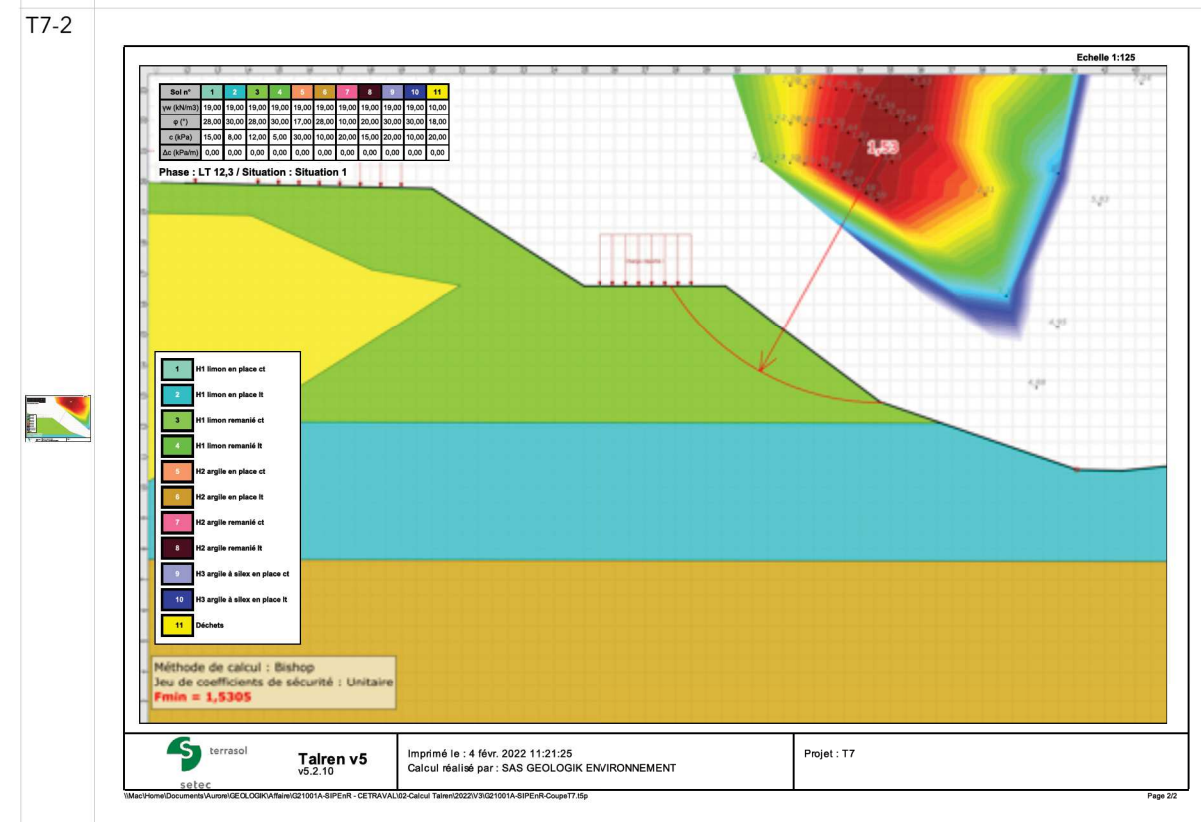
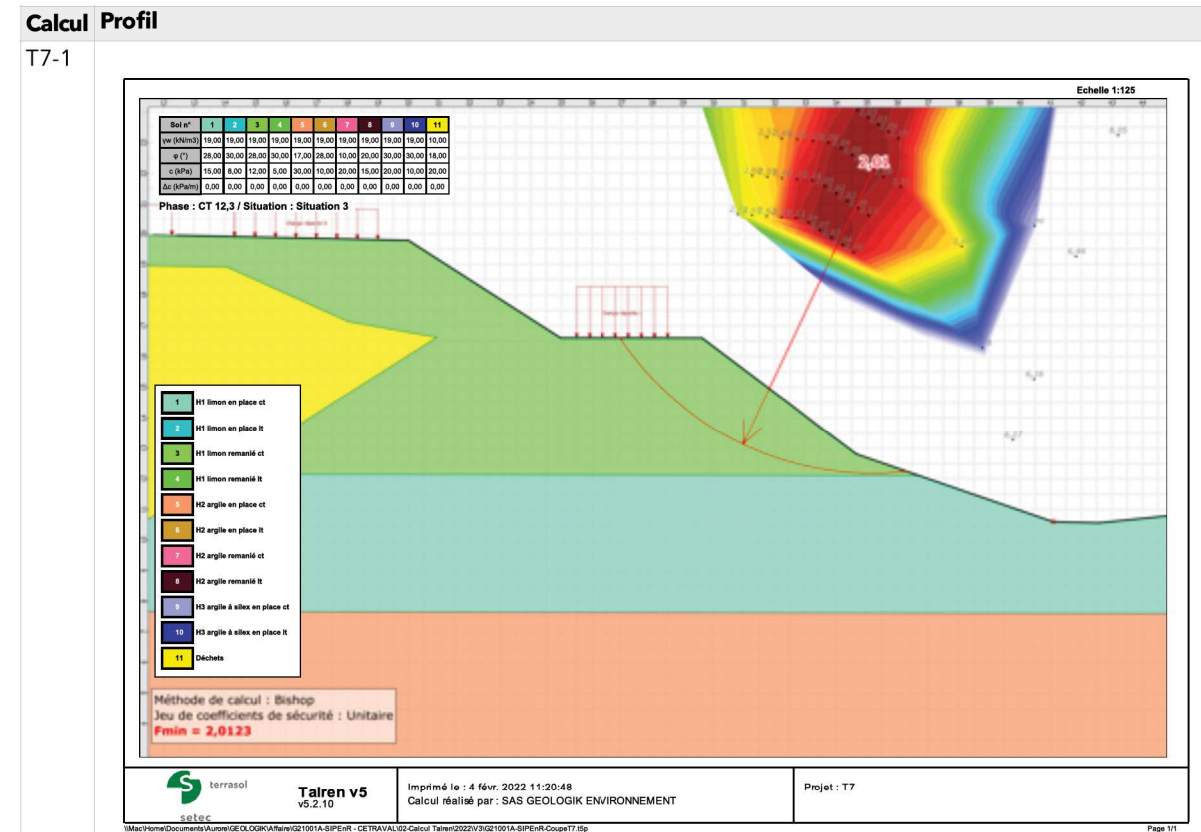
Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T7 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T7	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,01
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,53



Tableau récapitulatif des profils T7 calculés



**VII.8.Profil T8**

La stabilité du talus du Profil T8 a été vérifiée :

- avec une surcharge pour une voirie lourde de 20 Kpa, au niveau de la voirie,
- avec une surcharge liée aux panneaux de 12,3 Kpa.

Le coefficient de sécurité obtenu à court terme est supérieur à 1,3. La stabilité est assurée à court terme.

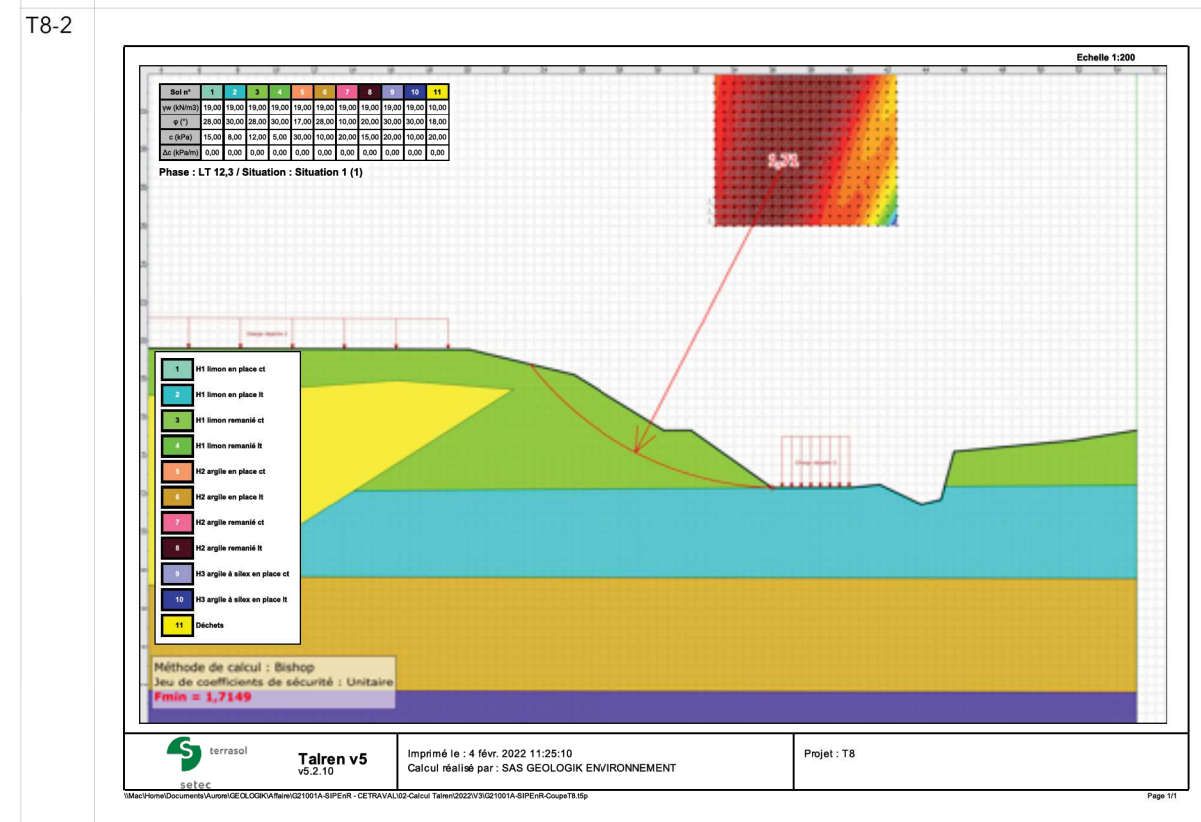
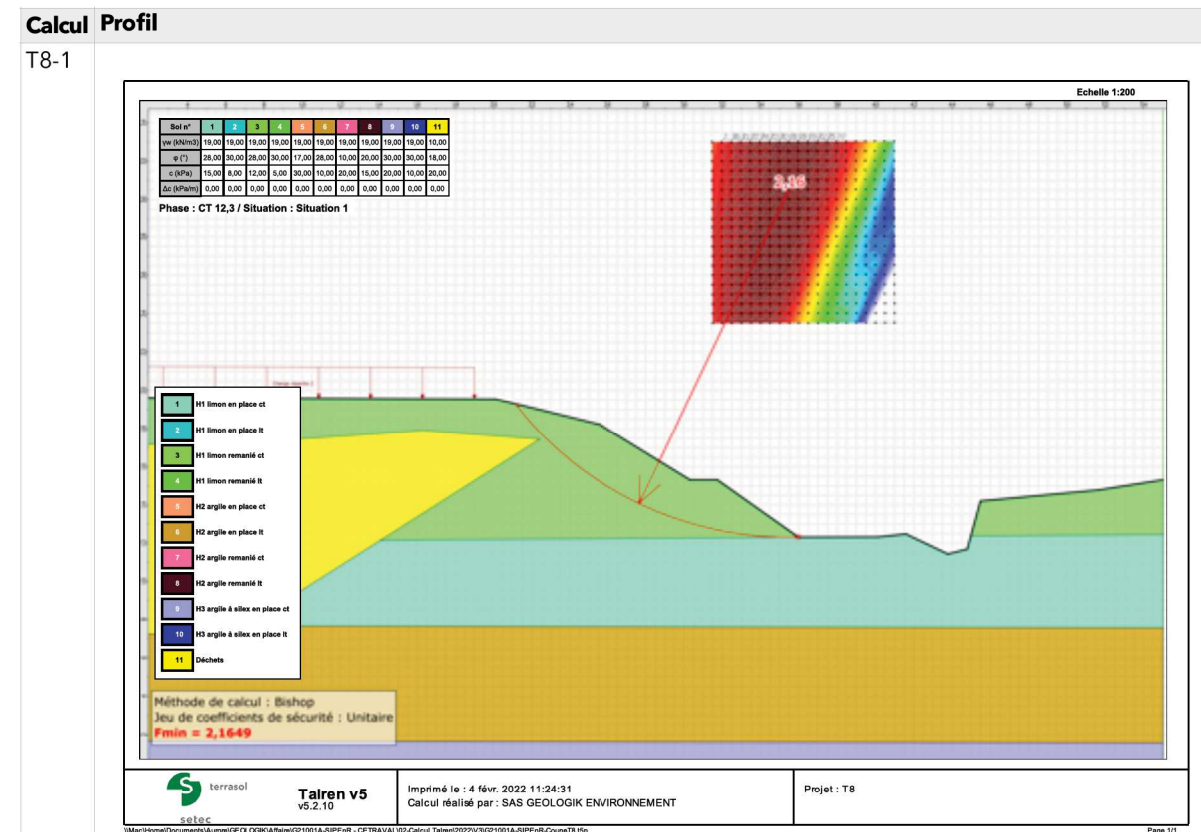
Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau récapitulatif des résultats du profil T8 avec le coefficient de sécurité unitaire

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient de sécurité requis calculé
T8	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\varphi_{uu}$	1,3	2,16
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\varphi'$	1,5	1,71

Tableau récapitulatif des profils T8 calculés



## VIII. CONCLUSIONS

Le SEM SIPeNR souhaite réaliser une plateforme photovoltaïque, sur le site du CETRAVAL, une installation de stockage de déchets. Le projet est implanté au droit des casiers réhabilités I, II, III, IV et V. Les casiers concernés se situent le long du nouveau casier VIII en cours d'aménagement.

Une plateforme en remblai a été réalisée en 2020 sur la couverture de ces casiers.

**L'objet de la présent note est de vérifier la stabilité des talus de la digue périphérique avec les contraintes liées à la plateforme et aux panneaux.**

L'étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique préalable G1 au sens de la norme NF P 94-500 de décembre 2013.

Pour chaque profil, il a été vérifié la stabilité :

- de la digue périphérique à court terme avec une surcharge de 12,3 kpa,
- de la digue périphérique à long terme avec une surcharge de 12,3 kpa.

Le tableau ci-après récapitule les résultats obtenus.

Tableau récapitulatif des résultats de calculs

Profil	Calcul	Surcharge	Cas	Calcul unitaire	
				Coefficient de sécurité requis F	Coefficient calculé
T1	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	1,58
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,53
T2	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	1,63
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,51
T3	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,47
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,76
T4	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	1,89
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,50
T5	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	1,88
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,45
	3 - sans surcharge	0 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,45
	4 - reprofilage	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,50
T6	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,54
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	2,08
T7	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,01
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,53
T8	1	12,3 kpa	court terme, Valeurs $c_{uu}$ et $\phi_{uu}$	1,3	2,16
	2	12,3 kpa	long terme, Valeurs $c'$ et $\phi'$	1,5	1,71



La stabilité des talus est assurée sur la base des caractéristiques de matériaux et du profil étudié :

- à court terme pour les profils : T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8,
- à long terme pour les profils : T1, T2, T3, T4, T6, T7, T8.

Au niveau de T5, le coefficient de sécurité obtenu à long terme est de 1,45 avec une surcharge de 12,3 kpa. Le coefficient obtenu est légèrement inférieur à 1,5. La stabilité n'est pas assurée à long terme.

Le calcul réalisé sans la surcharge des panneaux photovoltaïque montre que la limite est liée à la pente existante du talus et non à la surcharge.

Il est donc proposé un reprofilage de la pente du talus afin d'améliorer la stabilité de l'installation.

La pente initiale du talus est de 73,6 %.

Dans le cadre du calcul, la crête de digue a été reculée de 50 cm. La pente du talus ainsi modifiée est de 68,8 %.

Le coefficient de sécurité obtenu à long terme est de 1,50 avec une surcharge de 12,3 kpa.

Le coefficient obtenu est supérieur à 1,5. La stabilité est assurée à long terme.

Le reprofilage testé dans le calcul est le plus contraignant en terme de stabilité. Il s'agit de la pente maximum du profil pour assurer sa stabilité. Le reprofilage pourra être réalisé avec une pente moins importante que 68,8 %.

Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

L'étude ne prend pas en compte les phénomènes de ruissellement et d'érosion. Tous au long des travaux et après, les eaux de ruissellement devront être gérées afin d'éviter toute stagnation d'eau, ou de ruissellement important sur les talus. Elle consistera à collecter et centraliser les eaux de ruissellement vers un exutoire adapté, avec pompage ponctuel éventuel en fonction de la topographie.

L'étude est réalisée sur la base que les remblais ont été réalisés suivant les règles de l'art définies dans le guide de réalisation des remblais et couche de forme du SETRA et du LCPC.

L'étude ne prend pas en compte les phénomènes de tassements.

ANNEXE 6 : ETUDE DE DANGERS COMPLEMENTAIRE A L'ETUDE D'IMPACT



**ETUDES COMPLEMENTAIRES A L'ETUDE  
 D'IMPACT**

**SDOMODE – INSTALLATION D'UNE  
 CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE  
 MALLEVILLE-SUR-LE-BEC**

Projet N° Ea4315b

Préparé pour

**SAS Transition Euroise du CETRAVAL**

Mars 2022

**RAPPORT**

**ETUDES COMPLEMENTAIRES A L'ETUDE  
 D'IMPACT**


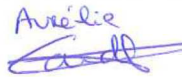

**SDOMODE – INSTALLATION D'UNE  
 CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE  
 MALLEVILLE-SUR-LE-BEC**

Projet N° Ea4315b

Préparé pour

**SAS Transition Euroise du CETRAVAL**

Mars 2022

Indice	Date	Ingénieur d'études (nom, visa)	Chef de projet (nom, visa)	Superviseur (nom, visa)
1	30/04/2021	Manon Deswarte	Aurélie Cardon	Jean Delattre
2	08/07/2021	Manon Deswarte	Aurélie Cardon	Jean Delattre
3	03/03/2022	Aurélie Cardon	Aurélie Cardon	Jean Delattre
4	11/03/2022	Aurélie Cardon	Aurélie Cardon	Jean Delattre
				

## SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
2	PRESENTATION DU PROJET	6
2.1	Localisation du site	6
2.2	Présentation des activités	6
3	EXAMEN DES DANGERS	13
3.1	Contexte réglementaire	13
3.2	Identification des installations à risque	13
3.3	Accidentologie	14
3.4	Evaluation du risque de propagation en cas d'incendie	18
3.5	Modélisation des phénomènes dangereux sur le réseau biogaz	25
3.6	Evaluation du risque de formation d'atmosphère explosive	32
4	GESTION DES EAUX PLUVIALES	38
4.1	Gestion actuelle sur le site	38
4.2	Evaluation de l'écoulement futur des eaux pluviales	39
5	CONCLUSION	42

## Avertissement

Ce rapport a été rédigé pour répondre à une question spécifiquement posée par un maître d'ouvrage à un moment précis de son projet.

Son contenu correspond à une prestation acceptée par le maître d'ouvrage tant sur la chose que sur le prix.

Son utilisation totale ou partielle, en dehors du contexte dans lequel il a été rédigé et des compléments qui l'accompagnent, telles que lettre d'envoi, réunion de présentation, ... expose l'utilisateur à une compréhension erronée des conclusions qu'il contient.

## ANNEXES

Annexe 1 : Synthèse de l'accidentologie liée aux panneaux photovoltaïques

Annexe 2 : Synthèse de l'accidentologie liée aux installations de stockage de déchets non dangereux en exploitation

Annexe 3 : Synthèse de l'accidentologie liée aux installations de stockage de déchets non dangereux fermés

Annexe 4 : Etude des effets thermiques générés en cas d'incendie au niveau de l'installation photovoltaïque – CNPP, 01/10/2021, référencée CR 20 12610 Rév.D

Annexe 5 : Etude ATEX – Safengy, 29/12/2020, référencée REP 122020-61-05

Annexe 6 : Modélisation des phénomènes dangereux associés aux canalisations et puits de biogaz - Etude Safengy, 27/04/2021, référencée REP 032021-061-08



## 1 INTRODUCTION

Le Syndicat de Destruction des Ordures Ménagères de l'Ouest du Département de l'Eure (SDOMODE) exploite depuis 2006 le Centre de Traitement et de Valorisation (CETRAVAL) de Malleville-sur-le-Bec. Les derniers arrêtés préfectoraux applicables au site sont les arrêtés du 28/11/2017, du 13/07/2018 et du 11/03/2020, autorisant la création d'un nouveau casier d'exploitation, le casier VIII.

Le SDOMODE, le SIEGE 27 et la SEM SIPEnR ont créé une société de projet, la SAS Transition Euroise du CETRAVAL, pour porter un projet de centrale photovoltaïque au sol sur l'emprise des anciens casiers I à V du CETRAVAL. Le projet consiste en la mise en place de 281 tables soit 7 868 modules photovoltaïques, pour une puissance totale de 4,996 MWc. La production d'électricité estimée sera de l'ordre de 5 GWh/an.

Ce projet fait l'objet d'une demande de permis de construire et d'un porter à connaissance pour la modification notable des conditions de réaménagement du site en lien avec le projet de centrale photovoltaïque.

Il est soumis aux exigences de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 modifié, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. A ce titre, les études suivantes ont été réalisées :

- Réalisation d'un scénario d'incendie avec calcul de flux thermiques, permettant d'estimer les conséquences d'un incendie de panneaux photovoltaïques sur l'environnement du CETRAVAL ;
- Réalisation d'une étude ATEX spécifique pour le site.

L'étude de flux thermiques en cas d'incendie de l'unité photovoltaïque permettra notamment de vérifier le respect de la préconisation du SDIS consistant à maintenir le reste de l'exploitation en dehors de tous flux thermiques, afin d'éviter un effet domino au sein de l'exploitation, notamment pour les activités liées au biogaz.

Le SDOMODE doit également étudier la future gestion des eaux pluviales sur la zone d'implantation de l'installation photovoltaïque et notamment vérifier que la pente d'écoulement est suffisante pour éviter les stagnations d'eaux pluviales et permettre leur cheminement jusqu'aux exutoires prévus.

En réponse à ces exigences, le présent document comprend :

- Les résultats de l'étude d'évaluation des flux thermiques en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque, réalisée par le CNPP et permettant d'évaluer l'impact sur les installations du CETRAVAL ;
- Les résultats de l'étude d'évaluation des effets dangereux, réalisée par Safengy, résultant d'une perte de confinement des équipements de collecte du biogaz ;
- Les résultats de l'étude ATEX du site, réalisée par Safengy, permettant d'évaluer l'impact de la présence de l'unité photovoltaïque dans les zones à risque d'explosion ;
- Une note identifiant le cheminement des eaux pluviales au sein de la zone sur laquelle sera implantée l'installation photovoltaïque permettant de justifier la pente d'écoulement et l'absence d'accumulation d'eau.

La mission EACM intervient dans le cadre des compléments demandés par la DREAL sur le porter-à-connaissance déposé en mars 2020. Elle ne concerne que les points détaillés ci-dessus et n'a pas vocation à démontrer la conformité du projet à l'intégralité des exigences de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010.

## 2 PRESENTATION DU PROJET

### 2.1 Localisation du site

Le SDOMODE exploite le CETRAVAL sur la commune de Malleville-sur-le-Bec.

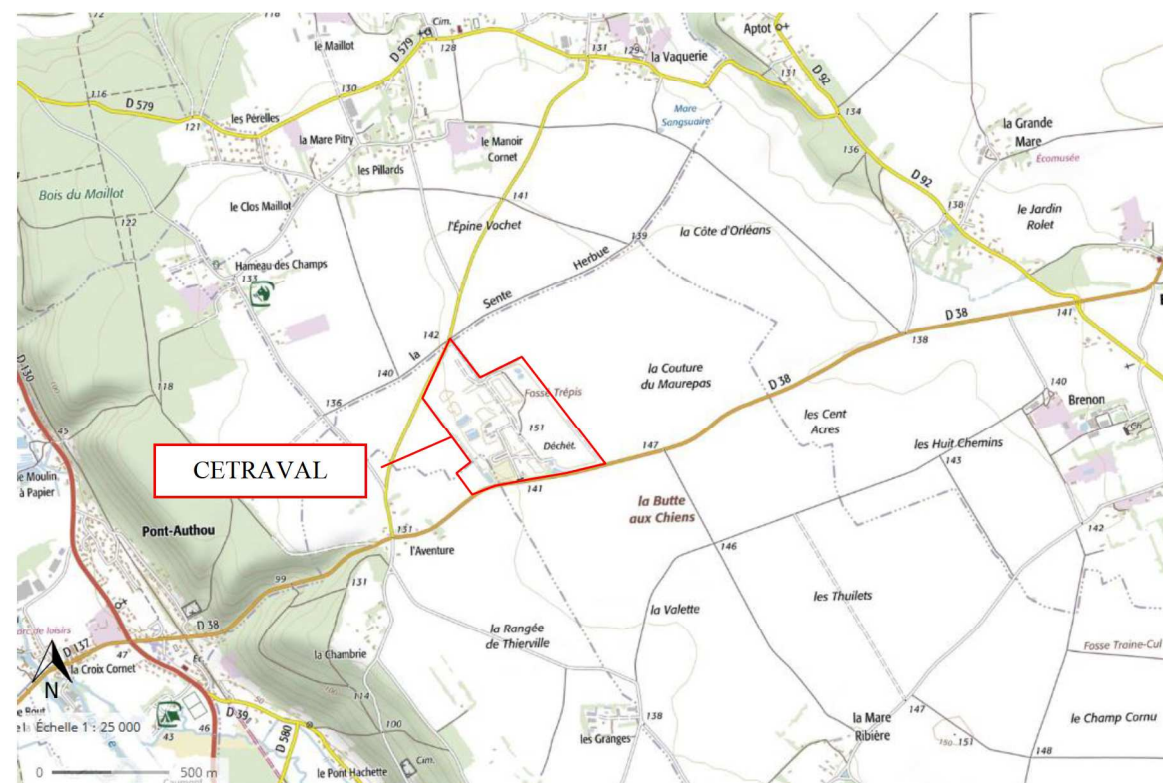


Illustration n° 1 : Localisation du CETRAVAL (Source : Géoportail)

### 2.2 Présentation des activités

#### 2.2.1 CETRAVAL

En exploitation depuis 1973, le site de Malleville-sur-le-Bec regroupe les activités suivantes :

- Exploitation d'une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) ;
- Station de transit de produits minéraux ;
- Installation de transit de déchets contenant des substances dangereuses : point de collecte d'amiante lié ;
- Activités de concassage et criblage des gravats issus de déchets inertes ;
- Activités de déchetterie, à l'entrée du site.

L'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux est composée de 28 casiers dont deux sont actuellement en exploitation. Initialement exploitée par le SIDOM, l'installation est exploitée par le SDOMODE depuis 2006 et autorisée par l'arrêté préfectoral du 28 novembre 2017 modifié par les arrêtés préfectoraux du 13 juillet 2018 et 11 mars 2020. Au total, près de 1,3 millions de tonnes de déchets ont été enfouis, principalement des ordures ménagères et des encombrants (déchets provenant de l'activité domestique des ménages mais qui, en raison de leur volume ou leur poids, ne peuvent être pris en compte par la collecte usuelle des ordures ménagères).

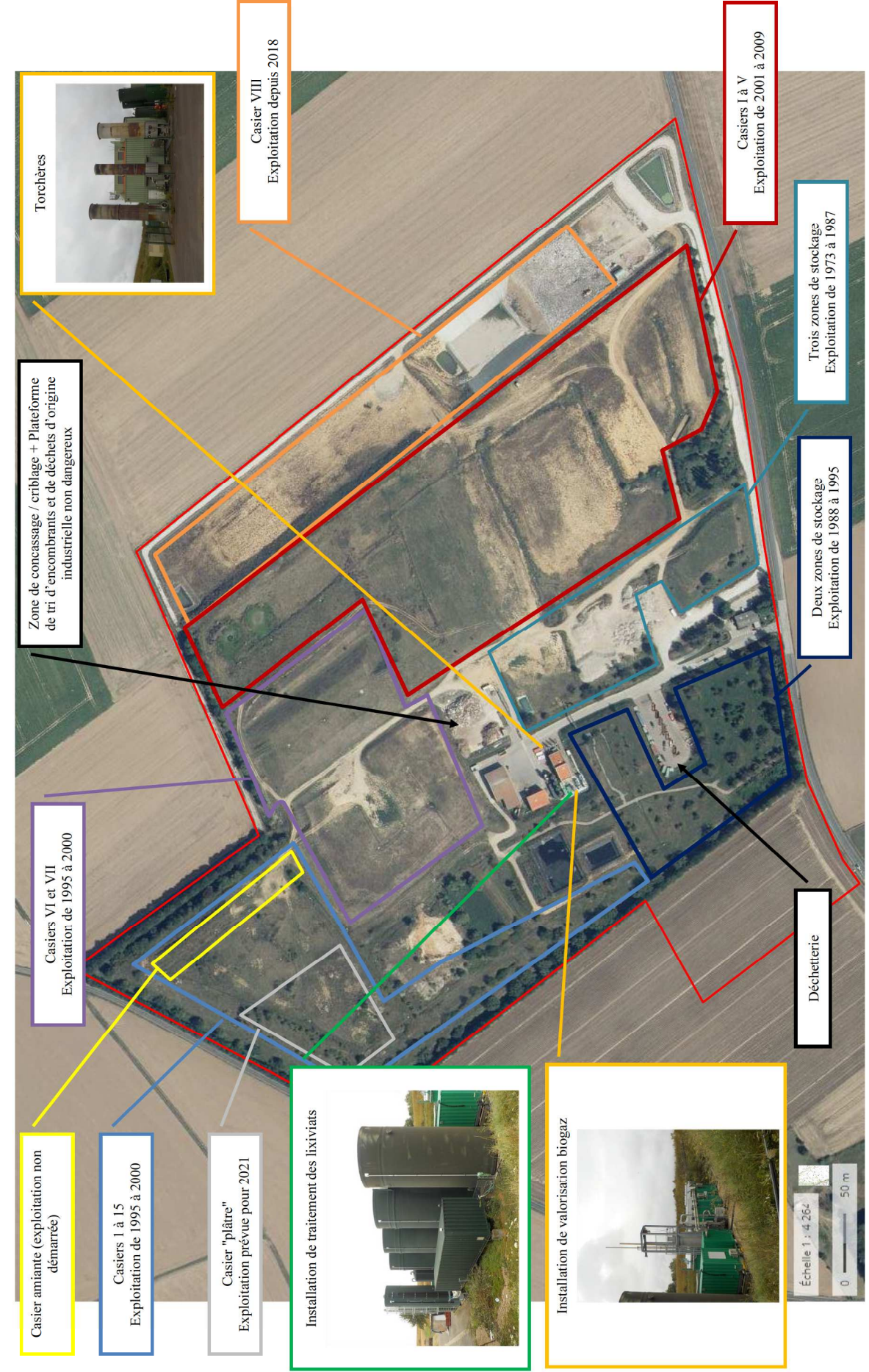


## EACM

Les casiers I à V sur lesquels il est prévu d'implanter la centrale photovoltaïque ont été exploités de 2000 à 2009.

L'illustration suivante reprend l'affectation au sol du CETRAVAL, en précisant la localisation des équipements nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

## EACM





Le fonctionnement d'une ISDND génère des effluents liquides, les lixiviats, et gazeux, le biogaz. Au fur et à mesure du comblement du casier, des puits de pompage des lixiviats et des biogaz sont installés et rehaussés, afin de remonter ces rejets à la surface en vue de leur traitement.

#### ➤ Le biogaz

Le biogaz est le résultat de la décomposition des déchets organiques enfouis. Principalement composé de méthane (50% de CH<sub>4</sub> en moyenne dans le cas de l'ISDND du SDOMODE), il est récupéré dans les casiers grâce aux puits de pompage placés en dépression via un surpresseur. Il est ensuite envoyé à travers le réseau, vers une unité de valorisation énergétique.

Le biogaz est dans un premier temps purifié dans une cuve de charbon actif puis est envoyé vers deux moteurs dits « de cogénération », d'une puissance globale de 2 MW. Ces moteurs produisent simultanément de l'électricité, rachetée par EDF pour alimenter le réseau public, et de la chaleur qui est récupérée et utilisée pour le chauffage à 28°C du bassin de collecte des lixiviats, permettant par exemple un pré-traitement de l'ammoniaque présent dans ces effluents.

Le schéma de principe de l'installation de valorisation énergétique est repris dans l'illustration n°4. En cas d'indisponibilité de cette installation, deux torchères sont disponibles afin de brûler le biogaz à une température réglementaire minimale de 900 °C.

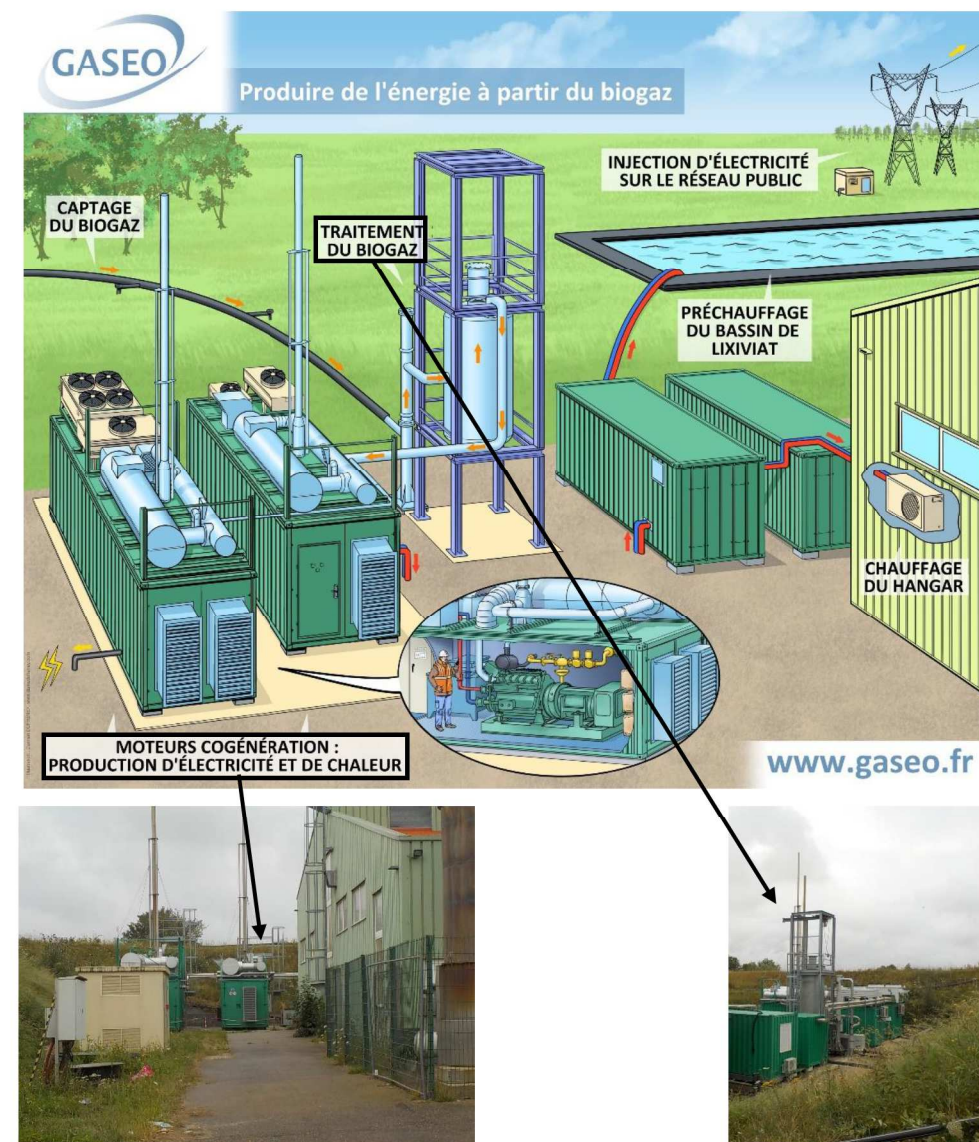


Illustration n° 3 : Unité de valorisation énergétique du CETRAVAL (Sources : Schéma de principe Gaseo et photographies EACM du 16/07/2020)

#### ➤ Les lixiviats

Les lixiviats sont des effluents liquides issus de la fermentation naturelle des déchets et de la percolation d'eau à travers les massifs de déchets.

En fin d'exploitation, c'est-à-dire lorsque le casier a atteint sa capacité maximale de stockage, une couverture finale étanche est mise en place. Les casiers remplis sont ainsi recouverts d'un géotextile, d'argile et de terre avant d'être végétalisés. L'un des principaux objectifs de cette couverture finale consiste à minimiser les infiltrations d'eau et ainsi la production de lixiviats. Ces derniers, tout comme le biogaz, sont pompés de la même manière en suivi post-exploitation.

Le CETRAVAL est équipé d'une station de traitement, dont l'emplacement est précisé en illustration n°2, destinée à traiter les lixiviats.



Les plus anciennes zones d'exploitation, exploitées de 1973 à 1995 (cf. illustration n°2) n'étant pas équipées de barrières passives en fond de casier, aucun lixiviat n'est collecté.

Les lixiviats des casiers 1 à 15 et I à VII sont collectés dans un bassin de collecte étanche et aéré, d'une capacité de 2 000 m<sup>3</sup> puis envoyés vers la station de traitement (capacité de traitement : 4,5 m<sup>3</sup>/h). Le traitement est réalisé en plusieurs phases :

- Dégradation biologique : réduction de la charge polluante ;
- Ultrafiltration : séparation physique de la boue et de l'eau par des filtres à céramique ;
- Finition : adsorption de la pollution résiduelle sur charbon actif.

Les résidus ne pouvant être traités sont renvoyés dans le bassin de collecte des lixiviats avant de subir un nouveau cycle. Les boues résiduelles sont envoyées vers un lit de roseaux pour y être asséchées. Les eaux propres, quant à elles, sont stockées dans un second bassin de stockage d'une capacité de 2 000 m<sup>3</sup> avant rejet au milieu naturel.



Illustration n° 4 : Installation de traitement des lixiviats (Source : Géoportail)

2.2.2 Centrale photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque convertit directement le rayonnement lumineux en électricité. Les panneaux photovoltaïques produisent un courant continu qui sera converti en courant alternatif via un onduleur. Ce courant est ensuite transformé pour être élevé à une tension de 20 kV (tension de transport de l'électricité Moyenne Tension) et être injecté dans le réseau local par le poste de livraison.

La zone sur laquelle est prévu le projet solaire photovoltaïque concerne les casiers I à V, exploités de 2001 à 2009. Les caractéristiques principales de la centrale sont rappelées dans le Tableau n° 1.

Tableau n° 1 : Caractéristiques de la centrale photovoltaïque - Site du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec

Caractéristiques	Centrale photovoltaïque
Emprise totale du projet	23 392 m <sup>2</sup>
Nombre de modules installés	7 868
Nombre de tables photovoltaïques installées	281
Puissance totale	4,996 MWc
Production d'électricité annuelle estimée	5 GWh

La répartition des panneaux photovoltaïques est fournie dans l'illustration ci-dessous.



Illustration n° 5 : Projet d'implantation du parc photovoltaïque (Source : plan de masse du site, Acteam ENR, décembre 2021)



### 3 EXAMEN DES DANGERS

#### 3.1 Contexte réglementaire

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 25 septembre 2016, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, impose des dispositions particulières aux équipements de production d'électricité utilisant l'énergie photovoltaïque (section V). L'article 30 dudit arrêté prévoit notamment, lorsqu'un exploitant d'une ICPE<sup>1</sup> souhaite réaliser l'implantation d'une unité de production photovoltaïque au sein d'une installation classée de son site, de porter à la connaissance du préfet cette modification et de tenir à la disposition de l'inspection des installations classées un certain nombre d'éléments, dont une note d'analyse justifiant :

- L'impact de la présence de l'unité de production photovoltaïque en matière d'encombrement supplémentaire dans les zones susceptibles d'être atteintes par un nuage inflammable et identifiées dans l'étude de dangers, ainsi qu'en matière de projection d'éléments la constituant pour les phénomènes d'explosion identifiés dans l'étude de dangers ;
- La maîtrise du risque de propagation vers toute installation connexe, lors de la combustion prévisible des panneaux, en l'absence d'une intervention humaine sécurisée.

Afin de répondre aux exigences dudit arrêté, une étude d'évaluation des flux thermiques en cas d'incendie de la centrale photovoltaïque ainsi qu'une étude ATEX ont été réalisées.

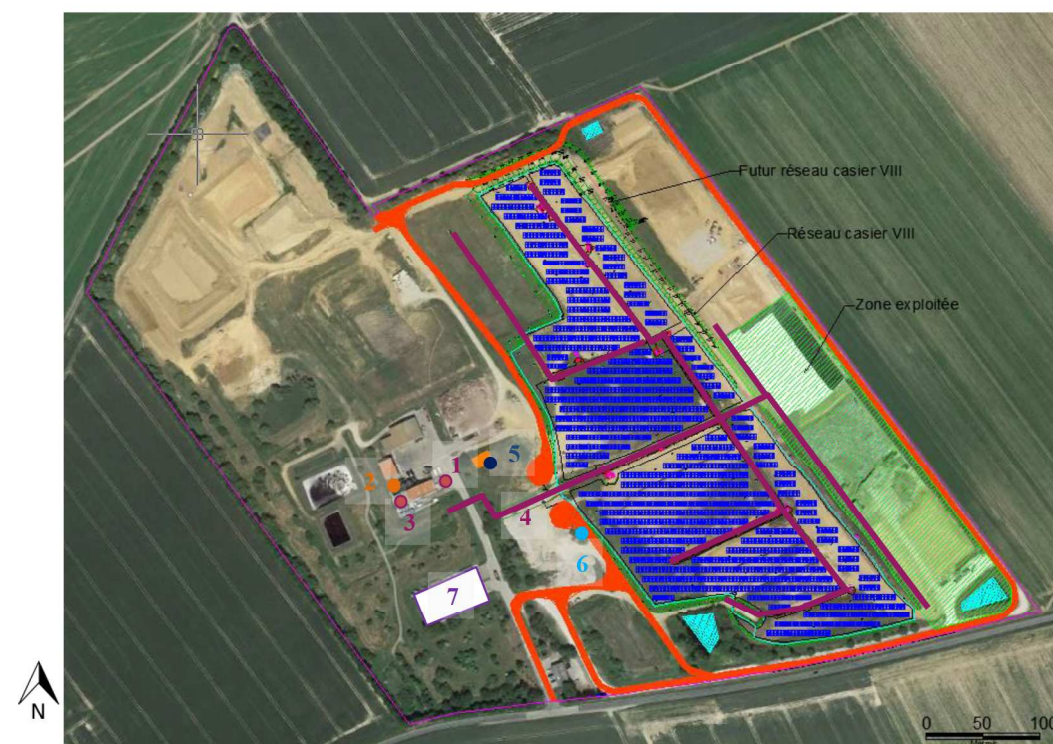
#### 3.2 Identification des installations à risque

Les casiers sur lesquels il est prévu d'implanter la centrale photovoltaïque ont cessé d'être exploités en 2009 au plus tard. Le suivi post-exploitation de ces casiers implique une surveillance continue des effluents produits par l'ISDND, ici les lixiviats et le biogaz. De plus, le casier VIII sera en exploitation jusqu'en 2033. Il est donc primordial de vérifier :

- L'impact des effets thermiques en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque sur les équipements du site permettant la gestion de ces effluents ;
- Le risque lié à l'implantation de la centrale photovoltaïque au niveau des zones à risque d'explosion.

La localisation des installations sensibles est reprise dans l'illustration ci-dessous.

Nota : l'illustration n°6 reprend la localisation de la déchetterie. Il ne s'agit pas d'une installation nécessaire au fonctionnement de l'ISDND, mais la fréquentation du lieu par le public en fait une installation sensible.



- 1 : Torchères
- 2 : Station de traitement des lixiviats
- 3 : Unité de valorisation biogaz
- 4 : Réseau de collecte du biogaz
- 5 : Réserve incendie
- 6 : Poste de transformation
- 7 : Déchetterie

Illustration n° 6 : Localisation des équipements "cibles" (Source : plan de masse du site, Acteam ENR, décembre 2021)

#### 3.3 Accidentologie

##### 3.3.1 Introduction

La base de données ARIA BARPI recense les incidents, accidents ou presque accidents industriels et technologiques survenus en France ou à l'étranger. Dans la limite des données disponibles, chaque événement fait l'objet d'une analyse permettant d'identifier les causes, les conséquences et les mesures prises pour éviter le renouvellement de l'accident.

##### 3.3.2 Panneaux photovoltaïques

Le retour d'accidentologie relatif aux centrales photovoltaïques se repose sur la synthèse des accidents recensés dans la base Aria Barpi en France entre le 01/01/2009 et le 09/02/2016, disponible en annexe 1, et complétée par les accidents survenus entre le 09/02/2016 et le 11/12/2020.

Au total, 93 événements impliquant des panneaux photovoltaïques sont recensés. Dans 78% des cas, les panneaux ne sont pas à l'origine des phénomènes dangereux observés mais uniquement présents lors du sinistre. Les secteurs d'activités impliqués dans ces accidents sont majoritairement agricoles (Cf. graphique ci-dessous).

<sup>1</sup> Installation Classée pour la Protection de l'Environnement



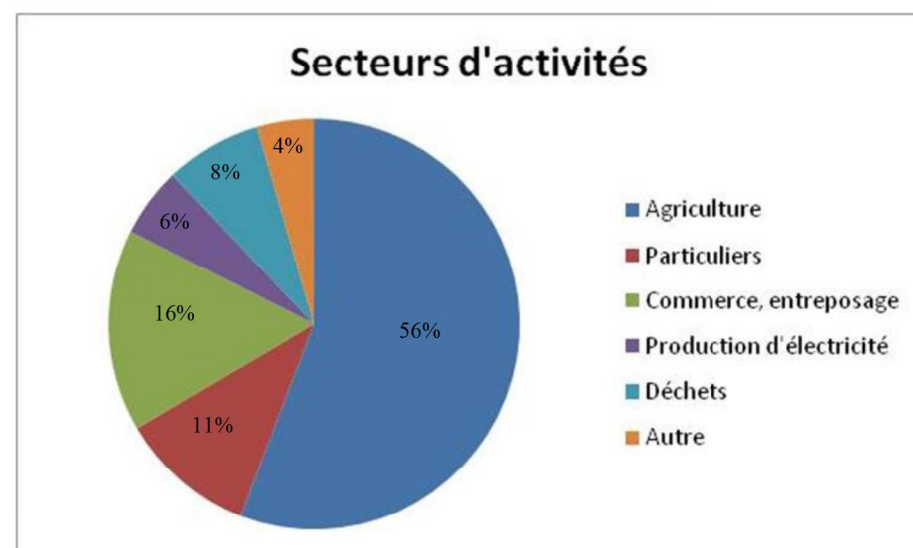


Illustration n° 7 : Répartition des secteurs d'activités concernés par les accidents impliquant des panneaux photovoltaïques (Source : ARIA BARPI)

Le phénomène dangereux absolu est l'incendie (100% des accidents recensés) dont plus de la moitié concernent des bâtiments supportant des panneaux photovoltaïques. Les incendies non maîtrisés dès le départ engendrent souvent des dégâts matériels importants, et peuvent être aggravés par la présence des panneaux photovoltaïques. En effet, ces installations induisent des risques supplémentaires :

- Difficultés d'intervention dû à un manque d'informations sur les équipements (localisation imprécise, difficultés d'accès, méconnaissance de l'installation lorsque la société sinistrée loue sa toiture à une société tierce, ...);
- L'électrisation : les installations produisent de l'énergie tant que dure la lumière du jour et le courant est continu, il provoque des paralysies musculaires beaucoup plus facilement que le courant alternatif. De plus, le courant continue de circuler malgré la destruction d'une partie des éléments ;
- L'ensevelissement suite à l'effondrement des bâtiments supportant les panneaux ;
- Les brûlures en cas de fusion des supports de panneaux ;
- Projections : éclatement des panneaux sous l'effet de la chaleur et projection de verre ;
- Exposition aux fumées toxiques : la combustion des cellules photovoltaïques induit des émissions de fluorure d'hydrogène.

D'autres phénomènes dangereux peuvent survenir au cours d'un incendie impliquant des installations photovoltaïques :

- L'explosion, dans 6% des cas : ce phénomène n'est pas directement lié à la présence de panneaux photovoltaïques, il résulte généralement de l'incendie (présence de bouteilles de gaz prises dans le feu par exemple) ;
- Atteintes à l'environnement : il s'agit principalement d'atteintes à des animaux d'élevage lorsque l'accident concerne une installation agricole, d'un important dégagement de fumées (considéré comme une pollution atmosphérique) lors de l'incendie ou d'une mauvaise gestion des eaux d'extinction.

L'origine des départs de feu est généralement méconnue ou externe aux installations photovoltaïques. Cependant, lorsqu'elles sont identifiées, les sources d'ignition attribuées aux panneaux photovoltaïques sont liées :

- A des agressions externes : foudre, départ d'incendie externe...
- A une défaillance technique des équipements liée à une mauvaise installation ou une mauvaise maintenance ;
- A la réalisation de travaux par point chaud sur ou à proximité des panneaux et des équipements annexes.

La difficulté à identifier les causes précises d'incendie lié à la présence de panneaux photovoltaïques complexifie la mise en place de mesures préventives et correctives adaptées.

Il est important de noter que les modules photovoltaïques ne contribuent que très faiblement au développement du feu. La présence de panneaux photovoltaïques est le plus souvent considérée comme un évènement initiateur potentiel d'incendie.

Sur le site du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec, les panneaux photovoltaïques seront installés en extérieur à même le sol, au droit des anciens casiers de stockage I à V. Une attention toute particulière sera portée à la conception et l'entretien des panneaux photovoltaïques et des équipements annexes (poste de transformation, onduleurs) afin de limiter le risque d'incendie. Si ce phénomène dangereux survenait sur le site, le risque de propagation serait limité de par l'absence de matières combustibles (type stockages) à proximité immédiate des installations. Une distance minimale de 10 mètres sera maintenue libre entre les panneaux photovoltaïques et le casier VIII, en exploitation.

### 3.3.3 Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)

La centrale photovoltaïque sera implantée à proximité du casier VIII, dont l'exploitation est prévue jusqu'en 2033. Une analyse de l'accidentologie liée aux ISDND en exploitation a donc été menée. Il nous semble important de noter que la centrale sera implantée au droit d'anciens casiers de stockage, pour lesquels les risques d'accident ne sont pas écartés. L'accidentologie liée aux ISDND en suivi post-exploitation a donc également été analysée.

#### ➤ ISDND en activité

Le retour d'accidentologie relatif aux ISDND en exploitation se repose sur la synthèse des accidents recensés dans la base Aria Barpi en France entre le 09/02/1990 et le 22/09/2005, disponible en annexe 2, et complétée par les accidents survenus entre le 22/09/2005 et le 27/12/2020.

On distingue trois principaux types d'accident : l'incendie, les rejets dangereux et l'explosion.

La grande majorité des accidents survenus dans les ISDND en exploitation sont des incendies (65%). Ils surviennent principalement au niveau des alvéoles de stockage et peuvent être favorisés par certaines conditions météorologiques (temps sec et chaud). Plusieurs causes d'incendie sont identifiées :

- Déchargement de déchets interdits et / ou facilement inflammables ;
- Point chaud au niveau des déchets (déchets en eux-mêmes, apport d'une source d'ignition extérieure, effet loupe...);
- Acte de malveillance ;
- Inflammation du biogaz par diverses sources d'ignition.

Il nous semble important de noter que dans 50% des cas, l'origine de l'incendie reste inconnue.



Les conséquences des incendies sont majoritairement matérielles. Les équipements associés au fonctionnement de l'ISDND sont souvent impactés (barrière active, filets anti-envol, réseaux de collecte des lixiviats ou du biogaz). Une des mesures de prévention principale mise en place par les exploitants pour limiter les conséquences des incendies consiste à identifier les départs de feu rapidement et ce, via la mise en place de moyens de surveillance efficaces. Des rondes de surveillance peuvent être organisées ou encore des caméras thermiques au niveau des alvéoles de stockage des déchets peuvent être installées. Des moyens de lutte contre l'incendie sont également disponibles sur les sites pour faciliter l'intervention des services de secours.

Les explosions survenues dans les ISDND sont la conséquence des incendies et sont liées aux fuites de biogaz et à la présence de déchets présentant un caractère explosif (type bombes aérosols, munitions ou produits chimiques). Les dégâts occasionnés sont matériels et parfois humains.

Les rejets dangereux sont souvent à l'origine de pollution de l'environnement et sont liés à une mauvaise gestion des eaux d'extinction en cas d'incendie ou un rejet de lixiviats dans le milieu naturel.

Sur le site du SDOMODE, de nombreuses mesures de prévention sont mises en place afin de prévenir tout accident. Les conditions d'acceptation des déchets font l'objet d'un suivi rigoureux afin d'éviter tout déchargement de déchets non autorisés. Le personnel est sensibilisé aux risques et des consignes sont établies pour limiter l'apport de source d'ignition intempestive.

#### ➤ ISDND en suivi post-exploitation

La centrale photovoltaïque sera implantée sur d'anciens casiers de stockage sur lesquels une gestion des effluents lixiviats et biogaz est toujours en place.

Les accidents survenus en fin d'exploitation sur les ISDND sont principalement liés à l'activité biologique au sein des déchets, qui peut se poursuivre pendant plusieurs dizaines d'années après la fin de l'exploitation commerciale.

Le retour d'accidentologie relatif aux ISDND fermées se repose sur les accidents recensés dans la base Aria Barpi en France entre le 15/02/1991 et le 21/07/2015. La synthèse des accidents identifiés est reprise en annexe 3.

Sur les 8 accidents recensés, 3 phénomènes dangereux ont été identifiés.

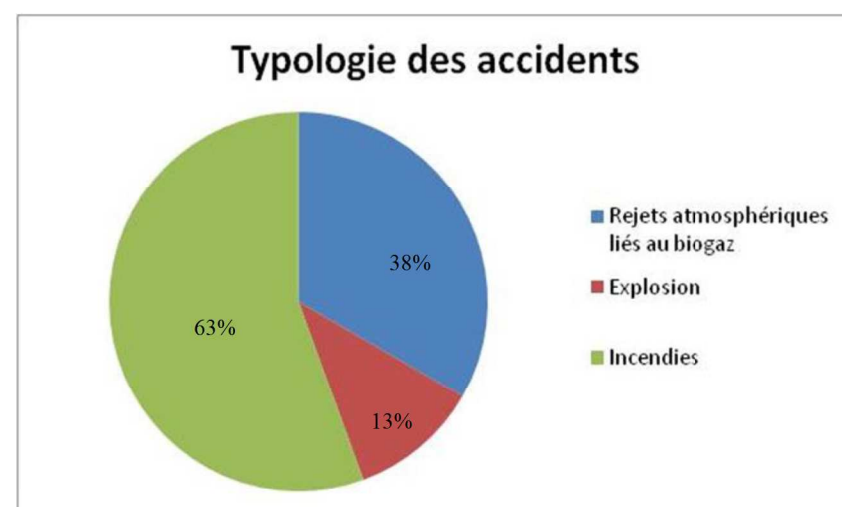


Illustration n° 8 : Typologie des accidents survenus dans les ISDND fermées (Source : ARIA BARPI)

Parmi les composants du biogaz, on distingue le méthane et le dioxyde de soufre. Lors d'un dégagement intempestif de biogaz dans l'atmosphère, la présence de dioxyde de soufre engendre un risque sanitaire tandis que le méthane, lorsqu'il est présent dans sa plage d'explosivité, présente un risque d'explosion. Ce phénomène peut se produire en cas d'absence ou d'inefficacité du système de collecte de biogaz. La gravité des conséquences dépend directement de l'environnement du site. Si elles sont sans gravité pour 2 accidents, l'explosion résultant du dégagement de biogaz à proximité d'une habitation a engendré de lourdes conséquences matérielles et humaines.

L'incendie reste le phénomène majoritaire. Lorsque les causes sont connues, l'incendie résulte d'un auto-échauffement des déchets ou de l'inflammation de biogaz, ces phénomènes étant facilités par des défaillances au niveau de la couverture finale.

Le site du SDOMODE est éloigné des habitations, les premières étant situées à plus de 300 mètres au Sud-Ouest. La fréquentation humaine du site est liée à l'exploitation de l'ISDND et à la déchetterie (salariés présents uniquement pendant les horaires d'ouverture). L'environnement du site est donc peu sensible d'un point de vue humain. Les casiers du SDOMODE, sur lesquels est prévue l'installation de panneaux photovoltaïques, ne sont plus exploités depuis 2009 ; les travaux de couverture finale ont été réalisés sur l'ensemble de ces casiers. Un entretien du réseau de collecte de biogaz (puits et canalisations) est régulièrement réalisé afin de limiter les risques de fuite.

### 3.4 Evaluation du risque de propagation en cas d'incendie

#### 3.4.1 Rappel réglementaire

L'objectif du présent paragraphe est d'évaluer les conséquences d'un incendie des panneaux photovoltaïques sur les installations dites à risques de l'ISDND et plus particulièrement, identifier si un effet domino est possible. L'effet domino est défini comme l'action d'un premier phénomène accidentel qui pourrait déclencher un second phénomène accidentel sur un équipement voisin, conduisant à une aggravation générale des conséquences de l'accident.

Pour le phénomène d'incendie, la cible peut être exposée à des flux thermiques radiatifs qui, selon leur intensité, peuvent générer des effets sur l'Homme et les structures. Ces seuils sont définis par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

Dans le cadre du projet, seuls les seuils des effets thermiques sur les structures seront considérés (présence humaine limitée à proximité des panneaux). Ces seuils sont donnés dans le Tableau n°2. Les effets dominos doivent être examinés à partir de 8 kW/m².

Tableau n° 2 : Seuils réglementaires des effets dangereux –Effets thermiques

Valeurs (kW/m²)	Effets sur l'Homme	Effets sur les structures
200	/	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes
100		Rupture ou destruction des éléments en acier
35		Auto-inflammation du bois
20		Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
16		Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton (rupture ou destruction des éléments en matières synthétiques ou en bois)
8	Seuil des effets létaux significatifs (SELS) – Danger très grave pour la vie humaine	Seuil réglementaire des effets dominos – La peinture cloque
5	Seuil des effets létaux (SEL) - Danger grave pour la vie humaine	Bris de vitres
3	Seuil des effets irréversibles (SEI) - Danger significatif pour la vie humaine	Ecaillage des peintures et/ou déformations significative des éléments en bois et matières synthétiques

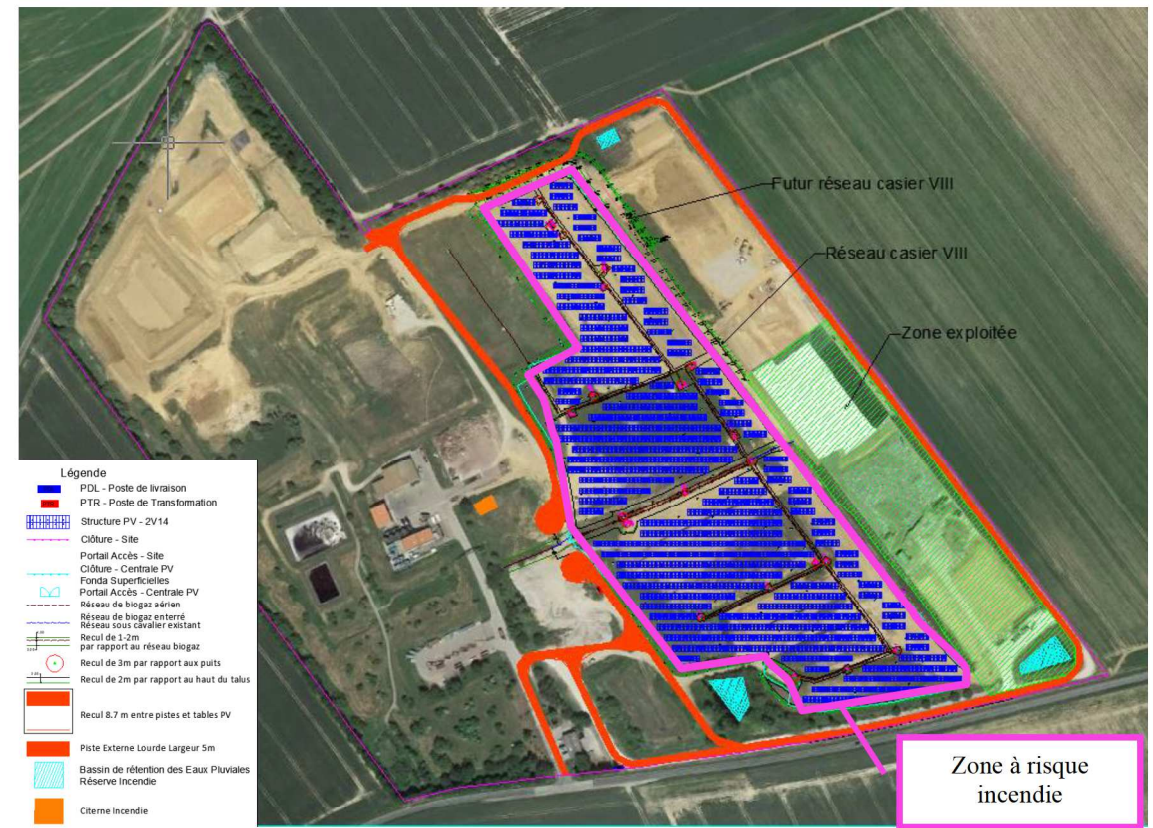


Illustration n° 9 : Délimitation de la zone à risque incendie

3.4.2 Scénario d'incendie sur l'installation photovoltaïque : étude du CNPP

➤ Hypothèses de modélisation

Dans son étude référencée CR 20 12610 Rév. D jointe en annexe 4, le CNPP évalue les effets thermiques résultant d'un incendie au niveau de la plateforme photovoltaïque afin d'évaluer le risque de propagation du feu aux équipements sensibles identifiés dans le paragraphe 3.2. Il est important de noter que l'étude du CNPP a été réalisée en amont de la validation du plan d'implantation définitif des tables photovoltaïques. Les cartographies présentées dans ce rapport ne présentent donc pas les derniers plans en vigueur, mais un plan d'implantation légèrement différent. Les conclusions de l'étude du CNPP ne sont toutefois pas remises en cause.

La superficie totale du parc photovoltaïque s'élève à 6,62 ha, pour une surface projetée au sol de 23 392 m². L'évaluation des effets thermiques a été réalisée sur l'ensemble de la zone sur laquelle il est prévu d'implanter la centrale photovoltaïque.

En se basant sur la composition moyenne d'un panneau, les effets thermiques ont été déterminés en considérant un départ de feu au niveau d'un module photovoltaïque. Les hypothèses des modélisations sont présentées dans le Tableau n°3.

Tableau n° 3 : Hypothèses de modélisations - Site du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec (Source : étude du CNPP sous référence CR 20 12610 Rév. D)

Paramètres	Résultats
Hauteur de cible	1,8 m
Surface de feu considérée	Surface projetée au sol d'un module photovoltaïque : 2,92 m²
Cinétique de l'incendie	Lente
Taux de pyrolyse <sup>2</sup>	0,015 kg/m².s
Hauteur de flamme	2 m
Emittance de la flamme	120 kW/m²

<sup>2</sup> Le taux de pyrolyse, ou débit massique surfacique de combustion, représente la quantité de combustible participant à l'incendie par unité de temps et de surface de combustible au sol.



Dans son rapport, le CNPP évalue le risque d'une propagation de l'incendie d'un module photovoltaïque sur les équipements voisins. Un module étant principalement composé de matériaux non combustibles (structure en acier, verre, silicium, ...), le risque de propagation entre les modules constituant une table photovoltaïque est principalement lié à la combustion des câbles électriques reliant les différents modules.

L'épuisement d'un mètre de câbles électriques de type thermoplastique nécessite une durée de combustion de l'ordre de 20 minutes. La propagation du front de flamme est ainsi très lente. Le CNPP considère qu'à l'instant t, un feu simultané de tous les modules photovoltaïques constituant une table photovoltaïque n'est pas réaliste.

➤ Résultats

Le Tableau n° 4 reprend les distances d'effets obtenues pour les seuils règlementaires définis au paragraphe 3.4.1 (dimensions module = 1,3 x 2,3 m).

Tableau n° 4 : Synthèse des résultats des modélisations de flux thermiques - Site du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec – Orientation « portrait » des panneaux sur l'axe Nord-Sud (Source : étude du CNPP sous référence CR 20 12610 Rév. D du 1<sup>er</sup> octobre 2021)

		Nord et Sud	Est et Ouest
Distances d'effets maximales obtenues selon la direction considérée	3 kW/m <sup>2</sup> - SEI	5 m	7 m
	5 kW/m <sup>2</sup> - SEL	4 m	6 m
	8 kW/m <sup>2</sup> - SELs	3 m	5 m

*Nota : les distances d'effet sont dépendantes des dimensions des panneaux. Plus la longueur du panneau étudié est grande, plus la distance d'effet sur le côté correspondant du panneau sera importante. Ainsi, pour un panneau disposé en mode « portrait » sur l'axe Nord-Sud, les zones d'effets thermiques les plus importantes seront observées sur les côtés Est et Ouest. A titre d'exemple, le tableau ci-dessous présente les zones d'effets pour différentes tailles de modules.*

Tableau n° 5 : Zones d'effets thermiques pour différentes tailles de modules (Source : étude du CNPP sous référence CR 20 12610 Rév. D du 1<sup>er</sup> octobre 2021)

Seuil de flux thermique	Panneau initial		Panneau n°1		Panneau n°2		Panneau n°3		Panneau n°4		Panneau n°5	
	L=2000 mm	l=1000 mm	L=2384 mm	l=1303 mm	L=2260 mm	l=1140 mm	L=2180 mm	l=1310 mm	L=2100 mm	l=1040 mm	L=1760 mm	l=1040 mm
8 kW/m <sup>2</sup>	4 m	3 m	5 m	3 m	5 m	3 m	4 m	3 m	4 m	3 m	4 m	3 m
5 kW/m <sup>2</sup>	5 m	4 m	6 m	4 m	6 m	4 m	6 m	4 m	6 m	4 m	5 m	4 m
3 kW/m <sup>2</sup>	7 m	5 m	7 m	6 m	7 m	5 m	7 m	6 m	7 m	5 m	7 m	5 m

Les zones d'effets ainsi obtenues ont été appliquées à une table photovoltaïque, pour prendre en compte l'emprise des zones d'effets obtenues en fonction de la localisation du module en feu.

Les rangées de tables photovoltaïques sont espacées les unes des autres d'une distance de 3,8 mètres dans la direction Nord-Sud. Or, la distance atteinte dans cette direction par le seuil de 8 kW/m<sup>2</sup>, seuil à partir duquel les effets dominos doivent être examinés, est de 3 mètres au maximum. S'agissant de la direction Est-Ouest, les rangées sont espacées de 5 m au minimum. Aucun incendie généralisé simultané de l'ensemble des modules des tables photovoltaïques n'est donc possible (l'incendie se limitera à une rangée de table). En effet, la cinétique de propagation de l'incendie d'un module photovoltaïque à l'ensemble d'une table a été estimée très lente, de par la faible quantité de matières combustibles disponibles et la vitesse de propagation estimée. Les cartographies ci-dessous présentent donc la distance maximale sur laquelle des effets thermiques peuvent être rencontrés en cas d'incendie sur une

rangée de tables. L'illustration n°10 présente les distances d'effets en cas d'incendie sur les modules en limite externe d'une table photovoltaïque et l'illustration n°11 présente les distances d'effets en cas d'incendie sur les modules constituant les tables situées en limite externe du parc photovoltaïque. Il ne s'agit pas d'un incendie généralisé, qui ne peut pas survenir sur le parc photovoltaïque étant donné le très faible risque de propagation de l'incendie d'un module photovoltaïque aux équipements voisins. Pour l'illustration n°11, la cartographie a été simplifiée en considérant la limite du parc photovoltaïque comme limite externe des modules.

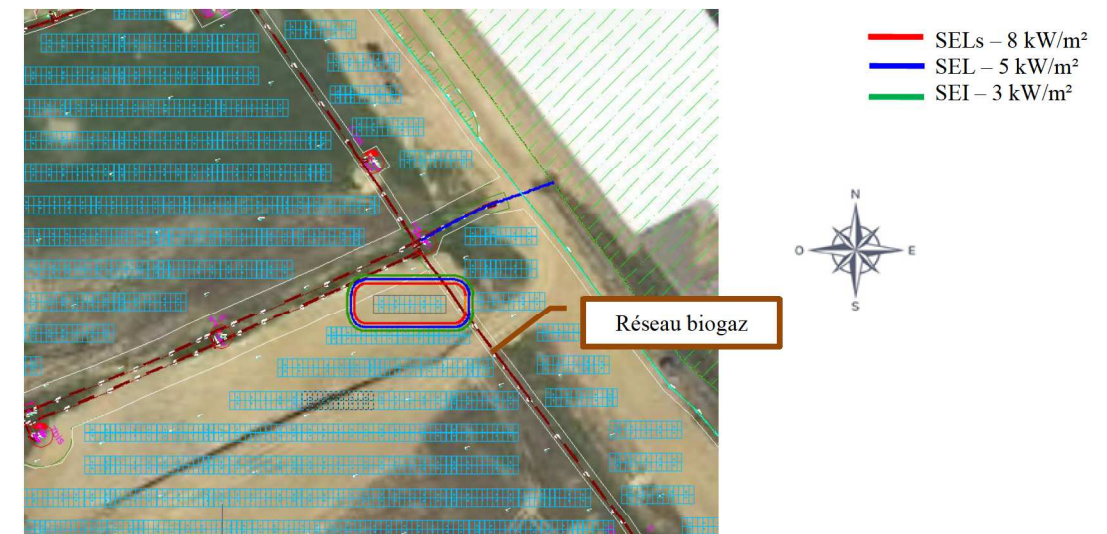
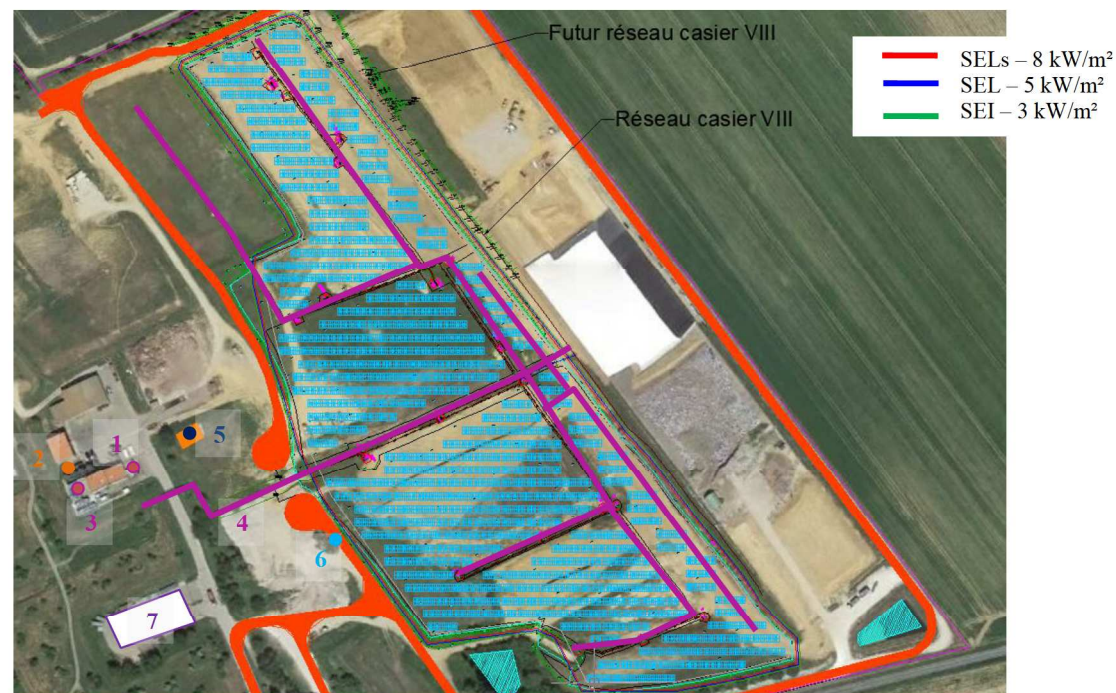


Illustration n° 10 : Cartographie des zones d'effets - Application à une rangée de tables photovoltaïques : emprise maximale dans le cas où l'incendie a lieu sur l'un des modules périphériques (Source : Résultats de l'étude du CNPP sous référence CR 20 12610 Rév. D du 01/10/2021, actualisés avec le plan de masse mis à jour)





- 1 : Torchères  
 2 : Station de traitement des lixiviats  
 3 : Unité de valorisation biogaz  
 4 : Réseau de collecte du biogaz  
 5 : Réserve incendie  
 6 : Poste de transformation  
 7 : Déchetterie

**Illustration n° 11 : Cartographie des zones d'effets - Emprise maximale dans le cas où l'incendie a lieu sur l'un des modules d'une des tables périphériques (Source : Résultats de l'étude du CNPP sous référence CR 20 12610 Rév. D du 01/10/2021, actualisés avec le plan de masse mis à jour)**

### 3.4.3 Interprétation


Afin d'évaluer l'impact des flux thermiques sur les installations sensibles de l'ISDND, il convient de vérifier l'absence d'effets dominos (correspondant au seuil de 8 kW/m<sup>2</sup>) sur celles-ci.

Le risque d'effet domino ne peut être écarté pour le réseau biogaz, réparti en aérien (hauteur < 0,5 m) sur l'ensemble des casiers I à V. Selon les zones, la distance entre le réseau biogaz et les panneaux photovoltaïques est inférieure à 3 mètres. Certains tronçons du réseau biogaz seraient donc soumis à des flux thermiques de 8 kW/m<sup>2</sup> (cf. illustration n°10). De plus, les canalisations de transport de biogaz sont en PEHD, matériau combustible présentant une faible résistance au feu. Il est en revanche difficile de définir avec précision l'impact réel de ces effets thermiques sur les canalisations de transport du biogaz. En effet, de nombreux facteurs influent sur la résistance structurelle des matériaux et notamment la durée d'exposition. Il existe donc un risque de perte de confinement des canalisations de transport et des puits de collecte du biogaz situés à moins de 5 mètres des panneaux photovoltaïques dans l'axe Est-Ouest ou 3 m dans l'axe Nord-Sud. Ce risque reste ponctuel et ne s'applique qu'aux portions du réseau situées à moins de 5 m (axe Est-Ouest) ou 3 m (axe Nord-Sud) de l'installation photovoltaïque.

L'illustration suivante reprend la localisation des panneaux photovoltaïques situés à moins de 5 mètres (axe Est-Ouest) ou 3 mètres (axe Nord-Sud) des puits et canalisations de biogaz.



Légende :

-  Panneaux photovoltaïques implantés à moins de 5 mètres dans l'axe Est-Ouest ou 3 mètres dans l'axe Nord-Sud d'un puits ou d'une portion de canalisation de biogaz

**Illustration n° 12 : Localisation des panneaux photovoltaïques implantés à moins de 5 m (axe Est-Ouest) ou 3 m (axe Nord-Sud) d'un puits ou d'une portion de canalisation de biogaz**

L'étude conclut également sur une probabilité très faible de propagation de l'incendie sur l'intégralité de la zone en cas de départ de feu sur un module photovoltaïque. Cela est notamment dû à une faible quantité de matières combustibles disponibles, les panneaux photovoltaïques étant majoritairement composés d'acier, de verre et de métaux non ferreux, et d'une cinétique de propagation très lente. De plus, l'écart entre deux tables de panneaux est de 3,80 mètres. Le seuil des 8 kW/m<sup>2</sup> atteignant une distance maximale de 3 mètres dans la direction Nord-Sud, le risque d'effet dominos entre les rangées de tables n'est pas retenu. Selon le guide technique relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes accidentels, une propagation de feu en l'absence de mesures de refroidissement suffisantes est considérée comme improbable en dessous d'un seuil de 12 kW/m<sup>2</sup>. Selon la modélisation initiale réalisée par le CNPP, pour un panneau de 1 m x 2 m, la distance des effets à 12 kW/m<sup>2</sup> est comprise entre 1,5 et 2 m dans la direction Nord-Sud, et 3 et 3,5 m dans la direction Est-Ouest. Cela signifie que la distance des effets à 12 kW/m<sup>2</sup> dans la direction Est-Ouest est inférieure à 5 m, et confirme qu'une propagation du feu par rayonnement thermique entre rangées de tables photovoltaïques apparaît comme peu probable, ces dernières étant espacées d'au moins 3,80 mètres dans la direction Nord-Sud et 5 m dans la direction Est-Ouest.

L'analyse de l'accidentologie liée aux panneaux photovoltaïques confirme l'hypothèse d'un faible risque de propagation. Lorsque les panneaux photovoltaïques sont directement impliqués dans un incendie, un défaut électrique est souvent la cause du départ de feu sur des matériaux combustibles à proximité (par



exemple, des stockages). L'incendie des panneaux en eux-mêmes est considéré comme un phénomène rare et ne génère pas d'incendie de grande ampleur. De plus, le retour d'accidentologie ne fait pas état d'un dégagement de fumées susceptible de générer une perte de visibilité sur de grandes distances.

L'illustration n°11 reprend la cartographie des zones d'effets appliquées sur l'ensemble de la centrale photovoltaïque. Comme précisé précédemment, cette cartographie ne correspond pas à l'incendie généralisé de la centrale photovoltaïque, ce risque ayant été écarté. Il s'agit ici d'identifier l'impact d'un incendie des modules photovoltaïques situés en limite du parc photovoltaïque sur les installations cibles de l'ISDND. Le risque d'effet domino est écarté sur l'intégralité des installations cibles, excepté le réseau biogaz, qui sont situées à plus de 5 mètres de la zone incendiée et ne sont donc pas atteintes par les flux thermiques de 8 kW/m<sup>2</sup>, correspondant au seuil des effets dominos.

En l'absence d'intervention humaine, les installations indispensables à la gestion de l'ISDND seront protégées, hormis le réseau de collecte du biogaz. Sur le CETRAVAL, il est prévu de conserver un rayon libre minimal d'un mètre entre les canalisations de transport du biogaz et les panneaux, ce qui permettra de conserver un passage suffisant pour les opérations d'entretien des réseaux.

Comme mentionné ci-dessus, le risque principal en cas d'incendie de l'unité photovoltaïque réside en la perte de confinement des équipements de collecte de biogaz (canalisations et puits) situés à moins de 5 mètres des panneaux photovoltaïques dans l'axe Est-Ouest ou 3 m dans l'axe Nord-Sud. Afin de s'assurer de l'absence de risque de propagation au reste du site en cas d'incendie sur l'unité photovoltaïque, il convient d'estimer d'une part les phénomènes dangereux susceptibles de se produire en cas de perte de confinement de ces équipements, et d'autre part l'intensité des effets dangereux associés. La présence de méthane dans le biogaz lui confère des propriétés d'inflammabilité. En cas de dégagement de biogaz dans l'atmosphère, il est possible d'observer plusieurs phénomènes dangereux couramment observés sur les canalisations de transport de gaz inflammable. Les effets dangereux associés aux phénomènes redoutés sont déterminés au paragraphe 3.5 du présent document.

### 3.5 Modélisation des phénomènes dangereux sur le réseau biogaz

#### 3.5.1 Objectif et méthodologie

L'étude des flux thermiques résultant d'un incendie sur les panneaux photovoltaïques montre un possible impact de cet incendie sur le réseau de collecte de biogaz du site, constitué de canalisations de transport et de puits de collecte, réparti en aérien sur l'ensemble des casiers I à V.

Les puits et canalisations de transport de biogaz sont constitués de PEHD. Ce matériau est classé combustible. A haute température, une perte de confinement sur les canalisations ou puits de biogaz peut être observée. En l'absence de données permettant d'établir avec précision les effets d'un feu continu sur ce matériau, le choix a été pris d'évaluer les effets des accidents pouvant survenir sur le site en cas de perte de confinement des puits ou des canalisations de biogaz.

Une approche similaire aux études de dangers a été adoptée. L'objectif premier est d'identifier les phénomènes dangereux susceptibles de se produire en cas de brèche ou de rupture des canalisations ou puits de collecte de biogaz. Pour chaque phénomène dangereux, les effets dangereux selon les seuils définis par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 seront estimés afin d'identifier ceux susceptibles d'atteindre des enjeux extérieurs à l'établissement du SDOMODE directement ou par effets dominos. En cas d'atteinte des seuils d'effets dominos, une attention particulière sera également portée sur les installations du site potentiellement impactées.

Un accident majeur est défini comme un événement, telle qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant pour la santé humaine ou pour l'environnement à l'extérieur de l'établissement, un danger grave, immédiat ou différé, faisant intervenir une ou plusieurs substances ou mélanges dangereux.

Si aucun effet dangereux sur l'environnement extérieur du site n'est identifié, le risque est considéré acceptable, aucune démarche supplémentaire n'est nécessaire. Dans le cas contraire, une analyse détaillée des risques devra être réalisée et l'accident majeur sera caractérisé selon trois critères :

- La gravité des conséquences potentielles sur les enjeux : évaluation du nombre de personnes hors de l'enceinte de l'établissement susceptibles d'être impactées par les effets dangereux ;
- La probabilité d'occurrence annuelle du phénomène dangereux : réalisation d'un arbre des causes et des conséquences permettant de caractériser cette probabilité ;
- La cinétique de l'accident.

#### 3.5.2 Sources de danger

La composition moyenne du biogaz capté sur le CETRAVAL a été évaluée sur la base des analyses mensuelles réalisées en amont de l'unité de cogénération au cours de l'année 2019. Cette dernière est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 6 : Composition moyenne du biogaz (Source : Rapport d'activité 2019 du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec)

Composé	Concentrations (%)
Méthane – CH <sub>4</sub>	51,74
Dioxyde de carbone – CO <sub>2</sub>	33,31
Oxygène – O <sub>2</sub>	2,46
Azote – N <sub>2</sub>	12,00
Dioxyde de soufre – H <sub>2</sub> S	0,44
Hydrogène – H <sub>2</sub>	0,05

En raison de la présence de méthane dans sa composition, le biogaz est considéré comme un produit potentiellement inflammable et explosif.

Il est important de noter que la composition du biogaz dépend de l'origine des produits stockés (qualité, densité et taux d'humidité de la source) ainsi que des conditions de stockage et de traitement. En l'absence d'analyses réalisées au niveau de chaque puits, il n'a pas été possible d'établir une composition précise de la qualité du biogaz au droit des anciens casiers I à V sur lesquels est prévue l'implantation de la centrale photovoltaïque. Les données utilisées sont issues des mesures réalisées en amont de l'unité de cogénération du CETRAVAL et sont représentatives de la composition moyenne du biogaz sur l'ensemble du site.

Les phénomènes dangereux redoutés en cas d'atteinte du réseau biogaz sont repris dans le Tableau n° 7 et correspondent aux phénomènes observés sur les canalisations de transport de gaz inflammables.

Tableau n° 7 : Potentiels de dangers liés au réseau biogaz

Équipement / installation	Substance	Phénomènes dangereux redoutés	Effets associés	Retenu dans la présente étude
Tuyauterie de biogaz aérienne	Biogaz	Feu torche	Thermiques	Non – le réseau de collecte étant placé en dépression, ce phénomène ne peut physiquement pas se produire <sup>3</sup>
		UVCE <sup>4</sup>	Thermiques	Oui
			Surpression	Oui
Puits de collecte du biogaz	Biogaz	Feu torche	Thermiques	Non – le réseau de collecte étant placé en dépression, ce phénomène ne peut physiquement pas se produire
		UVCE	Thermiques	Oui
			Surpression	Oui

### 3.5.3 Présentation du phénomène UVCE

L'UVCE correspond au phénomène physique de combustion d'un nuage gazeux inflammable en milieu non confiné. Il en résulte des effets thermiques et de surpression.

Lorsqu'un nuage de gaz inflammable se développe et qu'une source d'inflammation efficace atteint ce nuage, celui-ci s'enflamme, et une flamme se propage de proche en proche à partir du point d'inflammation. Sur son passage, la flamme transforme quasi instantanément les réactifs froids en produits de combustion très chauds, ce qui se traduit par une forte expansion volumique des gaz brûlés. Cette expansion volumique qui met l'atmosphère en mouvement est responsable des effets de pression. L'impact de cette explosion en milieu non confiné est évalué grâce aux seuils de surpression définis par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005, présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 8 : Seuils réglementaires des effets dangereux - Effets de surpression

Valeurs (mbar)	Effets sur l'Homme	Effets sur les structures
300	/	Seuil des dégâts très graves
200	Seuil des effets létaux significatifs (SELS) – Danger très grave pour la vie humaine	<b>Seuil réglementaire des effets dominos</b> Murs en parpaings ou en béton non armé détruits Destruction de 50% des maisons en briques Rupture des structures métalliques et déplacement des fondations Rupture de réservoirs de stockage Bardage acier des bâtiments arrachés, détruits Déformations légères sur un rack de canalisations
140	Seuil des effets létaux (SEL) - Danger grave pour la vie humaine	Jointes entre des tôles ondulées en acier ou aluminium arrachés Lézardes et cassures dans les murs légers, toiture en fibrociments quasiment détruite – Fissures dans la robe d'un réservoir métallique Effondrement partiel de murs de 20 cm d'épaisseur
50	Seuil des effets irréversibles (SEI) - Danger significatif pour la vie humaine	Dégâts structurels mineurs, cloisons et éléments de menuiserie arrachés, tuiles soufflées – Bris notables de vitres.
20	Seuil des effets réversibles (SER) – Zone des effets indirects par bris de vitre sur l'Homme	10% des vitres brisées et petits dommages

La durée de la boule de feu associée au phénomène présenté ci-dessus est très faible (< 2 minutes) mais peut également provoquer des effets sur l'Homme et sur l'environnement. Les effets thermiques résultant du passage du front de flamme sont définis à partir de la distance à la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) selon les recommandations de la fiche n°3 de la circulaire du 10 mai 2010 :

- Distance au seuil des effets létaux significatifs : distance à la LIE ;
- Distance au seuil des premiers effets létaux : distance à la LIE ;
- Distance au seuil des effets irréversibles : 1,1 x distance à la LIE.

Les seuils réglementaires associés aux effets thermiques sont rappelés dans le Tableau n° 2.

### 3.5.4 Hypothèses de modélisation

Pour chaque potentiel de danger identifié et conformément aux recommandations de la circulaire du 10 mai 2010, les scénarii étudiés sont les suivants :

- Rupture totale : 100% du diamètre de la canalisation ou du puits ;
- Brèche :
  - o Diamètre de fuite de 25 mm pour une canalisation aérienne ;
  - o Diamètre de fuite de 12 mm pour une canalisation enterrée.

L'étude réalisée par la société Safengy, disponible en annexe 6, est basée sur les hypothèses de modélisation reprises dans le Tableau n° 9.

<sup>3</sup> Lorsqu'un jet de combustible gazeux issu d'une fuite accidentelle ou intentionnelle d'une capacité sous pression se mélange à l'air et s'enflamme par l'intermédiaire d'une source d'inflammation, le feu torche prend naissance.

<sup>4</sup> Unconfined Vapour Cloud Explosion.



Nota : des fiches récapitulant les données d'entrée sont reprises en annexe de l'étude Safengy.

Tableau n° 9 : Données d'entrée des modélisations

Paramètre	Canalisation de transport	Puits de collecte
Produit	Biogaz	Biogaz
Hauteur de l'équipement	0,5 m	Canalisation verticale enterrée
Diamètre (mm)	DN160	DN1000
Pression de service	- 6 à -1 mbar <sup>5</sup>	- 6 à -1 mbar
Température de service	Ambiante	Ambiante
Longueur de tuyauterie	1 100 m	9 m

### 3.5.5 Résultats des modélisations

Les zones d'effets obtenus pour chaque phénomène dangereux identifié sont données dans le Tableau n° 10. Le rapport d'étude est disponible en annexe 6.

Tableau n° 10 : Dangers liés aux équipements et au procédé

Equipement	Phénomène dangereux	Effets thermiques			Effets de surpression		
		SEI – 3 kW/m <sup>2</sup>	SEL – 5 kW/m <sup>2</sup>	SELS – 8 kW/m <sup>2</sup>	SEI – 50 mbars	SEL – 140 mbars	SELS – 200 mbars
Tuyauterie de transport biogaz	UVCE suite à une rupture guillotine de la tuyauterie	8,7 m	7,9 m	7,9 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint
	UVCE suite à une brèche de la tuyauterie	2,9 m	2,6 m	2,6 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint
Puits de collecte du biogaz	UVCE suite à une rupture guillotine du puits de collecte	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
	UVCE suite à une brèche du puits de collecte	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Les cartographies de ces zones d'effets sont fournies dans l'illustration suivante.

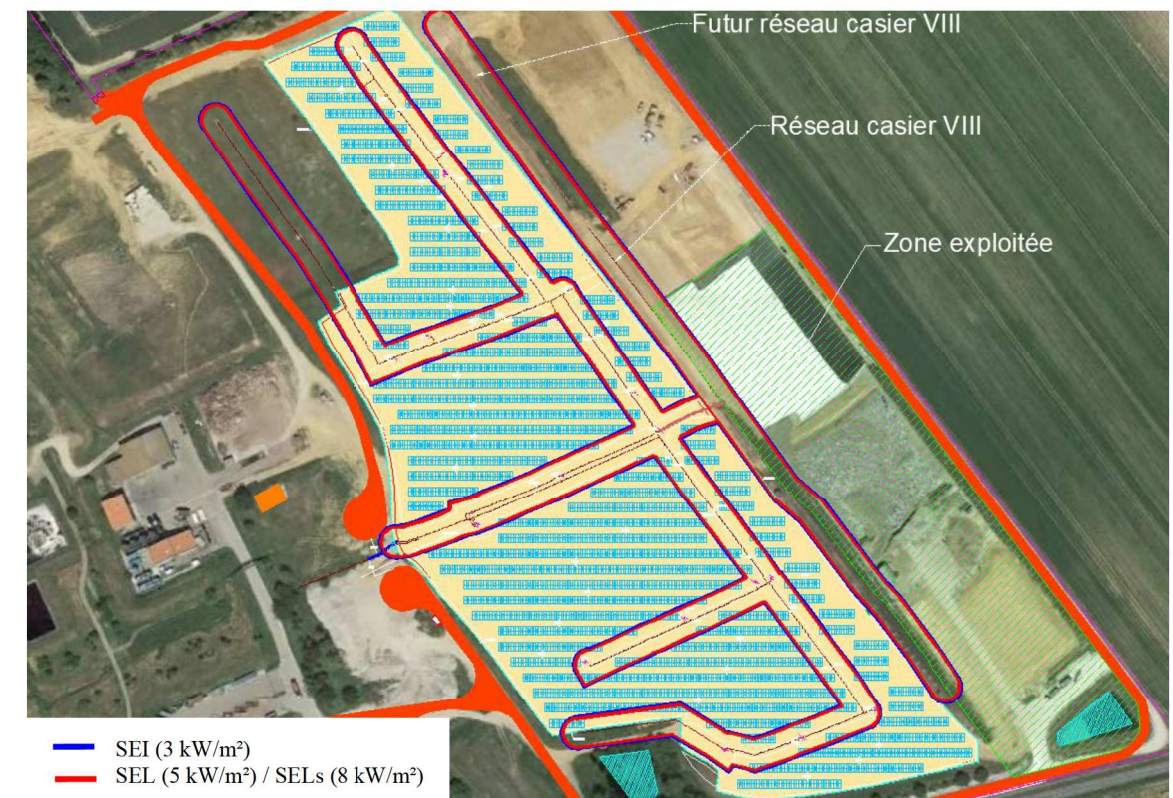


Illustration n° 13 : Cartographie des zones d'effets – Feu flash en cas de rupture guillotine de la canalisation de transport biogaz

<sup>5</sup> Le logiciel PHAST utilisé pour estimer les effets dangereux résultant des phénomènes considérés ne prenant pas en compte les pressions négatives, une pression de 0,01 bar a été considérée afin d'obtenir des distances d'effets proches du phénomène réel.



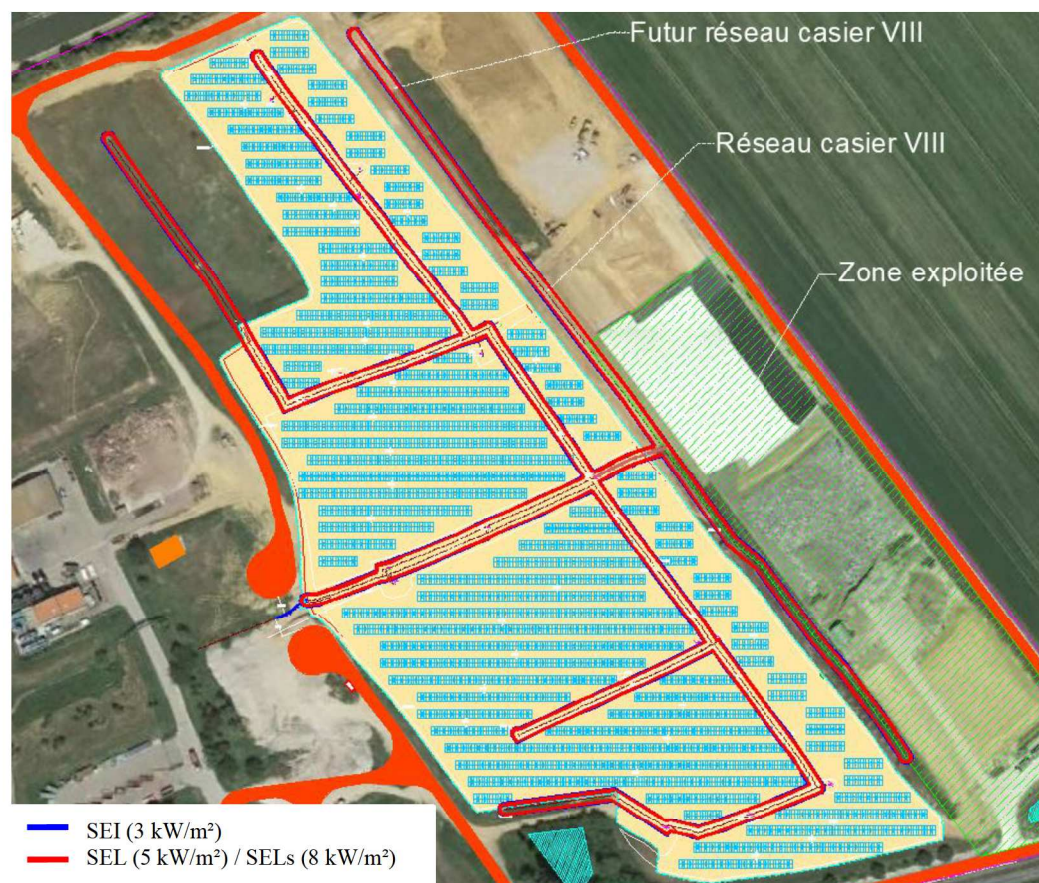


Illustration n° 14 : Cartographie des zones d'effets – Feu flash en cas de brèche de la canalisation de transport biogaz

### 3.5.6 Conclusion

En cas de perte de confinement des puits et / ou canalisations de transport de biogaz, le phénomène dangereux attendu est l'UVCE. Cette perte de confinement ne peut se produire que sur les puits de collecte et les portions de tuyauteries situées à moins de 5 mètres des panneaux photovoltaïques dans l'axe Est-Ouest, ou 3 mètres dans l'axe Nord-Sud, c'est-à-dire dans le rayon des effets dominos de l'incendie des panneaux photovoltaïques.

En cas de perte de confinement sur la tuyauterie de transport de biogaz, les seuils réglementaires des effets de surpression ne sont pas atteints. Seuls des effets thermiques liés au développement d'une boule de feu sont susceptibles de se produire. Que ce soit en cas de brèche ou de rupture totale de la tuyauterie, les zones d'effets thermiques restent confinées à l'intérieur des limites de propriété du site. De plus, les seuils d'effets dominos atteignent au maximum 7,9 m. Aucune des installations cibles identifiées au paragraphe 3.2 de la présente étude n'est donc atteinte par les effets dominos thermiques en cas de survenue d'un UVCE sur les canalisations de transport du biogaz. Enfin, la piste périphérique est située à plus de 8,7 mètres de tout réseau de biogaz donc en dehors de tous flux thermiques supérieurs à 3 kW/m<sup>2</sup>.

En cas de perte de confinement sur un puits de collecte de biogaz (brèche ou rupture totale), les seuils d'effets réglementaires ne sont pas atteints, qu'il s'agisse des effets thermiques ou de surpression.

En cas d'incendie sur l'unité photovoltaïque, les effets dominos induits ayant un impact sur le réseau biogaz ne causent pas d'accident majeur : en effet, la perte de confinement sur le réseau de transport ou

les puits impactés par ces zones d'effets thermiques ne provoquera pas d'accident en dehors des limites de propriété, ni même sur les autres installations sensibles du site, quelle que soit la portion du réseau biogaz considérée.

### 3.6 Evaluation du risque de formation d'atmosphère explosive

#### 3.6.1 Rappel réglementaire

Une Atmosphère Explosive (ATEX) est définie comme un lieu, ouvert ou non, dans lequel le risque d'explosion est plus important que la moyenne. Ce risque peut être généré par la présence de substances combustibles sous forme de poussières, de gaz ou de vapeurs.

La réglementation française fait suite à deux directives européennes 1999/92/CE et 2014/34/UE et impose plusieurs obligations aux employeurs vis-à-vis du risque d'atmosphères explosives, notamment la définition des zones ATEX et la mise en œuvre de mesures techniques et organisationnelles adaptées.

Pour identifier les ATEX potentielles, l'exploitant doit faire l'inventaire des produits et de leurs caractéristiques d'inflammabilité. Il devra ainsi mener les actions suivantes :

- Etudier la liste des produits combustibles ;
- Etudier leur état : gaz, liquide, pulvérulent ;
- Connaître leurs caractéristiques physico-chimiques et notamment leur domaine d'explosivité (Limite Inférieure d'Explosivité et Limite Supérieure d'Explosivité pour les produits liquides et gazeux, et la Concentration Minimale d'Explosion pour les produits solides finement divisés) ;
- Recenser les conditions de stockage (lieu, conditionnement, température et humidité...) afin de valider la possibilité d'explosion ;
- Recenser les quantités utilisées.

Pour chaque zone où des produits susceptibles de générer une atmosphère explosive sont présents, l'exploitant doit identifier les sources d'inflammation potentielles.

Sur le site de Malleville-sur-le-Bec, le biogaz a été identifié comme produit susceptible de générer une ATEX. Aucun stockage de liquides susceptibles d'émettre des vapeurs inflammables ou produits pulvérulents n'est recensé sur le site à proximité de la centrale photovoltaïque. Le périmètre de l'étude sera limité aux installations mettant en œuvre du biogaz.

Les emplacements dangereux sont ensuite classés en zones, d'après la fréquence et la durée de la présence d'une atmosphère explosive gazeuse, comme suit :

- Zone 0 : emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente en permanence, ou pendant de longues périodes ou encore fréquemment (ex : intérieur de réservoirs contenant un liquide inflammable) ;
- Zone 1 : emplacement dans lequel il est probable qu'une atmosphère explosive gazeuse apparaîtra occasionnellement en fonctionnement normal (ex : événement de décharge) ;
- Zone 2 : emplacement dans lequel une atmosphère explosive gazeuse n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal mais qui, si c'est le cas, peut persister uniquement sur une durée courte (ex : cuvette de rétention en cas de déversement de liquide inflammable).



La délimitation des différentes zones est réalisée en fonction :

- Du degré de dégagement du gaz inflammable (continu, fonctionnement normal occasionnel ou lié à un dysfonctionnement) ;
- Du degré de ventilation (faible, moyen ou élevé) ;
- De la disponibilité de la ventilation (bonne, assez bonne ou médiocre).

Enfin, le zonage final intègre les mesures techniques et organisationnelles mises en œuvre par l'exploitant pour empêcher la formation d'une ATEX ou réduire son volume. Selon l'efficacité des mesures, un zonage moins contraignant pourra être retenu.

### 3.6.2 Synthèse de l'étude ATEX

L'étude ATEX a été réalisée par la société Safengy. Elle évalue le risque de formation d'atmosphère explosive autour des équipements de l'ISDND mettant en jeu le biogaz. Il s'agit des alvéoles de stockage de déchets, du réseau de récupération de biogaz (puits et canalisations de transport) et des installations de traitement du biogaz : l'unité de valorisation énergétique et les torchères. Les installations impliquant la gestion de lixiviats ont été exclues de l'étude, ces produits présentant uniquement un potentiel de charge polluante pour l'environnement mais n'étant ni inflammables ni explosifs.

Une synthèse des résultats obtenus est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 11 : Synthèse des résultats de l'étude ATEX - Site du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec  
(Source : étude de Safengy, sous référence RFP-122020-061-05 du 29/12/2020)

Type d'équipement	Substance	Type de zone	Etendue
<b>Alvéole de stockage</b>			
Alvéoles de stockage fermées	Biogaz	Zone 2	Intérieur de l'alvéole
<b>Réseau biogaz</b>			
Canalisations, vannes, brides et ensemble des équipements	Biogaz	Emplacement Non Dangereux <sup>6</sup>	/
<b>Utilisation du biogaz</b>			
Torchère à l'arrêt / Dysfonctionnement	Biogaz	Zone 1 entourée d'une zone 2	- Zone 1 : sphère de 1,5 m ; - Zone 2 : sphère de 3 m centrée sur l'extrémité de la cheminée de la torchère.
Surpresseur	Biogaz	Zone 2	Sphère de 3 m centrée sur l'équipement
Pot de purge en amont du dévésiculeur	Biogaz	Zone 2	- Zone 2 : à l'intérieur du pot de purge ; - Zone 2 : sphère de 3 m à l'extérieur du pot de purge.
Equipements annexes : équipements en amont du surpresseur (éléments de tuyauterie et dévésiculeur)	Biogaz	Environnement Non Dangereux	/
Equipements en aval du surpresseur (éléments de tuyauterie)	Biogaz	Environnement Non Dangereux	/
<b>Unité de valorisation énergétique</b>			
Moteur cogénération	Biogaz	Zone 2	Intérieur du conteneur
Surpresseur	Biogaz	Zone 2	Sphère de 3 mètres centrée sur l'équipement
Filtre à charbon actif	Biogaz	Environnement Non Dangereux	/
<b>Réseau de dégazage</b>			
Puits de captage du biogaz (biogaz seul ou puits mixte)	Biogaz	Zone 1 : puits Zone 2 : extérieur du puits	- Zone 1 : intérieur du puits ; - Zone 2 : sphère de rayon 3 m à l'extérieur du puits, centrée sur le puits.

La cartographie des zones ATEX est reprise dans l'illustration suivante.

<sup>6</sup> Emplacement dans lequel on ne s'attend pas à ce qu'une atmosphère explosive gazeuse soit présente en quantités suffisantes pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation de matériel.

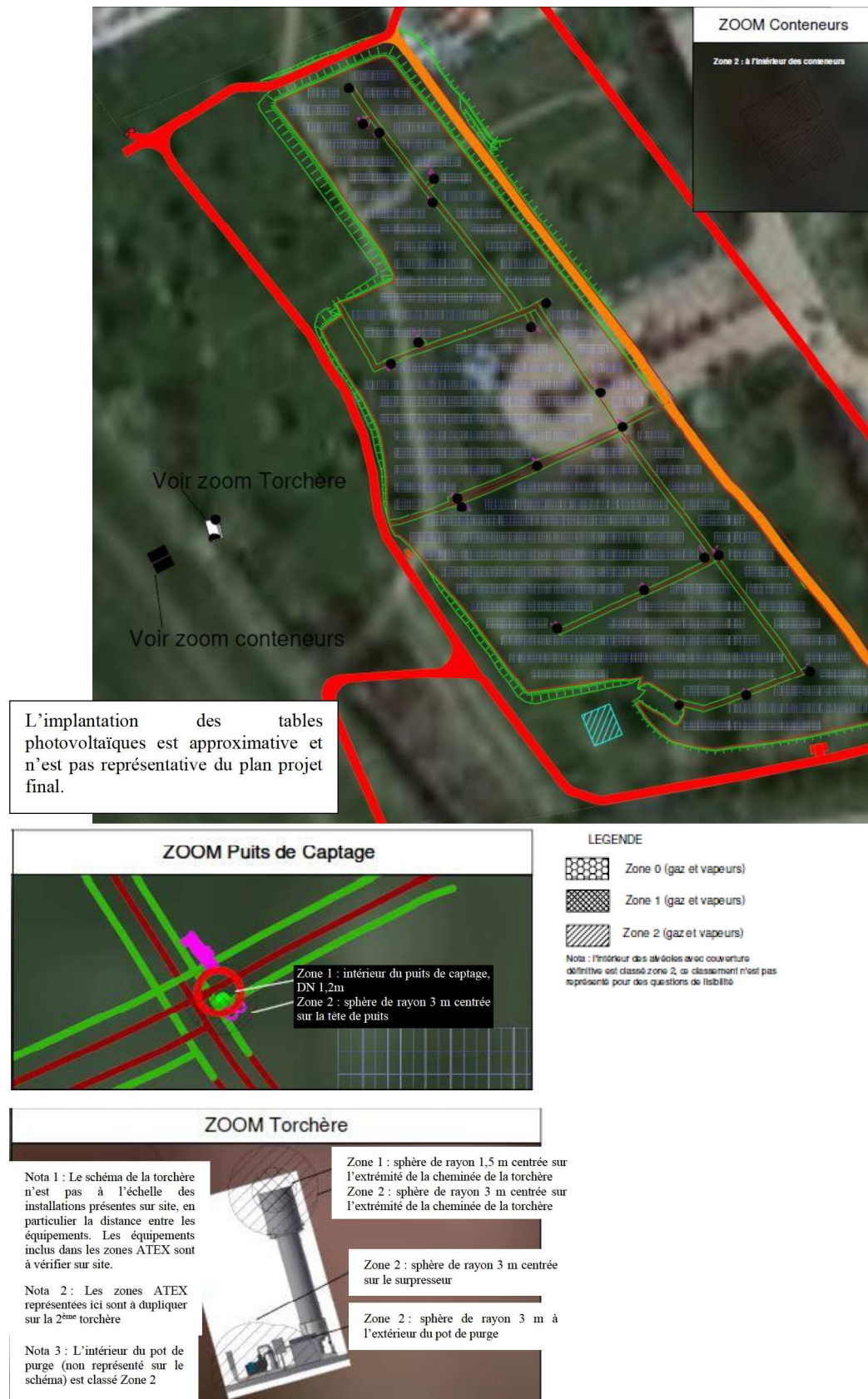


Illustration n° 15 : Cartographie des zones ATEX (Source : étude de Safengy sous référence REP-122020-061-05 du 29/12/2020)

Il est important de noter que l'étude de Safengy a été réalisée en amont de la validation du plan d'implantation définitif des tables photovoltaïques. Les cartographies présentées dans ce rapport ne présentent donc pas les derniers plans en vigueur, mais un plan d'implantation légèrement différent. Les conclusions de l'étude de Safengy ne sont toutefois pas remises en cause.

### 3.6.3 Interprétation

Pour chaque équipement identifié comme pouvant générer une atmosphère explosive, un zonage de sécurité a été défini. L'implantation des panneaux photovoltaïques devra prendre en compte ces zonages afin de ne pas générer de risque d'explosion. Le Tableau n°6 évalue l'impact de la situation du projet tel qu'il est envisagé.



Tableau n° 12 : Impact du projet de centrale photovoltaïque sur les zones ATEX - Site du CETRAVAL à Malleville-sur-le-Bec (Source : étude de Safengv sous référence RFP-122020-061-05 du 29/12/2020)

Type d'équipement	Etendue	Situation de la centrale photovoltaïque
<b>Alvéole de stockage</b>		
Alvéoles de stockage fermées	Intérieur de l'alvéole	La présence de panneaux photovoltaïques ne présente pas de risque, la couverture définitive des casiers permettant de limiter la formation de l'ATEX à l'intérieur de l'alvéole
<b>Réseau biogaz</b>		
Canalisations, vannes, brides et ensemble des équipements	/	Le zonage ATEX n'ayant pas été retenu pour ces équipements, la présence de panneaux photovoltaïques à proximité des équipements ne génère pas de risque d'explosion.
<b>Utilisation du biogaz</b>		
Torchère à l'arrêt /Dysfonctionnement	- Zone 1 : sphère de 1,5 m ; - Zone 2 : sphère de 3 m centrée sur l'extrémité de la cheminée de la torchère.	La distance entre ces équipements et les panneaux photovoltaïques étant supérieure à 90 m, l'implantation des panneaux ne génère pas de risque d'explosion pour ces équipements.
Surpresseur	Sphère de 3 m centrée sur l'équipement	
Pot de purge en amont du dévésiculeur	- Zone 2 : à l'intérieur du pot de purge ; - Zone 2 : sphère de 3 m à l'extérieur du pot de purge.	
Équipements annexes : équipements en amont du surpresseur (éléments de tuyauterie et dévésiculeur)	/	
Équipements en aval du surpresseur (éléments de tuyauterie)	/	
<b>Unité de valorisation énergétique</b>		
Moteur cogénération	Intérieur du conteneur	La distance entre ces équipements et les panneaux photovoltaïques étant supérieure à 120 m, l'implantation des panneaux ne génère pas de risque d'explosion pour ces équipements.
Surpresseur	Sphère de 3 mètres centrée sur l'équipement	
Filtre à charbon actif	/	
<b>Réseau de dégazage</b>		
Puits de captage du Biogaz (biogaz seul ou puits mixte)	-Zone 1 : intérieur du puits - Zone 2 : sphère de rayon 3 m à l'extérieur du puits, centrée sur le puits	Afin de permettre une intervention rapide sur les équipements en cas de nécessité, il est déjà prévu par l'exploitant de conserver un rayon de 3 mètres autour des puits de captage du biogaz.

L'implantation de la centrale photovoltaïque n'engendre aucun risque supplémentaire puisqu'une distance de 3 mètres minimum est respectée entre les puits de captage du biogaz et les panneaux (hors zone ATEX).

EACM

4 GESTION DES EAUX PLUVIALES

4.1 Gestion actuelle sur le site

L'illustration n° 13 ci-dessous présente le synoptique de gestion des eaux pluviales actuelles sur le site de Malleville-sur-le-Bec.

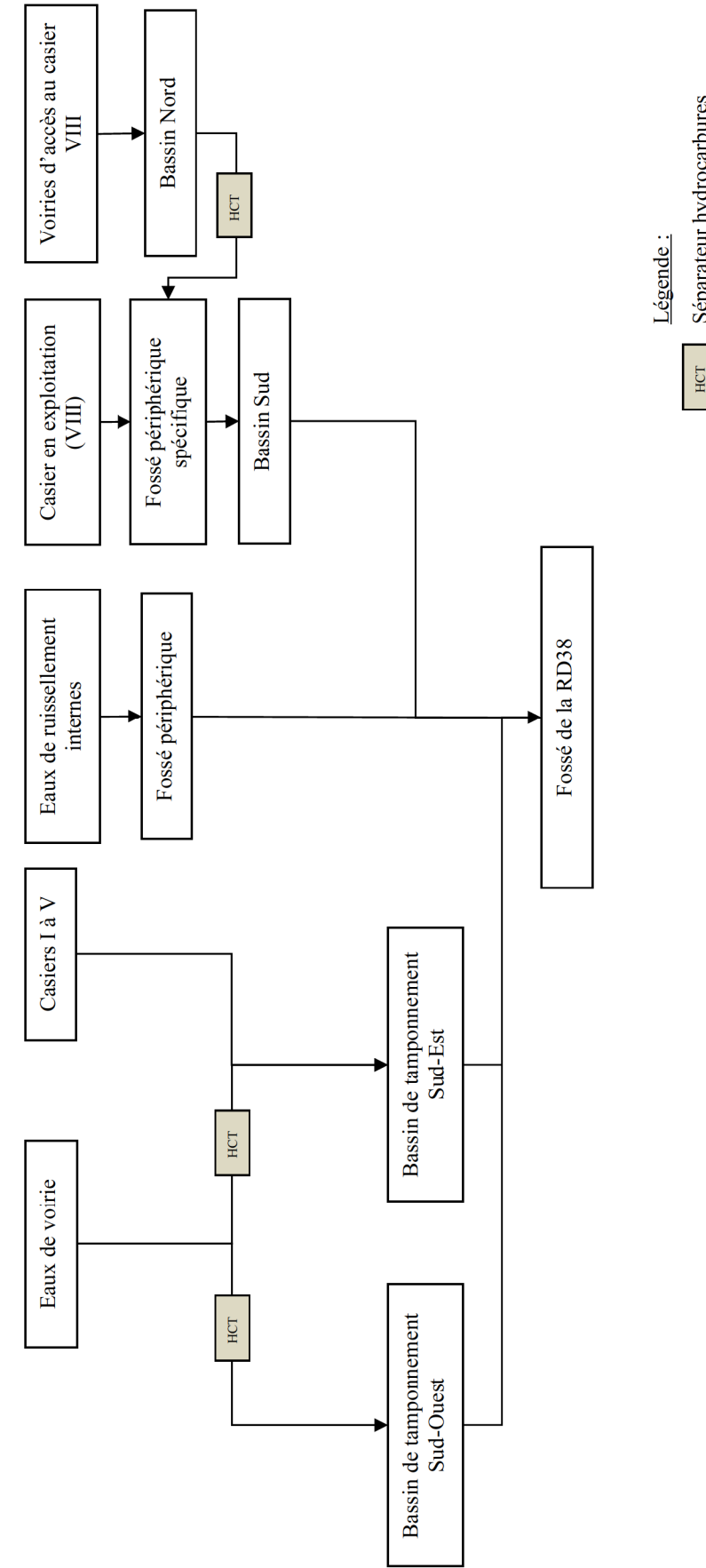


Illustration n° 16 : Synoptique de gestion des eaux pluviales



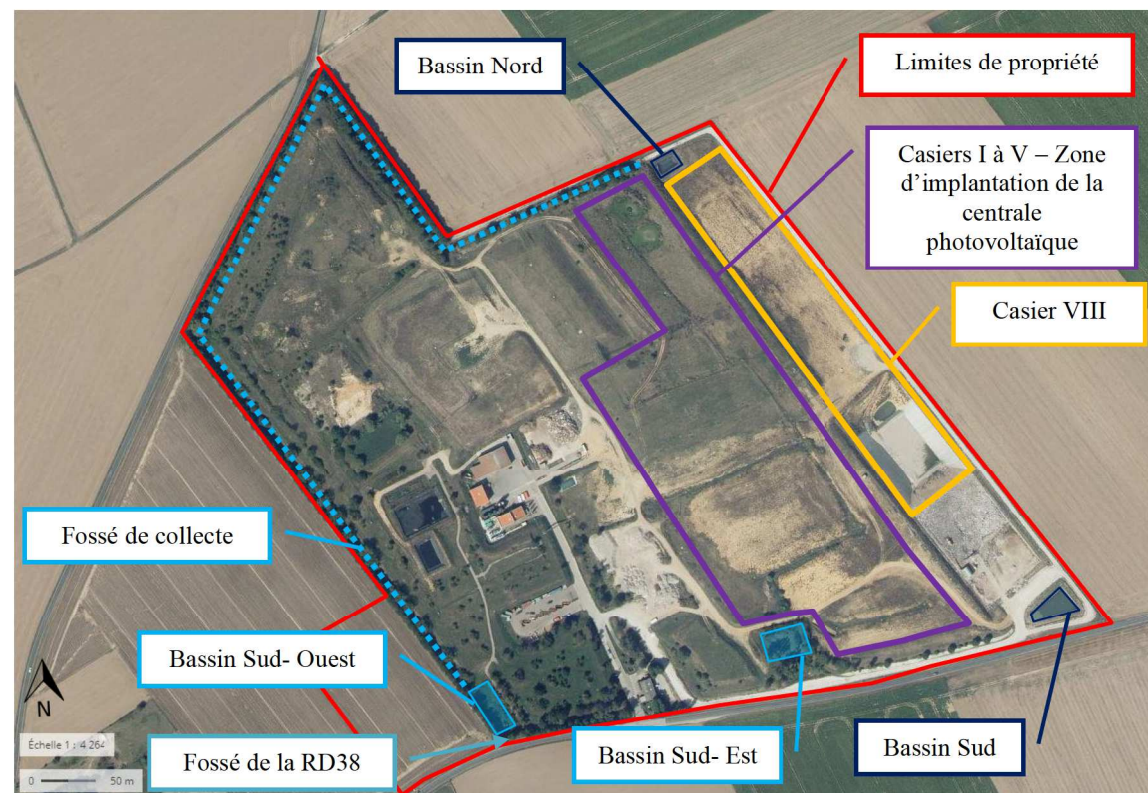


Illustration n° 17 : Localisation des bassins de gestion des eaux pluviales

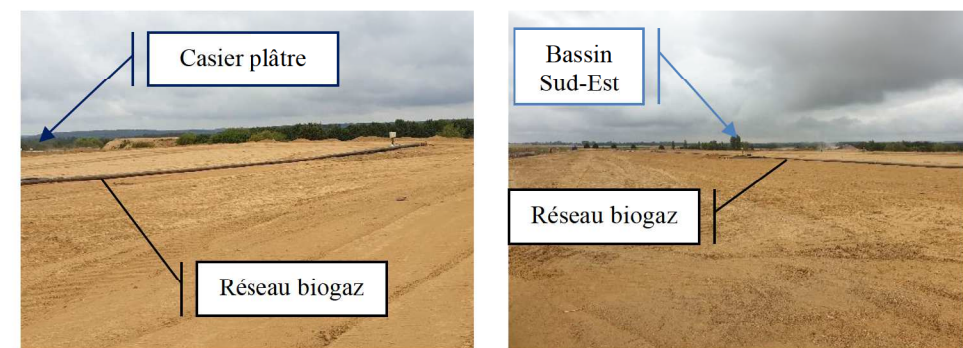
#### 4.2 Evaluation de l'écoulement futur des eaux pluviales

Les massifs de déchets subissent des phénomènes de tassement dont l'amplitude varie selon la nature des déchets, leur évolution en fonction du temps et la surcharge du massif. Certains facteurs favorisent les tassements différentiels en surface comme le drainage du biogaz. Ces tassements peuvent survenir pendant la durée d'exploitation du casier mais également plusieurs années après la fin d'exploitation, la biodégradation des déchets étant un processus de longue durée. L'amplitude de tassement tend à décroître avec le temps. Des relevés topographiques annuels permettent d'évaluer et suivre leur évolution. La stabilité du massif de déchets sera considérée lorsque l'évolution sera stoppée quelles que soient les conditions de stockage (brèche dans la couverture, entrée d'eau, d'air...). Ces tassements sont susceptibles d'engendrer des contraintes sur les systèmes de récupération des effluents (lixiviats et biogaz), des déformations préjudiciables pour les systèmes d'étanchéité, mais également provoquer une inversion de pente pouvant être à l'origine d'accumulation d'eau en surface.

Aucune étude de tassement différentiel n'a été menée pour le site de Malleville-sur-le-Bec. Il nous semble important de noter que les déchets ont subi un pré-traitement mécanique lors de leur enfouissement. La compaction a pour objectif de réduire le volume des déchets, de les densifier et ainsi d'améliorer la stabilité de l'installation. Cela permet également de réduire les tassements différentiels survenant au sein du massif de déchets.

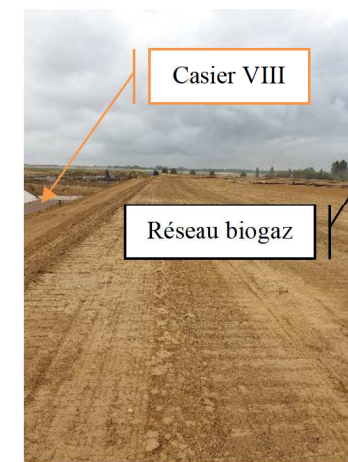
L'illustration n° 2 reprend les dates d'exploitation des différents casiers de l'ISDND de Malleville-sur-le-Bec. Les casiers ont cessé d'être exploités en 2009. Des tassements peuvent toujours survenir au sein du massif bien que ce risque soit considéré comme faible (Source : étude d'impact Ora environnement, Mars 2020). Le risque de tassement lié à la décomposition des déchets a été considéré et la structure des panneaux solaires a été adaptée en conséquence.

La mise en place de panneaux photovoltaïques sur les anciens casiers risque d'impacter l'écoulement des eaux pluviales. La surface des casiers I à V a fait l'objet d'un remodelage topographique afin d'assurer le cheminement des eaux pluviales jusqu'au bassin de tamponnement Sud-Est. L'illustration n°15 reprend des photographies aériennes des casiers I à V dont la surface a été remodelée. Le plan topographique prévisionnel projet est repris dans l'illustration n°16.



Vue Sud-Est Nord-Ouest sur les casiers I à V – Source EACM, 16/07/2020

Vue Nord Sud sur les casiers I à V – Source EACM, 16/07/2020



Vue Nord Sud – Bordure Est des casiers I à V – Source EACM, 16/07/2020



Vue Nord Sud – Bordure Ouest des casiers I à V – Source EACM,

Illustration n° 18 : Vue aérienne – Casiers I à V, zone d'implantation de la centrale photovoltaïque

Le terrain est configuré de façon à favoriser l'écoulement des eaux pluviales vers le bassin de tamponnement Sud-Est. Une pente minimale de 1% est respectée (pente moyenne de 1,6%). Les eaux pluviales ruisselant le long des talus en bordures Ouest et Sud des casiers sont collectées dans un fossé périphérique rejoignant également le bassin Sud-Est.

Le relevé topographique montre également l'absence de poches susceptibles d'engendrer une accumulation des eaux en surface.



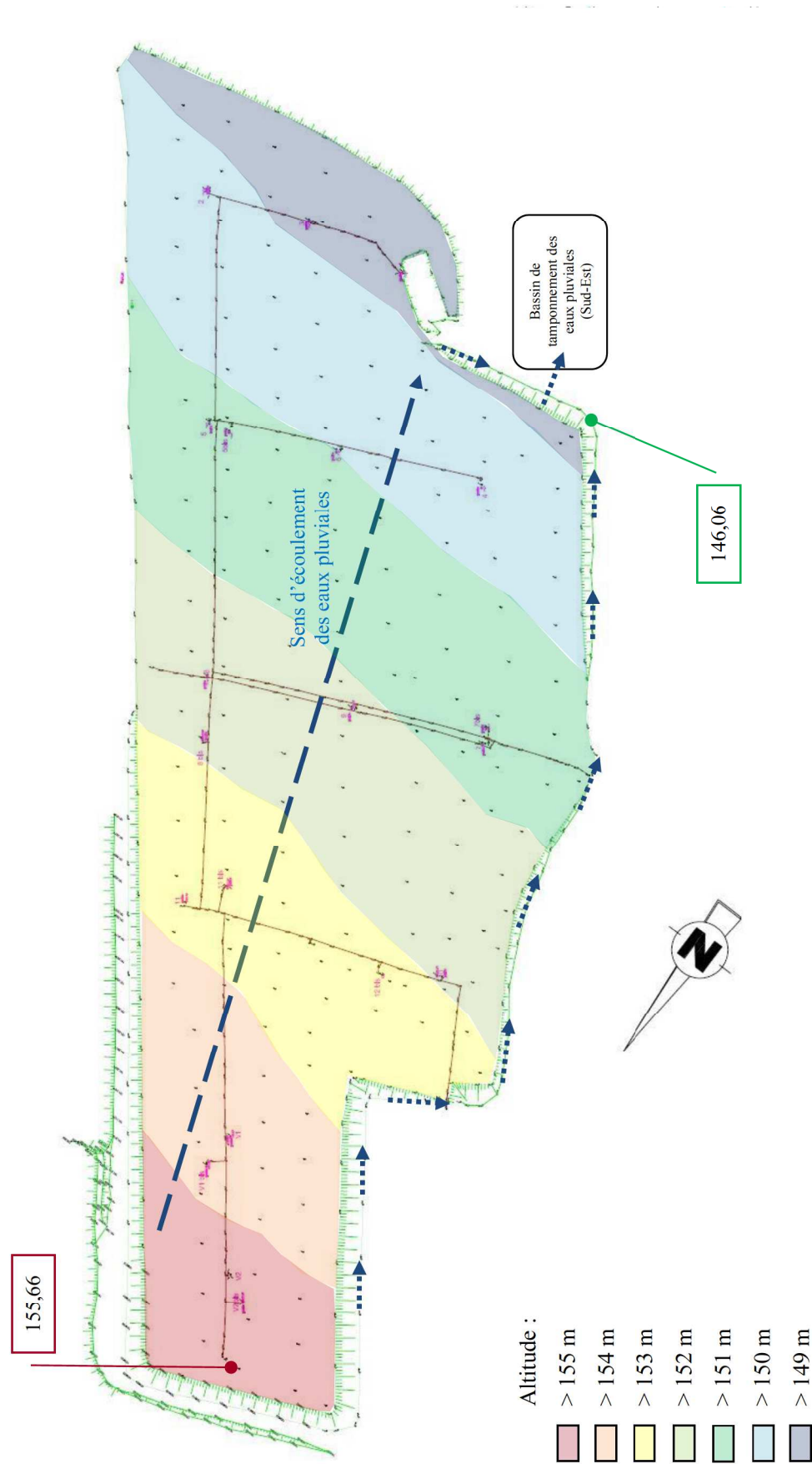


Illustration n° 19 : Plan topographique projet – Casiers I à V, zone d'implantation de la centrale photovoltaïque

## 5 CONCLUSION

Que ce soit dans une démarche de maîtrise de propagation d'incendie ou de prévention du risque d'explosion, les études réalisées montrent un risque limité dû à la présence de la centrale photovoltaïque.

En cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque, le fonctionnement des équipements nécessaires à l'exploitation de l'ISDND – unité de valorisation énergétique, torchères, station de traitement des lixiviats - n'est pas menacé en l'absence d'intervention humaine. Les effets thermiques, notamment les effets dominos, liés à l'incendie de la centrale photovoltaïque n'affectent aucun de ces équipements.

En revanche, un incendie de l'installation photovoltaïque présente un risque de perte de confinement sur le réseau biogaz, pour les sections localisées à moins de 5 mètres des tables photovoltaïques dans la direction Est-Ouest, ou 3 mètres dans la direction Nord-Sud. Ces sections seraient potentiellement impactées par les effets dominos de l'incendie.

Le biogaz est majoritairement composé de méthane, qui est une substance inflammable. Son dégagement en cas de perte de confinement des équipements de collecte (canalisation ou puits) peut générer un UVCE<sup>7</sup>, combinant des effets de surpression et thermiques. La modélisation des effets dangereux montre qu'aucun accident majeur n'est provoqué, car aucune des zones d'effets dangereux de l'UVCE ne sort des limites du site. De plus, les phénomènes dangereux identifiés ne seraient pas à l'origine d'effets dominos susceptibles d'impacter les équipements nécessaires à l'exploitation de l'ISDND. Le risque de propagation est donc maîtrisé.

Les zones à risque d'explosion ont été identifiées dans l'étude ATEX du site. La présence de l'unité de production photovoltaïque n'est pas de nature à générer un risque supplémentaire dans les zones ATEX liées aux équipements de l'unité de valorisation énergétique et des torchères.

Le tableau suivant reprend la synthèse des différentes études menées sur le site.

<sup>7</sup> Unconfined Vapour Cloud Explosion.

Tableau n° 13 : Synthèse des impacts liés à la centrale photovoltaïque sur le site du SDOMODE à Malleville-sur-le-Bec

Equipement	Impact de la centrale photovoltaïque		Conclusions
	Risque incendie	Risque ATEX	
Station de traitement de lixiviats	Non impactée par les effets dominos en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque	Non concernée - Les lixiviats ne génèrent pas d'ATEX.	-
Réseau de collecte du biogaz	Effets dominos possibles en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque	Impact nul – aucun panneau photovoltaïque n'est situé dans un rayon de 3 mètres autour des puits de biogaz	Risque acceptable en cas de perte de confinement sur les équipements biogaz (puits et canalisations)
Unité de valorisation énergétique	Non impactée par les effets dominos en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque	Impact nul - aucun panneau photovoltaïque n'est situé dans le zonage ATEX de la zone de traitement du biogaz	-
Torchères	Non impactées par les effets dominos en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque	Impact nul - aucun panneau photovoltaïque n'est situé dans le zonage ATEX associé aux torchères	-
Poste de transformation et onduleur	Non impactés par les effets dominos en cas d'incendie sur la centrale photovoltaïque	Non concernés - L'étude ATEX concerne uniquement les installations mettant en jeu du biogaz	-

Le remodelage topographique de la zone sur laquelle il est prévu d'implanter la centrale photovoltaïque ne modifie pas les modalités de gestion des eaux pluviales actuelles. Une pente minimale de 1% est conservée afin de permettre le cheminement des eaux pluviales jusqu'au bassin de tamponnement Sud-Est. L'analyse du relevé topographique projet a permis de :

- Mettre en évidence et vérifier le sens d'écoulement des eaux pluviales jusqu'au bassin de tamponnement Sud-Est ;
- Confirmer l'absence de creux topographiques, susceptibles de favoriser une accumulation d'eaux pluviales en surface.

ANNEXE 1– ACCIDENTOLOGIE LIEE AUX PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES



## Synthèse de l'accidentologie liées aux panneaux photovoltaïques.

Cette synthèse est constituée de 2 parties. La première se nourrit des informations contenues dans la base ARIA au 09/02/16. La seconde s'appuie sur des éléments tirés d'une recherche bibliographique dont l'objectif était de compléter sur quelques points les données de la base.

### 1. Analyse de l'accidentologie issue de la base ARIA

On recense dans la base ARIA 53 événements impliquant des panneaux photovoltaïques. Les accidents survenus sur des sites de fabrication de ces panneaux n'ont pas été retenus car ils ne concernaient pas le produit fini. Ces 53 cas sont tous survenus en France. Dans la grande majorité des événements (41 soit 77 %), les panneaux ne sont pas à l'origine du phénomène dangereux, mais uniquement présents. Les caractéristiques générales de cet échantillon d'étude sont précisées ci-après.

#### 1.1. Secteurs d'activités majoritairement agricoles

Les secteurs d'activités impliqués dans ces 53 événements relèvent en très grande majorité de la culture et production animale. Le détail est présenté dans le tableau ci-dessous :

Activité	Pourcentage
Agriculture	57 %
Particuliers	17 %
Commerce, entreposage	13 %
Production d'électricité	4 %
Déchets	4 %
Autre	6 %

Plus de la moitié des accidents sont donc des incendies de bâtiments agricoles supportant des panneaux photovoltaïques (ARIA 43182, 45373, 46484, etc.).

#### 1.2. Les incendies constituent le phénomène principal

Les phénomènes dangereux présents au cours des événements de l'étude sont :

Phénomène	Pourcentage
Incendie	100 %
Rejet de matières dangereuses / polluantes	9 %
Explosion	6 %
Autre	3 %

À noter que plusieurs phénomènes dangereux peuvent apparaître au cours d'un événement.

Des explosions sont recensées dans 3 événements (ARIA 35972, 38126 et 41087). Pour les 2 premiers, elles sont la conséquence de l'incendie (bouteilles de gaz prises dans le feu). Pour le

dernier, elle en est l'origine (explosion dans un transformateur électrique). Dans les 3 cas, elles ne sont pas liées directement aux installations de panneaux photovoltaïques.

### 1.3. Interventions sous tension

La présence de panneaux photovoltaïques complexifie l'intervention des pompiers. Elle induit des risques supplémentaires, au premier rang desquels l'électrification. Ces installations possèdent 3 spécificités :

- c'est un réseau à courant continu. Il provoque des paralysies musculaires beaucoup plus facilement que le courant alternatif. Outre le risque cardiaque et respiratoire, la tétanie empêche le réflexe de lâcher le conducteur (tresse ou câble par exemple).
- elles produisent de l'énergie tant que dure la lumière du jour et le réseau en amont des onduleurs ne peut être mis hors tension.
- elles s'étendent sur de grandes surfaces constituant un ensemble de connectiques important et sensible.

Ces difficultés se retrouvent dans certains événements de l'étude.

- ARIA 37736 - feu dans un entrepôt couvert de 1000 m<sup>2</sup> de panneaux : les pompiers sont confrontés à :
  - l'absence de matériel adapté pour démonter les panneaux : le retrait des panneaux est envisagé pour limiter la propagation de l'incendie mais nécessite une dévisseuse munie d'un embout spécifique (NB : opération réalisée avec succès dans ARIA 46001) ;
  - l'impossibilité d'arrêter la production d'électricité (également dans ARIA 40204 et 42382) : les panneaux photovoltaïques sont recouverts d'une bâche pour ne plus recevoir d'énergie solaire ;
  - des difficultés d'accès à l'espace entre la toiture et les panneaux ;
  - la propagation du feu via les câbles et la couverture d'étanchéité : les tresses de fils aux isolants fondus produisent des courts-circuit générant des départs de feu sous panneau.
- ARIA 38584 - feu chez un particulier : un pompier est électrisé et brûlé aux mains après avoir donné un coup de hachette sur une installation photovoltaïque ;
- ARIA 40701 - feu d'un bâtiment agricole : impossibilité d'arroser le départ de feu sur le toit à cause du risque d'électrocution ;
- ARIA 42196 - feu sur un hangar : plusieurs difficultés opérationnelles :
  - localisation difficile de l'installation : absence de signalisation des équipements non visibles depuis le sol ;
  - absence de signalisation et de consignes dans le local technique des onduleurs ;
  - méconnaissance de l'installation par le personnel sur place, la société sinistrée louant sa toiture à une société tierce.

À noter que cette problématique se pose également après l'intervention, lors du déblaiement des lieux (ARIA 43184).

D'autres risques que l'électrification sont également présents :

- ensevelissement suite à l'effondrement du bâtiment : notamment pour les toitures de maisons individuelles (ARIA 42440, 40204, 40791) ;
- brûlures : ARIA 42048 - 2 pompiers sont brûlés par la coulée d'aluminium consécutive à la fusion des supports des panneaux. Le métal fondu détruit les sangles des ARI puis brûle et troue la cagoule, la veste et le sur-pantalon d'un pompier ;
- projections : ARIA 40293 - éclatement des panneaux sous l'effet de la chaleur et projection de verre.

- exposition aux fumées toxiques (ARIA 40204).
- chute de hauteur, accentuée par la pente et le caractère lisse et glissant des panneaux.

A noter toutefois que les événements récents ne font pas état de difficultés particulières pour ce type d'intervention (ARIA 41190, 41755, 42652, 45373, 45558, 45731). Ceci laisse supposer que les actions et consignes mises en place pour les intervenants (cf paragraphe 2.2.) leur permettent de mieux appréhender les risques inhérents à ce type d'intervention.

#### 1.4. Des conséquences classiques d'incendies.

Les conséquences humaines des événements étudiés sont modérées :

- aucun décès n'est relevé ;
- 1 blessé grave (crise cardiaque d'un exploitant ARIA 45057) ;
- 12 blessés légers, dont 9 pompiers. Seuls 4 de ces blessés légers sont directement imputables aux panneaux photovoltaïques (ARIA 38584, 40204 et 42048).

Les événements relevant tous d'incendies, des conséquences matérielles sont toujours relevées.

Nature	Conséquences	Pourcentage
Internes	Dommages matériels	100 %
	Perte d'exploitation	32 %
	Chômage technique	9 %
Externes	Dommages matériels	11 %
	Perte d'exploitation	4 %
	Tiers sans abri	9 %
	Privation d'utilité (eau, électricité...)	8 %

Des conséquences sur l'environnement sont relevées dans 11 accidents ; il s'agit principalement d'atteinte à des animaux d'élevage (ARIA 37565, 42652...) ou de fumées d'incendie (celles-ci ne sont prises en compte comme pollution atmosphérique que lorsqu'elles sont significatives, ARIA 35972, 37489...). Seul un phénomène de pollution des eaux de surface, par les eaux d'extinction, est rapporté (ARIA 43053). Enfin, sur la base des informations disponibles dans ARIA, il n'est pas possible d'établir que les panneaux photovoltaïques soient directement liés à des pollutions environnementales.

#### 1.5. Les causes et actions correctives très peu connues

Dans les 12 accidents dont l'origine est attribuée aux panneaux photovoltaïques, très peu d'informations sont disponibles concernant leurs causes. De plus, elles relèvent en général d'hypothèses. Ainsi on pourra noter :

- départ de feu lors de l'installation de panneaux photovoltaïques (ARIA 38126, 45136), dû notamment à des travaux de soudure (ARIA 40701) ;
- suspicion de défaut de pose initiant un incendie peu après la mise en service (ARIA 38176, 40204) ;
- dysfonctionnement de l'installation (ARIA 43615) dont suspicion de défaut d'isolation électrique ou thermique (ARIA 39743) ;
- défaillance dans le coffret électrique (ARIA 42247, 44519).

On peut également relever une bonne pratique : ARIA 37736 - la présence d'un mur coupe feu et

d'un panneau support résistant au feu sous la structure photovoltaïque ont permis d'éviter la propagation de l'incendie au reste du bâtiment. À la suite de cet événement, l'exploitant envisage les mesures suivantes :

- installation au niveau du faîtage d'une conduite d'eau équipée de buses, reliée au réseau de sprinkleurs, pour constituer un courant d'eau sous les panneaux (zone inaccessible) ;
- installation d'un système permettant d'occulter les panneaux et ainsi permettre de stopper la production d'électricité.

## 2. Éléments de retour d'expérience tirés de la bibliographie

### 2.1. Comportement au feu des panneaux photovoltaïques

L'INERIS et le CSTB (centre scientifique et technique du bâtiment) ont publié en décembre 2010 une étude sur le comportement au feu des modules photovoltaïques<sup>1</sup>. Cette étude vise à approfondir les connaissances sur l'aggravation ou non du phénomène d'incendie en cas de présence de modules photovoltaïques sur un bâtiment en feu. Les conclusions des différents essais menés sont les suivants :

- l'impact toxique des émissions de fluorure d'hydrogène (HF) issues de la combustion des cellules photovoltaïques peut être considéré comme négligeable (5 ppm pour un seuil des effets irréversibles de 200 ppm) ;
- les modules photovoltaïques ne contribuent que très faiblement au développement du feu ;
- l'étanchéité combustible, placée en face inférieure de certains panneaux, ne participe que dans une faible mesure à la propagation de la flamme ;
- en revanche, la présence de cette étanchéité semble jouer un rôle significatif dans l'augmentation rapide des températures observées dans les combles ;
- il a été observé que le courant continuait de circuler, malgré la destruction d'une partie des éléments.

### 2.2. Interventions des secours

La direction de la sécurité civile a transmis, le 9 juin 2011<sup>2</sup>, à tous les SDIS une note précisant les procédures à mettre en œuvre lors d'interventions des pompiers sur des sites équipés d'une installation photovoltaïque. Les spécificités de la conduite d'une intervention en cas d'incendie impliquant les panneaux se résument ainsi :

- informer l'ensemble des intervenants de la présence de risques électriques ;
- procéder à la coupure des énergies (disjoncteurs consommation et production) ;
- demander les moyens de renforcement, notamment une valise électro-secours ;
- réaliser un périmètre de sécurité en prenant en compte le risque de chutes diverses et de pollutions éventuelles ;
- procéder à l'extinction du feu en respectant les distances d'attaque afin d'éviter la formation d'un arc électrique : 3 m pour une lance à jet diffusé, 50 cm pour un extincteur ;
- proscrire tout contact avec les panneaux, structures ou câble en phase d'extinction ou de déblaiement ;
- si des opérations sur l'installation sont nécessaires, les réaliser de nuit ;
- contacter l'installateur pour le déblai.

Il est également indiqué que la réalisation d'un tapis de mousse sur les panneaux n'est pas une

1 « Prévention des Risques associés à l'implantation de cellules photovoltaïques sur des bâtiments industriels ou destinés à des particuliers » DRA-10-108218-13522A

2 Note d'information opérationnelle, réf : BMSPFE/JM/n°2011-585



technique efficace d'occultation et qu'elle ne permet pas de stopper la production d'électricité.

### 2.3. Causes des départs de feu sur les panneaux

À la lecture de différentes publications disponibles sur le sujet<sup>3</sup>, plusieurs causes peuvent être identifiées comme étant à l'origine de départs de feu :

- des travaux par point chaud lors d'une maintenance ;
- un défaut de conception (sous-dimensionnement) ou de montage qui conduit à une surchauffe sur le panneau (diode, mauvais contact, câbles...) ;
- un impact de foudre peut à la fois endommager le panneau et provoquer son inflammation ;
- un arc électrique peut être provoqué par un court-circuit au niveau du panneau (vieillesse) ;
- une erreur de montage des panneaux lors de leur installation ;
- l'agression mécanique due à des conditions météorologiques extrêmes (tempête, grêle) ou à la chute d'objet (cheminée, branche d'arbre...) ;
- échauffement du câblage au niveau des connexions, points de passage (conducteur plié) ou aux points de fixations.

---

<sup>3</sup> Face Au Risque n°468, déc 2010 « Installations photovoltaïques, quels risques ? », article « les installations photovoltaïques sont-elles dangereuses en cas d'incendie ? » du colonel SP Serge Koltchine

## L'accidentologie dans les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés

"Décharge", "décharge contrôlée", "centre d'enfouissement technique" (CET), "centre de stockage de déchets" sont autant de termes qui désignent cette activité. L'évolution des dénominations traduit celle des techniques d'aménagement et d'exploitation imposée par la réglementation. Aussi, en trois décennies, est-on passé du simple dépôt des ordures dans les décharges à un dispositif de traitement complexe avec des dispositions techniques concernant le choix des sites de confinement, la sélection des déchets admis, l'étanchéité des casiers de stockage, la récupération des effluents gazeux et aqueux aux fins de traitement avant rejet, la surveillance des sites pendant et après l'exploitation...

Cette évolution de la réglementation résulte de l'exigence de qualité de vie de moins en moins compatible avec les nuisances engendrées par certaines installations, mais aussi de l'expérience acquise, notamment lors des accidents et incidents survenus sur ces sites. C'est l'objet de cette synthèse relative à l'accidentologie des centres de traitement de déchets ménagers et assimilés par enfouissement.

### 1. Objet du document

Le présent document porte sur les accidents sélectionnés dans la base de données ARIA, impliquant les décharges, centre d'enfouissement technique, les centres de stockages d'ordures ménagères (OM) et assimilées et les accidents comparables. Pour la plupart, ces accidents concernent l'activité d'enlèvement et de traitement des ordures ménagères (NAF 90.0B).

La base ARIA, qui ne prétend pas à l'exhaustivité, recense 170 accidents survenus dans les installations de ce type avant le 1<sup>er</sup> janvier 2005, dont 163 en France. Cette synthèse restitue et analyse successivement les informations enregistrées sur la nature de ces accidents français, leurs conséquences, causes et circonstances.

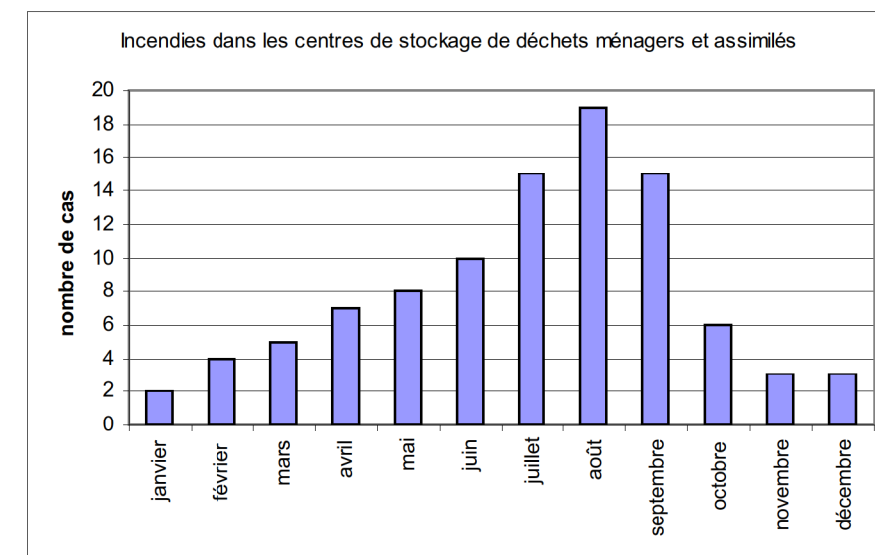
Compte tenu des données disponibles, ce travail ne peut être considéré comme une étude statistique, néanmoins quelques indicateurs chiffrés propres au stockage des déchets ménagers et assimilés pourront être mis en perspective ou en relation avec l'ensemble des accidents et incidents répertoriés dans ARIA avant le 1<sup>er</sup> janvier 2005, soit 23 296 événements survenus en France et qui résultent pour l'essentiel de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, carrières, élevages...classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses.

### 2. Les principaux types d'accidents survenus

Le tableau suivant montre la répartition des 163 accidents français examinés en fonction de leur typologie.

Typologie de l'événement	Nombre d'accidents en France	% du total (163 cas)
Incendie	97	59
Rejet dangereux (produits/organismes)	55	34
« Presque accident »	27	17
Explosion	9	6
Effet domino	5	3
Projection, chute d'équipement	1	1
Radiation	2	1
Pollution chronique aggravée	2	1
Autre	2	1

Près de 59% des événements recensés dans les sites d'enfouissement d'OM sont des incendies alors que ceux-ci ne représentent que 50% des 23 296 accidents et incidents répertoriés dans la base ARIA et survenus en France avant le 1<sup>er</sup> janvier 2005. Ces feux se déclarent essentiellement au niveau des alvéoles de stockage, mais aussi dans les locaux techniques et peuvent parfois être responsables d'effets domino (n° 11656, 24470, 6760). En outre, les incendies sont plus fréquents pendant les mois les plus chauds de l'année comme le montre le graphique suivant.



Lorsque l'incendie concerne les déchets, il s'accompagne de rejets dangereux ou polluants à l'atmosphère (fumées toxiques, malodorantes...) (n° 15723, 20827, 22213, 25169...) et parfois de rejets dans les eaux et les sols du fait de l'absence ou de l'insuffisance des dispositifs de gestion des eaux d'extinction (n°15723).

Les rejets dangereux, qui représentent plus de 34% des accidents ou incidents survenus dans les CET de classe 2, sont constitués à 67% de rejets de gaz toxiques ou polluants (biogaz, ou gaz issus de déchets chimiques stockés illicitement ou fumées d'incendie) (n°2523, 3447, 7054, 10911, 18378...), à



21% de rejets d'eaux de ruissellement du fait de leur non-récupération (n°1832, 6102, 10157, 16253...) ou en raison de défaillance de l'installation de drainage ou de traitement des lixiviats (n° 5044, 8883, 17027, 20129, 18018, 22537, 25977, 26741...), et à 12% d'épandages de produits dangereux déposés ou utilisés sur le site, comme les hydrocarbures (n° 3923, 7426).

Les « presque accidents » recouvrent 3 cas de découverte de produits interdits (produits chimiques ou munitions/explosifs) sur le site de stockage, n'ayant pas eu de conséquence (n°5192, 4144, 6901) et 24 autres cas de déclenchement de portique de détection de radioactivité à l'entrée du site (n° 16955, 18434, 27430...). Parfois, la présence d'éléments radioactifs a, d'autre part, conduit à des irradiations potentielles ou supposées du personnel présent (n°16955, 25439).

Enfin, 9 cas d'explosion sont recensés, ils ont pour origine soit le stockage de déchets interdits (produits chimiques, munitions/explosifs...) (n° 6212, 6040, 16516), soit des fuites de biogaz (n° 3062, 3196).

### 3. Les principales conséquences des accidents

Si dans une majorité de cas les conséquences concernent des dommages matériels internes, ou des dommages à l'environnement (pollution de l'air, de l'eau et des sols), un certain nombre d'accidents ont occasionné des victimes ou entraîné la mise en oeuvre de plans de secours pour protéger le voisinage (évacuation).

Conséquences	Nombre d'accidents en France	% du total* (161 cas)
Morts	3	2
Blessés graves	8	5
Blessés	15	9
Evacuation	3	2
Dégâts matériels internes	79	49
Dégâts matériels externes	4	3
Pollution atmosphérique	43	28
Pollution des eaux de surface	15	9
Contamination des sols	10	6
Pollution des eaux souterraines	4	3
Arrêt de distribution d'eau	2	1
Arrêt de distribution d'électricité	3	2

\* : dont les conséquences sont connues

Ainsi, 3 des accidents recensés ont été mortels, ce qui représente 2 % des accidents dans les centres d'enfouissement d'OM et dont les conséquences sont connues. Ce pourcentage est comparable à celui de l'ensemble des accidents industriels mortels recensés dans ARIA et survenus en France avant le 1<sup>er</sup> janvier 2005. Néanmoins, les accidents mortels survenus dans ces centres de stockage présentent la particularité de concerner plus fréquemment des personnes du public (1,3 % des

accidents étudiés contre 0,3%) et notamment des enfants jouant ou pratiquant des activités de récupération. Cette spécificité s'observe également pour les accidents ayant causé des blessés.

Il s'agit de personnes présentes irrégulièrement sur le site, intoxiquées par des gaz de fermentation (n° 10911) ou victimes d'explosions (n°2755). Le seul décès parmi les employés est celui d'un conducteur d'engin, écrasé par son compacteur (n° 17240).

A l'étranger, les accidents catastrophiques sont des glissements de terrains et/ou des éboulements de détritiques qui ont provoqué l'ensevelissement et la mort de nombreux riverains ou habitants de bidonvilles (n° 9909, 18207, 4431).

Quinze accidents français ont occasionné des blessés : des pompiers intoxiqués ou brûlés lors d'intervention de secours (n° 3113, 9288, 9382, 11656), un employé ou des personnes du public gravement blessés par des explosions (n° 3006, 6016, 3062, 2755, 6040), ou dans un accident de la route provoqué par les fumées issues d'un incendie (n° 3293), des personnes intoxiquées par l'inhalation de gaz toxiques (n° 3447) ou par l'eau potable polluée (n° 16277).

Dans 3 cas, l'évacuation des riverains a été rendue nécessaire, soit à cause du risque d'explosion due au biogaz (n° 3062, 18378), soit en raison de l'extension d'un incendie au-delà des limites du site (n° 11656).

Les dégâts matériels internes engendrés par les accidents dans les centres d'enfouissement de déchets sont d'une manière générale moins importants que dans les autres installations, notamment en ce qui concerne les incendies, car très souvent seuls les déchets en vrac sont impliqués, dans la mesure où le matériel d'exploitation et les infrastructures du site ne sont pas atteints. Néanmoins, il convient d'être particulièrement attentif aux dégâts occasionnés par ces incendies sur les dispositifs de protection des installations (géomembranes, systèmes de drainage...) (n° 20827, 25297, 24847), qui peuvent engendrer des pollutions (n° 12880) ou des sur-accidents.

Les incendies ou les combustions plus ou moins complètes de déchets sont également à l'origine de pollution atmosphérique. Les fumées émises qui entraînent la distillation de nombreux gaz sont très souvent malodorantes (n° 4393, 15723), et parfois toxiques (n° 22213).

### 4. Les circonstances et les causes

Les accidents se produisent le plus souvent en marche normale des installations, cependant un certain nombre a lieu alors que les installations sont en activité réduite (nuit, week-end...), il s'agit alors souvent d'actes de malveillance ou d'intrusion de personnes non autorisées sur le site.

Circonstances	Nombre d'accidents en France	% du total* (134 cas)
Exploitation normale	112	84
Période d'activité réduite	26	19

\* : dont les circonstances sont connues

Les causes des accidents étudiées ne sont connues que dans 50% des cas. Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Causes	Nombre d'accidents en France	% du total* (80 cas)
Filière de traitement inadaptée ou abandon de produit ou équipement dangereux	39	49
Défaut de maîtrise du procédé	13	16
Défaillance matérielle	13	16
Anomalie d'organisation	12	15
Malveillance avérée ou suspectée	11	14
Défaillance humaine	11	14
Agression d'origine naturelle	8	10

\* : dont les causes sont connues

La principale cause d'accident ou d'incident réside dans la nature des déchets stockés, ce qui met en exergue toute l'importance de la maîtrise de certaines filières de production et de collecte des déchets en amont.

Différents types de déchets sont en cause :

- des sources radioactives qui déclenchent les portiques de détection à l'entrée des établissements. Ces sources proviennent, dans la majorité des cas, de déchets hospitaliers ou médicaux (déchets de diagnostics, de soins, couches...) (n° 25739, 27430, 16823...) ou des ordures ménagères de particuliers subissant une radiothérapie (n° 22670, 24985...). Des débris de paratonnerre (n° 26481, 18434, 22715...) ou des détritissés issus de centre de recherches (n°27210) sont aussi en cause.
- des fûts de produits chimiques, des déchets industriels (n° 3447, 6040, 15723...), ou même des armes ou des explosifs (n° 6901, 16934, 16516) déposés illégalement.

La difficulté de maîtriser les effluents gazeux (biogaz) et aqueux (lixiviats) produits lors de l'exploitation des sites de stockage de déchets est également à l'origine de plus de 16% des accidents (défaut de maîtrise du procédé), le non respect des règles d'exploitation est d'ailleurs souvent en cause.

Les actes de malveillance (incendies intentionnels ou non suite à l'intrusion de personnes non autorisées, dépôts volontaires de déchets interdits...) sont, par ailleurs, 2 fois plus fréquents lors des accidents survenus sur les sites de stockage de déchets ménagers que lors des accidents industriels recensés dans ARIA et survenus en France avant le 1<sup>er</sup> janvier 2005 (n° 3923, 25297, 25169).

## 5. Les Causes en fonction de la typologie des accidents / Recommandations

### a. Incendie

Comme évoqué précédemment, l'incendie est l'accident le plus récurrent sur les installations de stockage des ordures ménagères et assimilées. Les causes des feux qui se déclarent au niveau des alvéoles de stockage peuvent être multiples :

- **déchargement de déchets interdits et/ou facilement inflammable** (n° 11656, 14190). Pour éviter de tels accidents, la réglementation impose des vérifications sur toute livraison de déchets (Art. 7 - AM du 9 sept 1997 mod.) et des règles générales d'exploitation (Art. 30 - AM du 9 sept 1997 mod.). Aussi, la vidange des camions se passe sous la surveillance d'un opérateur en zone d'exploitation, son rôle étant de vérifier que le chargement ne comporte pas de déchets interdits non détectés au contrôle en entrée.
- **Inflammation du biogaz par diverses sources d'ignition** : étincelle d'origine électrique, flamme nue, cigarette, foudroiement, rayonnement solaire... (n°6760, 22695, 25387, 21520 – un incendie initié par le rayonnement solaire détruit 153 m de géomembrane...). La mise à la terre des parties métalliques, l'établissement de permis feu, la large diffusion des consignes de sécurité et leur assimilation au niveau opérationnel sont autant de moyens pour lutter contre le risque d'inflammation du biogaz. Par ailleurs, la gestion de la fermentation des déchets et une collecte adéquate du biogaz comme l'impose la réglementation (Art. 19 - AM du 9 sept 1997 mod.) sont de nature à permettre la maîtrise du risque incendie. Le recouvrement journalier des déchets, le compactage des déchets sont des exemples de bonnes pratiques permettant de limiter ce risque.
- **Point chaud au niveau des déchets stockés** dû par exemple à un déchargement de déchets chauds, une cigarette, au pot d'échappement des engins de chantier (n° 26496, 13709, 7702 – déchargement de sable de fonderie encore chaud)... Une bonne formation du personnel peut permettre de limiter ce risque.
- **Acte de malveillance** (n° 25169 – incendie causé par des intrus ayant mis le feu à des gaines de protection de fils de cuivre pour en récupérer le métal, 12957...). La réglementation prévoit la limitation et le contrôle de l'accès à l'installation de stockage et la clôture du site (Art. 20 - AM du 9 sept 1997 mod.). Les mesures susceptibles d'être prises par les exploitants comprennent la mise en place de rondes de surveillance lorsque l'établissement est fermé, ou le recours à des sociétés de gardiennage (n° 25297, 22537).

Par ailleurs, pour éviter l'extension d'un éventuel incendie à l'extérieur de site (n° 24470, 11656 – l'incendie, attisé par le mistral, détruit 4000 ha de garrigues et conduit à l'évacuation de 3500 personnes), la réglementation impose que les abords du site soient débroussaillés (Art. 30 - AM du 9 sept 1997 mod.). Des moyens efficaces de détection et de lutte contre l'incendie doivent également être disponibles sur site (n° 25297, 25284), notamment de la terre de recouvrement en quantité suffisante. De plus, une piste de ceinture et des voies d'accès pour les véhicules de secours doivent être aménagées. En cas d'incendie en profondeur, l'utilisation d'eau n'est pas indiquée car elle peut induire une réaction d'oxydoréduction au contact de la matière organique à très haute température avec production de gaz inflammables. Le creusement de tranchées à proximité directe de la zone de combustion peut également être nuisible, (n° 26295 – Les travaux de terrassement effectués pour extraire le foyer situé en profondeur ne font qu'attiser l'incendie par apport d'oxygène).

### b. Explosion



Les risques d'explosion dans ces stockages ont déjà été évoqués dans le chapitre sur le risque incendie. Il s'agit essentiellement de :

- **fuites de biogaz** (n° 3196), ce risque perdurant au-delà de la période d'exploitation (n° 18378, 3062 - explosion dans le sous-sol d'un immeuble situé en face d'une ancienne décharge publique, soufflant une partie des murs porteurs et de la toiture et blessant 2 personnes). Pour le limiter, un système efficace de drainage et de collecte des biogaz vers une torchère ou une installation de récupération doit être installé et entretenu.
- **déchets stockés interdits** (munitions, explosifs ou produits chimiques) (n° 6212, 6040, 16516).

#### c. Emissions à l'atmosphère

Différents facteurs peuvent engendrer des émissions toxiques ou polluantes à l'atmosphère :

- **les fumées d'incendie** (n° 4393, 22213 – émission de dioxines, furannes...),
- **les fuites de déchets chimiques interdits** stockés sur le site (n° 3447 – émission de cyanure de sodium intoxiquant 8 personnes),
- **le rejet de gaz de fermentation toxiques et/ou odorant** (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, RSH...) en cours d'exploitation ou après exploitation. Pour limiter les rejets en cours d'exploitation, alors que le drainage des gaz n'est pas encore mis en place, une couverture quotidienne des déchets peut être effectuée avec des matériaux sableux ou argileux ou avec du compost tout en s'assurant que cette couverture intermédiaire ne gênera pas ensuite l'écoulement des lixiviats (un recouvrement journalier pour limiter les envols de déchets est imposé par la réglementation, Art. 28 - AM du 9 sept 1997 mod. L'envol de déchet (sacs plastiques par exemple) est une nuisance importante inhérente à ce type d'installation et peut entraîner de lourdes conséquences – n° 25297, des déchets envolés obstruent le bassin de réserve incendie du site et ralentissent les secours, n°28642 – 200 ha de terrain pollué par l'envol de déchets issus d'une décharge) . L'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) recommande de poser une couverture journalière d'au moins 15 cm ayant pour effet de lutter contre les parasites (oiseaux, rongeurs, insectes...), de réduire les risques incendies en limitant les sources d'ignition et l'extension d'éventuels feux, de réduire les nuisances olfactives, d'empêcher les envols de déchets et de dissuader les personnes pratiquant la récupération en soustrayant à leur vue les déchets stockés. D'autres part, le mélange de certains types de déchets peut favoriser la formation de ces gaz (la fermentation de matières organiques en présence de sulfate de calcium (plâtre) favorise la formation de H<sub>2</sub>S...). Ainsi la prise en considération de la nature des déchets compactés dans un même casier et la limitation des surfaces en exploitation sont de nature à limiter ces émissions. En post-exploitation, la mise en place d'une couverture adaptée aux types de déchets enfouis permet de contrôler les phénomènes de migration des gaz (n° 3062, à plusieurs centaines de mètres).

#### d. Pollution des eaux et des sols

Les risques de pollutions des eaux sont multiples sur un site de stockage de déchets ménagers. On distingue notamment :

- **les eaux de ruissellement** (n° 1832) : la mise en place de fossé extérieur visant à collecter les eaux de ruissellement est imposée par la réglementation (Art. 16 et 17 - AM du 9 sept 1997 mod.). D'autre part, la réalisation de pentes adaptées permet de limiter le ruissellement vers les zones de stockage. En fin d'exploitation, la couverture mise en place est destinée à maîtriser les infiltrations et le drainage.
- **les lixiviats** (n° 17027, 25977 - 300 m<sup>3</sup> de lixiviats rejetés dans le milieu naturel menaçant un puits de captage, 10157 – 200 personnes privées d'eau potable pendant 1 semaine suite à la pollution de la nappe phréatique par des infiltrations chargées en benzène et issues d'une décharge) : pour éviter l'infiltration des lixiviats dans les sols et les eaux souterraines, la réglementation demande qu'une double barrière soit mise en place sous le fond de casier et sur ses flancs, l'une est dite de sécurité passive (impermeabilité naturelle ou reconstituée du sous-sol), la seconde est dite de sécurité active, constituée par une géomembrane surmontée d'une couche de drainage (art. 10, 11 et 14 - AM du 9 sept 1997 mod.). L'étanchéité de la géomembrane doit être vérifiée par un organisme et maintenue au moins pendant toute la phase d'exploitation. La mise en place de protections de la géomembrane telles qu'un géotextile antipoinçonnant peut y contribuer. La barrière de sécurité active assure également le drainage et la collecte des lixiviats (n° 11444) et évite la sollicitation de la barrière de sécurité passive (Art. 13 - AM du 9 sept 1997 mod.). Les pompes de relevages ou le réseau gravitaire d'écoulement des lixiviats doivent par ailleurs être régulièrement contrôlés (n°8883).
- **les effluents issus des installations de traitement**. Par défaillance matérielle ou humaine/organisationnelle, les installations de traitements des lixiviats peuvent être à l'origine de pollution des eaux, elles doivent donc être particulièrement suivies et correctement conçues pour permettre le traitement de l'ensemble des lixiviats, y compris en cas de fortes pluies (n° 5044).
- **les écoulements de substances toxiques ou polluantes**. Il s'agit notamment d'hydrocarbures (n° 3923, 7426, 11459) issues de citernes de l'établissement ou des engins circulant sur le site (Art. 23 - AM du 9 sept 1997 mod.). Les zones de stockage et de circulation doivent être en rétention, les effluents drainés et traités.
- **Les eaux d'extinction incendie** (n° 6760). Un dispositif de récupération des eaux d'incendie doit être prévu pour que celles-ci soient ensuite contrôlées et éventuellement traitées.

#### e. Glissement de terrain et inondation

Si le choix du site de stockage de déchets en fonction des études géotechniques et hydrogéologiques est de prévenir la pollution des eaux souterraines, il ne faut pas sous-estimer les risques de glissement de terrain et d'inondation (n° 9909 – glissement de 100 000 t de déchets en Espagne, à l'origine de l'ensevelissement d'un automobiliste et de plusieurs maisons, 18207 – effondrement d'un pan d'une décharge haute de 15 m après le passage d'un typhon aux Philippines). Ensuite, l'exploitation correcte de l'installation permet d'assurer la stabilité de la masse des déchets et des structures associées (Art. 28 - AM du 9 sept 1997 mod.). Cette stabilité dépend notamment des propriétés mécaniques des déchets (nature, cohésion, poids

volumique...), des caractéristiques des couvertures journalières ou hebdomadaires, du drainage des effluents liquides et gazeux, de la géométrie du casier...

La stabilité des digues, des zones d'exploitation ou des fonds de casier peut être remise en cause (n°9909, 18207) par différents facteurs comme:

- Une contrainte hydraulique associée par exemple à la présence d'une nappe phréatique
- Un défaut de compactage des digues et des déchets.
- Un défaut de conception technique.
- Une charge trop importante (volume de déchets stockés ou poids de la couverture finale).
- La diminution de poids volumique et de la résistance des déchets due aux processus de dégradation,
- Des surpressions liées à la production de biogaz...

Pour prévenir ces risques, différentes précautions peuvent être prises comme la réalisation de relevés topographiques réguliers, le contrôle régulier du niveau piézométrique, la mise en place d'inclinomètre, un contrôle visuel régulier...

#### f. Emission radioactive

Pour éviter tout risque d'irradiation provoqué par la présence de sources plus ou moins radioactives parmi les déchets (n° 25739, 16823...), des portiques de détection de radioactivité, régulièrement contrôlés (appareils sensibles au bruit de fond), doivent être en place à l'entrée des établissements. D'autre part, le personnel doit être formé pour savoir comment réagir en cas d'alerte : isoler le camion, procéder à un test plus formel sur un échantillon, prévenir responsable de site et expéditeur, prévenir les pompiers et/ou un organisme spécialisé pour l'évacuation du chargement.

\*       \*  
  
\*

Les 163 incidents ou accidents français examinés à l'occasion de cette synthèse concernent des installations de stockage de déchets ménagers autorisées ou non au titre de la législation des installations classées. Si d'importants efforts ont été réalisés au cours des trois dernières décennies, ils ne reflètent pas une évolution homogène de l'ensemble des installations.

La marge de progression reste importante. Il s'agit notamment de résorber les trop nombreuses décharges non-autorisées<sup>1</sup>.

Sur les sites régulièrement autorisés, l'examen de l'accidentologie soulève différentes préoccupations qui tiennent notamment à la prévention des incendies<sup>2</sup> et à la meilleure maîtrise des déchets admis.

<sup>1</sup> Circulaire du 23 février 2004, relative à la résorption des décharges non-autorisées.

<sup>2</sup> Circulaire du 27 juin 2003, relative à la prévention des incendies de forêt liés aux dépôts sauvages de déchets et aux décharges

Cette question mérite une attention particulière dès le processus de génération des déchets ; il est essentiel de ne jamais perdre de vue qu'un produit devenant un déchet, n'en conserve pas moins ses propriétés et ses dangers (inflammabilité, toxicité, solubilité ...). Il convient d'en tenir compte dans les opérations de tri à la source, de collecte, de traitement et d'élimination.

L'assimilation des leçons tirées de l'analyse en toute transparence des accidents et incidents est indispensable pour maîtriser ces risques et probablement réduire la méfiance sociale vis à vis des installations d'élimination de déchets.

#### 6. **Eléments bibliographiques**

BILLARD Hervé, (2001) – *Centres de stockage des déchets* – Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement.

EPA (Environmental Protection Agency, USA), (1998) – *Solid Waste Disposal Facility Criteria, Technical Manual*.

DUFEIGNEUX Jean-Louis, TETU Alain, RISSER Rémi, RENON-BEAUFILS Marie, LE LOURD Philippe (2003) – *Rapport de l'instance d'évaluation de la politique du service des déchets ménagers et assimilés* - Commissariat Général du Plan.

MADALENO Elisabeth (2000) - *Accidentologie des filières de déchets – Retour d'expérience* – Ecole des Mines de Paris / MATE/DPPR/SEI/BARPI.

ROZIAU Philippe (2001) – *Méthode d'évaluation des impacts et des risques pour les activités liées au traitement des déchets – Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés* – Ecole des Mines d'Alès / ORSEM.



**Base de données ARIA - État au 21/07/2015****Accidentologie liée aux installations de  
stockage des déchets non dangereux en  
fin d'exploitation**

La base de données ARIA, exploitée par le ministère du développement durable, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des événements accidentels présentés ci-après ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs. Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante :

**BARPI - 5 Place Jules Ferry, 69006 Lyon / Mel : [barpi@developpement-durable.gouv.fr](mailto:barpi@developpement-durable.gouv.fr)**

Réf. : RC\*\*\*\*\* / ""

### Accidentologie liée aux installations de stockage des déchets non dangereux en fin d'exploitation

La base de données ARIA contient huit accidents concernant des ISDND fermées. Selon les cas, il n'est toujours possible de savoir si l'événement a eu lieu :

- pendant la phase de suivi (d'une durée réglementaire de 30 ans) après la fin de l'activité commerciale. Pendant cette phase, les équipements de captage et traitement du biogaz sont en fonctionnement ;  
ou
- après la fin d'exploitation complète, au moment du démontage des équipements de captage et traitement du biogaz.

Les phénomènes dangereux rencontrés sont de plusieurs natures : rejet de biogaz à l'atmosphère sans inflammation, rejet de biogaz suivi d'une explosion, incendie. L'analyse de ces différents événements permet de dégager des recommandations et des points de vigilance.

#### Rejet atmosphérique de biogaz

Un des principaux risques liés aux ISDND est l'émission involontaire de biogaz à l'atmosphère. Une telle émission représente un **risque sanitaire en raison de la présence d'H<sub>2</sub>S dans le biogaz**. Ce risque est d'autant plus important que l'émission a lieu dans une atmosphère confinée.

C'est le cas de l'accident ARIA 18378 : rejet de biogaz au niveau des canalisations, caves et vides sanitaires d'un lotissement situé à proximité immédiate d'une ISDND en phase post-exploitation commerciale. En complément du résumé issu de la base ARIA, un rapport détaillé consacré à cet accident élaboré en 2001 par l'inspection générale de l'environnement est joint à cette note et disponible sous <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/014000722.pdf>

Un autre exemple de rejet atmosphérique accidentel de biogaz est celui de l'événement ARIA 7054. Dans les deux cas, les accidents sont liés à l'**absence** (ARIA 7054) ou à l'**inefficacité** (ARIA 18378) du **système de collecte du biogaz**. En effet, dans le cas de l'accident ARIA 18378, un nombre insuffisant de puits de captage au regard de la production de biogaz du site a été constaté a posteriori (information issue du rapport de l'IGE).

Ces deux cas peuvent donc s'apparenter, à la composition du biogaz près, à la configuration d'une ISDND fermée définitivement et dont les équipements de collecte (pompe) et de traitement (torchère) du gaz ont été démontés.

Dans le cas de l'accident ARIA 18378, d'autres pratiques dangereuses sont mises en cause (informations issues du rapport de l'IGE). Il s'agit du recouvrement des déchets, réalisé de manière précipitée à l'issue de la période d'exploitation, afin de remodeler le site en coulée verte. Cet accident attire donc l'attention sur la **vigilance à apporter aux modalités de réaménagement post-exploitation commerciale**. Il s'agit notamment de veiller au bon dimensionnement du réseau de captage de biogaz et de prendre les précautions nécessaires lors des travaux entrepris pour réaménager les sites.

#### Explosion

En présence d'une source d'inflammation, et si le méthane est présent dans sa plage d'explosivité (LIE-LSE), un rejet accidentel de biogaz peut conduire à une explosion. C'est le cas de l'accident ARIA 3062 qui concerne une explosion au niveau de bâtiments d'habitation situés en face d'une ancienne ISDND. Les conséquences humaines peuvent être lourdes : deux personnes brûlées dans l'accident ARIA 3062.

Par ailleurs, dans ce cas (comme dans celui de l'accident ARIA 18378, où la fuite n'a pas dégénéré en explosion), l'évacuation des riverains a été une mesure nécessaire face au risque d'explosion.

Cet accident montre que les **risques d'explosion liés aux fuites de biogaz perdurent au-delà de la période d'exploitation d'une ISDND. Le risque d'explosion du biogaz dépend du pourcentage de méthane dans sa composition (la plage LIE-LSE du méthane considérée en général est [5 ; 15%])**. La vigilance doit être renforcée en fin d'exploitation car la concentration en méthane dans le biogaz (environ 50% dans les premiers temps) tend à décroître au fur et à mesure que le potentiel

méthanogène des déchets s'amenuise. La concentration en méthane du biogaz peut alors se rapprocher de la limite supérieure d'explosivité.

#### Incendie

Plusieurs cas d'incendies d'anciennes ISDND fermées sont recensés : ARIA 25409, 26237, 30196, 44768, 12958.

L'origine des événements reste inconnue dans plusieurs cas.

Dans le cas de l'accident ARIA 44768, la cause de l'incendie est un échauffement des déchets enfouis suite à des défaillances au niveau de la couverture finale mise en place à la fin de la période d'activité (apparition de failles). Cet accident concerne toutefois un site en début de phase de suivi (accident en 2011 / arrêt de l'activité et mise en place d'une couverture en 2009-2010). Les déchets étaient donc encore au début leur la phase de production de biogaz. La configuration n'est donc pas tout à fait similaire à celle d'un site arrivé au stade de fermeture définitive.

Dans le cas de l'accident ARIA 12958, une des pistes retenues pour la fuite (suivie d'inflammation) de biogaz est également la défaillance d'imperméabilité de la géomembrane de couverture d'une ancienne ISDND.

Ces accidents pointent donc l'**importance du choix du matériau de la couverture mise en place à la fin de la période d'activité**. Il est nécessaire de **s'assurer du maintien de ses caractéristiques** au fil du temps.

#### Points de vigilance

Les différents accidents considérés montrent qu'une **ISDND fermée reste une installation représentant un potentiel de danger**. L'activité biologique au sein des déchets se poursuit en effet pendant plusieurs dizaines d'années après la fin d'exploitation commerciale.

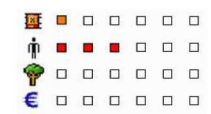
Les recommandations sont les suivantes :

- Porter une **attention particulière à la nature des couvertures**, mises en place à l'issue de l'exploitation commerciale, qui doivent résister à un contexte fortement évolutif (maturation progressive des déchets, contraintes mécaniques liées au tassement des déchets...):
  - o Vigilance sur la nature des matériaux **pour éviter l'apparition de failles** ou autres pertes d'étanchéité au fil du temps.
  - o Choix d'une **couverture adaptée** aux types de déchets enfouis pour **contrôler les phénomènes de migration des gaz** (attention aux remblais et matériaux argileux qui favorisent les migrations latérales).
- Avoir une connaissance précise des caractéristiques du site et des déchets enfouis :
  - o Importance d'une **connaissance fine des voies de cheminement préférentielles du biogaz** (par exemple : la présence de matériaux de remblaiement ou de tranchées constituent des voies de migration préférentielles ; la présence d'une couverture en matériaux argileux empêche l'évacuation verticale du biogaz...).
  - o Importance de la **connaissance de l'évolution de la composition du biogaz** au fur et à mesure de la phase de post-exploitation (appréhender le potentiel gazeux résiduel)
  - o Importance de la connaissance des valeurs-limites min et max à l'intérieur desquelles le méthane présente un risque avéré d'explosion. **Il faut être particulièrement vigilant au moment où les équipements d'extraction et de traitement du biogaz doivent être arrêtés, qui correspond au moment où la concentration en méthane se rapproche de sa limite supérieure d'explosivité.**



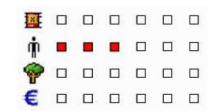
## Accidents impliquant des installations de stockage des déchets non dangereux après leur période d'exploitation commerciale

### Explosions


**N° 3062 - 15/02/1991 - 68 - WINTZENHEIM**  
 Naf 38.11 : Collecte des déchets non dangereux

Une **explosion** se produit au sous-sol d'un immeuble situé en face d'une **ancienne décharge publique**. Une partie des murs porteurs et de la toiture sont soufflés dans l'explosion, 2 personnes brûlées sont transportées à l'hôpital. Les mesures effectuées par les pompiers sur l'air dans le sous-sol révèlent une **forte concentration en méthane**. Une tranchée effectuée le long de la clôture de la décharge montre un taux de méthane de 60%. Par sécurité, 4 maisons voisines sont évacuées, l'électricité et le téléphone sont coupés et la circulation est interrompue. Les riverains portent plainte ; 6 ans après l'explosion, le tribunal administratif de Strasbourg rend son jugement. Le syndicat intercommunal des déchets est condamné à verser 6 MF.

### Incendies


**N° 25409 - 23/08/2003 - 36 - SAINT-AOUSTRILLE**  
 Naf 38.22 : Traitement et élimination des déchets dangereux

Un **feu** se déclare dans une **ancienne décharge** en bordure de route et de voie ferrée. Le site est par ailleurs surplombé par une ligne à haute tension de 90 KV et 2 lignes de 20 KV, qui alimentent des antennes émettrices et un hameau de 350 personnes. En accord avec les services d'électricité, la distribution est coupée par intermittence pendant 6 h pour permettre le refroidissement du foyer. Un bulldozer intervient pour étouffer le sinistre.

**N° 26237 - 02/09/2003 - 17 - ROCHEFORT**  
 Naf 38.11 : Collecte des déchets non dangereux

Un **incendie** se déclare dans une **ancienne décharge** communale de 9 ha couverte de broussailles et d'arbustes. Vingt-trois pompiers et 6 camions interviennent durant plusieurs heures pour circonscrire le sinistre.

**N° 30196 - 05/07/2005 - 38 - SAINT-SEBASTIEN**  
 Naf 38.11 : Collecte des déchets non dangereux

Un **feu** se déclare dans une **décharge fermée non réhabilitée**. L'incendie se propage aux forêts et aux champs alentours sur près de 1 000 m<sup>2</sup>. Les pompiers maîtrisent le sinistre à l'aide de 3 lances à débit variable et de 9 largages par hélicoptère bombardier d'eau. Mais l'intervention de longue durée nécessitera l'utilisation d'une pelleuse pour extinction complète de l'incendie.

**N° 44768 - 09/06/2011 - 15 - VEBRET**  
 Naf 38.21 : Traitement et élimination des déchets non dangereux

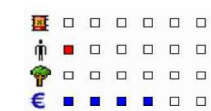
Un **feu** se déclare sur le site d'une **ancienne décharge de déchets ménagers fermée** mi-2009. Des émanations de fumées sont identifiées à plus de 50 m de **l'ancien casier de stockage de déchets, sur**

**une zone ayant été utilisée pour enfouir 2 000 m<sup>3</sup> de déchets verts, recouverts par des terres argileuses** en 2010. Des mesures de température et de toxicité des gaz émis sont réalisées.

Durant 2 jours, les pompiers arrosent et terrassent le site pour éviter la propagation de l'incendie à la forêt voisine et à un stockage de 400 m<sup>3</sup> de déchets verts en transit sur une plate-forme en surplomb. Les jours suivants, une surveillance du site est effectuée en raison des dégagements importants de fumées. La mairie prend des arrêtés municipaux restreignant les accès au site et à un circuit de randonnée proche pour éviter l'exposition de tiers.


En accord avec l'inspection des installations classées, informée par l'exploitant le 10 juin, l'exploitant engage l'évacuation du stockage de déchets verts en transit dans lequel des échauffements significatifs sont aussi constatés. Aucune pollution des eaux de surface par les eaux d'extinction n'est identifiée.

**Des fermentations internes au massif de déchets verts ayant conduit à la création de failles dans la couverture de ce dernier, par lesquelles de l'air et de l'eau (pluie puis arrosage du site par les services d'intervention) entretenant l'auto échauffement, sont à l'origine de l'incident.**

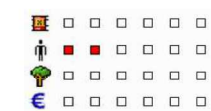

**N° 12958 - 24/05/1998 - 69 - TERNAY**  
 Naf 38.32 : Récupération de déchets triés

Dans un établissement spécialisé dans la réfection des palettes, **situé sur une ancienne décharge** près d'un important nœud autoroutier, un **incendie** visible à des km (flammes de 25 à 30 m) détruit 120 à 150 000 palettes entreposées sur 12 000 m<sup>2</sup> en îlots de 4 à 5 m de haut. Des promeneurs donnent l'alerte. Franchissant une autoroute qui sera coupée durant 1 h, des brandons enflamment des broussailles à flanc de colline. Les bâtiments, situés à 50 m du stockage, abritant les ateliers et les locaux administratifs de la société et ceux d'une autre entreprise, sont préservés grâce à un arrosage massif. L'intervention dure 6 h. Le responsable du site, un employé et 3 pompiers sont blessés. La **géomembrane de couverture de la décharge sera expertisée**. Les dommages sont évalués à 120 MF. Un sinistre comparable avait déjà détruit plus de 100 000 palettes et une partie des bâtiments 7 ans auparavant.

### Rejets atmosphériques de biogaz


**N° 7054 - 12/06/1995 - 95 - LE PLESSIS-GASSOT**  
 Naf 38.11 : Collecte des déchets non dangereux

Un agriculteur perçoit depuis longtemps une **odeur de gaz** dans sa propriété. Du gaz s'enflamme quand il présente une allumette au niveau de la couverture d'un ancien puits placé au centre de la cour de son exploitation. Une torchère est mise en place pour brûler le gaz dont le débit est évalué à 40 m<sup>3</sup>/h (1 à 2 mbar). Le **mélange gazeux (57 % CH<sub>4</sub>, 30 % CO<sub>2</sub> et 13 % N<sub>2</sub>) a pour origine la dégradation anaérobie de déchets organiques enfouis dans l'une des alvéoles, en fin d'exploitation et non drainée en biogaz, d'une importante décharge** située à 250 m de l'exploitation agricole. L'exploitant de la décharge collecte le gaz à l'aide d'une station de pompage de 1 000 m<sup>3</sup>/h jusqu'à mise en place des mesures de protection définitives (drainage, etc.).


**N° 18378 - 01/07/1999 - 77 - CREGY-LES-MEAUX**  
 Naf 38.11 : Collecte des déchets non dangereux

Du **biogaz gagne les canalisations, les caves et les vides sanitaires d'un lotissement construit récemment à 10 m d'une ancienne décharge de déchets ménagers**. Des odeurs alertent la municipalité et les habitants du lotissement qui sont relogés dans un hôtel durant 10 jours, temps nécessaire aux pompiers et aux experts pour identifier l'origine de l'incident et déterminer les suites à donner. Des piézomètres sont posés pour effectuer des mesures, puis une ceinture de puits de

Nombre d'événements recensés :8

**EACM**

ventilation mécanisée permet d'assainir le terrain et les habitations. Les travaux d'urgence sont évalués à 6 MF. La décharge en fin d'exploitation avait été réaménagée en coulée verte durant l'été 1999 ; une couverture de 5 m de terre a entraîné la mise en pression des déchets et la migration du biogaz insuffisamment drainé par les failles truffant le terrain (anciennes carrières de gypse). Des travaux sont envisagés (8 à 10 MF) : captage/traitement du biogaz à améliorer, lixiviats et eaux pluviales à collecter, etc.

**ANNEXE 4 – ETUDE DES EFFETS THERMIQUES GENERES EN CAS D'INCENDIE AU  
NIVEAU DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE – CNPP, 01/10/2021**

---





Prévention et maîtrise des risques

**GROUPE CNPP**  
**Département Feu et Environnement**  
Route de la Chapelle Réanville  
CD 64 - CS 22265  
F 27950 SAINT MARCEL  
Tél. 33 (0)2 32 53 64 33  
Fax 33 (0)2 32 53 64 68



RAPPORT D'ETUDE  
N° CR 20 12610 Rev D

**RAPPORT D'ETUDE N° CR 20 12610 Rev D**  
*Annule et remplace le rapport CR 20 12610 Rev C du 14 juin 2021*

**Evaluation de l'intensité des effets thermiques générés en cas d'incendie au niveau de la plateforme photovoltaïque du site de Malleville-sur-le-Bec (27)**

**DATE : 1<sup>er</sup> octobre 2021**

**CLIENT :**

EACM  
7 rue Gustave Delory  
59000 LILLE

**RESPONSABLE CLIENT :**

Aurélie CARDON  
☎ 03 20 15 10 25  
✉ aurelie.cardon@eacm.fr

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>CONTEXTE DE L'ETUDE.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PH1 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR UN INCENDIE AU NIVEAU DE LA PLATEFORME PHOTOVOLTAÏQUE.....</b>	<b>5</b>
2.1	DONNEES D'ENTREE.....	5
2.2	HYPOTHESES DE MODELISATION .....	10
2.3	DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES.....	11
2.4	INFLUENCE DE LA TAILLE DES PANNEAUX SUR LES DISTANCES D'EFFETS.....	13
2.5	PH1 - SYNTHESE .....	14
<b>3</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>19</b>
4.1	ANNEXE 1 : GENERALITES SUR LES METHODES DE CALCUL.....	19
4.2	ANNEXE 2 : RESULTATS DE CALCULS.....	30

**Le présent rapport comporte : 31 pages dont 13 pages d'Annexes.**

Ce rapport ne peut être reproduit ou publié que dans sa forme intégrale. Le CNPP décline toute responsabilité en cas de reproduction ou de publication non conforme. Le CNPP se réserve le droit d'utiliser les enseignements qui résultent du présent rapport pour les inclure dans des travaux de synthèse ou d'intérêt général pouvant être publiés par ses soins.

[www.cnpp.com](http://www.cnpp.com)

2/31

## 1 CONTEXTE DE L'ETUDE

La présente étude concerne un projet de construction d'une plateforme de production d'électricité photovoltaïque sur la commune de Malleville-sur-le-Bec dans le département de l'Eure (27). La plateforme photovoltaïque est prévue d'être implantée au sein d'une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux soumise au régime de l'autorisation des Installations classées pour la Protection de l'Environnement.



Figure 1 : vue aérienne de l'implantation projetée de la plateforme photovoltaïque (délimitation en bleu) - site de Malleville-sur-le-Bec

Un dysfonctionnement des modules photovoltaïques (défaut de pause, vieillissement de l'équipement, défaut de conception, etc.,) est en mesure d'engendrer des accidents de surchauffe et un départ de feu potentiel au niveau de la plateforme. Dans ce contexte, l'exploitant souhaite une estimation des périmètres de danger induits par un incendie se développant au niveau de la centrale photovoltaïque, plus précisément une évaluation du risque de propagation du feu par rayonnement thermique - dit effet domino sur les cibles de l'étude.

Le phénomène dangereux identifié pour l'exploitation du site est le suivant :

- ✓ **Ph1** : effets thermiques générés par un incendie se développant au niveau de la plateforme photovoltaïque.

La sélection du scénario pertinent à retenir dans le cadre de cette étude est réalisée conjointement entre le demandeur et CNPP.

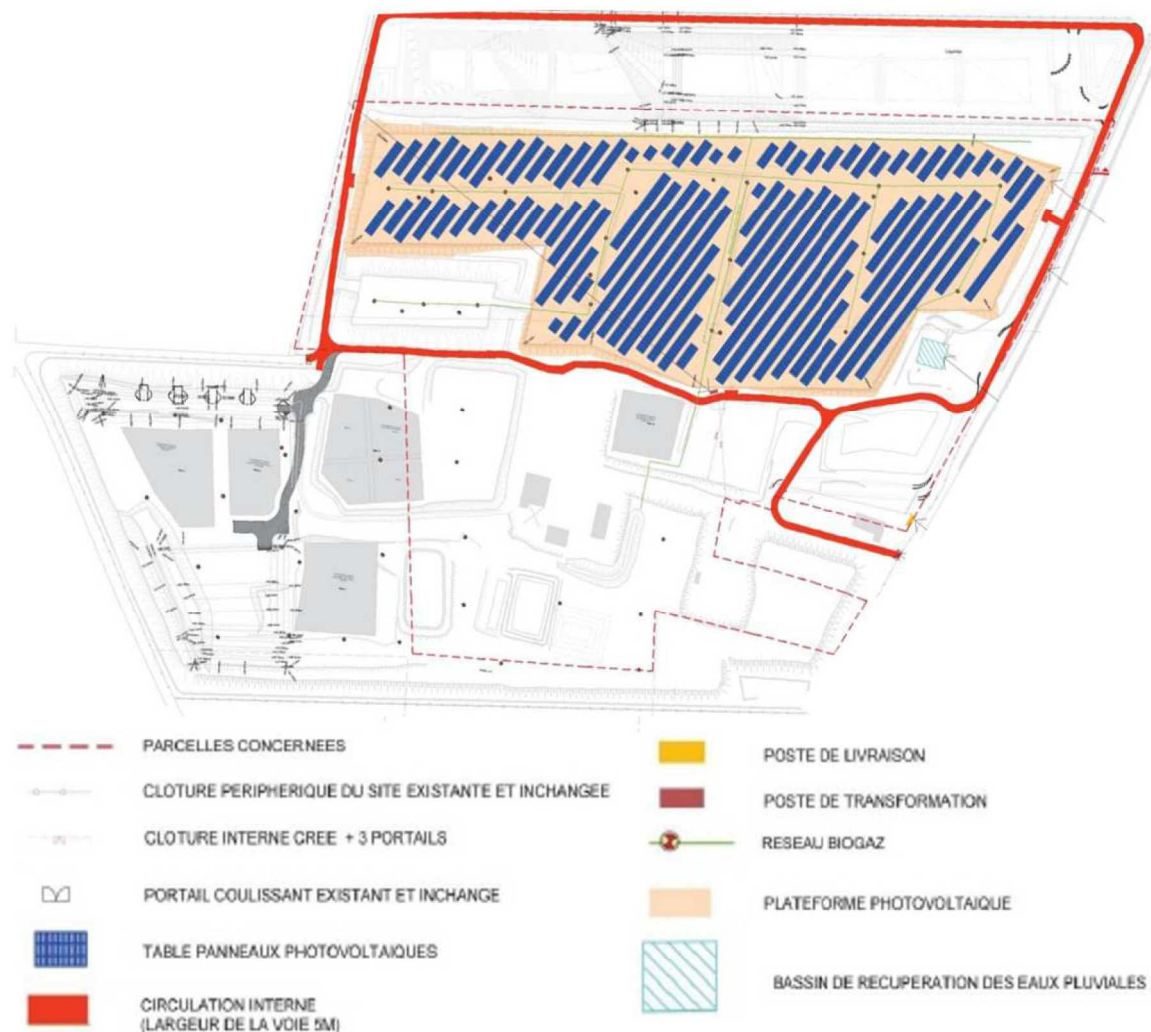
Compte-tenu de la nature des produits concernés par l'étude (panneaux photovoltaïques), une méthodologie propre au CNPP a été utilisée pour le calcul des distances d'effets aux flux thermiques réglementaires (cf. Annexe 1).



## 2 PH1 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR UN INCENDIE AU NIVEAU DE LA PLATEFORME PHOTOVOLTAÏQUE

### 2.1 Données d'entrée

La Figure 2 localise la zone d'implantation projetée de la plateforme photovoltaïque dans son environnement proche. La surface projetée des installations est de 24 170 m<sup>2</sup>.



#### 2.1.1 Dimensions de la zone considérée en feu

La zone considérée en feu correspond à la projection au sol des panneaux photovoltaïques (cf. Figure 3). Les dimensions de cette zone sont listées ci-dessous (découpages en trois parties ; Z1, Z2 et Z3) :

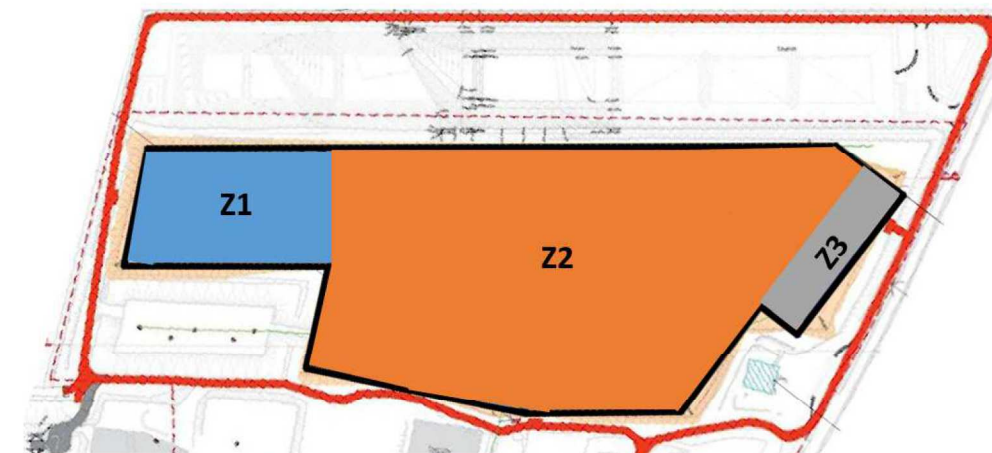


Figure 3 : bords de la zone considérée en feu en noir

Zone en objet de l'étude	Longueur	Largeur	Surface au sol de la zone	
Zone considérée en feu	Z1	140 m	83,7 m	11 718 m <sup>2</sup> environ
	Z2	307 m	186,8 m	57 347 m <sup>2</sup> environ
	Z3	119 m	60 m	7 140 m <sup>2</sup> environ
Surface totale			76 205 m <sup>2</sup> environ	

Tableau 1 : dimensions de la zone considérée en feu

#### 2.1.2 Dimensions d'une table photovoltaïque (groupement de modules photovoltaïques)

Une table photovoltaïque standard est composée de 27 modules (ou panneaux) photovoltaïques espacés de 0,03 m dans le sens de la longueur et caractérisés par des dimensions unitaires représentant environ : 2 m x 1 m x 0,05 m. Les dimensions d'une table sont les suivantes :

Élément considéré	Longueur	Largeur	Hauteur
Table photovoltaïque	9,24 m	6 m	0,05 m

Tableau 2 : dimensions d'une table photovoltaïque (à plat)

La Figure 4 reporte l'agencement des modules photovoltaïques au sein d'une table photovoltaïque standard :