

UNE GARE

ÉCO-SOURCÉ

CONSTRUCTION PAILLE

TRIANGLE DE GONESSE – GONESSE

DÉMARCHE

Ils existent trois éléments présentes dans tout développement architectural : le contexte, le programme et les matériaux. Ainsi, pour le Projet de Fin d'Études j'ai voulu m'interroger sur ces trois thèmes dont leur complémentarité a orienté mes choix.

LE CONTEXTE. Les besoins d'aujourd'hui couvrent un éventail important d'exigences environnementales, de confort, de services, de culture, de mobilité, etc. Ils remettent en question toutes les approches traditionnelles de conception des projets. Ainsi, les enjeux du XXI^e siècle exigent de mieux comprendre les contextes et les dynamiques d'implantation : l'environnement, les usagers, le programme existant, etc. Les interventions au milieu rural invitent à avoir un lien plus étroit avec la nature. Cependant, elles devraient atteindre aussi aux mêmes niveaux d'exigences d'analyse que dans les villes.

LE PROGRAMME. Chaque jour l'espace public est en train de s'actualiser et de se remettre en question, grâce aux multiples actions qu'y s'y exercent. Toutes ces actions modifient la manière de construire les villes contemporaines. Les infrastructures de transport, sujet d'importantes théories, explorations et polémiques, sont devenues des espaces de reformulation des formes de vie et des transformateurs des paysages urbaines et ruraux. Aujourd'hui ils sont considérés comme épicentres de l'espace public.

LE MATÉRIAU. Les matériaux utilisés dans la construction sont étroitement liés aux savoirs faire locaux. Aujourd'hui, les nouveaux développements technologiques vis-à-vis de l'environnement modifient les manières de construire la ville et demandent des mises à jour. Vu le grand éventail des matériaux pour la construction, les architectes et constructeurs n'ont plus le temps de bien les maîtriser et, dans certains cas, ils restent des choix de catalogue. Ainsi, les expérimentations n'ont plus de place dans

les processus conceptuels. Dans ce contexte, les matériaux biosourcés proposent des solutions: performance environnementale et énergétique, développement économique et du savoir faire locale, réponses réglementées et éthiques.

J'ai choisie donc travailler sur la mobilité dans un espace rural et avec des matériaux locaux biosourcés.

Le chantier du Grand Paris Express depuis sa création en 2010 se confronte à nouveau avec cette question des nouveaux modes de vie. Il propose des nouveaux lieux de vie, des nouveaux espaces publics, où la culture et l'art sont placés au centre. À cause de l'arrêt du développement d'Europacity, la localisation du projet de la gare du **Triangle de Gonesse** (Val-de-l'Oise) du Grand Paris Express est restée au milieu des champs agricoles. **Le programme** à développer est donc la création d'un contre-projet qui envisage une relocalisation dans les secteurs déjà urbanisés de Gonesse. La gare du XXI^e siècle ne peut plus répondre au seul besoin de la mobilité mais de combler autres besoins. Vu que le secteur compte avec un 16,8% de chômage et qu'il est un grand producteur de blé, le programme incorpore aussi la création d'une filière biosourcé de **paille** : les champs de blé organique, la récupération de la paille et un centre recherche pour la construction.

La gare sera donc conçue grâce à l'utilisation de ces techniques mais d'une manière contemporaine et innovante. D'un côté, le projet sera un exemple pour la région pour favoriser la performance environnementale, énergétique et le circuit court de matières premières. D'un autre, l'art joue un rôle d'intégration à l'architecture des espaces, grâce à l'incorporation de vrais artistes au processus de conception du projet.



CONTEXTE

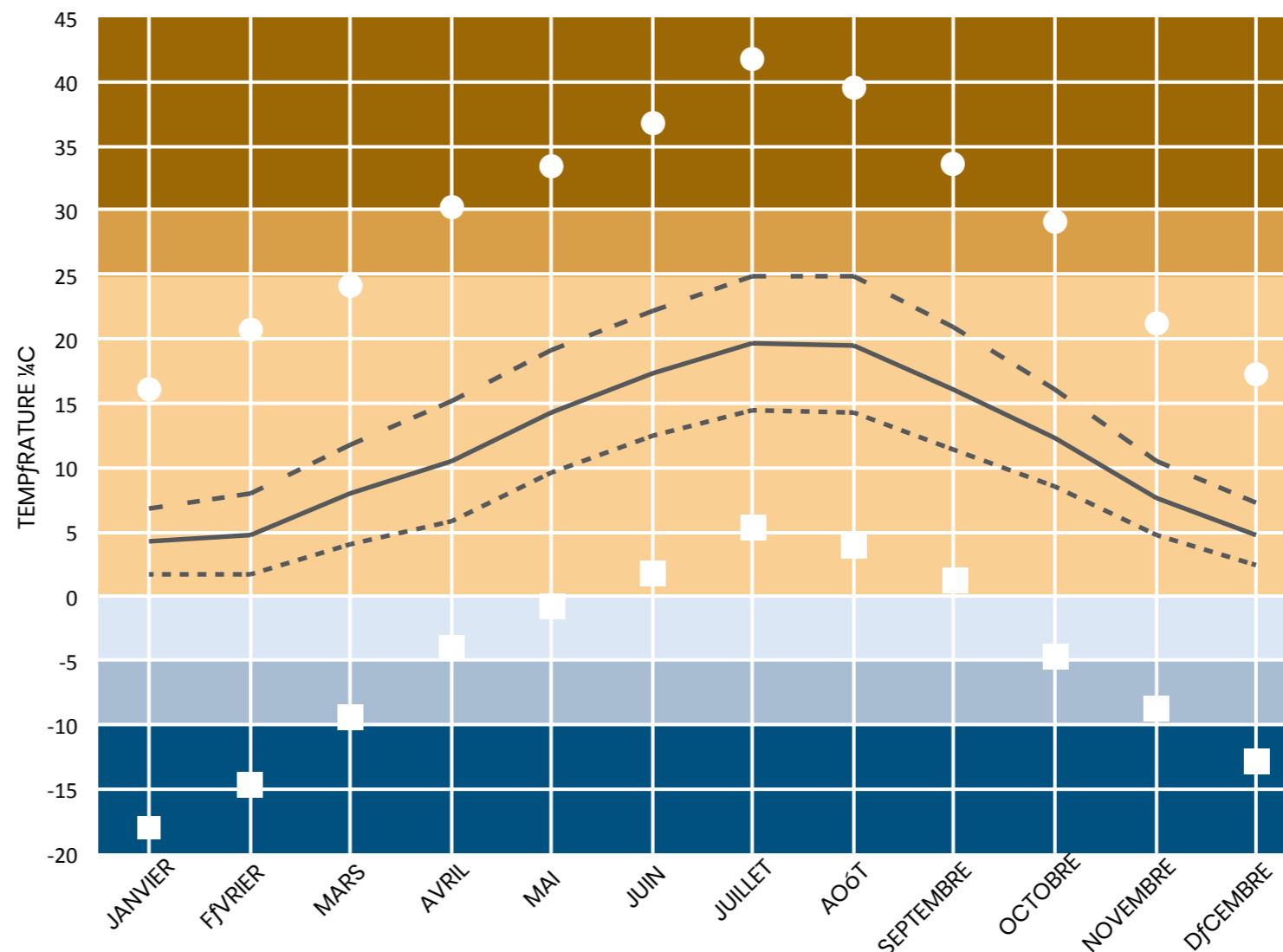
ENVIRONNEMENT

TEMPERATURE

- — Moyenne max
- — Moyenne max
- - - - Moyenne min
- Récord max
- Récord min

Le calcul de ces données ont été faits grâce à la moyenne entre les données des deux stations météorologiques de proximité : Le Bourget et Roissy.

Il est importante de remarquer que le mois de juillet est le plus chaud. Les dernières années il y a eu des "climax" de chaleur dans les mois de juin juillet et aout, pour cela il faut prendre en consideration tous les mesures pour éviter ce chaleur



ENVIRONNEMENT

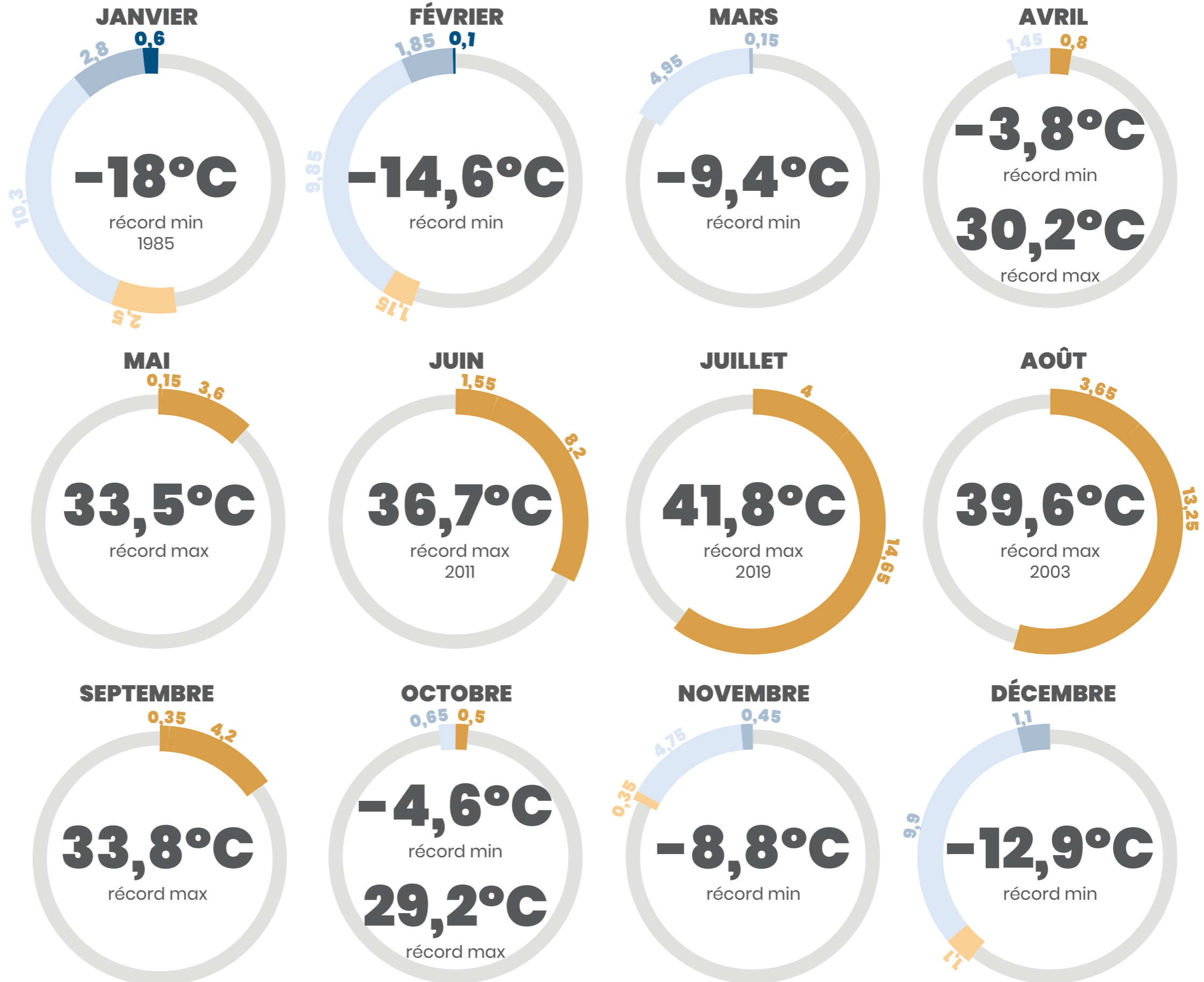
TEMPÉRATURE

Nombre moyen de jours avec:

- Temp max $\geq 30^{\circ}\text{C}$
- Temp max $\geq 25^{\circ}\text{C}$
- Temp max $\geq 0^{\circ}\text{C}$
- Temp min $\leq 0^{\circ}\text{C}$
- Temp min $\leq -5^{\circ}\text{C}$
- Temp min $\leq -10^{\circ}\text{C}$

Le calcul de ces données ont été faits grâce à la moyenne entre les données des deux stations météorologiques de proximité : Le Bourget et Roissy

Il est importante de remarquer que le mois de juillet est le plus chaud. Les dernières années il y a eu des "climax" de chaleur dans les mois de juin juillet et août, pour cela il faut prendre en consideration tous les mesures pour éviter ce chaleur



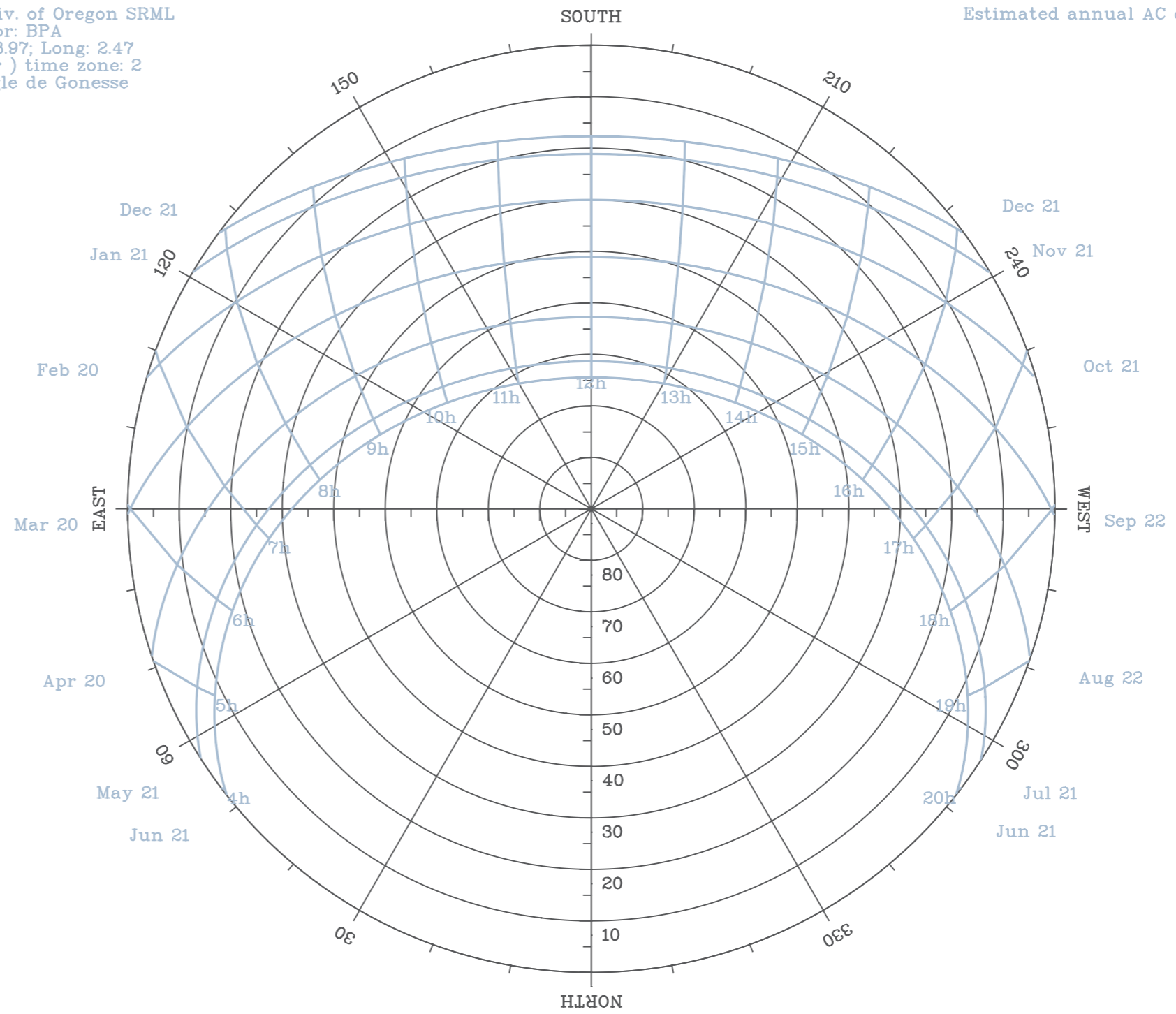
ENVIRONNEMENT

SOLEIL

Diagram solaire

(c) Univ. of Oregon SRML
Sponsor: BPA
Lat: 48.97; Long: 2.47
(Solar) time zone: 2
Triangle de Gonesse

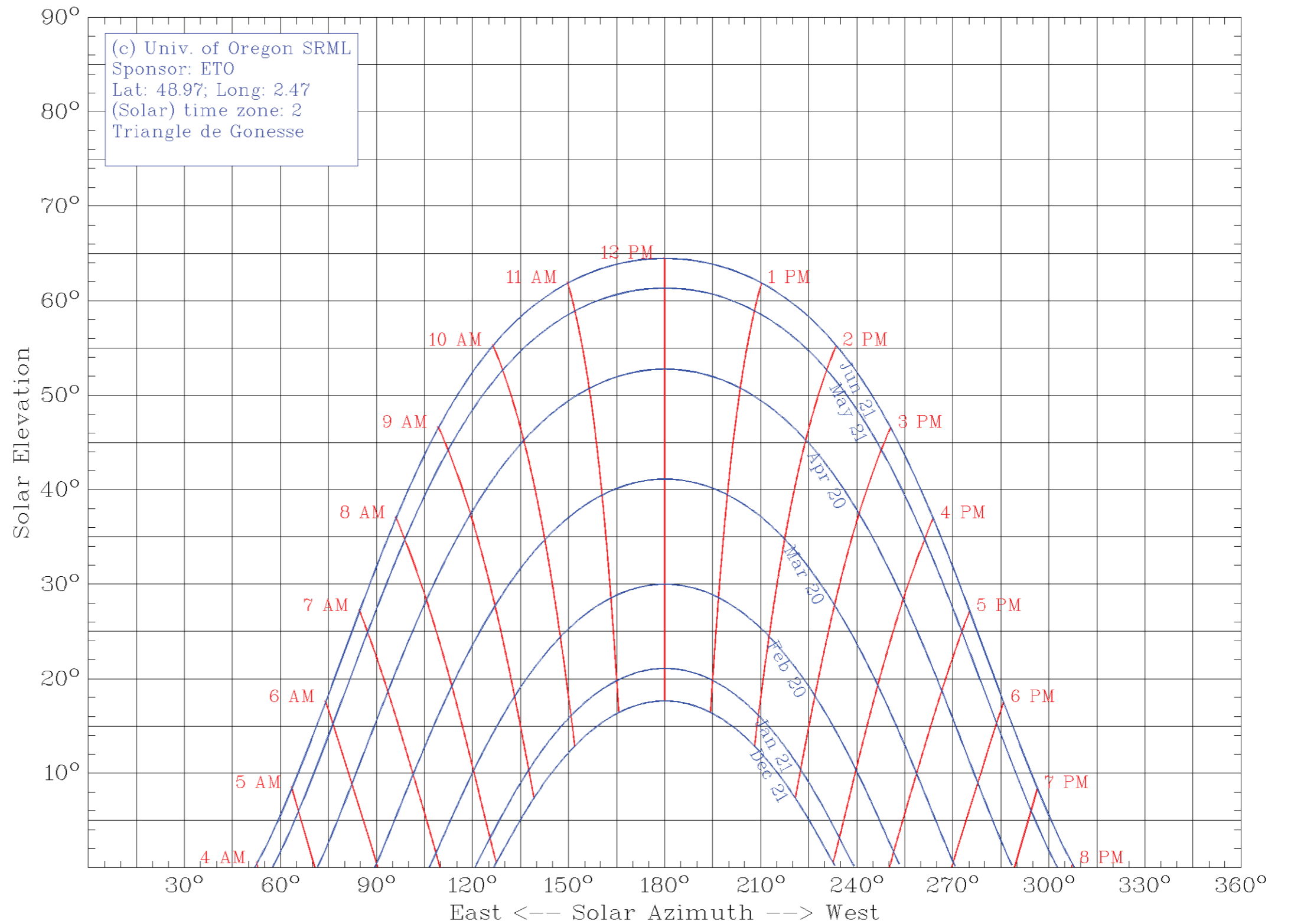
Estimated annual AC output:



ENVIRONNEMENT

SOLEIL

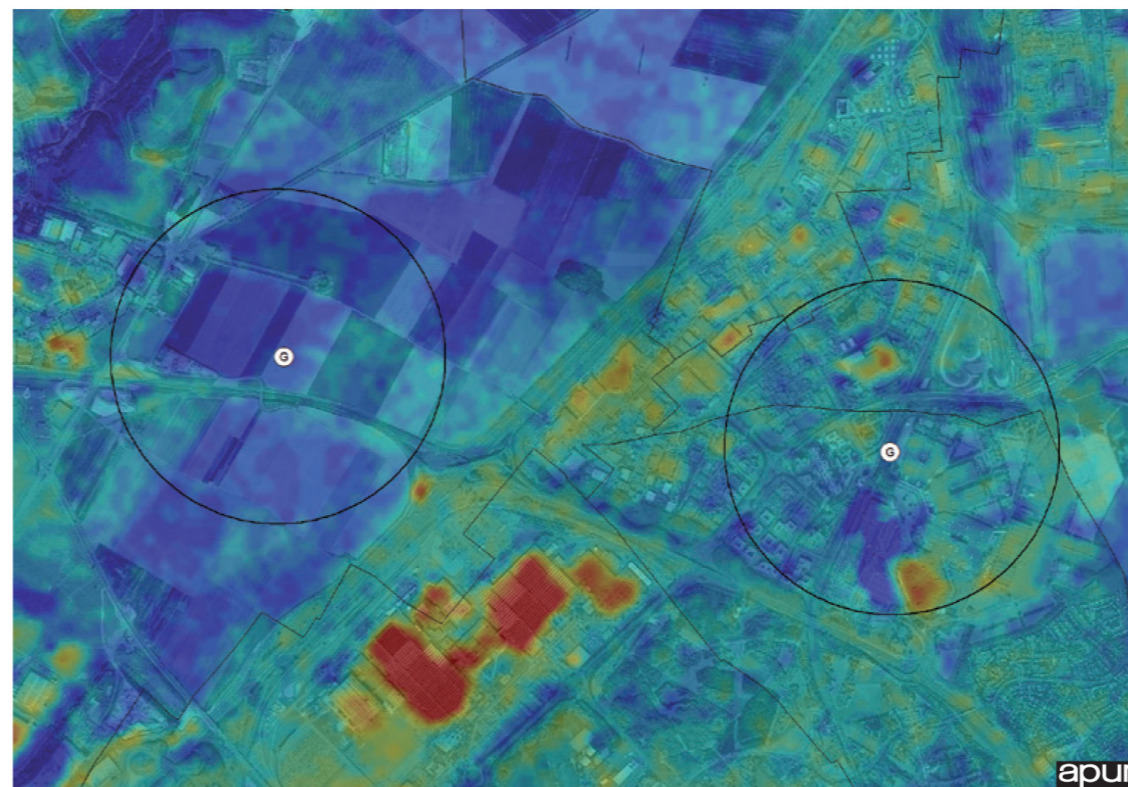
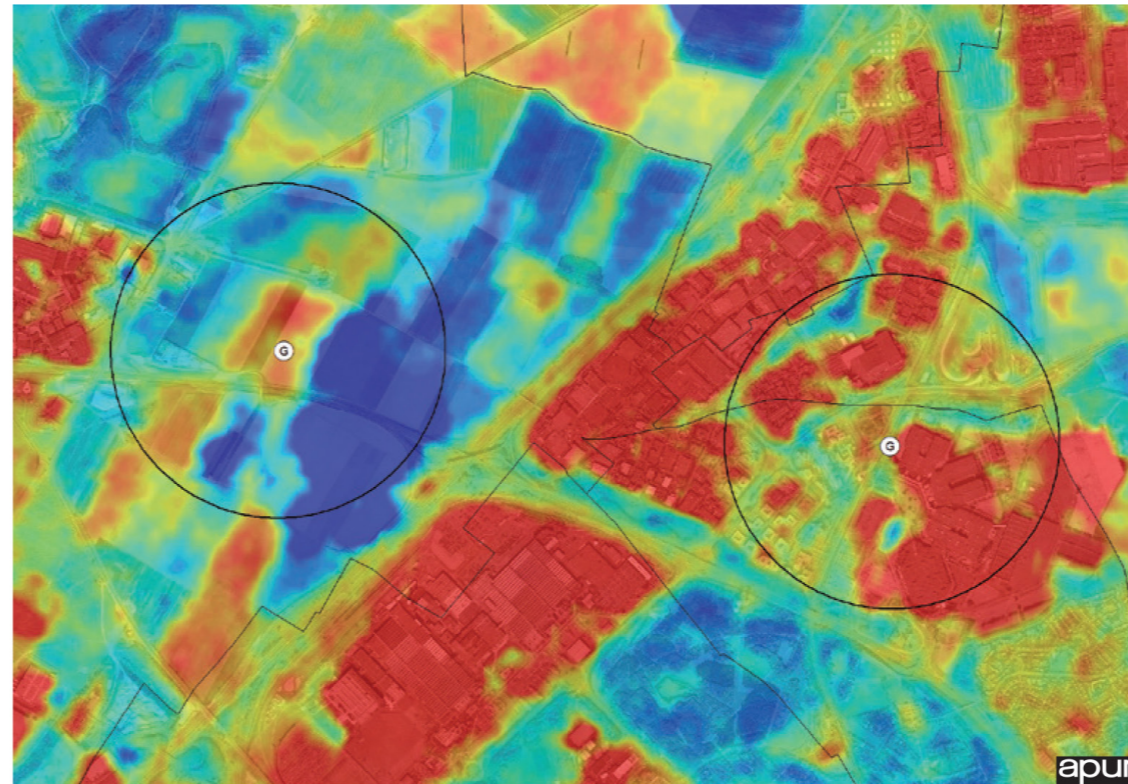
Élévation solaire



ENVIRONNEMENT

SOLEIL

Thermographie d'hiver et d'été



MATÉRIAU PAILLE

**PROPRIÉTÉS ET
TECHNIQUES**

LA PAILLE

APPROVISIONNEMENT

Historiquement, la taille des bottes est de 36 x 46 x 80-120 cm mais aujourd'hui il est possible de trouver différentes. Cela dépend de la botteleuse (ou presse).

PETITES BOTTES

AUTRES: 26 x 46 x 31-132 cm

CLAAS MARKANT: 36 x 46 x 40-100cm

NEW HOLLAND AGRICULTURE BC 5000(60-70): 36 x 46 x 31-132cm

MOYENNES BOTTES

CLAAS Quadrant 4000: 80 x 50 x 70-240cm

NEW HOLLAND AGRICULTURE Bigbaler 890+: 80 x 70 x 50-300cm

NEW HOLLAND AGRICULTURE Bigbaler 870+: 80 x 90 x 100-260cm

GROSSES BOTTES

CLAAS Quadrant 4200: 120 x 70 x 50-300cm

CLAAS Quadrant 5300: 120 x 70 x 50-300cm

NEW HOLLAND AGRICULTURE Bigbaler 1270+: 120 x 70 x 100-260cm

CLAAS Quadrant 5300: 120 x 90 x 50-300cm

NEW HOLLAND AGRICULTURE Bigbaler 1290+: 120 x 90 x 100-260cm

NEW HOLLAND AGRICULTURE Bigbaler 1290 Haute densité 120 x 90 x 100-300cm

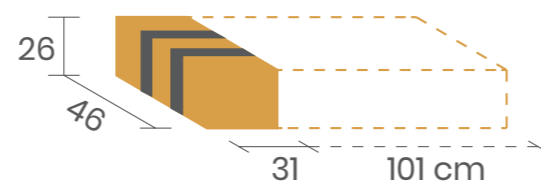
CAHIER DE CHARGES

Pour l'utilisation dans la construction, les bottes de paille doivent être :

1. Denses (80-120 kg/m³).
2. Bien formés faces planes et régulières.
3. Sèche (humidité relative < 20%),
4. Exemptes de moisissures.

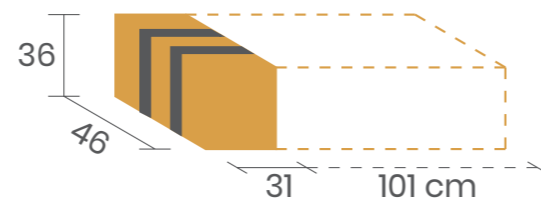
Pour cela:

5. Stocker sur palette et à l'abri.
6. Contrôler les réglages régulièrement.
7. La densité et longueur peuvent être adaptés aux besoins des constructeurs.
8. Utiliser ficelles polypropylène de min résistance linéaire de 143kgF pour le type 350 et 180kgF pour le type 250.



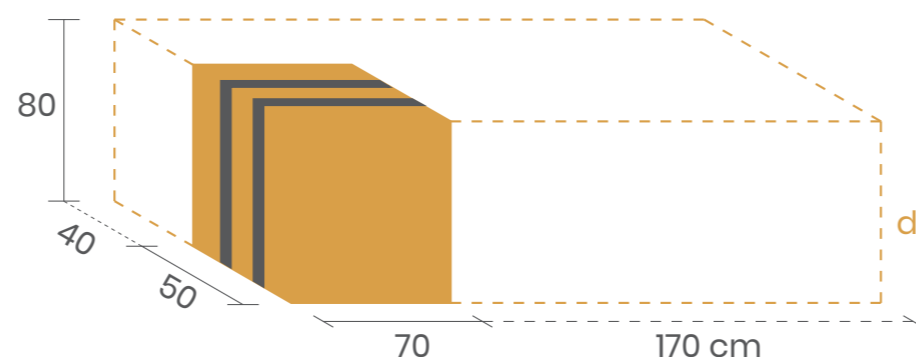
60-120

densité (kg/m³)



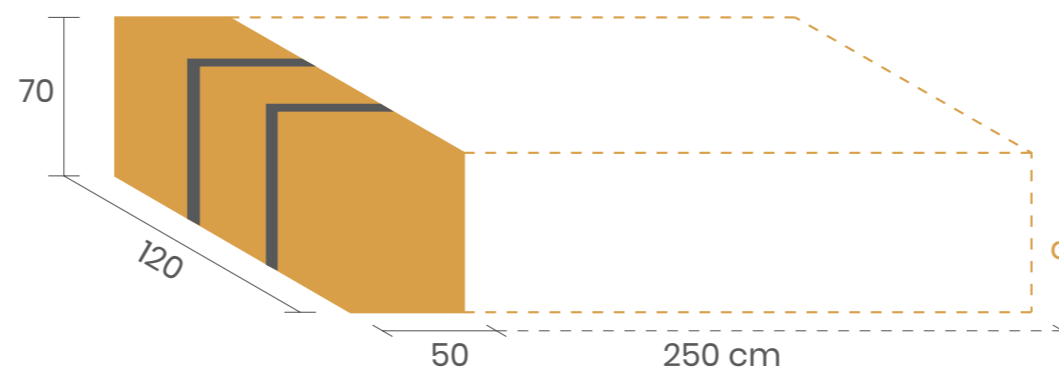
60-120

densité (kg/m³)



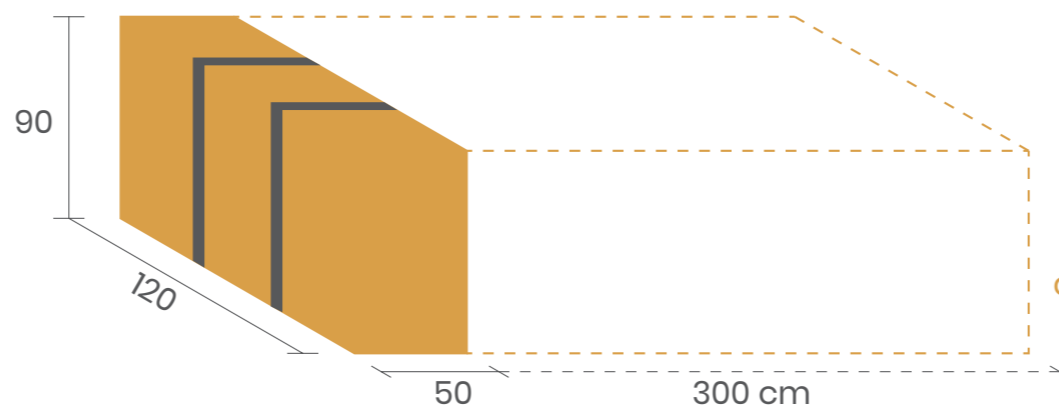
120

densité (kg/m³)



150

densité (kg/m³)



150

densité (kg/m³)



≥ 80

densité acceptée



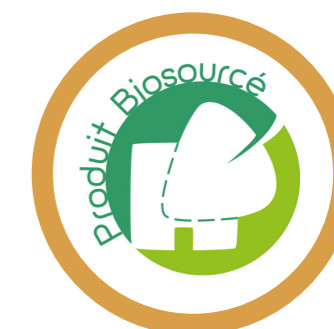
adaptabilité

longueur et densité adaptables



2-4 € TTC

prix par botte selon la taille et densité



40 kg/m²

Valeur pour label bâtiment biosourcé

PROPRIÉTÉS ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

1.FEU

La paille en vrac brûle très facilement. Manque d'air, la paille comprimée dans les bottes brûle mal. La résistance (a, b) au feu est le temps durant lequel l'élément de construction joue son rôle de limitation de la propagation. La réaction (c) au feu est la capacité du matériau en tant qu'aliment du feu: combustibilité, inflammabilité.



**REI 120/
RE 120**

murs porteurs

1a



**EI 120/
E 120**

cloisons

1b



B-s1-d0

réaction au feu
(EN 13501-1:2007)
CLASSE E
(EN 13501-1)

1c



-43 dB

affaiblissement
(avec enduit terre)

2

2.ACOUSTIQUE

La réglementation française demande un isolement supérieur à 30 dB.



7,5

(6,92*-5,87**)
résistance thermique
 $m^2 \cdot K/W$

3



**0,052*-
0,080****

conductivité thermique
 $W/(m \cdot K)$

4



1558

capacité thermique
massique
 $J/(kg \cdot K)$

5



A+

densité (kg/m^3)

6

3.RESISTANCE THERMIQUE (R)

Capacité à résister la chaleur et le froid. Plus elle est élevée, plus le matériau est isolant. $U=0,12 W/(m^2 \cdot K)$.

4.CONDUCTIVITE THERMIQUE (λ)

Capacité à laisser passer la chaleur. Plus la conductivité est faible, plus le matériau est isolant.



1,15

résistance à la
vapeur d'eau
(μ)

7



<20%

taux d'humidité

8



9



-14

($kg EqCO_2/m^2$)
empreinte carbone

10

R = Résistance mécanique (stabilité au feu).

E = Étanchéité (pare flamme).

I = Isolation (coupe-feu).

B = produit combustible à contribution au flash over très limitée.

S1 = faible production de fumées.

Do = absence de gouttelettes et de débris enflammés.

5.CAPACITÉ THERMIQUE MASSIQUE

(Cp) Quantité de chaleur qu'un gramme d'une substance doit absorber pour que sa température s'élève d'un degré Celsius.

6.QUALITÉ DE L'AIR

Les émissions de la majorité des composés organiques volatils et aldéhydes est très faible et n'est pas détecté par les appareils de mesure.

7.VAPEUR D'EAU (μ)

Le coefficient indique dans quelle mesure la vapeur d'eau traverse plus difficilement ce matériau que l'air.

8.HUMIDITÉ

En raison de sa forte teneur en silice, ne craint pas l'humidité, et pourrit très lentement. Toutefois il est nécessaire de respecter des règles de stockage et de mise en œuvre expliquées dans les Règles Professionnelles. L'humidité doit être mineur à 20%.

9.THERMITES ET RONGEURS

Les termites meurent à faute de nourriture. Sans grains, la botte ne présente aucun intérêt alimentaire pour les rongeurs.

10.EMPREINTE CARBONNE

Selon FDES

Densité (ρ) ou masse volumique sèche de $80 \geq \rho \leq 120 kg/m^3$ et bottes de 36x46cm.

* Bottes transversales au sens de la paille (à chant).

** Bottes dans le sens de la paille (à plat).

LA PAILLE

CONSTRUCTION MURS

PAILLE PORTEUSE

Technique Nebraska (1) : Les murs en paille sont porteurs sans structure bois.

Technique Cellule sous tension (CST) (3) : Les bottes sont portées grâce à la tension entre montants et linteaux d'une ossature bois légère. les murs sont enduits en terre.

Technique préfabriqué (4) : Des caissons porteurs sont isolés et fabriqués en atelier pour une pose rapide.

ISOLATION THERMIQUE (ITE)

Communément utilisé dans les travaux de rénovation.

Technique ossature bois (2): utilisation des bottes fixés au mur existant avec une ossature légère.

1. TECHNIQUE NEBRASKA



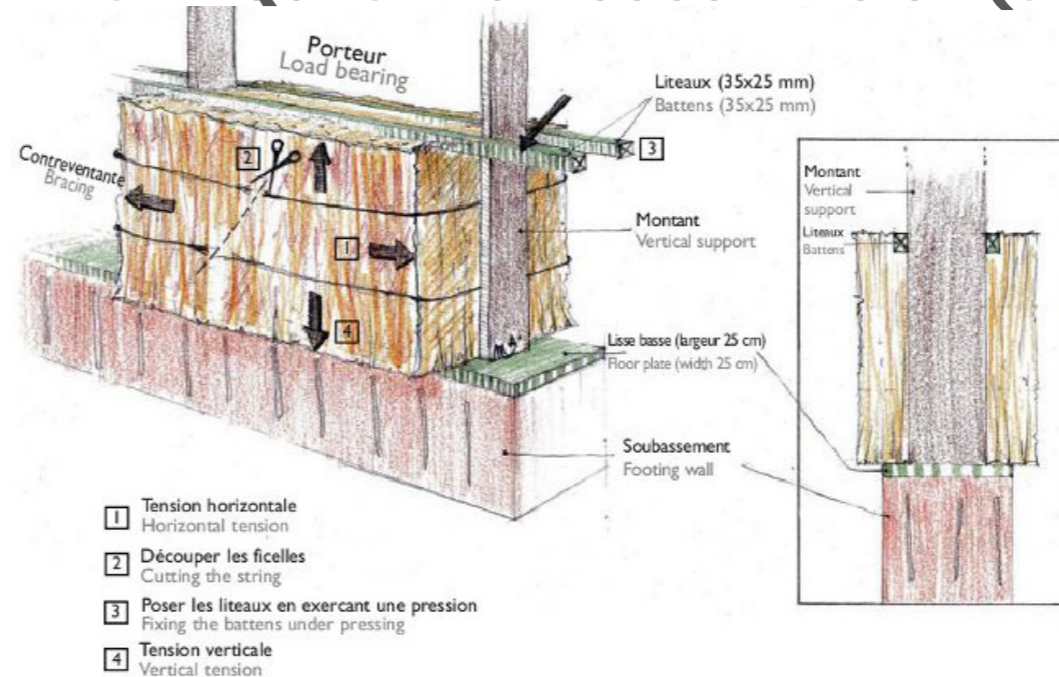
- 1 LISSE BASSE
- 2 MONTANT
- 3 PRÉCADRE DE MENUISERIE
- 4 BOTTES DE PAILLE
- 5 LISSE HAUTE
- 6 GROSSE SANGLE DE COMPRESSION
- 7 PAREMENT EXTÉRIEUR

2. TECHNIQUE OSSATURE BOIS (ITE)



- 1 MUR EXISTANT
- 2 SOUBASSEMENT
- 3 ISOLATION COMPLÉMENTAIRE
- 4 OSSATURE EN BOIS
- 5 BOTTES DE PAILLE
- 6 PAREMENT EXTÉRIEUR

3. TECHNIQUE CELLULE SOUS TENSION (CST)



- 1 Tension horizontale
Horizontal tension
- 2 Découper les ficelles
Cutting the string
- 3 Poser les linteaux en exerçant une pression
Fixing the battens under pressing
- 4 Tension verticale
Vertical tension

CONSTRUCTION MURS

REPLISSAGE

Le remplissage est caractérisé pour avoir du bois comme structure porteuse.

Technique prefabriqué (4) : Des caissons sont isolés et fabriqués en atelier pour une pose rapide et combler les différentes structures bois, métal ou béton.

Technique ossature bois (5) : technique courante en France, où la paille se place comme isolant et remplissage.

Technique du GREB (6) : Associe plusieurs procédés. Une ossature légère en bois, remplie de bottes de paille, pour couler un mortier léger.

Technique bois et paille : structure porteuse poteau-poutre en bois, avec isolation paille par l'extérieure, avec une petite ossature légère semi-porteuse.

TORCHIS - CHAUME

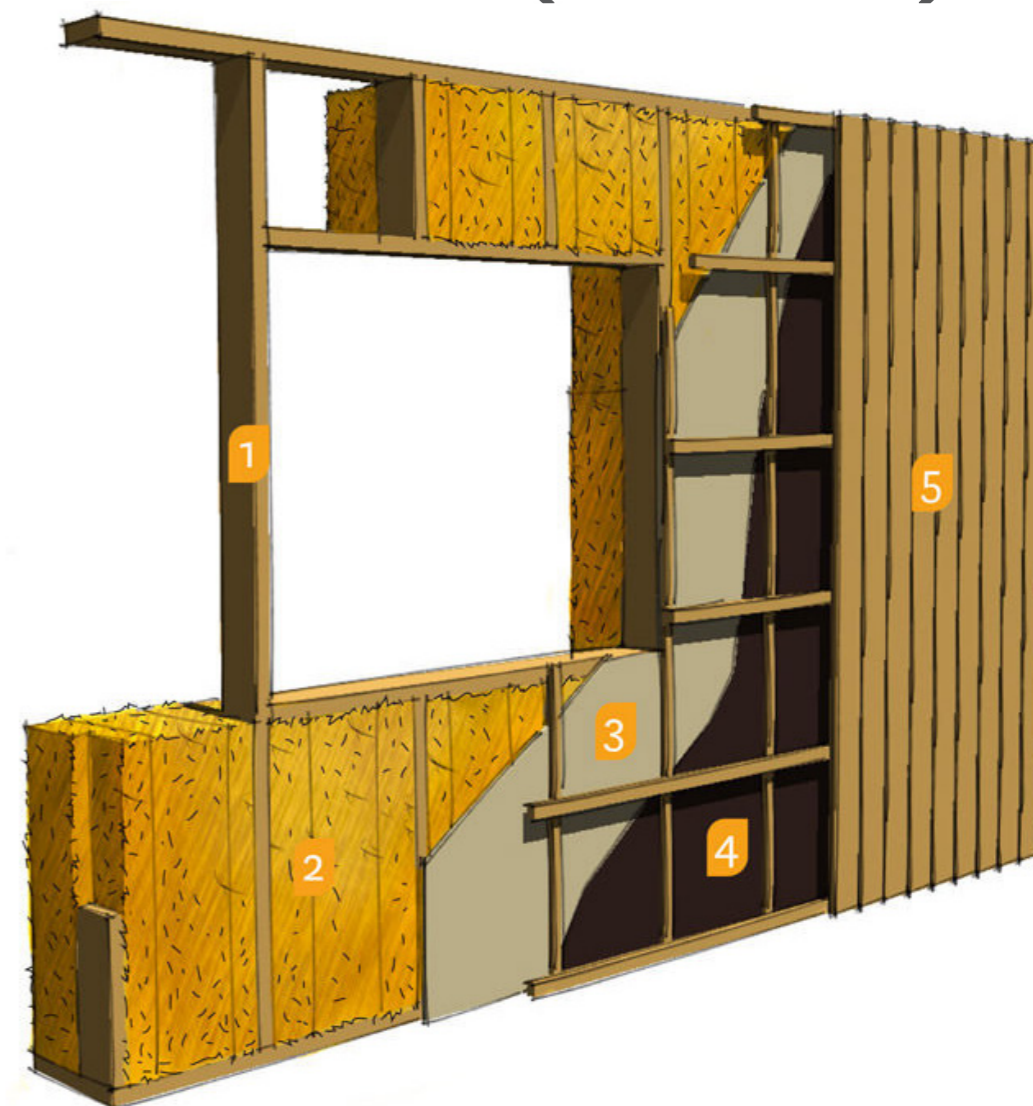
Torchis : mélange d'argile et paille.

Chaume : paille de seigle, de millet.

4. TECHNIQUE PREFABRIQUÉ

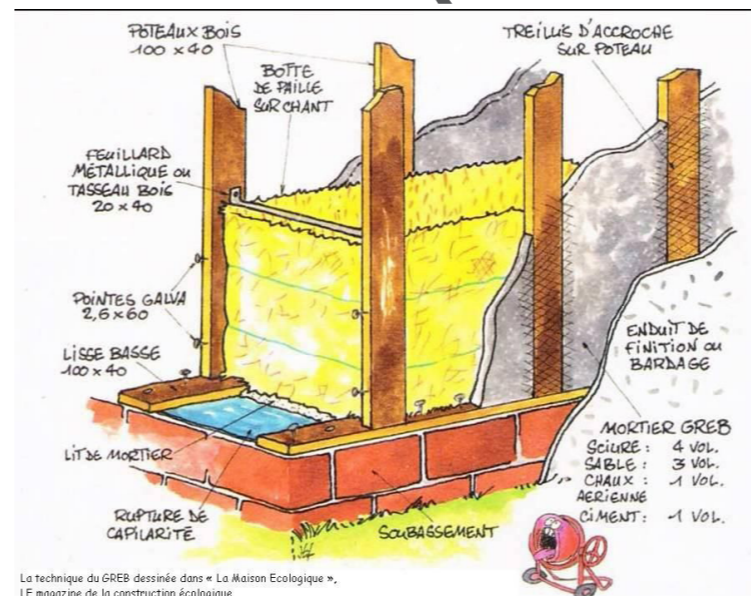


5. OSSATURE BOIS (REPLISSAGE)



- 1 OSSATURE BOIS
- 2 BOTTES DE PAILLE
- 3 PANNEAU PARE-PLUIE
- 4 CAISSON
- 5 BARDAGE

6. TECHNIQUE GREB



- 1 OSSATURE BOIS
- 2 BOTTES DE PAILLE
- 3 PANNEAU DE CONTREVENTEMENT
- 4 PARE-PLUIE
- 5 BARDAGE

CONSTRUCTION MURS

ENDUITS

La botte de paille est un très bon support d'enduit. Ils offrent des grands possibilités : confort, divers textures, couleurs, formes, etc.

Ils peuvent être faits de terre crue ou chaux.

Confort thermique : ils stockent la chaleur en hiver et refroidissent l'air en été.

Confort hygrométrique: Ils ont la capacité d'absorber et de restituer l'humidité procurant un

Confort sensoriel : Agréable au toucher, doux à la vue et capables de réduire la réverbération du son. Les enduits en terre crue ont aussi un pouvoir d'absorption des odeurs.

Santé : Respectueux de la santé des artisans ainsi que des utilisateurs du bâtiment.

Responsables : Disponibles localement et peu transformés, ils demandent très peu d'énergie lors de la production et du transport.

RECOMMANDATIONS

HUMIDITÉ

- Pas de mise en œuvre des bottes dont le taux d'humidité est supérieur à 20%
- Protection des façades en cours de chantier
- Débordement du toit
- Gouttières
- Ventilation sous la couverture
- Pas de surfaces horizontales sous les fenêtres
- Drainage autour des fondations
- Placement des bottes de paille sur une semelle quelques centimètres au-dessus du sol fini pour éviter la remontée de l'eau par l'action capillaire (la garde au sol est de 20 cm).

THERMITES

Les termites meurent à faute de nourriture. En zone termite, il est toutefois obligatoire de traiter le problème avec une barrière anittermite

RONGEURS

La botte de paille ne contient pas de grains, ce qui ne présente aucun intérêt alimentaire pour les rongeurs. Pour éviter les rongeurs il est recommandable : La compression des bottes de paille, la réalisation d'un bon enduit et l'installation d'un grillage au bas des murs.

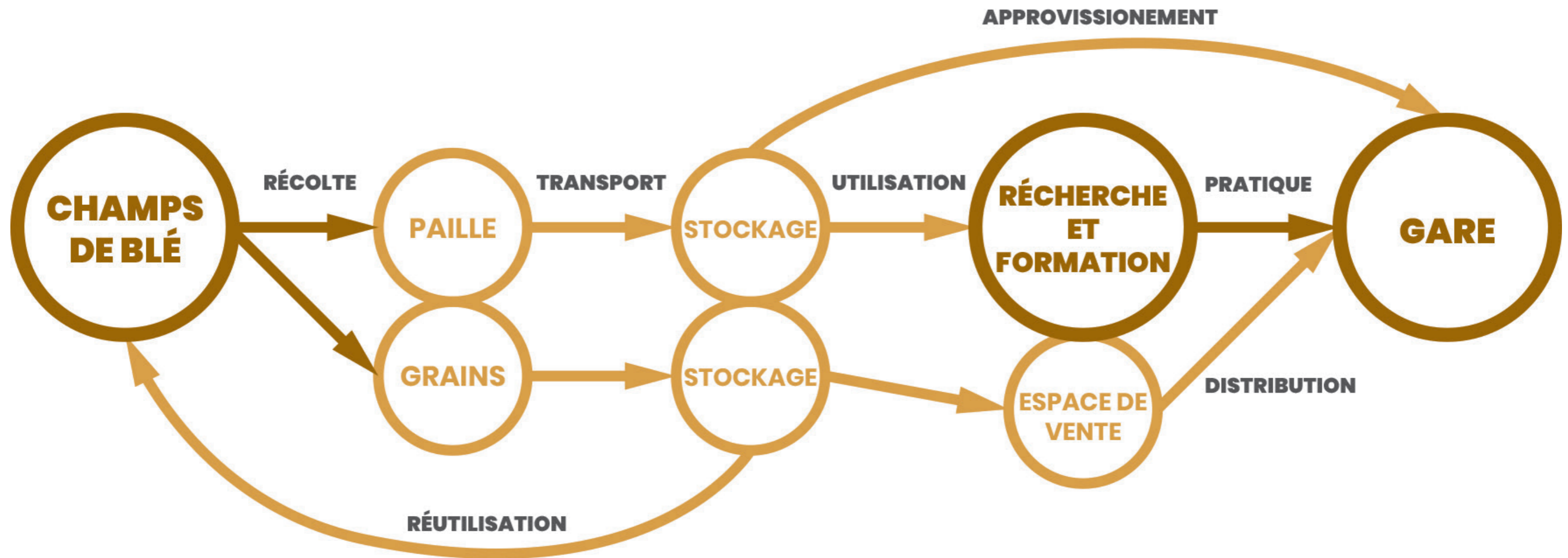


PROGRAMME GARE

**INFRASTRUCTURE
AGRICOLE, DE
TRANSPORT ET DE
RECHERCHE**

PROGRAMME

ORGANISATION



PROGRAMME

ORGANISATION

Distribution d'activités et m2

Agricole	Espace résidentiel	Logements	3 familles	12 personnes	450 m2	25x18		avec vue sud ou ouest	2920m ²
		Potager	20 especes		720 m2	40x18			
		Arbres de fruits	5 especes		1200 m2	24x50			
		Jardin	3 sections		300 m2	25x12			
		Parking	10 places		250 m2	25x10			
	Machinerie	Stocakge		450 m2		pour 30ha d'industire agraire (Neufert)		800m ²	
		Atelier de réparation		350 m2		pour 30ha d'industrie (Neufert)			
	Champs	Blé		30 ha		Les travaillerus provient aussi de la Ville de Gonesse		30ha	
		Circulation		1% %					

30,4ha

		Total		12 personnes en charge de la sécurité du périmètre et travailleurs					
Recherche et formation	Bibliothèque	Salle de lecture	20 places	2 travailleurs	52 m2				
		Réserve	2000 livres		10 m2		5m2 pour 1000 livres		
		Vidéotheque	200 supports		10 m2				
		Matériothèque	50 échantillons		25 m2	calcul de 0,5m2 par support			
		Rangés	5000 livres		50 m2	10x5	10m2 pour 1000 livres		
		Espace numérique	3 postes		7,8 m2				
		Hémérothèque	2000 réviews		20 m2	5x4			
	Administration	Accueil et adm.	1 espace	1 Travailleur	6 m2				
		Comptable		1 Travailleur					
		Marketing et Com.	1 espace	1 Travailleur	25 m2	5x5			
		Formation		1 Travailleur					
		Direction	1 espace	3 Travailleur	20 m2	4x5			
	Formation	Salle de cours	2 salles	20 personnes/c.une	30 m2	6x5	Formation pro-paille et formation sémestriel (8 formateurs)		
		Salle de conférences	1 salle	60 personnes	100 m2	10x10			
		Atelier d'expérimentation	6 sections	1 superviseur	2000 m2	30x10	Modules : porteuse, GREB, ossature, préfabriqué, CST, enduit/torchis		
		Atelier extérieur	1 espace	1 superviseur	2000 m2	30x10			
		Laboratoire	1 espace	3 scientifiques	20 m2	4x5	espace pour des essais controlés		
		Stockage	1 espace		20 m2		Matériaux de nettoyage et d'expérimentation		

4395,8m²

Transport	Parvis	Espace couvert	1 espace	15000 voyageurs/jour	5000 m2	50x50	bancs, eau		Ces trois éléments de la typologie de la gare du Grand Paris Express seront la vitrine de la construcion paille. Il sera possible d'apprécier les 6 techniques constructives tout au long du parcours de la gare.
		Espace libre	1 espace		5000 m2	50x50	plantes, blé...		
		Intégration artistique	1 œuvre		1 artiste			Carlos Medina	
	Émergence	Volume	1 Volume moderne comme repère	15 m(h)	max				
		Intégration artistique	1 œuvre	1 artiste			Jonathan Paul		
	Accueil	Boutique agricole	1 espace	1 travailleur	30 m2				
		Espace centre de recherche	1 espace	1 travailleur	30 m2				
		Espace RFCP	1 espace	1 travailleur	30 m2				
		Stockage nettoyage	1 espace	1 travailleur	10 m2				
		Magasin de norriture	3 espaces	3 travailleurs	30 m2				
		Taquille	1 espace	2 travailleurs	10 m2				
		Botique touristique	1 espace	1 travailleurs	30 m2				
		Toilettes	2 espaces	20 hommes et fammes	80 m2				
		Circulation			9000 m2				
		Intégration artistique	1 œuvre	1 artiste			Arturo Quintero		
	Circulation			10 %					
	Correspondances				à déterminer				
	Quais				à déterminer				

10000m²

20000m²

10000m²

PROGRAMME

DISTRIBUTION

- Infrastructure agricole
- Infrastructure transport
- Infrastructure recherche

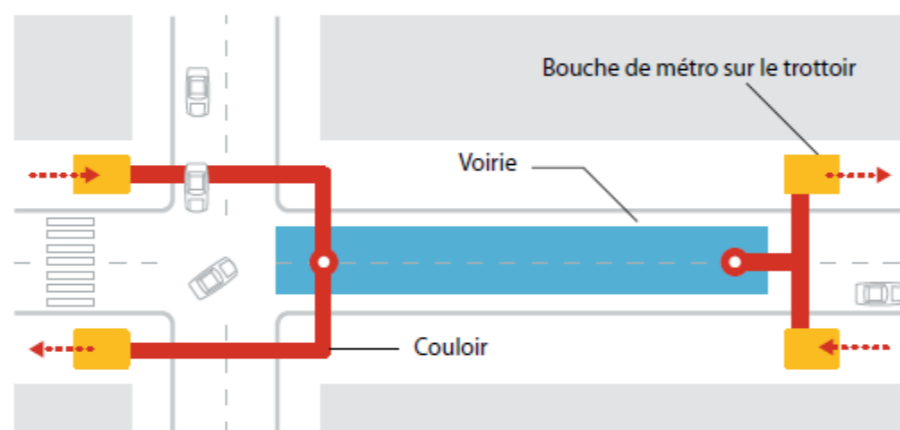
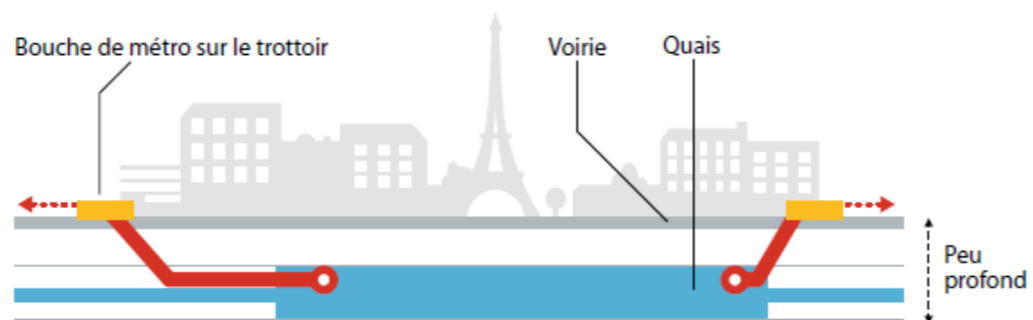


TRANSPORT

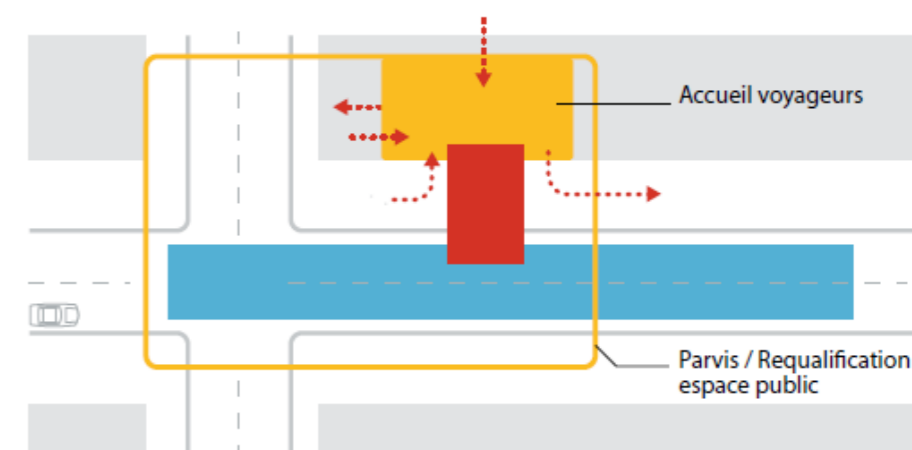
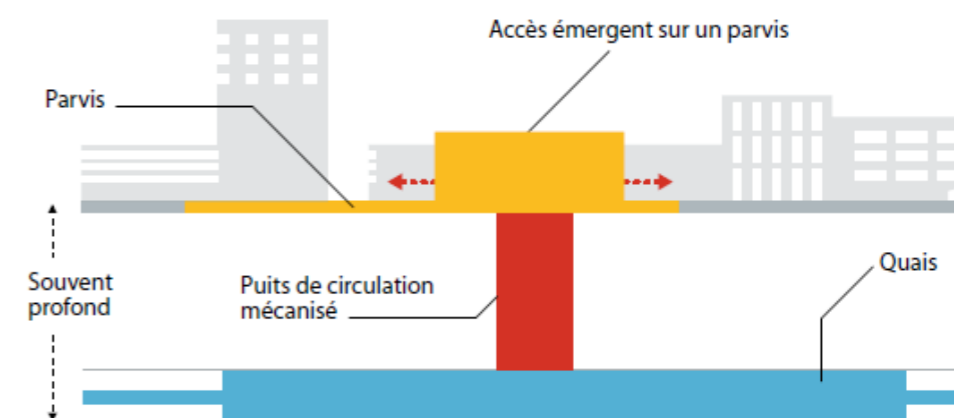
SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

La typologie de métro du Grand Paris Express a voulu se détacher de de la conception traditionnel du métro parisien.

MÉTRO PARISIEN



MÉTRO GRAND PARIS EXPRESS



TRANSPORT

SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

La charte architectural composé par Jacques Ferrier à détaillé 6 éléments presents dans toutes les gares du réseau du Grand Paris Express :

1. Le parvis
2. Les émergences
3. L'espace d'accueil
4. Les circulations
5. Les correspondances
6. Les quais

Les trois premiers correspondent aux spécificités des contextes d'implantation.

Les trois derniers respendent à l'identité du réseau.

