



**Pièces complémentaires PC 049 135 25 A0028 :
installation agrivoltaïque
d'élevage bovin sur Feneu**

THEMES	COMPLEMENTS																											
1- Précisions sur l'historique de rendements	La NTA précise à la page 11 l'historique d'assolement de la parcelle.																											
	En complément, le tableau ci-dessous détaille les rendements mesurés par l'exploitant :																											
	<table><tr><td></td><td>2025</td><td>2024</td><td>2023</td><td>2022</td><td>2021</td><td>2020</td><td>2019</td><td>2018</td></tr><tr><td>Parcelle du projet</td><td>Maïs</td><td>Maïs</td><td>Maïs</td><td>Tournesol</td><td>Maïs</td><td>Triticale</td><td>Sarrazin</td><td>Triticale</td></tr><tr><td>Rendement qtx/ha</td><td>10</td><td>44</td><td>60</td><td>8</td><td>40</td><td>17</td><td>10</td><td></td></tr></table>		2025	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	Parcelle du projet	Maïs	Maïs	Maïs	Tournesol	Maïs	Triticale	Sarrazin	Triticale	Rendement qtx/ha	10	44	60	8	40	17	10	
		2025	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018																			
Parcelle du projet	Maïs	Maïs	Maïs	Tournesol	Maïs	Triticale	Sarrazin	Triticale																				
Rendement qtx/ha	10	44	60	8	40	17	10																					
NB : le rendement 2025 a été particulièrement affecté par le déficit hydrique estival, ce qui met en évidence la faible réserve utile de la parcelle.																												
2- Calcul des pertes de surfaces	La NTA précise à la page 32 les pertes de surface calculées conformément à l'instruction technique DGPE/SDPE/2025-93 du 18 février 2025.																											
	S'agissant d'une parcelle pâturée, la perte de surface se limite à l'emprise des pieux, soit une perte de surface inexploitable de 0,005% de la parcelle agrivoltaïque.																											
	Les photos du démonstrateur de Chadeleuf (63) datant du mois d'août 2025 montrent la forme et la faible emprise des pieux, permettant la présence de végétation, potentiellement accessible aux animaux.																											
	 																											

En situation de fauche (usage ponctuel), il convient de prendre en compte une marge raisonnable de 50 cm de part et d'autre des pieux pour les opérations de récolte, comme le montre la photo en situation de travail du sol ci-dessus.

Dans ces cas, la perte de surface serait de :

	Parcelle Nord	Parcelle Sud	Total
Surface de la parcelle agricole (m ²)	31 788 m ²	58 274 m ²	90 062 m ²
Nombre de pieux	504 pieux	910 pieux	1414 pieux
Linéaire de tables	2 239,20 ml	4 043,00 ml	6 282 ml
Surface non exploitable (m ²) non-pâturable	1,51 m ²	2,73 m ²	4,24 m ²
% SNE	0,0048%	0,0047%	0,0047%
Surface non fauchable	2 239,20 m ²	4 043 m ²	6 282 m ²
% SNE	7%	6,9%	7%

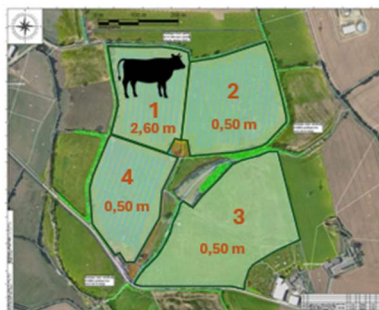
La perte de surface reste au sens de la perte non exploitable inférieure à 1%. En situation de fauche, la perte de surface correspond à 7% de la surface agrivoltaïque, soit un niveau inférieur au seuil réglementaire de 10%.

3- Le pilotage des tables

Conformément à la définition de l'agrivoltaïsme, le foncier support du projet accueillera une production agricole et une production d'énergie. Cette coactivité nécessite d'être organisée et encadrée, c'est l'objet du contrat de coactivité qui engage TSE et l'exploitant agricole en droit. Ce document contractuel précise les besoins de chacun et notamment les règles de pilotage des panneaux selon un prévisionnel qui sera ajusté au moyen d'une application mobile (en création).

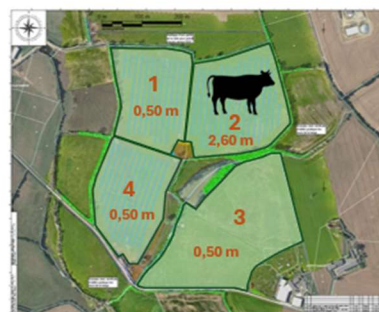
Concrètement le pilotage des panneaux est donc effectué par TSE, qui reste le propriétaire et responsable de l'installation. En revanche, ce pilotage est effectué en fonction des besoins de l'activité agricole. Ainsi, l'article 4.2 du contrat de coactivité prévoit un « programme exploitant » avec un nombre d'intervention sur l'année à venir. Le calendrier prévisionnel est ajusté les jours précédents ou le jour même selon les besoins.

Le schéma suivant explique le pilotage des panneaux dans la situation du pâturage tournant.



- Les vaches sont présentes dans le paddock 1 pendant X jours
- Paddock 1 = panneaux à plat, point bas = 2,60m
 - Paddocks 2 / 3 / 4 = panneaux en solar tracking, point bas = 50 cm

La veille de passer dans le paddock 2, l'agriculteur prévient TSE qui procède au paramétrage « présence bovins » dans le paddock 2. Le jour du passage dans le paddock 2, les panneaux sont à plat et **les vaches n'ont pas à attendre.**



- Les vaches sont maintenant présentes dans le paddock 2 pendant X jours
- Paddock 1 = panneaux en solar tracking, point bas = 50 cm
 - Paddock 2 = panneaux à plat, point bas = 2,60m
 - Paddocks 3 / 4 = panneaux en solar tracking, point bas = 50 cm

La veille de passer dans le paddock 3, l'agriculteur prévient TSE qui procède au paramétrage « présence bovins » dans le paddock 3. Le jour du passage dans le paddock 3, les panneaux sont à plat et **les vaches n'ont pas à attendre.**

Le contrat de coactivité fait l'objet d'une évaluation annuelle sur la base des résultats en termes de production agricole et de production d'énergie. A noter que les résultats de production agricole font l'objet d'une prestation par un tiers expert dans le cadre du suivi agronomique. Le cas échéant, le contrat de coactivité peut évoluer de manière plus souple et indépendamment du Bail Emphytéotique, qui lui est publié au service de publicité foncière.

4- La conduite de la parcelle

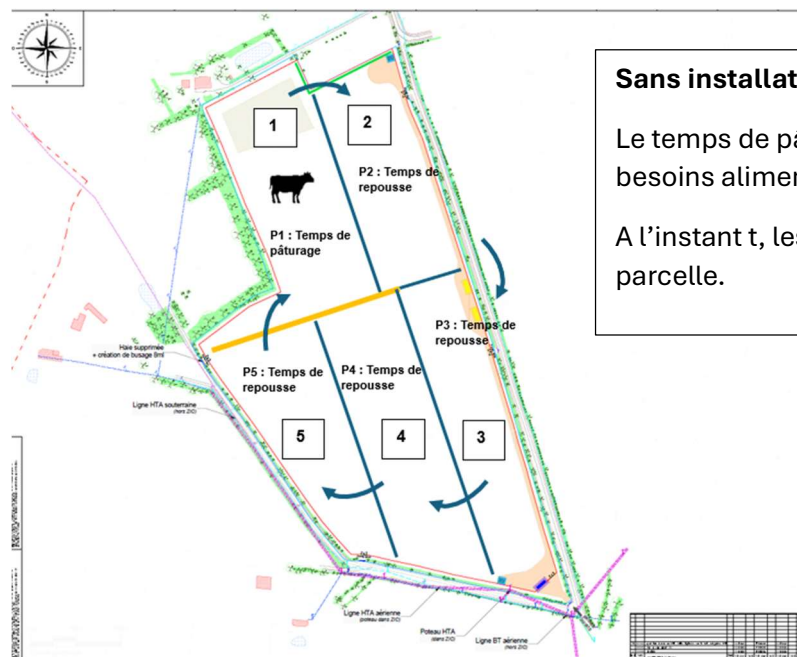
L'installation agrivoltaïque permet sur une même parcelle une coactivité : une production agricole et une production électrique. Au cas d'espèce, la production agricole sera une production d'herbe dédiée à l'affouragement d'un troupeau de génisse laitière. Cette production d'herbe / de biomasse sera principalement valorisée par pâturage et ponctuellement fauchée lorsque la pousse de l'herbe est excédentaire.

Le pâturage sera mis en place pour la totalité de la surface et sera réalisé selon la **pratique du pâturage tournant**. Cette pratique est déjà mise en œuvre par le GAEC des 2 marronniers.

Le pâturage tournant consiste à diviser les prairies en différentes parcelles de plus petites tailles et à mettre en place un circuit marqué par un temps de rotation entre chaque parcelle. Il repose sur deux principes essentiels :

- Un temps de repos à respecter entre deux pâturages pour assurer une bonne régénération des plantes.
- La durée de pâturage est courte et avec un chargement (nombre d'animaux par unité de surface) adapté à la quantité d'herbe disponible pour éviter le surpâturage.
- A l'optimum, les animaux entrent lorsque la hauteur d'herbe dépasse 15 cm et sortent avant que la hauteur d'herbe atteigne 6 cm pour préserver les capacités de repousse de la prairie.

Appliqué à la parcelle, sans installation agrivoltaïque, le pâturage tournant organisé en 5 paddocks suivrait le schéma suivant :



Sans installation agrivoltaïque

Le temps de pâturage dépend de la pousse de l'herbe et des besoins alimentaires du troupeau.

A l'instant t, les animaux sont présents sur 1/5^{ième} de la parcelle.

Avec l'installation agrivoltaïque, le pâturage tournant suivra le même principe : l'entrée et la sortie des animaux dépend de la hauteur d'herbe.



Avec installation agrivoltaïque

Le temps de pâturage dépend de la pousse de l'herbe et des besoins alimentaires du troupeau.

La hauteur des panneaux est bridée à 2,60 mètres (panneaux à plat) en présence des animaux

L'ombrage tournant (solar tracking) améliore la pousse de l'herbe en période chaude et sèche.

A l'instant t, les animaux sont présents sur 1/5^{ème} de la parcelle, comme précédemment.

En conclusion, l'ensemble de la surface est dédié au pâturage. La conduite du pâturage est identique avec ou sans installation agrivoltaïque. Elle se fait en fonction de la hauteur d'herbe. A l'instant t, les animaux occupent 1/5^{ème} de la parcelle, avec ou sans installation agrivoltaïque, afin de préserver les capacités de repousse de la prairie. En présence des animaux, les panneaux sont bridés à une hauteur de 2,60 mètres. Dans les paddocks en attente de repousse de l'herbe, l'ombrage tournant (solar tracking) des panneaux préserve la productivité de la prairie en périodes chaudes et/ou sèches.

5- Précisions sur la pousse de l'herbe

Des résultats agronomiques portant sur le suivi de la prairie sous installation agrivoltaïque sont présentés page 27 de la NTA dans le but d'illustrer les effets de l'ombrage tournant.

Les caractéristiques de cette installation agrivoltaïque sont décrites à l'image suivante. Il s'agit d'une installation de type canopée avec un taux de couverture de 43%, conduite en solar tracking (pas de bridage des panneaux = ombrage tournant chaque jour) sur toute l'année.



CALVADOS / Souleuvre en Bocage

- Exploitation: SCEA SCL Yodaf/ Yoann Bizet
- SAU: 170ha
- Type de système: Agriculture conventionnelle
- Essai : Bovins laitiers (Prim'Holstein)
- Taux de couverture : 43%
- Tracking 2025 : Full solar tracking

La prairie est pâturée par des vaches laitières selon la pratique du pâturage tournant, à six paddocks, comme décrit ci-dessous :

Canopée agricole de Souleuvre-en-Bocage (14)

BOVIN LAITIER



Déc.
2023

Mise en service



3 ha

Parcelle test de 3ha
+ 6 ha de témoin



9 ans

Suivi agronomique



Partenaires agricoles



≈ 120
vaches
laitières

2/3

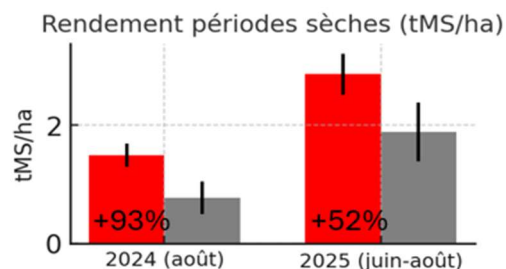
Témoin
6 x 1ha

1/3

Nb/vache/ha
identique sur les
paddocks

Canopée :
6 x 0,5ha

Les derniers résultats (campagnes 2024 & 2025 – Soulevure en bocage) montrent une amélioration de la pousse de l’herbe en conditions sèches :



Une meilleure résilience en période sèche

- 30% à +90 % de rendement entre juin et août

Ils s’expliquent par le microclimat créé par l’installation agrivoltaïque et en particulier par l’ombrage tournant :

2025 : D’un hiver pluvieux à une année sèche, chaude et lumineuse

Les sites



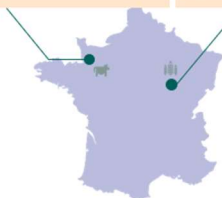
SOULEVURE EN BOCAGE (14) - PRAIRIE / ELEVAGE

- Essai : Bovins laitiers et prairie
- Taux de couverture : 43%
- Tracking 2025 : Full Solar tracking



VERDONNET (21) – GRANDES CULTURES

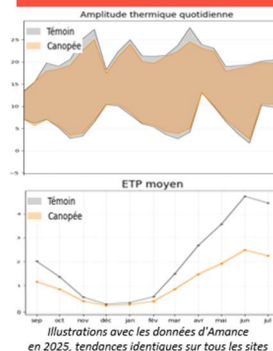
- Essai 2025: Blé tendre d’hiver avec pilotage agro-climatique
- Taux de couverture : 43%
- Tracking 2025 : Pilotage agro-climatique & solar tracking



Météo : Une année de contrastes extrêmes

- Hiver très pluvieux
- Printemps chaud et sec :
 - rayonnement +30 % au Nord de la France
- Été chaud avec un pic de chaleur fin juin :
 - +1,4 °C en moyenne
 - +10 % de rayonnement

Micro-climat : Un effet protecteur de la canopée confirmé



Sous canopée (vs témoin) :

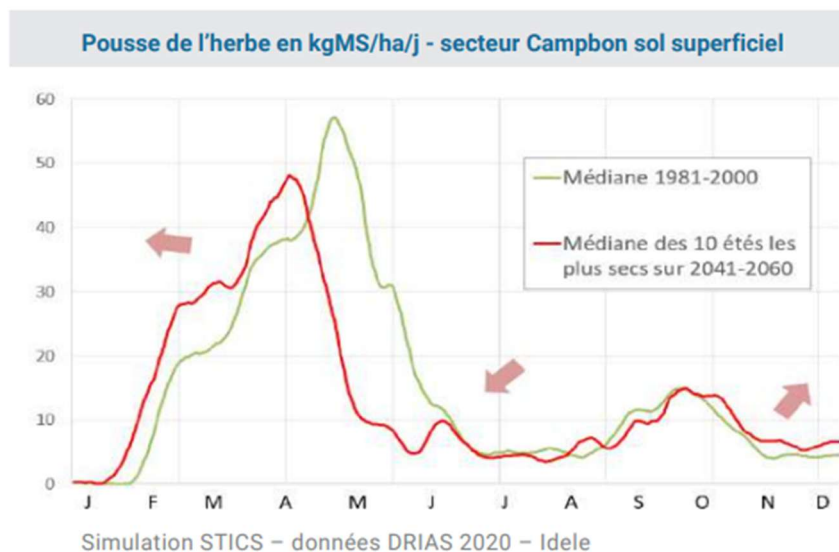
- -1,4 °C en moyenne sur les journées les plus chaudes
 - Jusqu'à -7°C sous canopée lors d'un pic de chaleur cet été (Amance 30/06/25, Brouchy 18/07/25)
 - +2 °C les nuits les plus froides
 - Amplitude thermique réduite d'environ 1 °C sur 24h
 - -35 % de réduction de l'ETP en moyenne
- Un microclimat plus stable, protecteur des cultures et les animaux, particulièrement efficace au printemps et en été.

L’ombrage tournant apporte donc une adaptation aux changements climatiques en cours. Concrètement ; les rendements de biomasse sont supérieurs durant les périodes de stress hydrique, et équivalents, sur l’année, sous l’installation par rapport à l’extérieur.

6- Modélisation de la pousse de l'herbe

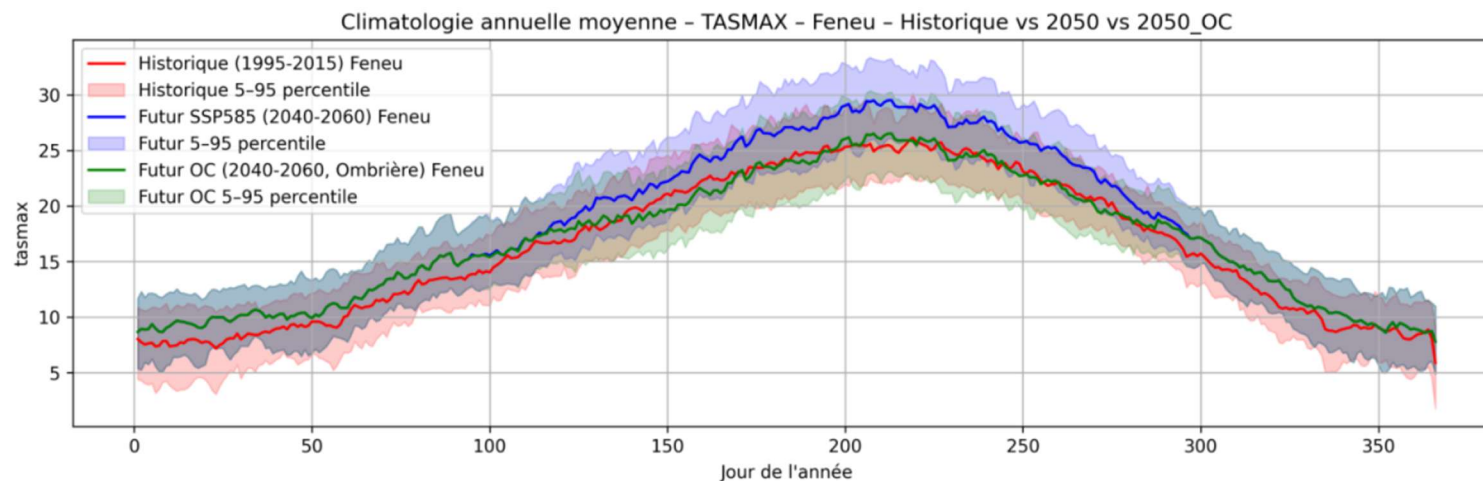
Le changement climatique induit un réchauffement global des températures avec des extrêmes de plus en plus fréquents, des périodes de sécheresse plus longues et récurrentes et des épisodes météorologiques qui peuvent être violents.

En Pays de la Loire, le groupe CLIMATVEG, animé par l'IDELE avec la participation des Chambres d'agriculture, du GAB 44 et du CIVAM étudie les effets du changement climatique et notamment sur la pousse de l'herbe. Les courbes suivantes montrent une baisse de productivité globale à l'année et une forte diminution de la croissance en mai et juin pour le site de Campbon (44).



L'étude du changement climatique à l'échelle locale dans le cadre des projets agrivoltaïques nécessite des données climatiques prospectives fiables, robustes et scientifiquement validées, c'est pourquoi TSE utilise des jeux de données reconnues par le corpus scientifique étudiant le changement climatique. Les données du CMIP6 sont les plus récentes données de modèles climatiques mondiaux disponibles. Scientifiquement robustes, ces données constituent la base des rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Le graphique de modélisation suivant illustre les effets de l'ombrage de l'installation agrivoltaïque appliqué au site de Feneu :



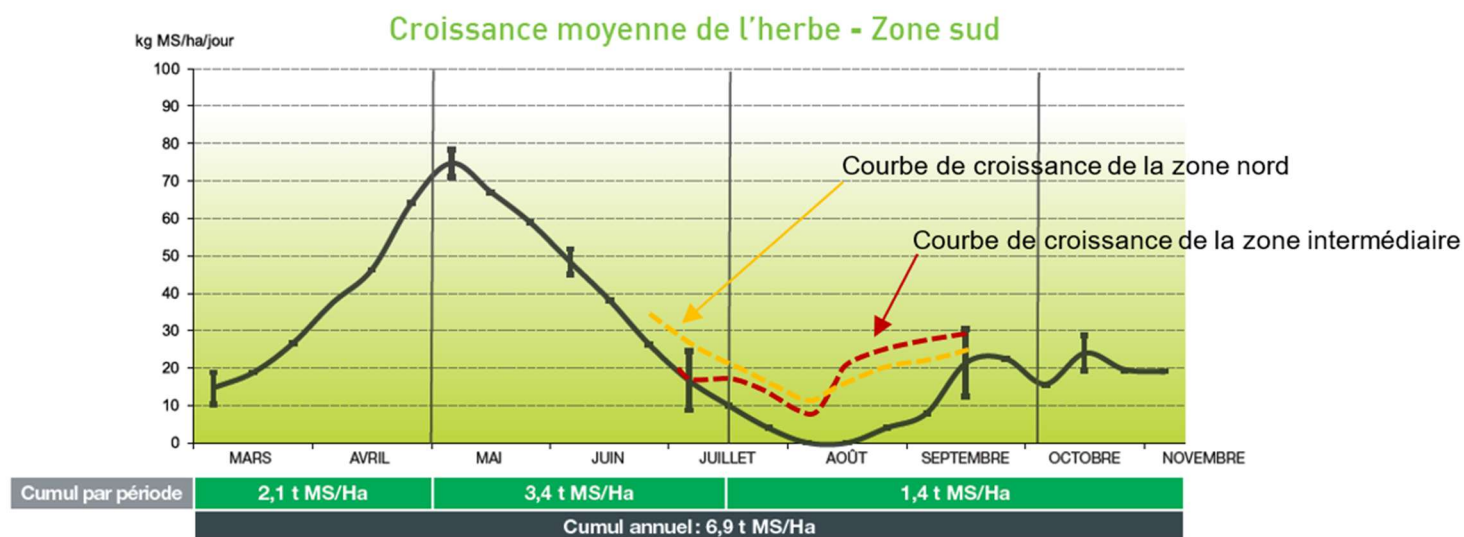
En comparant les courbes bleues, qui représentent l'état futur du climat, et les courbes vertes représentant cet état futur avec l'installation agrivoltaïque TSE mise en place sur ce site, on constate que les températures moyennes seront moins froides en hiver et au printemps. On peut donc penser que le démarrage végétatif sera plus précoce que sous le climat actuel (courbe rouge). On observe surtout un écrêtement des températures chaudes entre le 120^{ième} et le 260^{ième} jour. Sachant qu'à partir de 25 °C, la pousse de l'herbe est ralentie (d'autant plus en période sèche), le microclimat sous l'installation agrivoltaïque préservera la production de biomasse.

En conclusion, le graphique montre que la structure agrivoltaïque lisse les températures, gomme les extrêmes de chaleur en été et limite les coups de froid, en particulier les gels printaniers, ce qui est bénéfique pour les cultures, les prairies et les animaux.

Pour aller plus loin dans la projection, il nous est demandé de modéliser la pousse de l'herbe sur la figure 27 en page 37 de la NTA. La figure 27 est une synthèse issue de mesures réalisées sur une cinquantaine de fermes de référence au cours des années 2010. Les données correspondent donc globalement au climat actuel.

En zone sud, les facteurs limitants pour la pousse de l'herbe sont les températures corrélées au stress hydrique. En protégeant la prairie des coups de chaud et en limitant ETP, l'installation agrivoltaïque prolonge la croissance de l'herbe. Sur la figure ci-dessous, les courbes rouge et orange montrent les écarts de production entre les zone nord et intermédiaire et la zone sud en été.

Une installation agrivoltaïque aurait sur les données actuelles pour effet de limiter la chute de production estivale en rapprochant les résultats de la zone sud vers ceux des zones intermédiaire et nord.



7- Remise en état du terrain

Conformément à la réglementation, TSE en qualité de propriétaire de l'installation agrivoltaïque s'engage à ce que l'installation soit réversible. La NTA précise les précautions prises à l'étape de la construction, en particulier le système d'ancrage permettant un démantèlement complet sans dommage pour la parcelle agricole. Les garanties financières de démantèlement sont définies par l'arrêté du 5 juillet 2024. Ces garanties financières seront consignées dès réception de l'autorisation d'urbanisme auprès de la caisse des dépôts et consignations.