

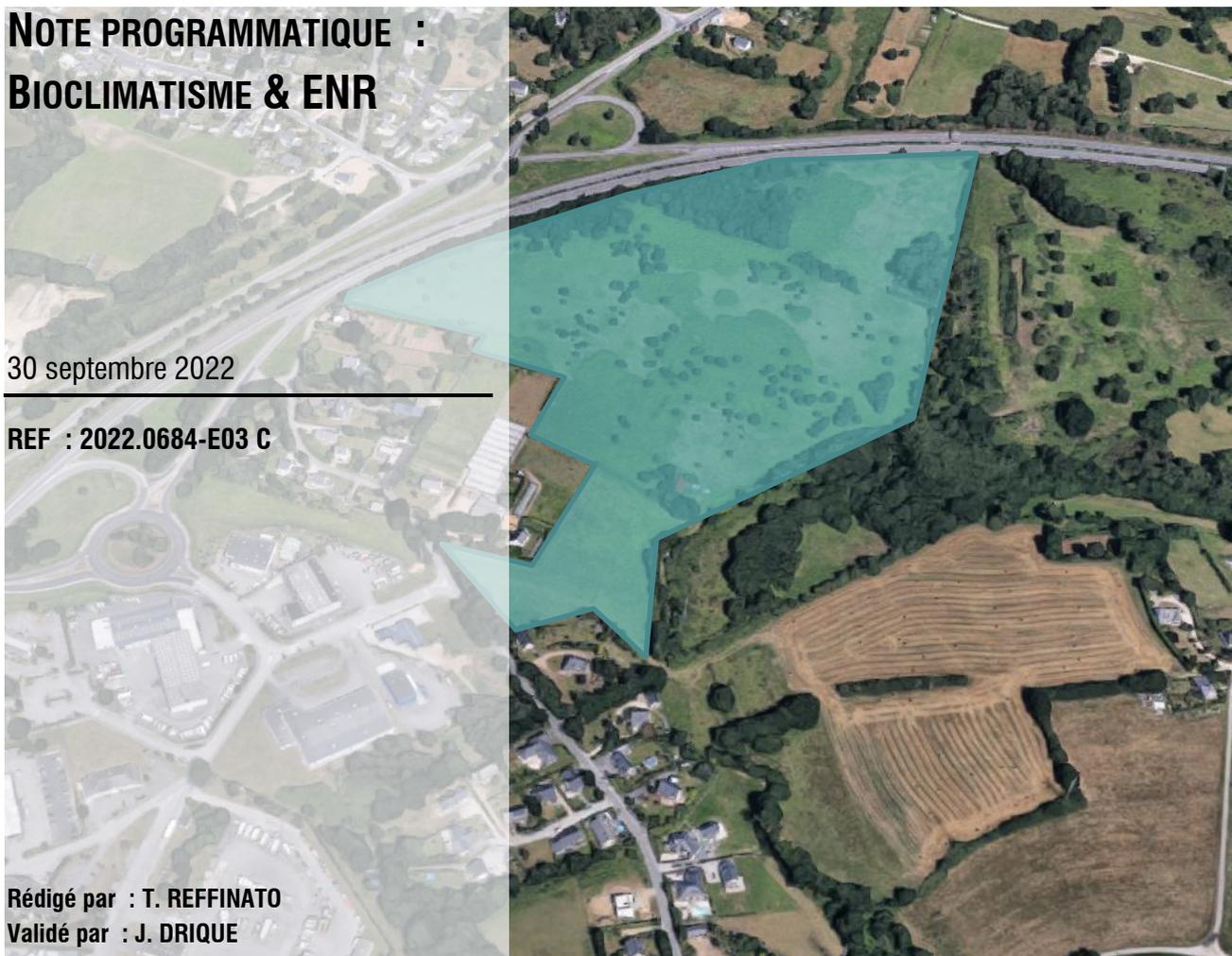
## ETABLISSEMENT PENITENTIAIRE VANNES (56)

### NOTE PROGRAMMATIQUE : BIOCLIMATISME & ENR

30 septembre 2022

REF : 2022.0684-E03 C

Rédigé par : T. REFFINATO  
Validé par : J. DRIQUE



# Sommaire

<b>Partie 1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1	Présentation de l'opération	3
2	Contexte réglementaire	4
<b>Partie 2</b>	<b>Préconisations environnementales</b>	<b>6</b>
1	Bioclimatisme	6
1.1	Définition	6
1.2	Données physiques & fonctionnelles	6
1.3	Données bâti	13
2	Performance énergétique	16
3	Confort d'été	18
3.1	Parcelle	18
3.2	Bâti	18
3.3	Systèmes	18
<b>Partie 3</b>	<b>Annexes</b>	<b>19</b>
1	Diagnostic environnemental de site et Potentiel bioclimatique	19
2	Etude de pré faisabilité ENR	19

# Introduction

## 1 Présentation de l'opération

L'opération concerne la construction d'un établissement pénitentiaire d'une capacité de 550 personnes d'une surface d'environ 37 400 m<sup>2</sup> SDP en région Bretagne dans le département du Morbihan (56). Le site retenu pour réaliser le projet est situé au Chapeau-Rouge, au Nord-Est du territoire communal. Il est actuellement occupé par une zone Ouest essentiellement herbacée et une zone Est largement colonisée par des fourrés. L'environnement proche du site est occupé par des zones urbanisées (zone d'activité, quartier résidentiel, village de Tréalvé).

L'opération fait suite au Plan Immobilier Pénitentiaire annoncé en octobre 2018 par l'Etat, qui vise à :

- Lutter contre la surpopulation carcérale (environ 60 650 places pour 62 650 détenus en France au 1er novembre 2020) ;
- Faire évoluer le parc pénitentiaire afin d'améliorer la prise en charge des personnes détenues et les conditions de travail des personnels sur l'ensemble du territoire français.

Ce document fait état des préconisations programmatiques formulées sur la base du diagnostic environnemental & bioclimatique du site, et de l'étude de préfaisabilité ENR. Ces deux études sont disponibles en annexe.

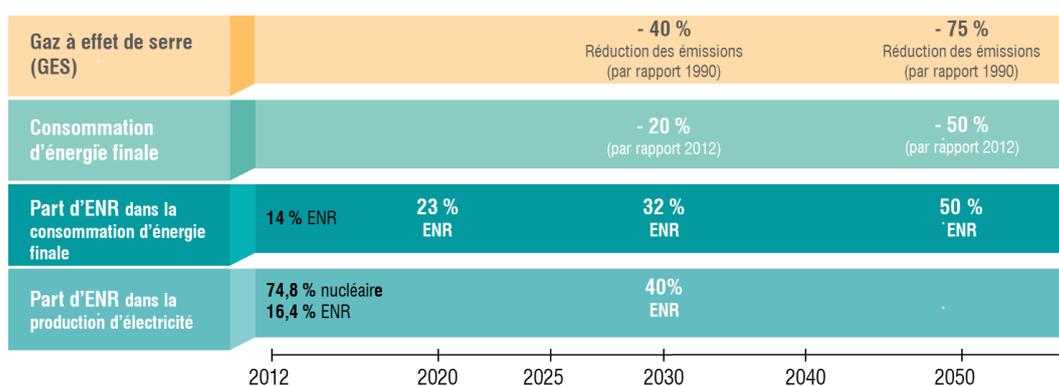
## 2 Contexte réglementaire

### 2.1.1 Réglementations nationales

#### 2.1.1.1 LTECV

La loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) explicite les objectifs à venir pour le pays :

- **Réduire de 40%** les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030 et **diviser par 4** les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050.
- **Réduire de 50%** la consommation énergétique finale en 2050 par rapport à la référence 2012.
- **Porter à 32%** la part des énergies renouvelables (EnR) de la consommation finale d'énergie en 2030 et à **40%** dans la production d'électricité.



Récapitulatif des objectifs de la LTECV – Vizea

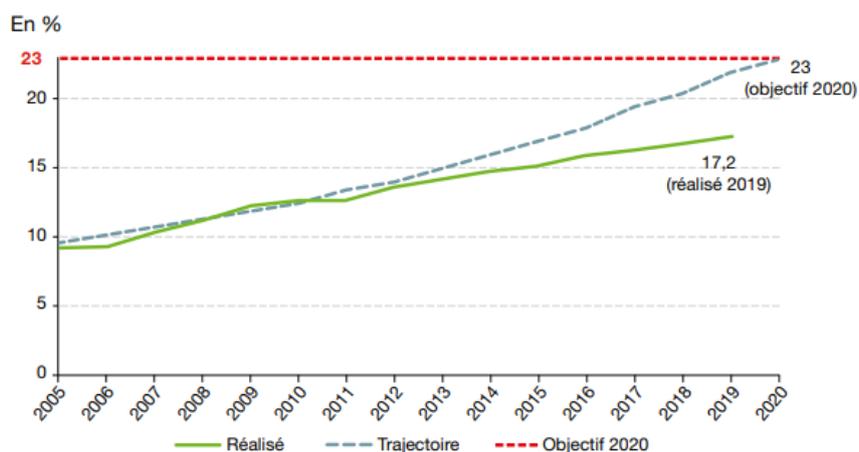
#### 2.1.1.2 Loi énergie-climat

Une nouvelle loi venant compléter la LTECV a été adoptée en 2019 : la Loi Energie Climat (LEC). L'objectif de cette loi est d'atteindre la neutralité carbone à l'échéance 2050. Elle se concentre sur trois objectifs principaux à savoir :

- Décarboner le mix énergétique en accélérant la baisse de la consommation d'énergies fossiles à 40% en 2030 (au lieu de 30%) et mettre fin à la production d'électricité à partir du charbon.
- Transformer notre modèle énergétique avec des objectifs réalistes, en portant le délai à 2035 pour la baisse de la part de nucléaire dans le mix énergétique.
- Evaluer la mise en œuvre des engagements dans tous les secteurs en créant le Haut Conseil pour le climat, chargé notamment d'étudier les décisions prises par l'état et de recommander des actions en faveur de la lutte contre le dérèglement climatique.

Cette loi vient ainsi renforcer les ambitions politiques énergétiques de la France, en cohérence avec la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) et la Stratégie Nationale Bas-Carbone.

## PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA CONSOMMATION FINALE BRUTE D'ÉNERGIE



Trajectoire de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2019 – [Statistique.Developpement-Durable.gouv.fr](http://Statistique.Developpement-Durable.gouv.fr)

### 2.1.1.3 Réglementation thermique et environnementale

Les centres pénitentiaires ne sont pas soumis à la Réglementation Thermique 2012 (RT2012) et ne seront vraisemblablement pas soumis à la Réglementation Environnementale 2020 (RE2020). En effet, les spécificités liées à leurs usages ne permettent pas de définir de scénarios conventionnels et sont donc considérés hors champ d'application de la réglementation thermique.

Les établissements présentent cependant des enjeux énergétiques certains liés à la multiplicité des bâtiments et de leurs usages. A ce titre, des préconisations ont été formulées dans la suite de ce document pour assurer un niveau de sobriété et de performance énergétique profilé suivant les standards de la RE2020.

# Préconisations environnementales

## 1 Bioclimatisme

### 1.1 Définition

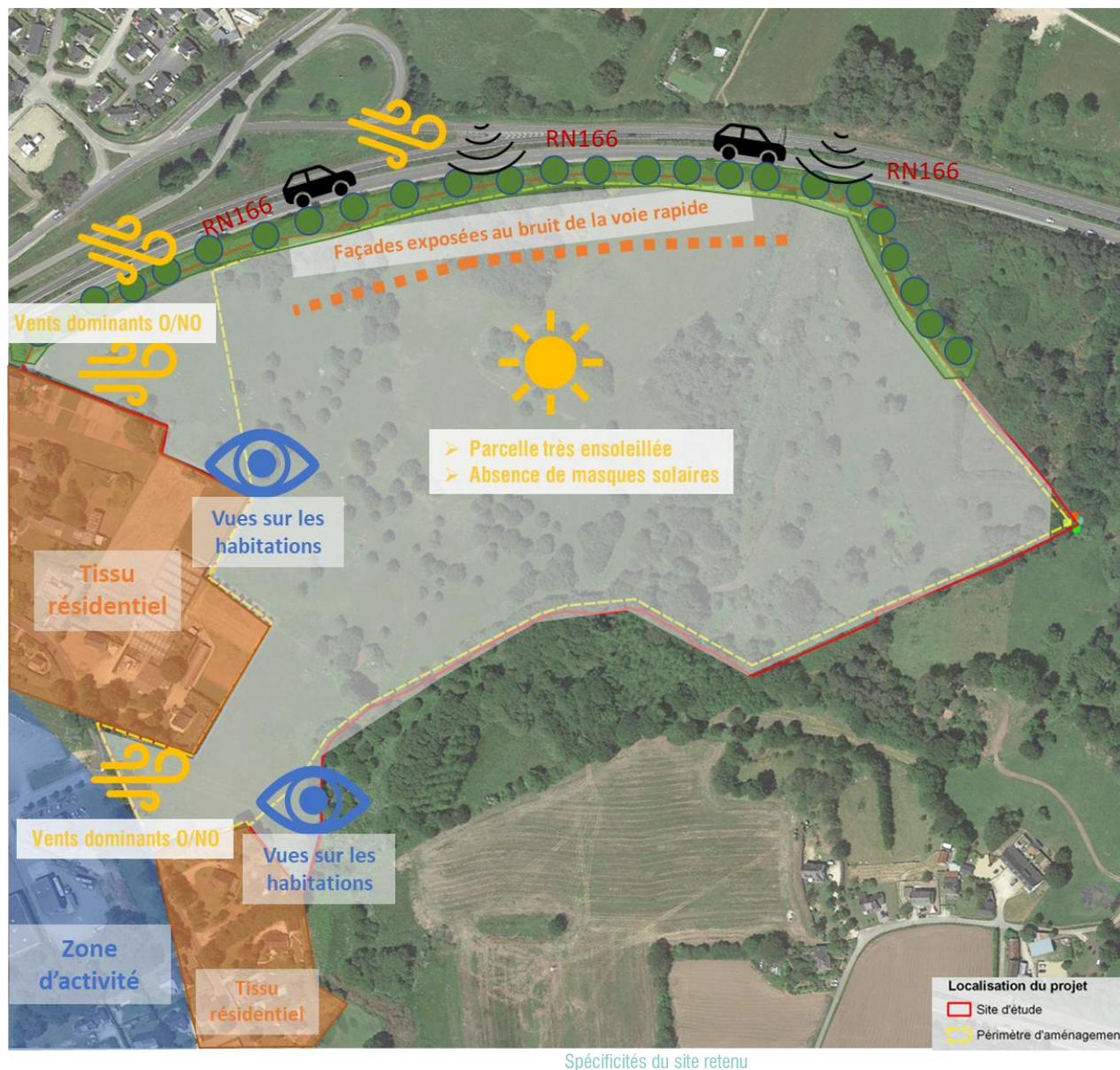
La conception bioclimatique place l'environnement et les conditions propres à un site au cœur du projet de construction. L'objectif est de tirer parti de l'emplacement du projet et des caractéristiques de son environnement direct pour obtenir un confort de vie agréable et ce de la manière la plus passive possible tout en réduisant les consommations d'énergie.

### 1.2 Données physiques & fonctionnelles

#### 1.2.1 Rappel des principaux atouts et contraintes

Thème	Atouts et contraintes
Environnement voisin	<ul style="list-style-type: none"><li>- Parcelle en proximité avec des habitations pavillonnaires ayant une vue directe sur l'entrée du site. Leur proximité sera à prendre en compte lors de la réalisation des travaux.</li><li>- Site adjacent à la RN166 et entrée du site au croisement des rues du Rohic et du Chapeau Rouge. Mesures de bruit in situ et modélisation des niveaux sonores nécessaires pour préconisations des protections acoustiques en façade.</li><li>- Zone d'activité du Chapeau Rouge à l'ouest.</li></ul>
Climat	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vents dominants provenant de l'ouest et nord-ouest</li><li>- Ensoleillement : 1726 h d'ensoleillement à Vannes (1981-2010).</li><li>- Gisement solaire de la parcelle : 1025 kWh/m<sup>2</sup>.an</li><li>- Précipitations : 537.5 mm/an moyenne (1981-2010).</li></ul>
Topographie	<ul style="list-style-type: none"><li>- L'étude G1 montre que le dénivelé sur la parcelle est relativement faible (pente comprise entre 1.8 et 2 %)</li></ul>
Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"><li>- Parcelle située sur le Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan.</li><li>- <u>Faune</u> : présence d'espèces à forts enjeux (oiseaux, invertébrés, reptiles, amphibiens)</li><li>- <u>Flore</u> : des habitats Natura 2000 sont identifiés ainsi que des zones humides et sont à forts enjeux ; 2 habitats d'intérêt communautaire seront impactés respectivement à 39% et 100% de leur surface recensée dans le périmètre du site</li></ul>
Accessibilité	<ul style="list-style-type: none"><li>- Site desservi par les transports en commun (bus), arrêt de bus (ligne 8) le plus proche à 3min à pied, 13min à pied pour la ligne 20</li><li>- RN166 et D775 à proximité.</li><li>- Gare ferroviaire de Vannes : accès direct en transport en commun (bus)</li><li>- Aucune piste cyclable n'est recensée à proximité du site, n'assurant pas la sécurité des cyclistes</li></ul>
Réseaux	<ul style="list-style-type: none"><li>- Réseaux d'eau potable, d'eaux usées et d'eaux pluviales existants pour le secteur Chapeau Rouge</li><li>- Ligne électrique de 63 kV traverse le sud de la parcelle</li><li>- Une canalisation de gaz naturel est existante au sud, longeant la RN165</li><li>- Les réseaux devront être développés et renforcés dans le périmètre.</li></ul>
Gestion des eaux pluviales	<ul style="list-style-type: none"><li>- Le règlement de gestion des eaux pluviales urbaines sur le territoire de Golfe de Morbihan impose la règle du zéro rejet au domaine public.</li></ul>

Les schémas ci-dessous synthétisent les contraintes principales énoncées ci-avant.



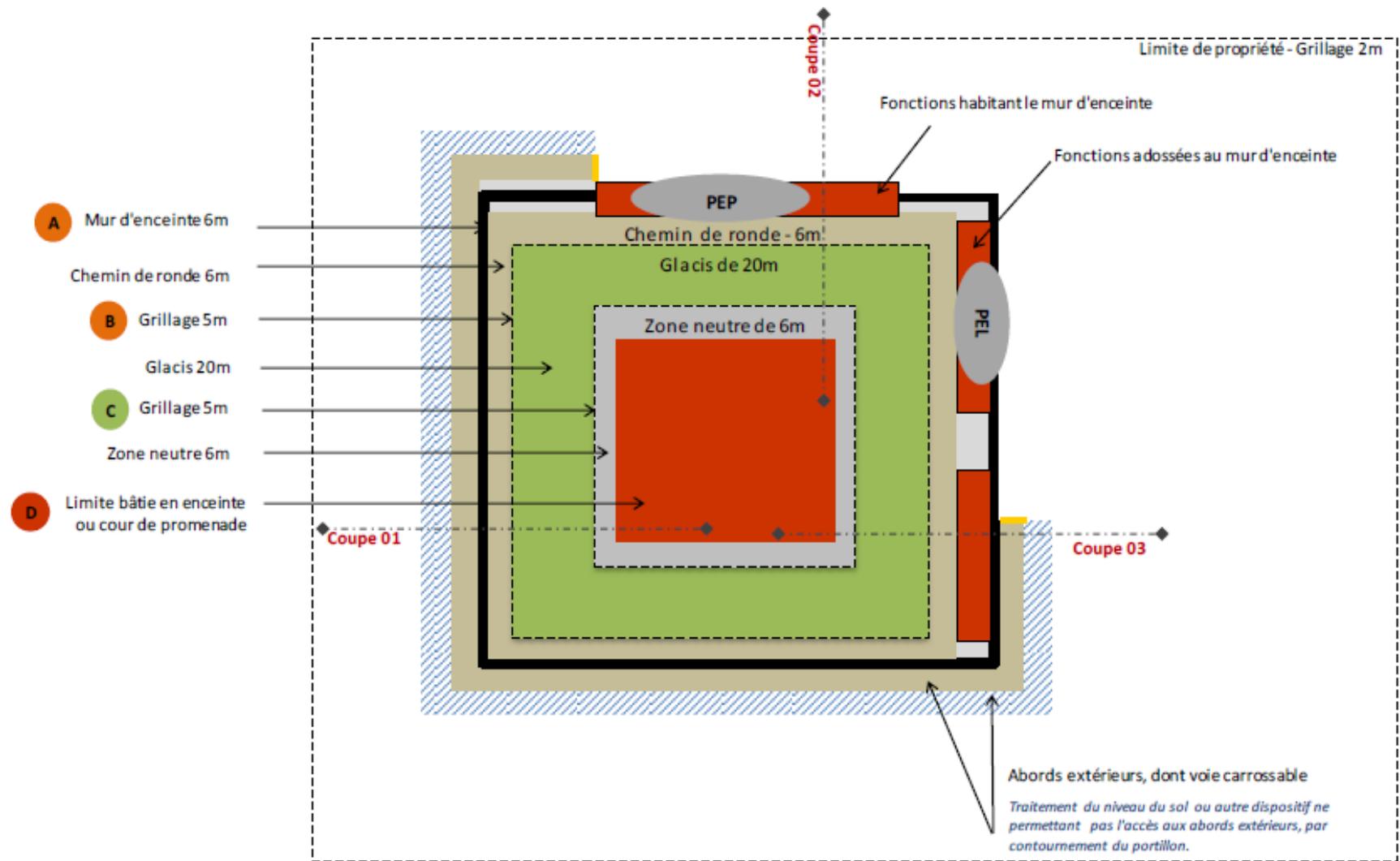


Schéma fonctionnel de l'établissement pénitentiaire

## 1.2.2 Préconisations



- L'opération du projet prenant place dans un environnement dégagé, il s'agira de favoriser l'accès à la lumière du jour et d'éviter les orientations à risque de surchauffe ou d'éblouissement (Ouest, Est, Sud). Si nécessaire, intégrer des protections solaires adaptées à ces vitrages comme des brises soleils verticaux ou horizontaux par exemple.
- Privilégier une orientation des quartiers d'hébergement selon un axe Nord-Est/Sud-Ouest au sein de la parcelle pour bénéficier des apports de chaleur et de lumière sur les façades Sud.
- Des protections solaires fixes pourront être intégrées sur les façades Sud pour éviter les surchauffes et favoriser un bon confort thermique, à doubler de protections mobiles extérieures en fonction du besoin et de la typologie des espaces, en considérant les problématiques d'entretien et de maintenance et sous condition du respect des prescriptions du programme technique (**s'assurer que les protections solaires ne permettent pas l'escalade en façade des bâtiment**).
- Pour les fonctions dont le bâti est adossé à l'enceinte, limiter au maximum les expositions plein ouest pour favoriser le confort estival.
- Favoriser des revêtements de surface clairs, en particulier pour les espaces orientés nord qui reçoivent moins d'apports de lumière naturelle.



- La présence du mur d'enceinte de 6m de haut constitue une première protection contre les vents dominants venant de l'Ouest et Nord-Ouest. Mettre en place une végétation persistante à l'Ouest du projet, pour accroître la protection face aux vents, créant de plus un écran acoustique face aux nuisances sonores provenant de la RN166 ainsi qu'un frein au transport de la pollution générée par cette dernière.
- Vis-à-vis des pollutions de la RN166, étudier la possibilité d'avoir recours à une matérialité du mur d'enceinte en béton dépolluant<sup>1</sup>



- Etudier les ombres portées des bâtiments pour protéger les espaces extérieurs.
- Dans la même optique, pour limiter les effets d'îlots de chaleur et favoriser l'abattement des eaux pluviales, la mise en œuvre de toiture végétalisées sur les bâtiments et préaux des cours ainsi que l'intégration de végétaux dans les espaces où la surveillance n'est pas un enjeu sont à étudier.
- Privilégier la mise en œuvre de revêtements de sol perméables (espaces de stationnement végétalisés, revêtement de cours semi-perméables...) dans le but de respecter l'objectif de zéro rejet. Pour cela, il est préconisé d'avoir recours à des systèmes de stockage et de réutilisation des eaux pluviales sur site afin d'alimenter les sanitaires de centre pénitentiaire.
- Pour limiter les trop fortes chaleurs en été et mi-saison, mettre en œuvre des revêtements de sol avec un albédo élevé pour limiter l'accumulation de chaleur. Le choix devra également se faire au regard du risque d'éblouissement.

<sup>1</sup> Articles et références de béton dépolluant : [Qualité de l'air | Unibéton \(unibeton.fr\)](#) / [Le béton dépolluant de la maison de Corée | Infociments](#)

#### TEMPÉRATURE DE REVÊTEMENT DE L'ESPACE PUBLIC



Figure 18 – Bassin de l'Arsenal, le 1<sup>er</sup> août 2011 à 20h (18h UTC)

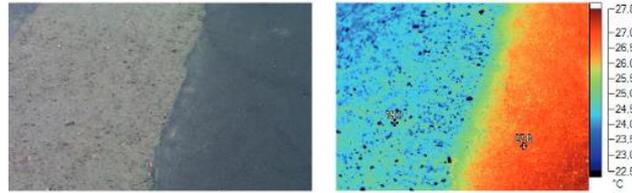


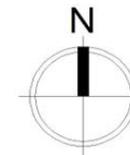
Figure 19 – Comparaison de deux revêtement de trottoir 1 heure après le coucher du soleil le 31 juillet 2011. Le stabilisé (à gauche) est nettement plus frais que l'asphalte (à droite), c'est leur différence de couleur qui l'explique.

Comparaison de température entre différents revêtements 1h après le coucher du soleil  
Source : APUR – Les îlots de chaleur urbains, cahier n°1

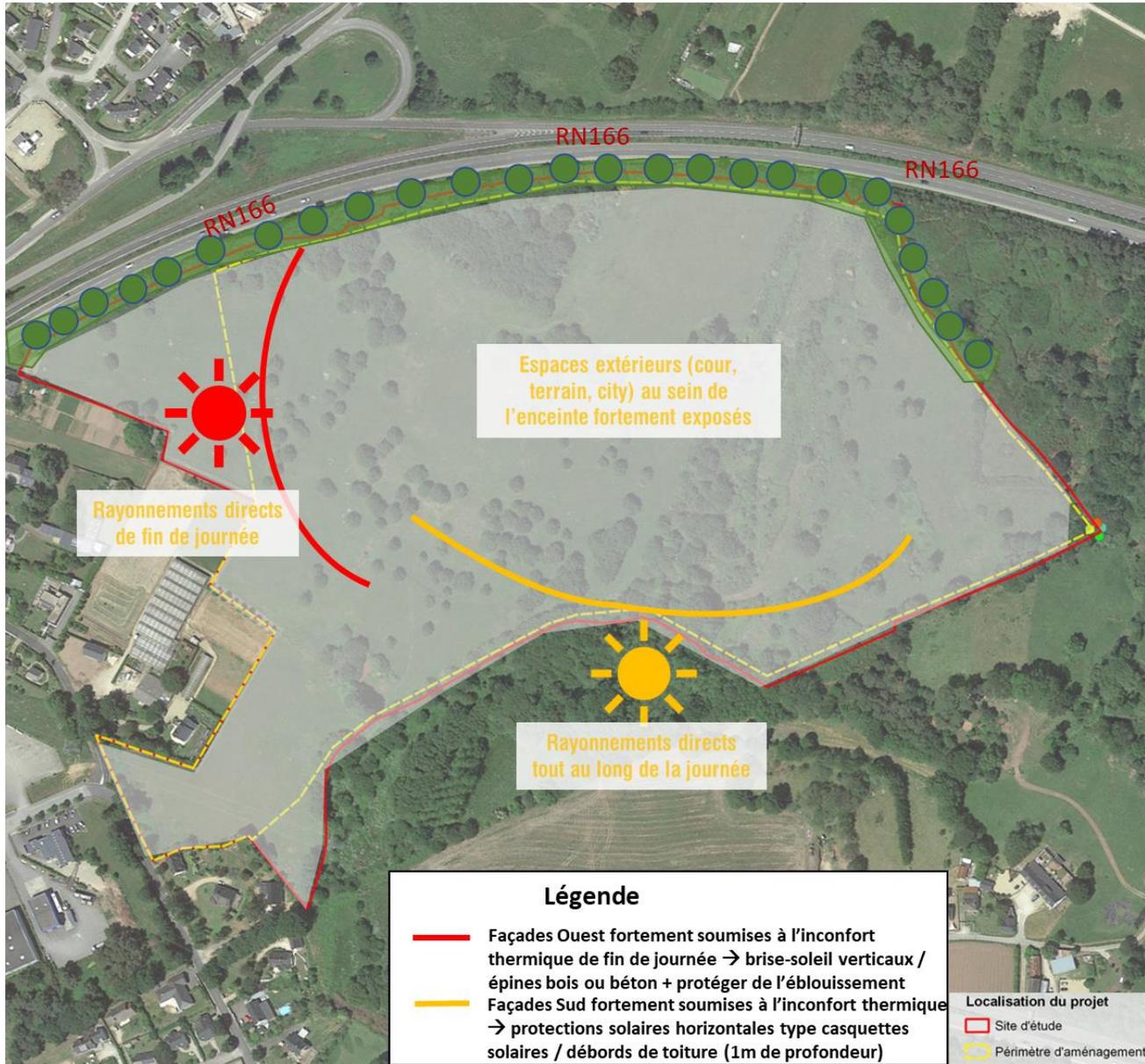


- Mettre en place des matériaux à forte inertie thermique pour les différents espaces, notamment les quartiers d'hébergement, de manière à réguler les apports de chaleur et assurer un déphasage thermique.
- Réaliser une étude acoustique pour évaluer la protection acoustique réalisée par les murs. En fonction du niveau sonore relevé, une ventilation naturelle nocturne peut être envisagée.
- En phase conception, la stratégie de confort d'été devra se faire en prenant en compte ces contraintes acoustiques. Si la végétation et le mur d'enceinte n'apportent pas une protection acoustique suffisante, une réflexion poussée devra être menée pour assurer le confort d'été en limitant le recours à l'ouverture nocturnes des fenêtres (ventilation mécanique plus importante, free-cooling, meilleure gestion des apports solaires...).

Les schémas ci-dessous reprennent les préconisations principales



Espaces à végétaliser et protections végétales

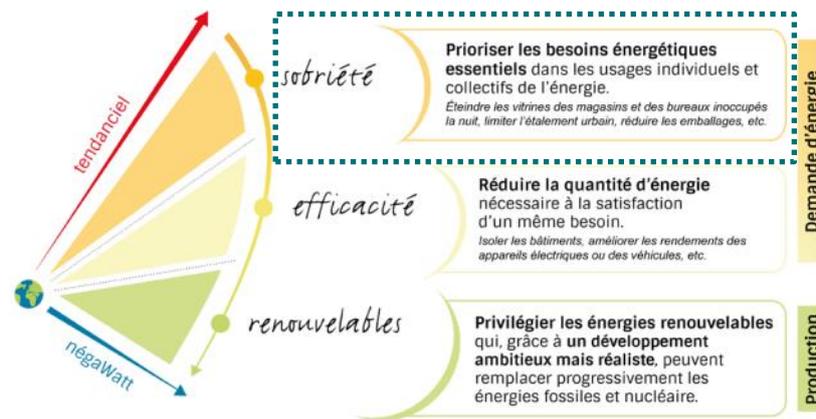


Orientations et aménagements privilégiés, protections solaires

## 1.3 Données bâti

### 1.3.1 Rappel sur la notion de sobriété

La construction d'une stratégie énergétique cohérente repose sur plusieurs leviers. En effet, cette stratégie ne doit pas seulement concerner la production d'énergie renouvelable mais elle doit absolument intégrer les besoins initiaux et les consommations qui s'en suivent. L'objectif est donc dans un premier temps de préciser et réduire au mieux les besoins.



Sobriété, efficacité énergétique et énergies renouvelables (Negawatt.org)

### 1.3.2 Préconisations sur les enveloppes bâties

Afin de réduire au mieux les besoins et pour s'intégrer dans la politique de transition énergétique nationale, les préconisations suivantes devront être visées.

#### 1.3.2.1 Performance thermique de l'enveloppe

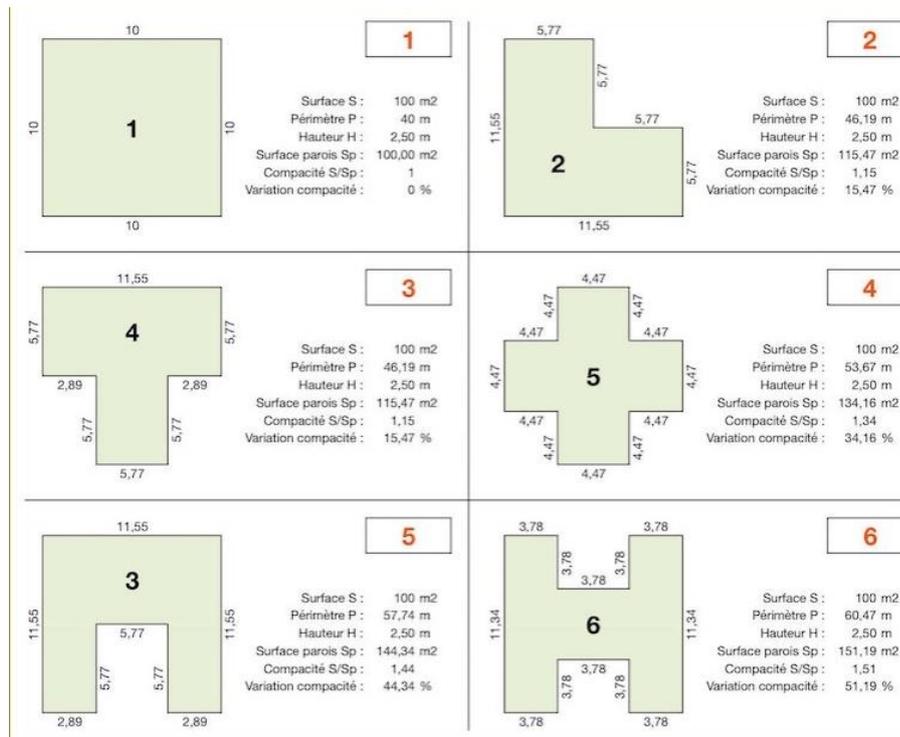
Les préconisations ci-dessous (sous réserve du respect de l'enveloppe budgétaire) permettraient d'assurer la performance thermique de l'enveloppe.

- Transmission thermique des parois :
  - Verticale donnant sur l'extérieur :  $U_{p,ext} \leq 0,13$  ;
  - Verticale donnant sur un local non chauffé :  $U_{p,inc} \leq 0,25$  ;
  - Plancher bas sur terre-plein :  $U_{pb} \leq 0,17$  ;
  - Plancher haut :  $U_{ph} \leq 0,13$ .
- Transmission thermique des menuiseries :
  - Façade:  $U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2.\text{K}$  ;
  - Skydomes:  $U_w \leq 2,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$ .

#### 1.3.2.2 Compacité

La compacité représente le rapport entre la surface de déperdition et son volume chauffé. Optimiser la compacité d'un bâtiment permet d'en limiter les déperditions thermiques en réduisant les surfaces déperditives (enveloppe). Une compacité plus faible implique ainsi une réduction des déperditions thermiques, et donc des besoins de chauffage.

Il n'est pas préconisé ici d'objectif chiffré, mais le concepteur cherchera à favoriser la compacité des différents bâtis en limitant les formes exiguës et les décrochés.



Ordre de grandeur de la compacité des bâtiments en fonction de leur forme

### 1.3.2.3 Inertie

Des matériaux à forte inertie thermique sont à favoriser, pour pouvoir stocker la chaleur lors des pics et la restituer lorsqu'il en manque. Les matériaux à forte inertie thermique sont par exemple la terre (pisé, bauge...), la brique, la pierre ou encore le béton. En été, la fraîcheur sera conservée et de même avec la chaleur en hiver. L'inertie thermique se distingue de l'isolation qui elle a vocation à limiter les transferts de chaleur entre intérieur et extérieur. Une bonne inertie thermique est caractérisée par la capacité thermique, la conductivité thermique et la masse volumique d'un matériau permettant d'en calculer l'effusivité et la diffusivité :

- La diffusivité détermine la vitesse à laquelle la température d'un matériau évolue en fonction des températures extérieures ;
- L'effusivité caractérise la capacité du matériau à échanger de l'énergie thermique avec son environnement.

Ainsi, pour obtenir une bonne inertie thermique, il faut privilégier des matériaux à faible diffusivité pour ralentir l'échange d'énergie thermique entre l'extérieur et l'intérieur puis favoriser une forte effusivité afin de stocker au maximum la fraîcheur.

Matériaux	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Conductivité (W/m.°C)	Capacité thermique (Wh/m <sup>3</sup> .°C)	Diffusivité (m <sup>2</sup> /h)	Effusivité de transfert (W.ho,5/m <sup>2</sup> .°C)	Vitesse (cm/h)
Béton de granulats	2300	1,75	600	2,93x10 <sup>-3</sup>	32,3	4,1
Brique de terre comprimée (BTC)	2200	1,1	517	2,13x10 <sup>-3</sup>	23,8	3,34
Brique de terre crue	1800	1,1	425	2,60x10 <sup>-3</sup>	21,6	2,4
Brique de terre cuite	1900	1,15	455	2,53x10 <sup>-3</sup>	22,9	3,8
Pierre lourde (granite...)	2600	3,0	505	5,92x10 <sup>-3</sup>	9,0	5,8
Pierre calcaire	2450	2,4	490	4,90x10 <sup>-3</sup>	34,3	5,3
Béton cellulaire	400 à 800	0,16 0,33	100 195	1,63x10 <sup>-3</sup> 1,68x10 <sup>-3</sup>	4,0 8,0	3,1 3,1
Sable sec	1800	0,4	395	1,01x10 <sup>-3</sup>	2,6	2,4
Bois lourds (chêne, hêtre...)	650	0,23	435	0,53x10 <sup>-3</sup>	10,0	1,7
Bois légers (résineux, peupliers...)	400	0,12	300	0,40x10 <sup>-3</sup>	6,0	1,5

Caractéristiques thermiques de quelques matériaux - Source : PassivAct.fr

## 2 Performance énergétique

### 2.1.1 Efficacité énergétique

#### 2.1.1.1 Chauffage

Les générateurs devront viser les niveaux de performance suivants, selon le type mis en œuvre :

Type de générateur	Rendement ou indicateur équivalent
Chaudière gaz	Rendement > 90% sur PCI
Chaudière bois	Rendement > 80%
PAC air/air ou air/eau	COP > 3,5 (aux conditions nominales)
PAC eau/eau (géothermie sur nappe)	COP > 4 (aux conditions nomiales)

#### 2.1.1.2 Refroidissement

En cas de mise en œuvre d'un groupe froid ou d'une PAC réversible, le générateur devra viser un niveau de performance EER > 3.

#### 2.1.1.3 ECS

Afin de réduire les consommations d'ECS, il est recommandé de prévoir des réseaux bouclés pour les usages suivants :

- Douches des quartiers d'hébergements ;
- Restauration du personnel.

Pour ces réseaux, il pourra également être envisagé la récupération de chaleur sur les eaux grises.

Dans ce cas, il serait préconisé de calorifuger les réseaux ECS en classe 4 (sous réserve du respect de l'enveloppe budgétaire).

#### 2.1.1.4 Ventilation

Au regard des enjeux énergétiques, sanitaires (polluants provenant de la RN166) et de confort d'été, la mise en œuvre d'un système double flux pour l'ensemble des espaces (hors extraction pour les espaces à pollution spécifique type sanitaires, locaux déchets, locaux ménage...) est préconisée.

Les systèmes doubles flux mis en œuvre devront :

- Disposer d'un récupérateur de chaleur de rendement supérieur à 85%, avec un bypass pour éviter les surchauffes à la mi-saison et à l'été ;
- Être équipés de moteurs à basse consommation de SFP < 0,4 W/(m3.h) en soufflage comme en reprise.

Les réseaux de ventilation seront par ailleurs calorifugés de façon à minimiser les pertes énergétiques et les nuisances acoustiques.

### 2.1.1.5 Eclairage

Tous les luminaires seront à basse consommation d'énergie.

Une densité surfacique de puissance d'éclairage inférieure à 5 W/m<sup>2</sup> au global de l'opération devra être visée.

Pour les espaces où cela est possible, une gestion performante de l'éclairage intégrant a minima une détection d'absence devra être prévue.

## 2.1.2 Recours aux ENR

La solution biomasse est intéressante car permet un taux de recours au ENR important, mais présente la contrainte technique de positionner le silo de stockage au plus proche du mur d'enceinte ou au niveau de l'entrée logistique pour pouvoir permettre son approvisionnement soit depuis l'extérieur du mur soit en ayant accès au local de stockage par la cour logistique (cette dernière devra alors prévoir une aire de rotation pour les camion de livraison). L'investissement, à estimer, serait plus important mais pourrait être rentabilisé sur la durée de vie de l'installation en considérant les aides issues du Fonds Chaleur de l'ADEME pour la mise en œuvre d'ENR (sous réserve des aides valables dans le cadre du projet, pour le solaire thermique, la chaufferie biomasse, la géothermie).

Pour la géothermie, un gisement de géothermie très basse énergie est présent en Bretagne. La géothermie sur sondes verticales permettrait de produire du chaud et du froid à partir du même système et donc d'optimiser l'investissement mais également de réduire les charges (système très performant). Cette solution présente cependant des contraintes administratives et environnementales :

- Avoir recourt à de la géothermie très basse énergie. Pour cela, ne pas dépasser des puissances de d'installation de plus de 500 kW et respecter des profondeurs de forage inférieures à 200m ;
- La géothermie sur sonde demande une surface foncière importante du fait du nombre de forage nécessaire pour la couverture des besoins du site

## 3 Confort d'été

La stratégie de confort d'été sur l'ensemble du projet se mène sur plusieurs fronts : à l'échelle de la parcelle pour réduire les effets d'îlot de chaleur et favoriser le confort extérieur des espaces, à l'échelle du bâti au travers de sa conception architecturale et au niveau des systèmes mis en œuvre qui peuvent participer au confort d'été.

### 3.1 Parcelle

Afin de limiter le phénomène d'îlot de chaleur, le concepteur, dans le respect des contraintes fonctionnelles, cherchera à :

- Créer des espaces ombragés ;
- Favoriser le développement des espaces verts ;
- Choisir des revêtements clairs à fort albédo pour réfléchir les rayons du soleil et limiter l'échauffement de l'air.

### 3.2 Bâti

A l'échelle du bâti, les leviers pour assurer le confort d'été rejoignent les préconisations faites précédemment pour le bioclimatisme. Il s'agira plus particulièrement :

- D'assurer une forte inertie pour les bâtiments ;
- De concevoir les bâtis de façon raisonnée en visant un indice d'ouverture adapté ;
- De prévoir des occultations adaptées -selon l'orientation, selon l'usage- de chaque menuiserie ;
- De maximiser les parties ouvrables des fenêtres afin de favoriser le renouvellement naturel lorsqu'il est propice.

### 3.3 Systèmes

#### 3.3.1 Rafraichissement passif/actif

Dans le cas où le confort d'été n'est pas assuré au sein des locaux, le concepteur pourra étudier plusieurs solutions complémentaires :

- Puits canadien ;
- Batteries froides sur la ventilation mécanique ;
- Rafraichissement qui peut être couplé au générateur de chauffage en cas de mise en œuvre de pompe à chaleur réversibles.

# Annexes

1 Diagnostic environnemental de site et Potentiel bioclimatique

2 Etude de pré faisabilité ENR

