



LOGEMENTS

BÂTIMENTS PUBLICS

TERTIAIRE

2 MAI > 15 JUIN 2024  
EN BRETAGNE

13 > 15 JUIN 2024  
RENNES MÉTROPOLÉ

8 filières de matériaux  
biosourcés

BOIS, PAILLE  
TERRE CRUE, CHANVRE  
TEXTILE RECYCLÉ  
OUATE DE CELLULOSE  
CHAUME, ALGUES



EN BRETAGNE • MAI > JUIN 2024

# PRINTEMPS #5 DE L'ECO— CONSTRUCTION & de la rénovation durable

— [printemps-ecoconstruction.bzh](http://printemps-ecoconstruction.bzh) —

ÉVÈNEMENT CO-ORGANISÉ AVEC



PARTENAIRES FINANCIERS



SPONSORS



ÉVÉNEMENT CO-ORGANISÉ AVEC



printemps-ecoconstruction.bzh

PARTENAIRES  
FINANCEURS



SPONSORS



EKO ETIK Matériaux

ISOL' en Paille

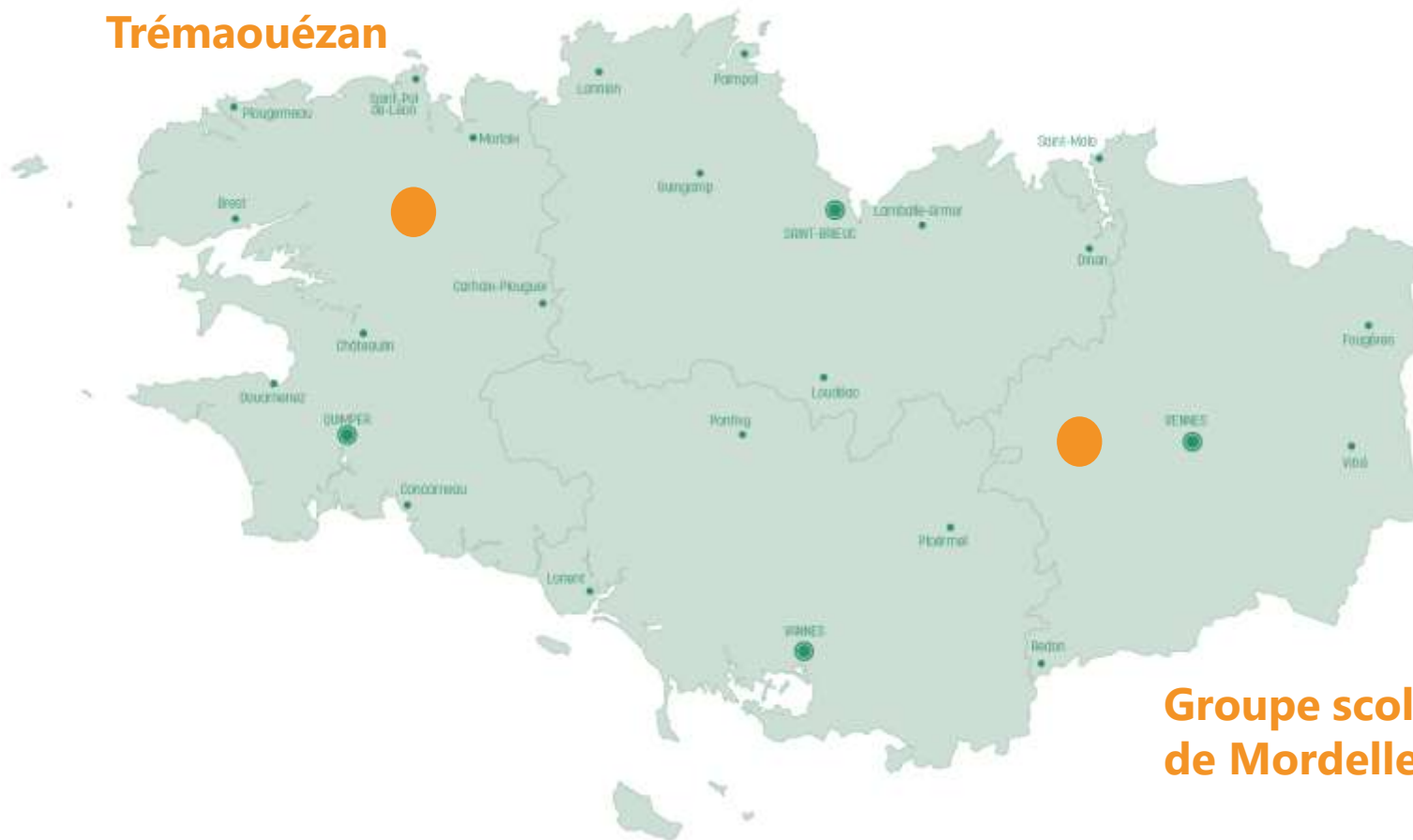
PARTENAIRES



**ATELIER**

# **LES CLÉS DE RÉUSSITE D'UN PROJET : RETOUR D'EXPÉRIENCES & PRÉCONISATIONS**

**Salle des fêtes de  
Trémaouézan**



**Groupe scolaire  
de Mordelles**

ATELIER

Les clés de  
réussite d'un  
projet : retours  
d'expérience &  
préconisations

## ATELIER

# Les clés de réussite d'un projet : retours d'expérience & préconisations



Hervé Liégeois, maire de Trémaouézan (29)



Aldric Gayet, architecte chez Gayet/Roger architectes



Thierry Le Bihan, maire de Mordelles (35)



Hélène Bouniol, AMO Préprogram



Alexandre Grignon et Jeremy Griffon,  
architectes chez Tracks architecture



Laurence Cesbron de RESECO



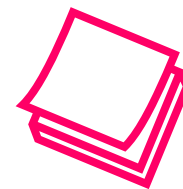
## Principe de l'atelier

ATELIER

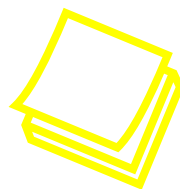
Les clés de  
réussite d'un  
projet : retours  
d'expérience &  
préconisations



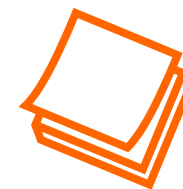
Facteurs clé  
de succès



Ressources



Points de  
vigilance



Difficultés

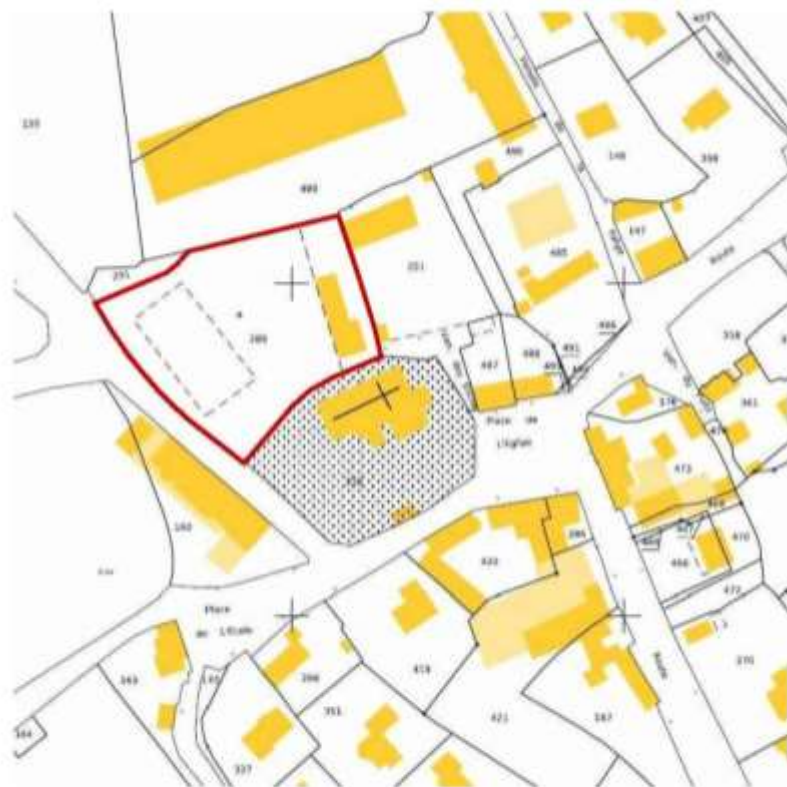
ATELIER

# Construction de la salle polyvalente de Trémaouézan (29)

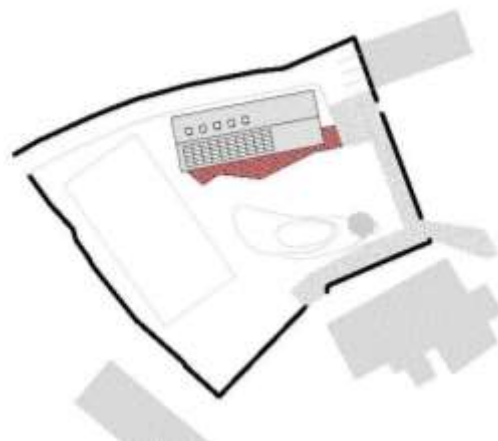


<b>Maîtrise d'ouvrage :</b>	Commune de Trémaouézan
<b>AMO programmation :</b>	CAUE 29
<b>AMO suivi administratif commande publique :</b>	CAPLD (Communauté d'Agglomération du Pays de Landerneau Daoulas)
<b>Accompagnement AMI biosourcés :</b>	[FB] <sup>2</sup>
<b>Maîtrise d'œuvre :</b>	<b>GAYET ROGER Architectes (mandataire)</b>  <b>Konstruktif</b> (BET structures bois, spécialisé ossature bois et paille)  <b>Idéquation</b> (économiste de la construction)  <b>Anhéol Energies</b> (BET fluides, CVC, études énergétiques, photovoltaïque)  <b>EFI BET</b> (Electricité et SSI)  <b>Géo<sup>2</sup> Concept</b> (BET VRD)

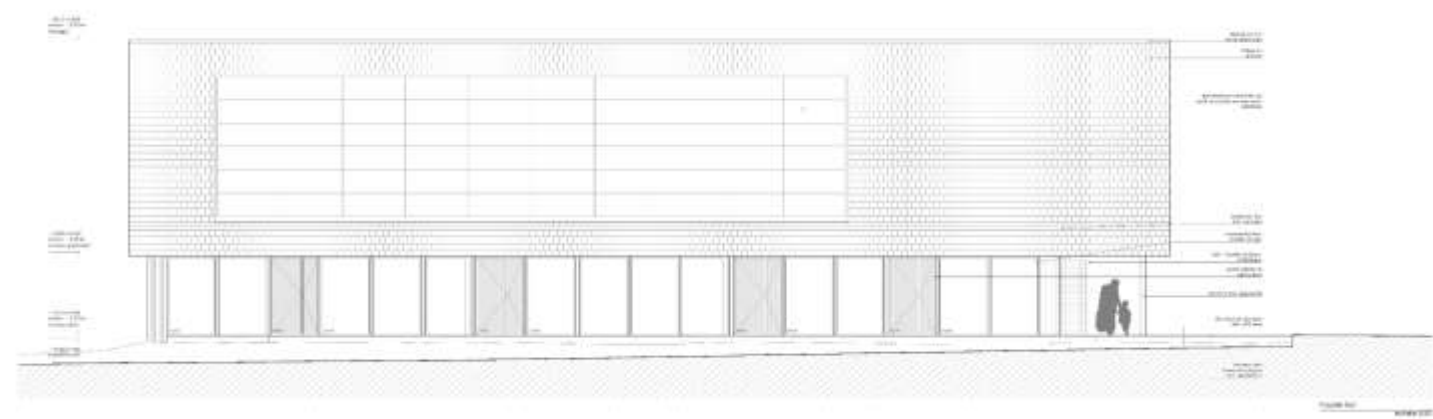
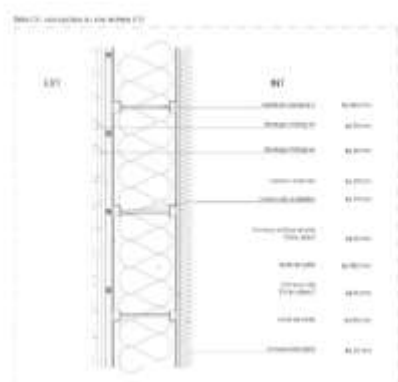
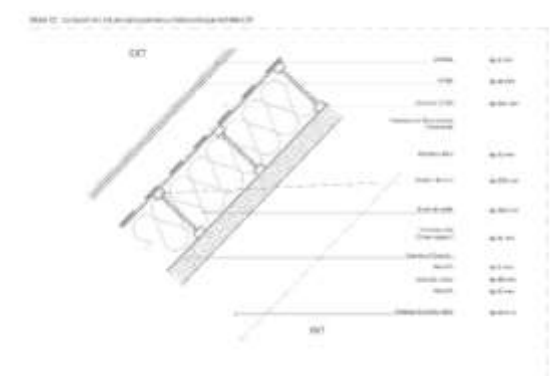
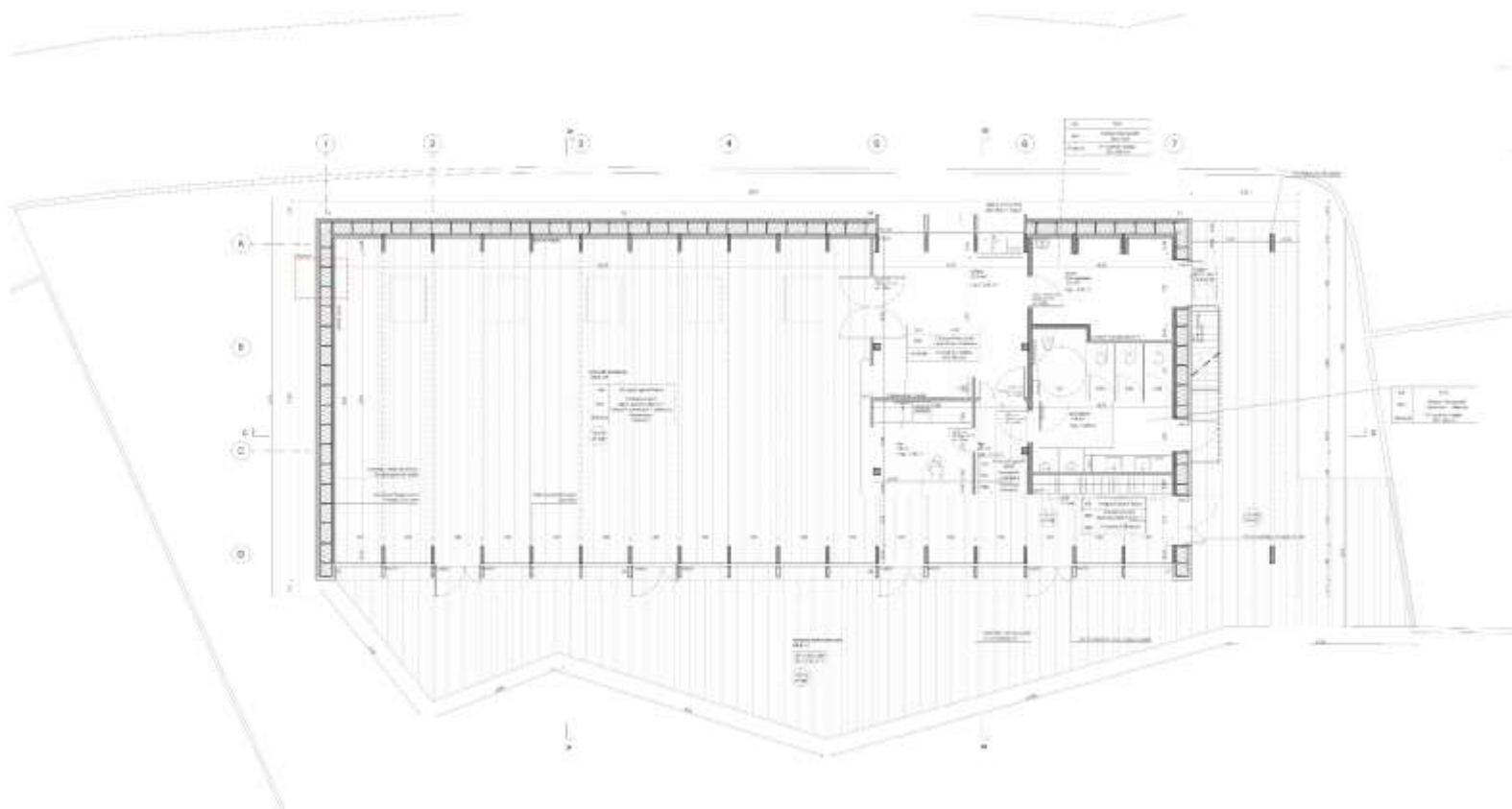
<b>Programme :</b>	Construction d'une salle polyvalente
<b>Programmation :</b>	2021
<b>Consultation maîtrise d'œuvre :</b>	2021
<b>Etudes :</b>	ESQ            janvier 2022 PC              octobre 2022
	Lauréat appel à projet « <b>Bâtiment Performant 2023</b> » Région Bretagne/Ademe/Batylab
	Retenu au dispositif « <b>Bien vivre en Bretagne 2023</b> »
	consultation des entreprises en cours
<b>Coût :</b>	950 000 € HT compris aménagements extérieurs, gestion des eaux pluviales et de l'assainissement
<b>Surface utile :</b>	295 m <sup>2</sup>
<b>Surface plancher :</b>	250 m <sup>2</sup>
<b>Matériaux :</b>	Bâtiment à ossature bois composé d'une dalle bois isolée sur profils HEA portés par un pilotis de pieux en acier vissés dans le sol, de portiques LVL ou LC de bois, de caissons bois isolés avec des bottes de paille compressée en mur et toiture, d'un bardage extérieur ventilé en lames de douglas local, de menuiseries extérieures bois, d'une couverture en ardoise et panneaux photovoltaïques encastrés.
<b>Objectifs thermiques et énergétiques :</b>	Construction niveau PASSIF PLUS suivant le standard passif du Passive House Institut. Les besoins de chauffage visés sont de 14 kWh/m <sup>2</sup> /an La production d'électricité photovoltaïque visée est de 67 kWh/m <sup>2</sup> /an



plan cadastral / parcelle  
Section **000 WD 289** - 3281 m<sup>2</sup>









ATELIER

# Construction du groupe scolaire de Mordelles





Ville de  
**MORDELLES**

**Construction d'un équipement polyvalent  
scolaire, périscolaire associé à une cuisine centrale**



# Une vision politique

Une inspiration locale et patrimoniale...



...revisitée



# Une vision politique

## Pourquoi un projet de nouveau groupe scolaire sur Mordelles ?

Pour **remplacer** un groupe scolaire vétuste, énergivore et amianté

Pour faire face aux besoins de la population du fait de l'**extension urbaine** de la commune

## Pourquoi une nouvelle cuisine centrale ?

- Améliorer les **fonctionnalités** de l'actuelle cuisine centrale devenue inadaptée :
  - Pour le **personnel** (vestiaires, bureau)
  - Pour les **livraisons** et les zones de **préparation froide**
  - Pour intégrer le travail avec des **produits frais et locaux**



# Une vision politique

## **Volonté d'un projet à Haute Qualité Environnementale**

- Une conception bioclimatique permettant de réduire les besoins énergétiques du bâtiment, source de production de chaleur principalement renouvelable ;
- Des matériaux biosourcés ;
- Une réflexion en termes d'économie circulaire : en lien avec les matériaux mis en œuvre.

## **Un projet qui s'adapte aux contraintes environnementales**

- Des cours d'école végétalisées pour mieux appréhender le changement climatique

## **Un projet qui s'inscrit et respecte l'environnement existant**

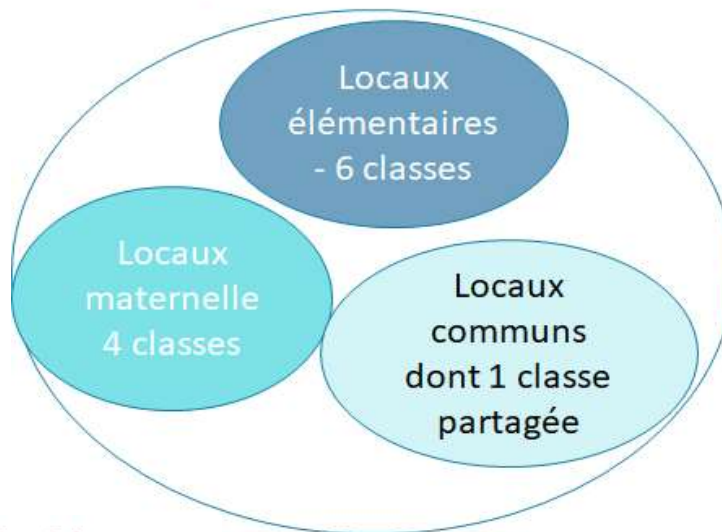
- Des espaces apaisés aux abords de l'école en s'appuyant sur les chemins existants pour encourager les mobilités douces



# Descriptif du projet

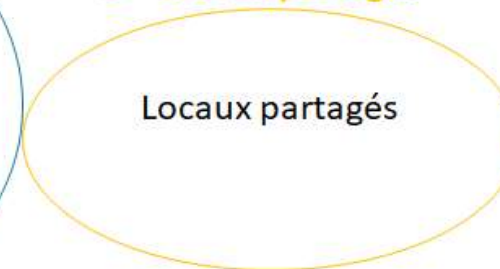
Des locaux dédiés à l'enseignement scolaire

## A – Groupe scolaire



Des locaux mutualisés entre activités scolaires et périscolaires

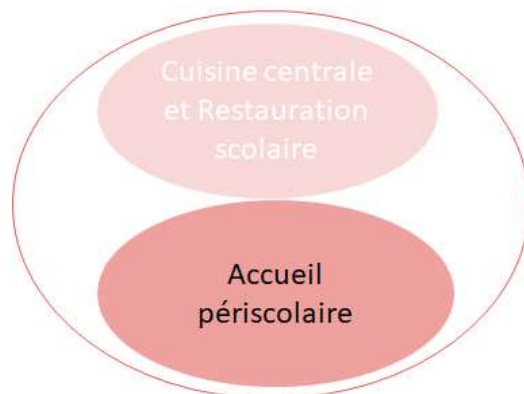
## C – Locaux partagés



Des espaces extérieurs (cours, petit parvis, aire logistique)

Des locaux dédiés aux activités périscolaires

## B – Activités périscolaires



**600 repas**



# Les étapes clés

## 2020

**Mars** : Inscription au projet de mandat de la construction d'un nouvel équipement scolaire et périscolaire

**Septembre** : Lancement de la consultation pour le choix d'un programmiste assistance à maîtrise d'ouvrage

## 2021

**Janvier** : Désignation du programmiste PREPROGRAM et lancement de l'étude

**De février à septembre** : Diagnostic et études de faisabilité

**Novembre** : Approbation du programme et lancement du concours de maîtrise d'oeuvre

## 2022

**Janvier à Juin** : Concours d'architecte

**Juin** : Désignation du lauréat "Equipe TRACKS et attribution du marché de maîtrise d'oeuvre en juillet

**Septembre** : Début des études de conception

## 2023

Fin des études de conception

**Juin à septembre** : consultation des entreprises

**octobre** : attribution des lots aux entreprises

**Novembre** : réunion de lancement avec les entreprises retenues

**Décembre** : Préparation du chantier

## 2024 - 2025

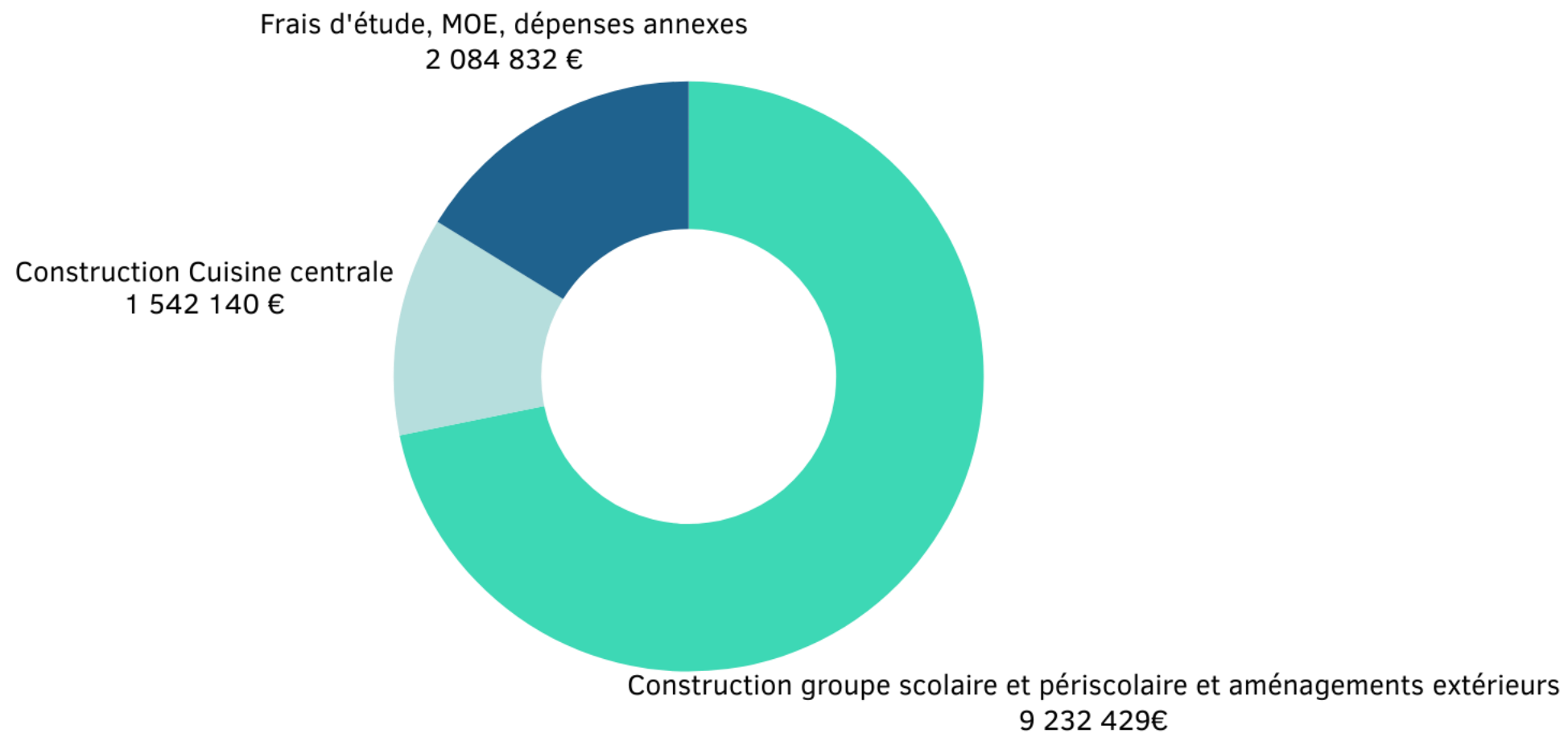
Mi janvier: démarrage des travaux (durée 18 mois)

Juin 2025: réception et livraison

Septembre 2025: Rentrée des élèves dans le nouveau groupe scolaire



# Coût du projet



# UN PROJET AMBITIEUX

15 produits issus de 4 filières différentes  
243 kg/m<sup>2</sup> de matériaux bio et géosourcés

## Bois

- o Structure porteuse : Bois massif et lamellé collé
- o Mur à ossature bois
- o Bardage bois
- o Isolation en fibre de bois : doublage intérieur des MOB ; ITE des murs béton ; isolation en toiture
- o Menuiseries extérieures
- o Faux plafonds (Organic)
- o Aménagements intérieurs

## Paille

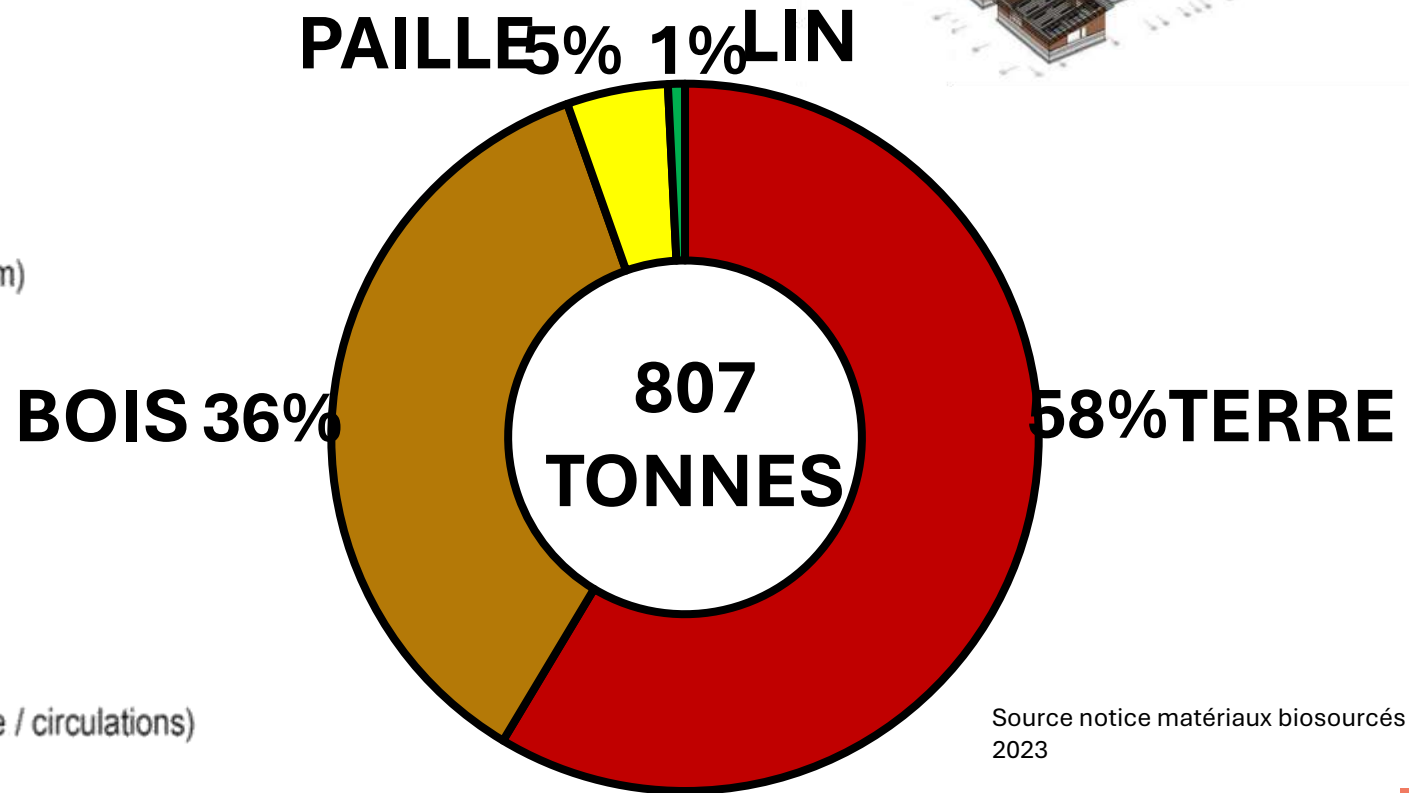
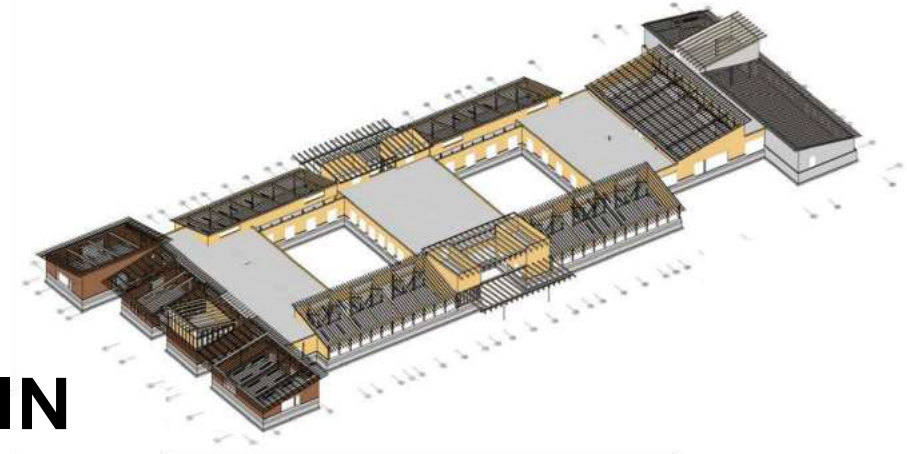
- o Isolation des MOB (bottes de paille de 22 cm)
- o Isolation mur en bauge (terre paille)

## Lin

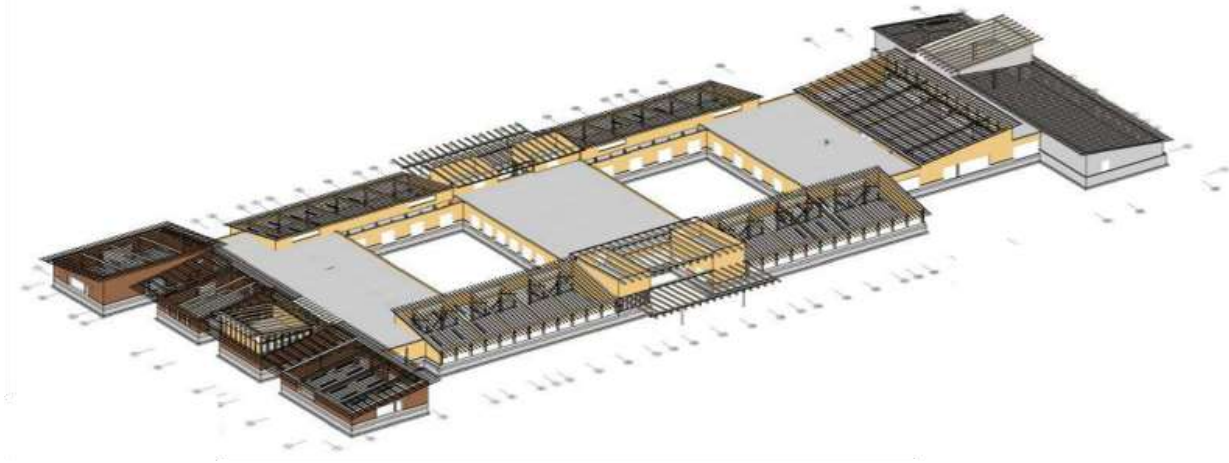
- o Revêtement de sol linoléum

## Terre

- o Terre crue porteuse : murs en bauge
- o Isolation mur en bauge (terre paille)
- o Enduit intérieur mur en bauge
- o Torchis (cloison séparatives salles de classe / circulations)



# LA TERRE



**469 tonnes** de terre  
valorisées  
**522 m<sup>2</sup>** de murs en bauge  
**317 m<sup>2</sup>** d'enduits terre  
**180 m<sup>2</sup>** de torchis  
**454 m<sup>2</sup>** d'isolation terre-  
paille



# LA PAILLE



# LE BOIS



3000 plants



**= 300 m<sup>3</sup> bois de structure**

2543 m<sup>2</sup> charpente bois en toiture

+809 m<sup>2</sup> murs ossature bois

670 m<sup>2</sup> plafonds en bois

660 m<sup>2</sup> menuiseries extérieures

164 m<sup>2</sup> planchers bois



## ATELIER

Les clés de  
réussite d'un  
projet : retours  
d'expérience &  
préconisations

# Partage d'expérience de l'AMO

- Constitution de l'équipe d'AMO
- Concertation
- Etude de faisabilité / pré-programme
- Accompagnement FB2 avec l'AMI
- Sollicitation du Collectif des Terreux Armoricaains
- Choix de la MOE
- Choix du Bureau de Contrôle

**Equipe de maîtrise d'œuvre :**

**TRACKS Architectes (mandataire)**

**BMF** (Economiste)

**TRIBU Concevoir Durable** (Expertise environnementale)

**GAUJARD Technologie SCOP** (Structure bois et enveloppe en matériaux biosourcés)

**TCE Ingénierie** (Structure béton armé et terre crue porteuse)

**AREA études Nantes** (BE CVC, Plomberie, Electricité, Thermique, SSI)

**BEGC** (Cuisines)

**AGEIS** (VRD)

**De Long en Large** (Paysage)

**ALTIA** (Acoustique)

GRUPE SCOLAIRE  
LA CHESNAYE

GRUPE SCOLAIRE  
GREYAY

ZAC  
SERMON

SITE  
DU PROJET

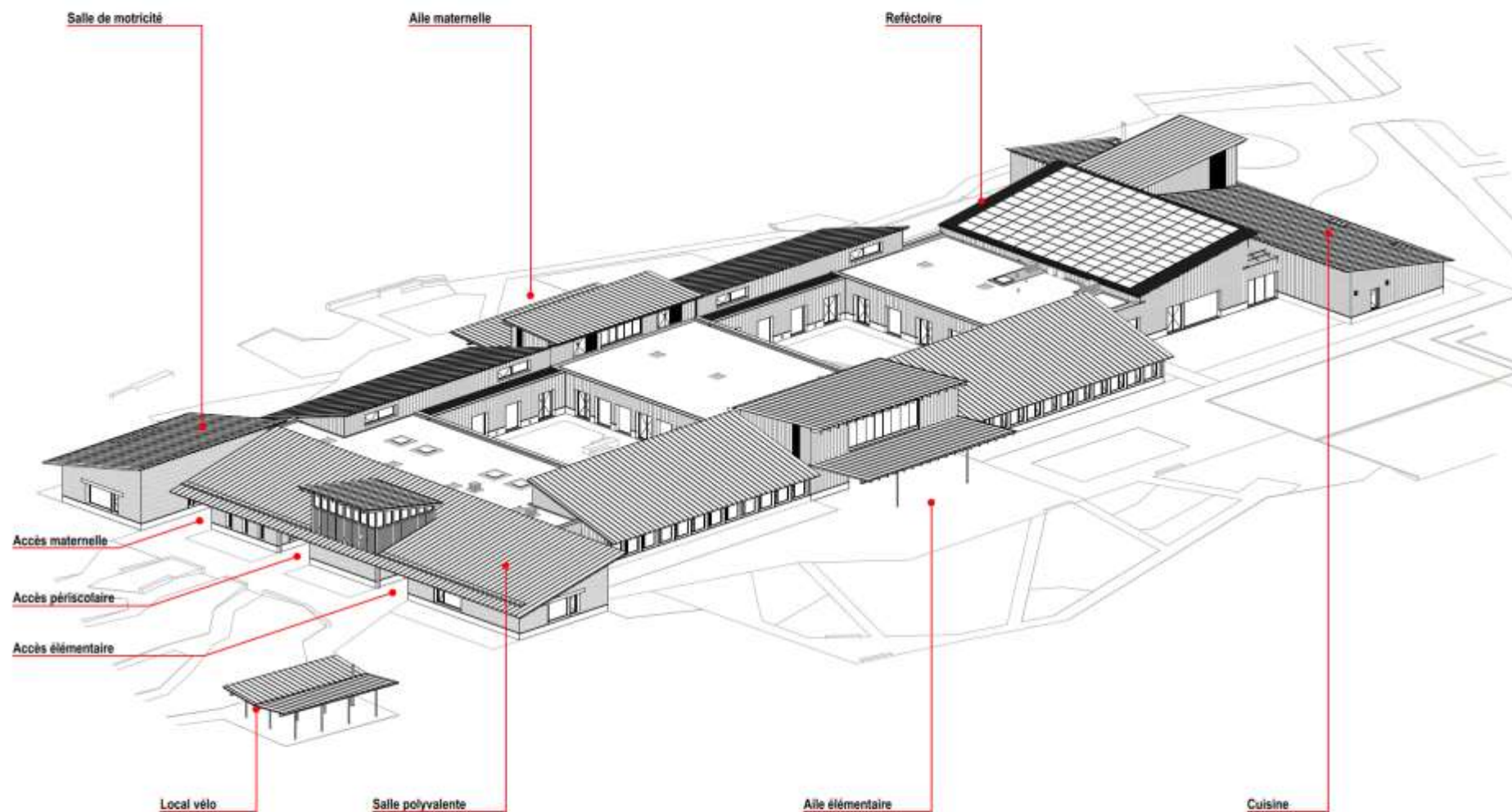
LE BARREAU

D 224

NATIONAL 24



**PRINTEMPS  
DE L'ECO-  
CONSTRUCTION**  
& de la rénovation durable







MATERNELLE  
 ELEMENTAIRE  
 PERISCOLAIRE

LOCAUX COMMUNS  
 CUISINE / REFECTOIRE



## CONFORT THERMIQUE

### Confort Hiver

#### - Un bâtiment Etanche à l'air

/  $Q_{4PaSurf} = 1,0 \text{ (m}^3\text{/h)/m}^2$

/ traitement des ponts thermiques

#### - Chaufferie Bois + Radiateurs basse température

### Confort Été

étude basée sur scénario 2050

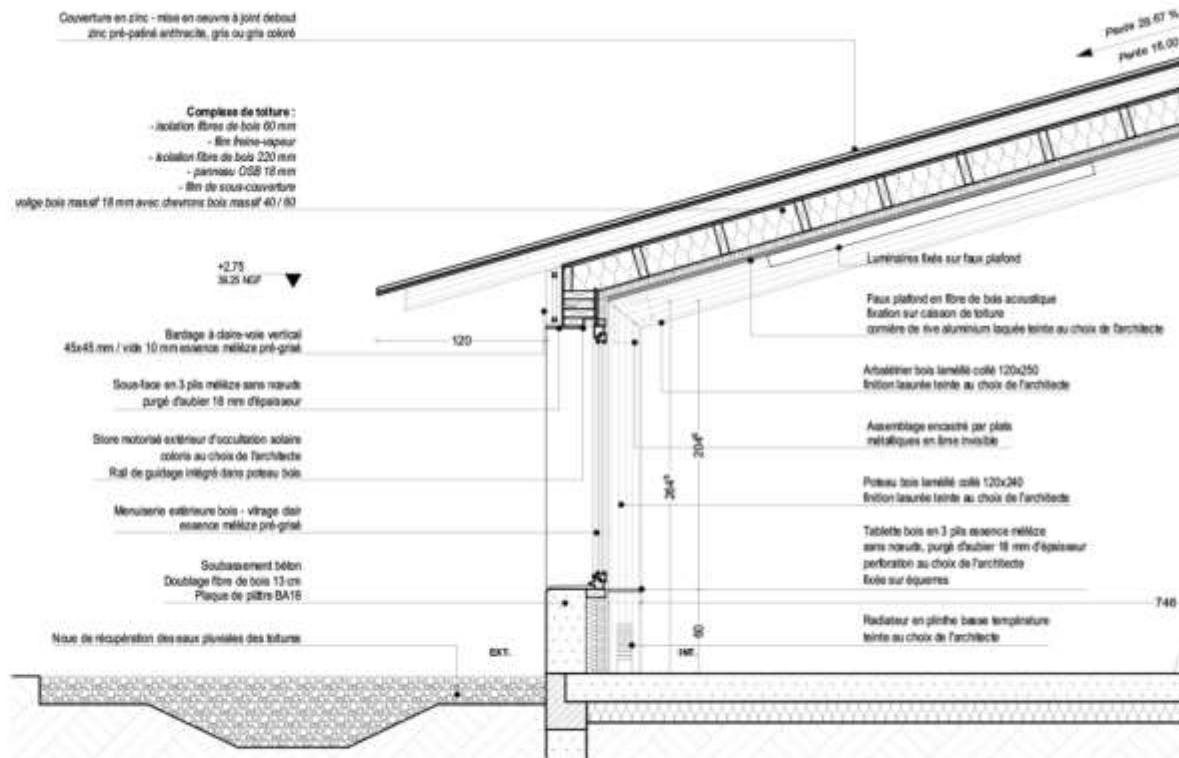
#### - Protections solaires

/ Stores extérieurs - débord de toiture

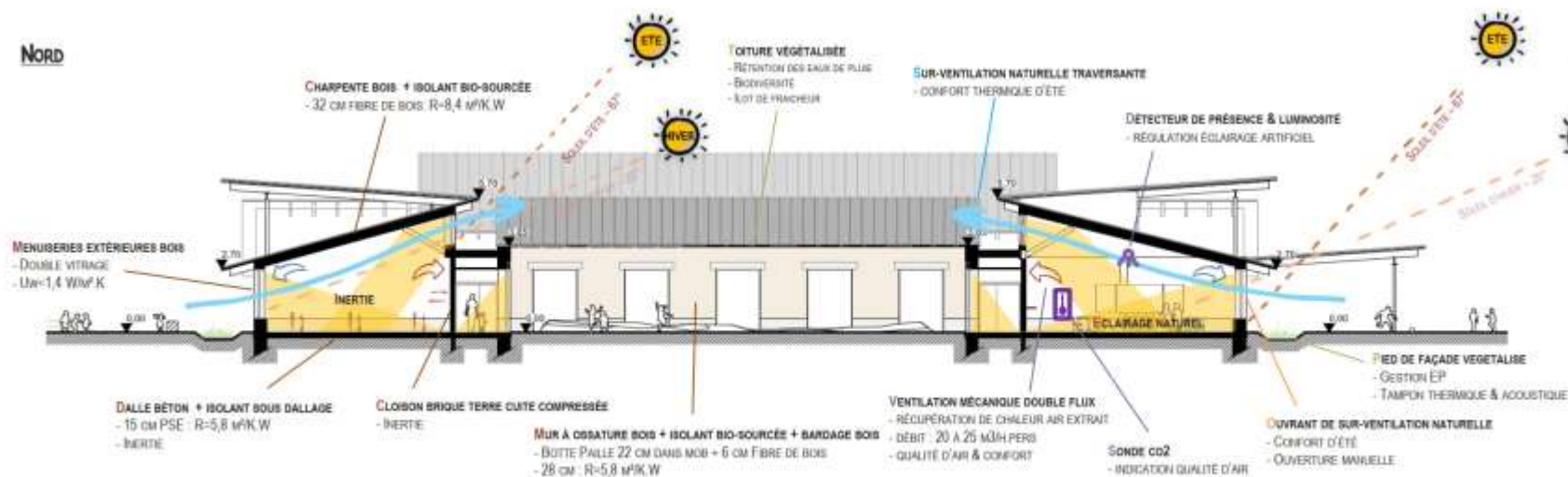
#### - Ventilation Naturelle et Inertie

/ Free cooling

/ Déphasage thermique



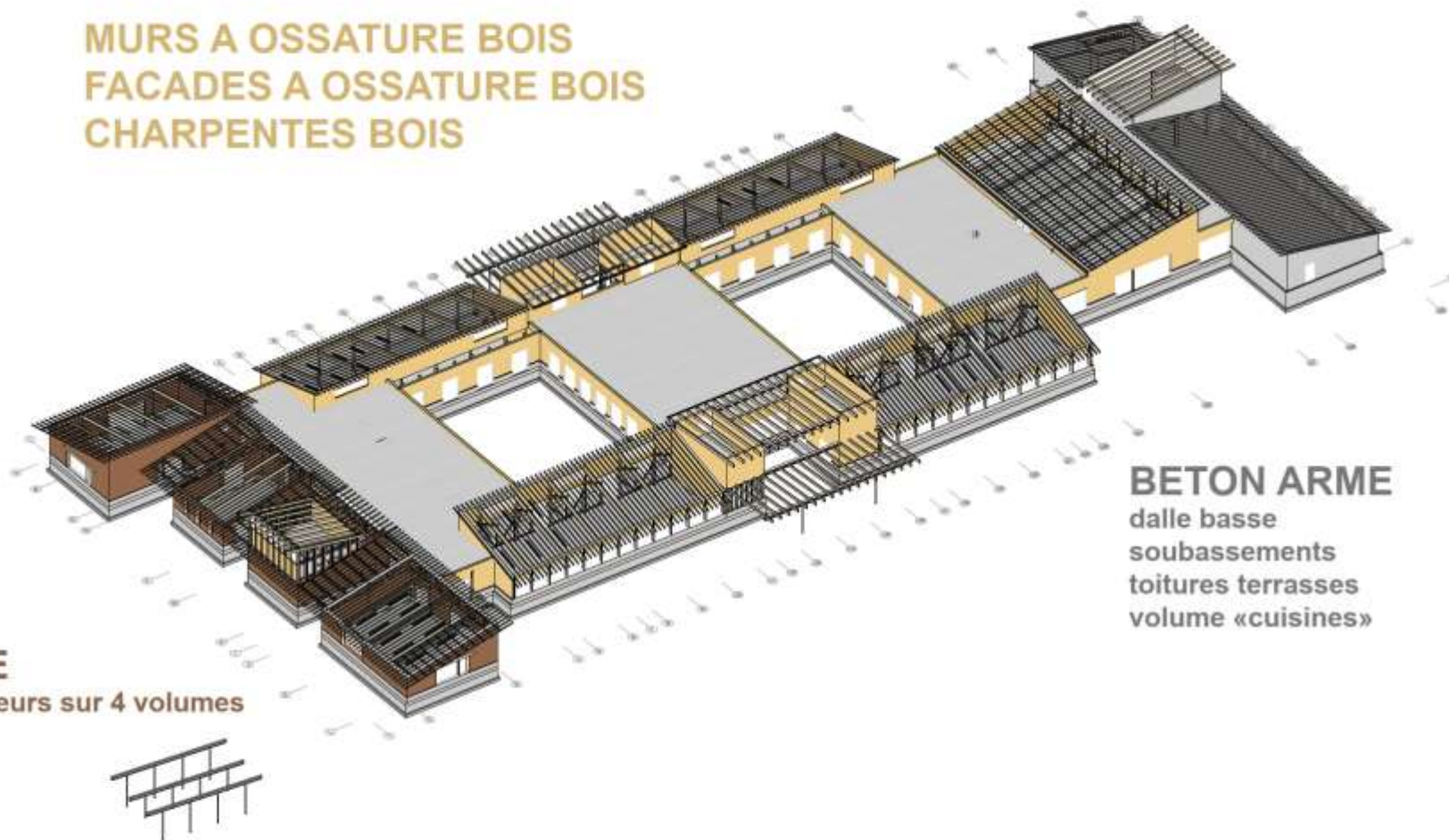
NORD



**MURS A OSSATURE BOIS**  
**FACADES A OSSATURE BOIS**  
**CHARPENTES BOIS**

**BAUGE**  
murs porteurs sur 4 volumes

**BETON ARME**  
dalle basse  
soubassements  
toitures terrasses  
volume «cuisines»



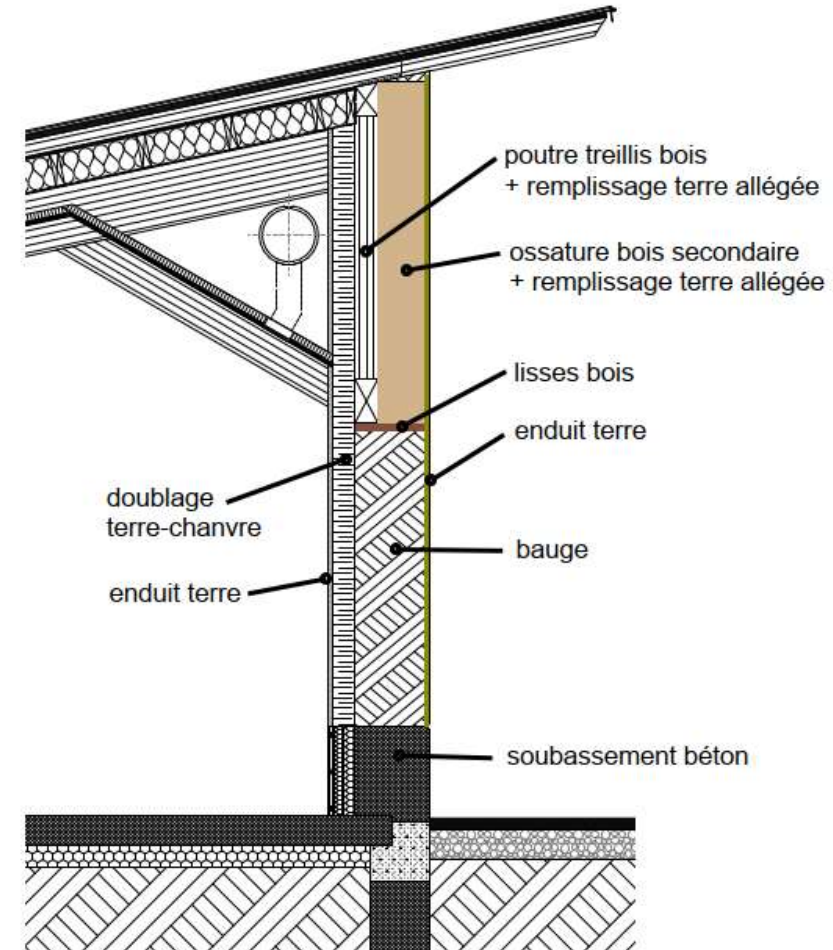


**Murs en bauge porteuse + doublage terre-chanvre intérieur + enduit terre int/ext**

**Cloisons torchis**

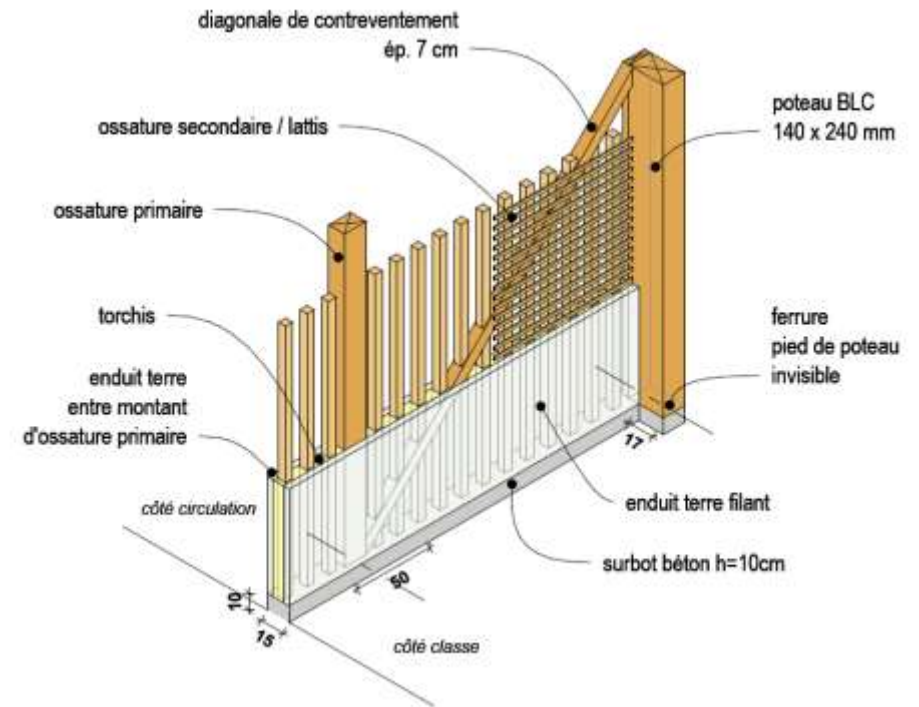
## Murs en bauge porteuse d'épaisseur 450 à 500 mm :

- 4 volumes structurellement indépendants, situés à l'Ouest ;
- Bauge : 1400 à 1800 kg/m<sup>3</sup> (à l'état sec) : correspond à des teneurs en fibres en masse de l'ordre de 1 à 2% du poids de terre sèche ;
- Doublage intérieur : 145 mm de terre-paille allégée jouant un rôle hygrométrique et de correcteur thermique (procédé non porteur composé ici très majoritairement de fibres végétales de 20 à 30cm, intimement mélangées à de la barbotine, mélange de terre argileuse et d'eau de consistance visqueuse). Densité prévue entre 220 et 270 kg/m<sup>3</sup> ;
- Enduit de terre fibré de finition d'épaisseur 40 mm (taux de fibres selon essais sur site, jusqu'à 30% en volume) faisant office d'écran thermique. Constitue la face visible côté intérieur.








## Cloisons non porteuses - torchis :

- Cloisons séparatives entre classes et circulations ;
- Complexe de remplissage/garnissage composé de terre à bâtir (issue des excavations prévues sur site), de fibres végétales moyennes à longues et d'eau, fixé sur des supports en bois (ossature secondaire et lattis) ou en fibres végétales (lattis en roseaux, canisses, etc.), eux-mêmes fixés sur les éléments de la structure primaire (portiques bois) ;
- La masse volumique est prévue entre 1300 et 1500 kg/m<sup>3</sup> (à confirmer par essais de chantier) ;
- Le complexe de remplissage sera poursuivi côté classe, de sorte à couvrir de plusieurs centimètres les éléments de structure (écran thermique) ; une trame de support d'enduit sera installée pour le passage du mélange sur les éléments bois ;
- La disposition précédente constitue un écran thermique ; le lattis, sur cette face, sera fixé au nu extérieur des éléments bois ;
- Les poteaux principaux et écharpes (décharges, contreventement) sont au lot charpente bois et stables au feu 1/2h.
- Les éléments d'ossature secondaire (poteau, tournisses, entretoises, etc.) seront au lot terre crue.



	Bauge porteuse	Terre-paille + enduit terre (doublage intérieur bauge)	Cloisons torchis
<b>Solidité</b>	Application du « Guide des bonnes pratiques Terre Crue – Bauge ». $R_{cm}=0.2$ MPa $\lambda < 10$ (toiture diaphragme, ép = 45 à 50 cm ; hauteur libre max 4.20 m).	Application du « Guide des bonnes pratiques Terre Crue – Terre-paille ». Mise en place d'une ossature secondaire BM45x95, noyée ou non. L'ossature a pour unique objectif de faciliter la pose du remplissage, ou la fixation d'un éventuel coffrage).	Application du « Guide des bonnes pratiques Terre Crue – Torchis ». Structure principale selon Eurocode 5.
<b>Sismique</b>	Maçonnerie chaînée, justifications selon EC8 - méthode des forces latérales, avec justification : - traction dans les chaînages bois ; - cisaillement dans la maçonnerie ; - compression dans la maçonnerie.	SO,  Remplissage léger et très fibré (souple, déformable).  Accroche enduit terre selon Règles Pro (essai de résistance au cisaillement à prévoir en chantier)	<b>Guide ENS</b>  Cheminement des efforts à justifier par le calcul (Eurocode 5) : mélange -> lattis > fixations -> report sur les ossatures (secondaire et principale)
<b>Sécurité incendie</b>	Réaction au feu : Incombustible Stabilité au feu : Absence de stabilité au feu requise par l'application de l'article CO14 Coupe-feu entre local et circulation : Mise en place d'une paroi coupe-feu 1/2h avec bloc-porte PF 1/2h	Réaction au feu : Enduit terre formant écran thermique au sens de l'AM8 : justifié par PV feu du RFCP (REI120) ;	Réaction au feu : Classement M2 (selon masse volumique + essais sur enduits terre M1 et isolant terre-paille M2) Coupe-feu entre classes et circulation : Demande de dérogation à l'article CO24, à justifier par des mesures compensatoires : sorties de secours surdimensionnées, cheminements d'évacuations facilités. NOTA : 200°C à l'interface enduit/paille (4 cm) après 30 minutes (PV RFCP REI120)
<b>Thermique</b>	Calcul RE2020 stade APD : $R=0.36$ retenu pour la Bauge.	Complexe de paroi Bauge + Terre-paille + enduit pris en compte dans le calcul RE2020 au stade APD. $R$ paroi = 2.78 Réglementation : Confirmer prise en compte du coefficient 1,15 si pas de $\lambda$ justifié.	Non concerné
<b>Acoustique</b>	Isolement acoustique des façades : conforme (cf. notice acoustique APD)	Non nécessaire pour l'isolement acoustique des façades (bauge suffisante).	Conformité confirmée par Bureau d'études ALTIA, au regard des valeurs indiquées dans le « Guide des bonnes pratiques Torchis ».

Les aspects solidité (L) et sismique (PS) seront justifiés avec les éléments suivants :

Référentiel	Solidité (L)	Sismique (PS)	Essais à envisager
<b>Bauge (murs porteurs)</b>	Guide de Bonnes pratiques terre crue (CCTC et Coll., 2018) Edition du 15/10/2020 	Selon principes EC8 et EC8-6	Essais à réaliser (compression...)
<b>Terre-paille allégée (correcteur thermique)</b>	Guide de Bonnes pratiques terre crue (CCTC et Coll., 2018) Edition du 15/10/2020 	SO	Essais de chantier à réaliser (densité...)
<b>Enduits terre (finition)</b>	<a href="#">Mise en œuvre des enduits sur supports composés de terre crue - Règles professionnelles</a> , mars 2012, FFB, Réseau Ecobâtir-FNSCOP, BTP-ENTPE 	SO	Essais à réaliser (retrait, résistance au cisaillement, densité)
<b>Torchis (cloisons porteuses) non</b>	Guide de Bonnes pratiques terre crue (CCTC et Coll., 2018) Edition du 15/10/2020 	<a href="#">Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux (ENS) du cadre bâti - Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal »</a> (MEDDE, 2014)	

# GME TERRE CRUE



GROUPEMENT MOMENTANÉ D'ENTREPRISES





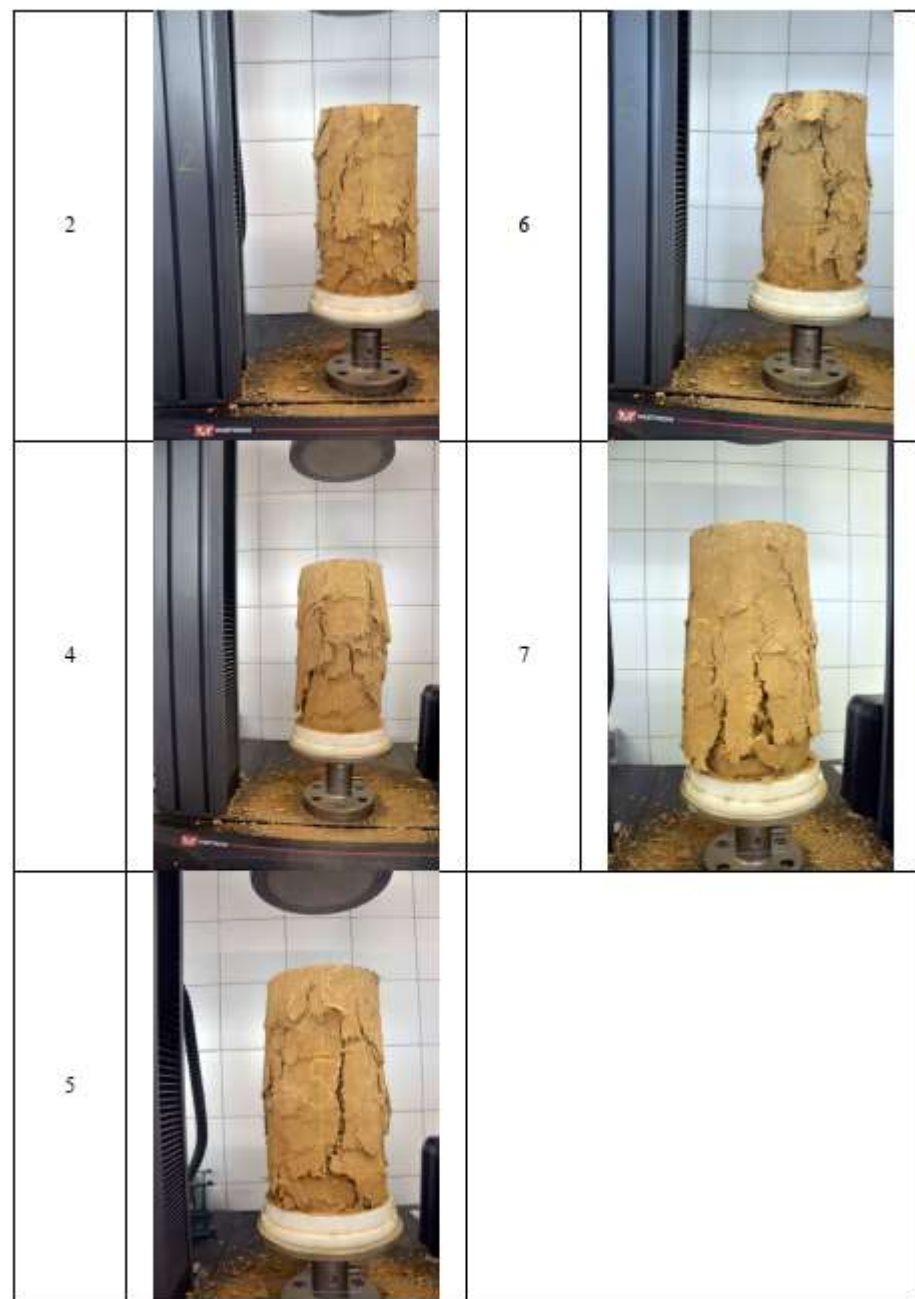


Figure 8. Photos des ruptures des éprouvettes du mélange homogène après essais de compression simple

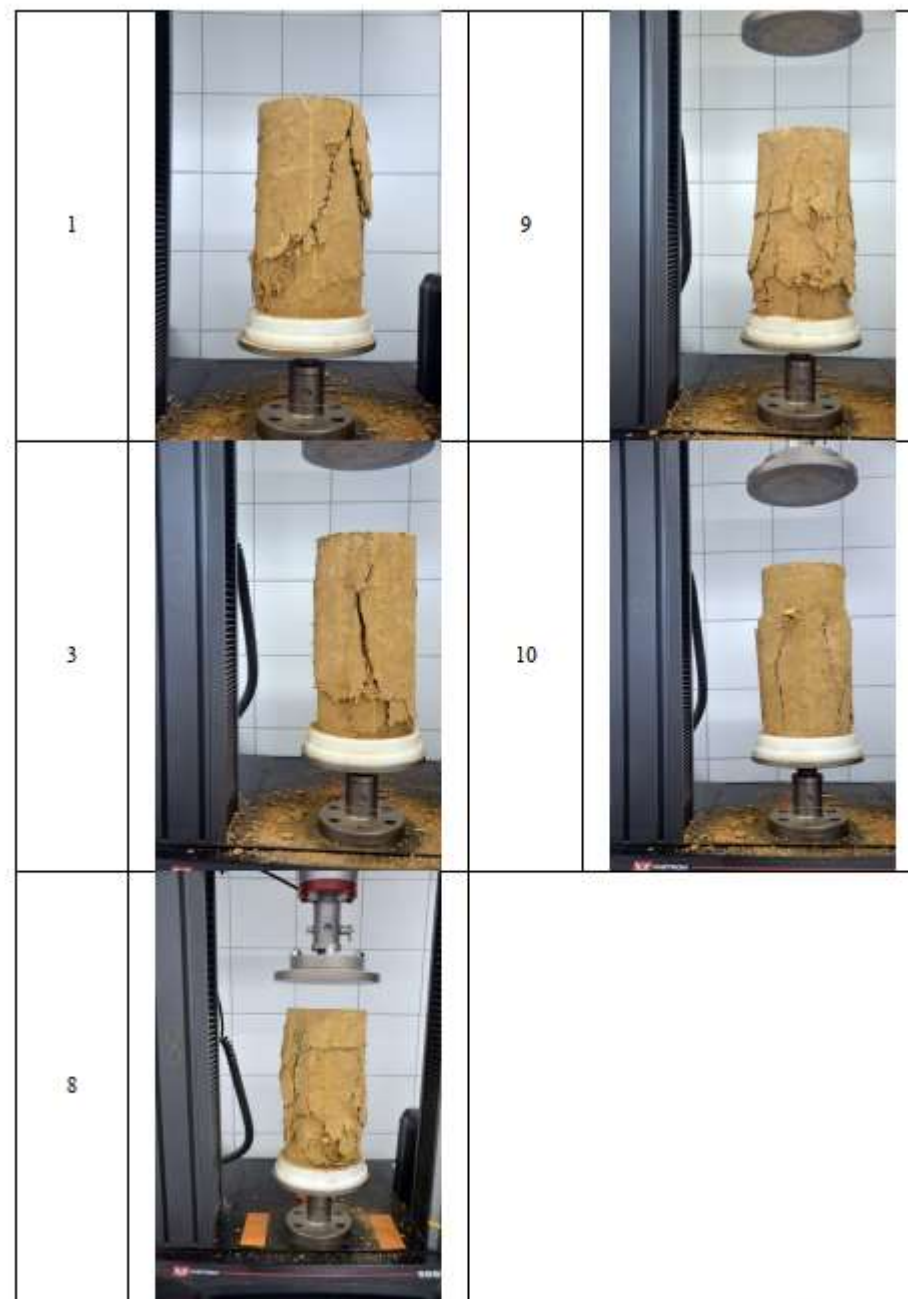


Figure 9. Photos des ruptures des éprouvettes du mélange pâteux après essais de compression simple











Intégrer du biosourcé  
dans la commande  
publique : la Boîte à  
outils biosourcés

# Un réseau au service de la commande publique durable

En action sur les territoires depuis 2006

## Animation d'un réseau d'acheteurs engagés

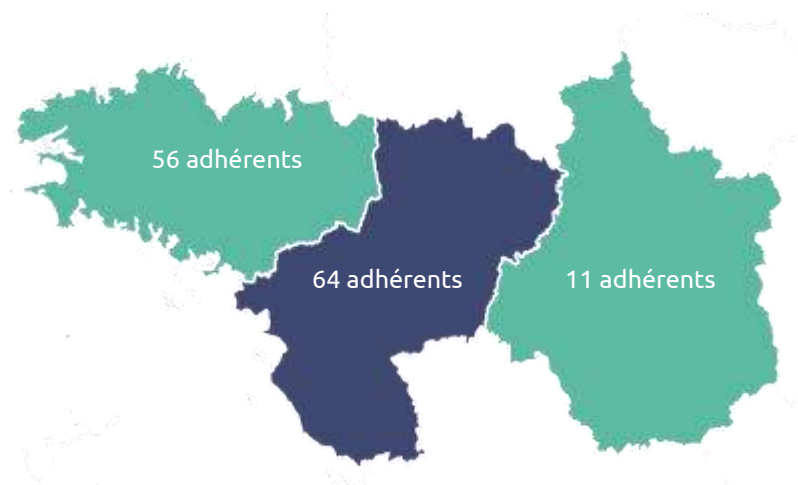
Des élus et des agents soucieux d'intégrer le développement durable au sein de leurs achats.



## Promotion de l'achat durable

Des actions d'information et d'accompagnement pour répondre à vos besoins.

+ 2 adhérents en Normandie



+ 10 adhérents en Nouvelle-Aquitaine

[lien vers la carte en ligne](#)



# Comment appréhender l'achat durable ?

## Chacun son rôle



### Elus

- Donner des orientations et priorités en matière de politiques publiques
- Faire le lien entre les orientations politiques et les achats
- Mobiliser les agents pour atteindre les objectifs
- Libérer du temps aux agents

### Binôme Elus – Agents OU Service commande publique

- Sécuriser juridiquement le marché et s'assurer du respect du cadre réglementaire
- Mettre en place un fonctionnement interne d'aller-retour entre les services
- Accompagner la rédaction du marché en utilisant les outils du code
- Mobiliser les élus

### Agent prescripteur

- Définir le besoin
- S'inspirer des bonnes pratiques (benchmark)
- Connaître le tissu économique (sourçage)
- Rédiger le marché
- Suivre les exigences demandées

### Chargé de mission Economie Circulaire OU transition écologique, DD, santé...

- Mobiliser les directeurs et responsables de service
- Rappeler les questions se posant aux services prescripteurs
- Accompagner dans le benchmark et le sourçage (entreprises et partenaires techniques)

# Les 7 étapes d'un achat public durable





- 01. Introduction : une démarche collaborative p.04
- 02. Enjeux et définitions p.06
- 03. Les avantages de recourir aux matériaux biosourcés p.10
- 04. La réglementation des marchés publics relative aux biosourcés dans la construction p.18
- 05. Perspectives sur le développement des filières biosourcées p.27
- 06. Conclusion p.31

Le Guide sur les matériaux biosourcés recontextualise les enjeux et fait le point sur les aspects réglementaires et le développement des filières biosourcées en France.



<https://resecq.fr/nos-outils/>

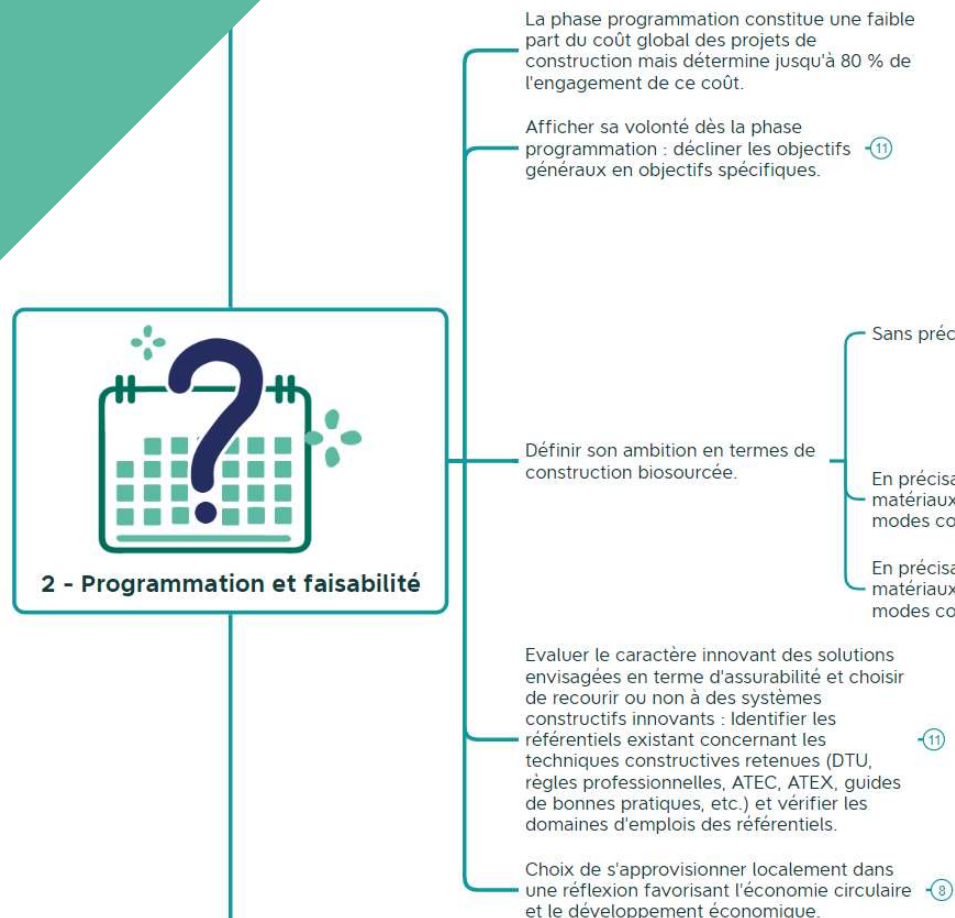
1. Avant toute chose
2. Programmation et faisabilité
3. Marché s'assistance à maîtrise d'ouvrage
4. Marché de contrôle technique de la construction
5. Marché de maîtrise d'oeuvre
6. Etude de conception
7. Marché de travaux
8. Suivi des travaux



## Le Guide méthodologique

Cet outil a été conçu sous forme de **carte mentale** pour aider à structurer la réflexion, en proposant une synthèse dynamique des différentes étapes d'un projet intégrant des matériaux biosourcés.

Il est organisé en **8 étapes chronologiques**, chacune d'entre-elles est identifiée par un pictogramme.

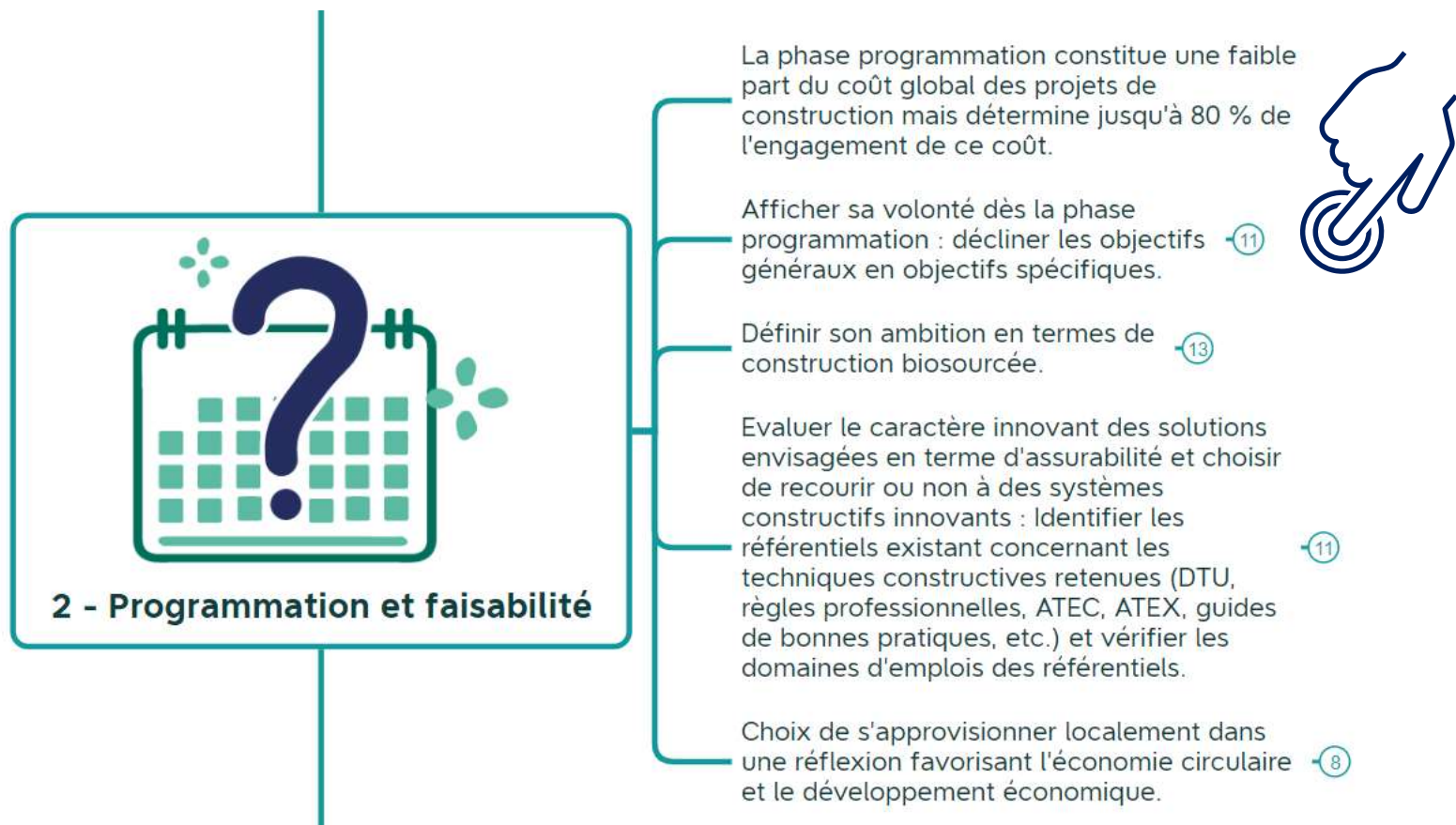


**Vous trouverez sur chacune des étapes 3 niveaux d'informations :**

- des recommandations générales;
- des points de vigilance;
- des exemples de clauses que vous pouvez consulter et adapter en fonction de vos besoins.

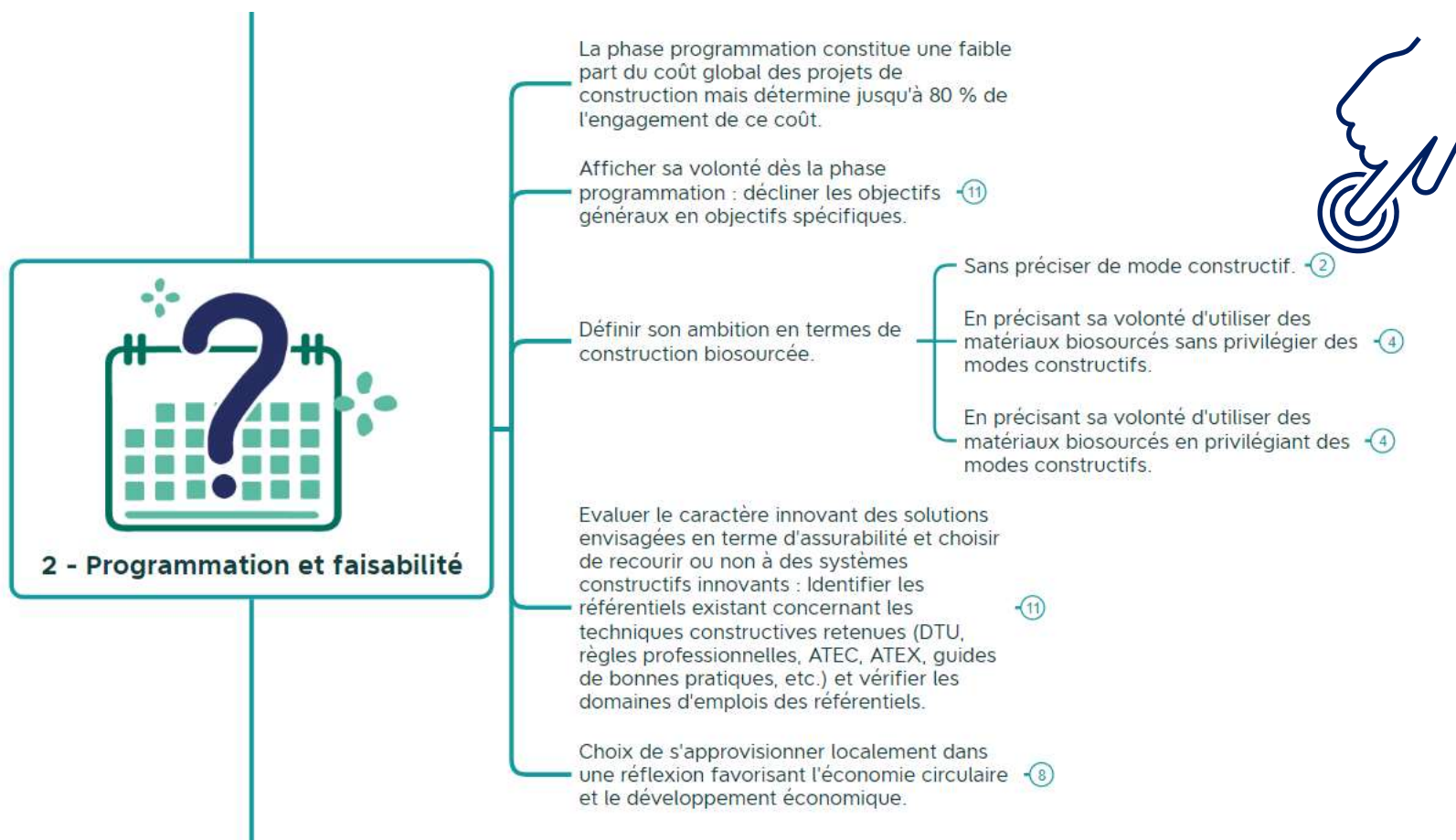
# Le Guide méthodologique

## 1<sup>er</sup> niveau d'information : recommandations générales



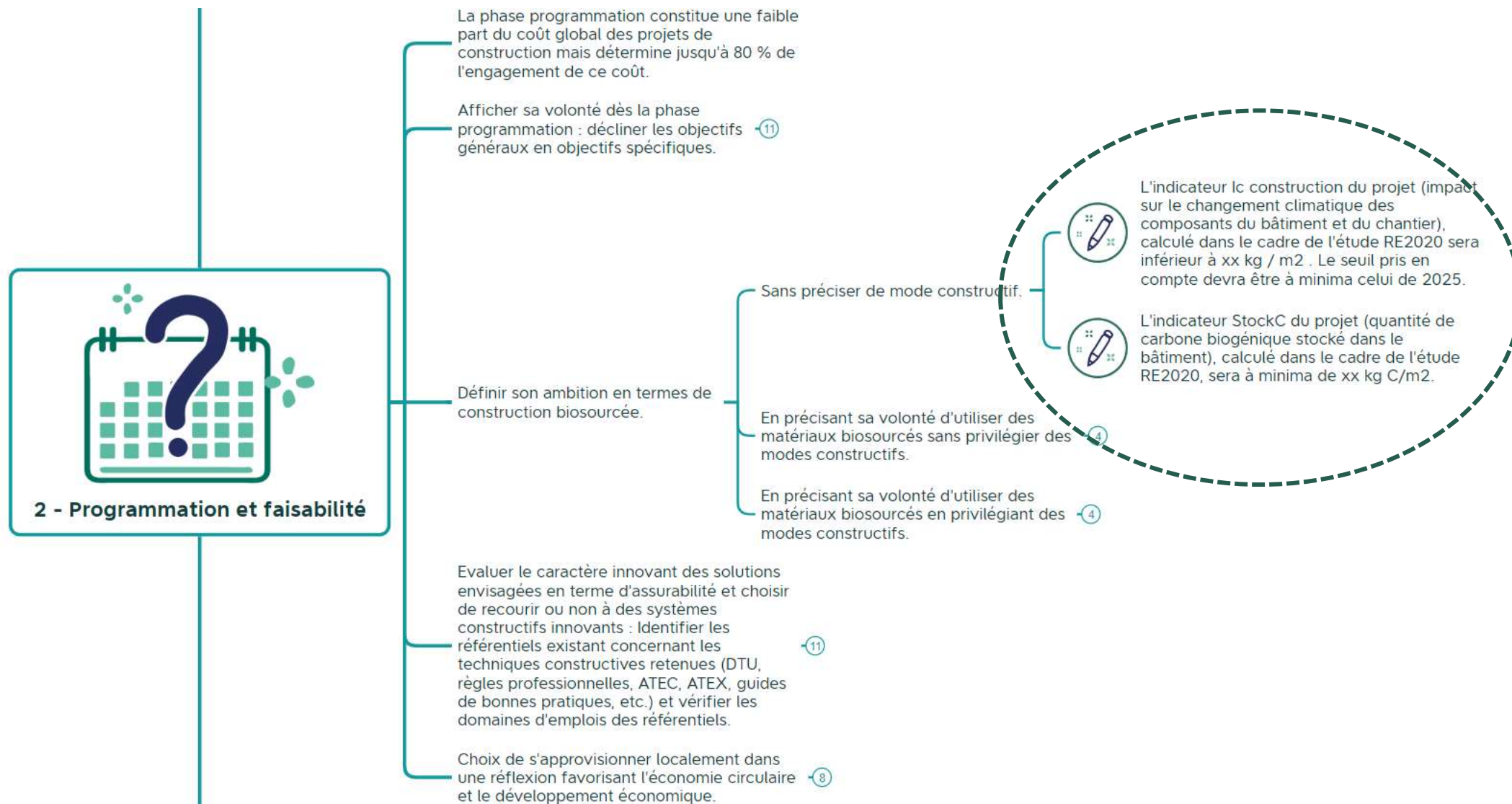
# Le Guide méthodologique

## 2<sup>ème</sup> niveau d'information : recommandations et points de vigilance



# Le Guide méthodologique

## 3<sup>ème</sup> niveau d'information : exemple de clauses types



## ATELIER

# Les clés de réussite d'un projet : retours d'expérience & préconisations



Hervé Liégeois, maire de Trémaouézan (29)



Aldric Gayet, architecte chez Gayet/Roger architectes



Thierry Le Bihan, maire de Mordelles (35)



Hélène Bouniol, AMO Préprogram

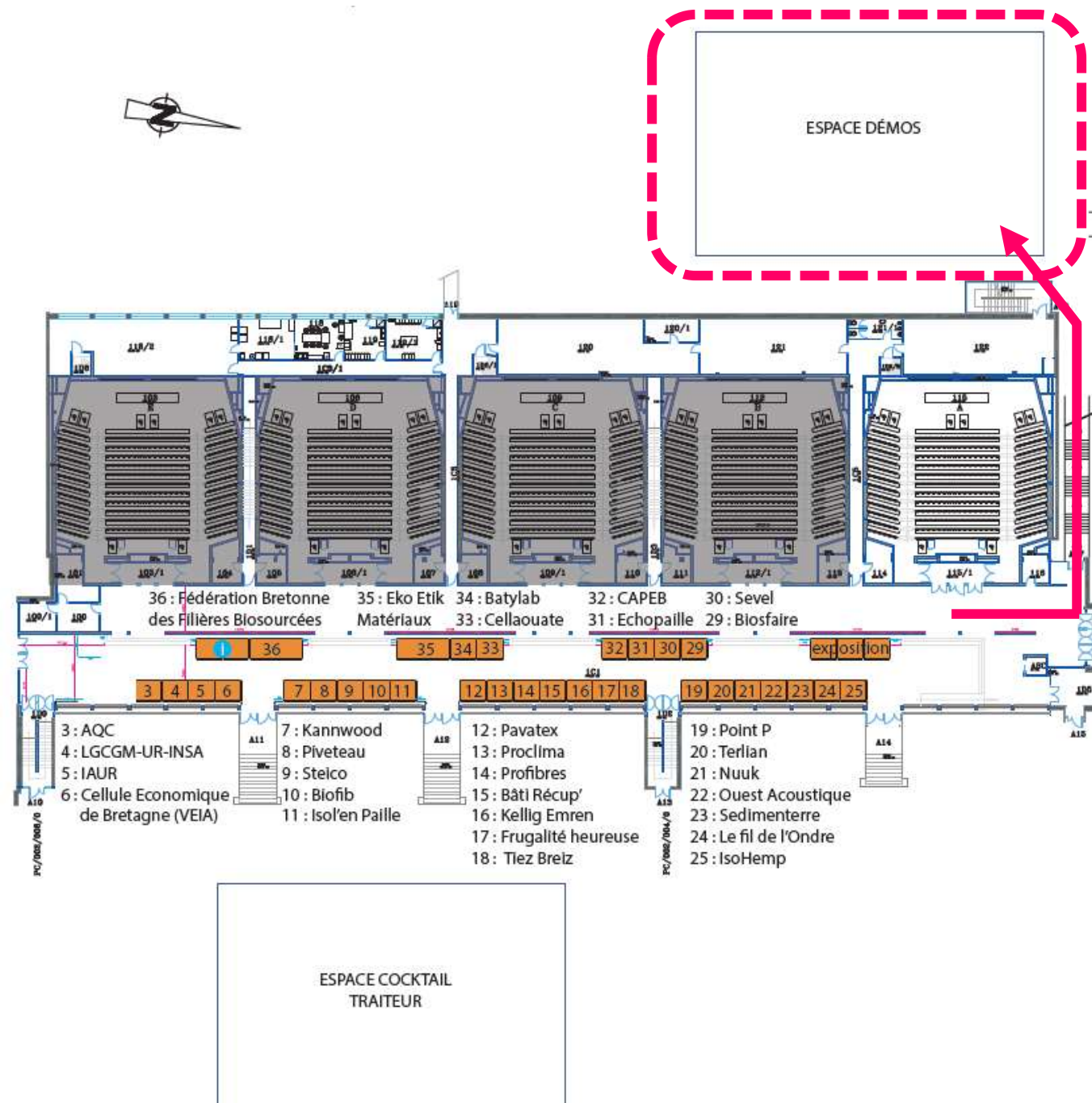


Alexandre Grignon et Jeremy Griffon,  
architectes chez Tracks architecture



Laurence Cesbron de RESECO

MERCI  
& RDV à l'espace  
Démo pour les  
animations !





# PRINTEMPS DE L'ECO—— CONSTRUCTION & de la rénovation durable