6ème école d'automne du GdR

*Mesurer, Comprendre et Modéliser le Comportement Multiphysique des Matériaux Bio et Géosourcés*

GdR MBGS
MATÉRIAUX de CONSTRUCTION
BIO et GÉO SOURCÉS



# La ressource en terre crue

*Erwan Hamard – Université Gustave Eiffel*

GeM Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique
Nantes Université
CENTRALE NANTES
cnrs

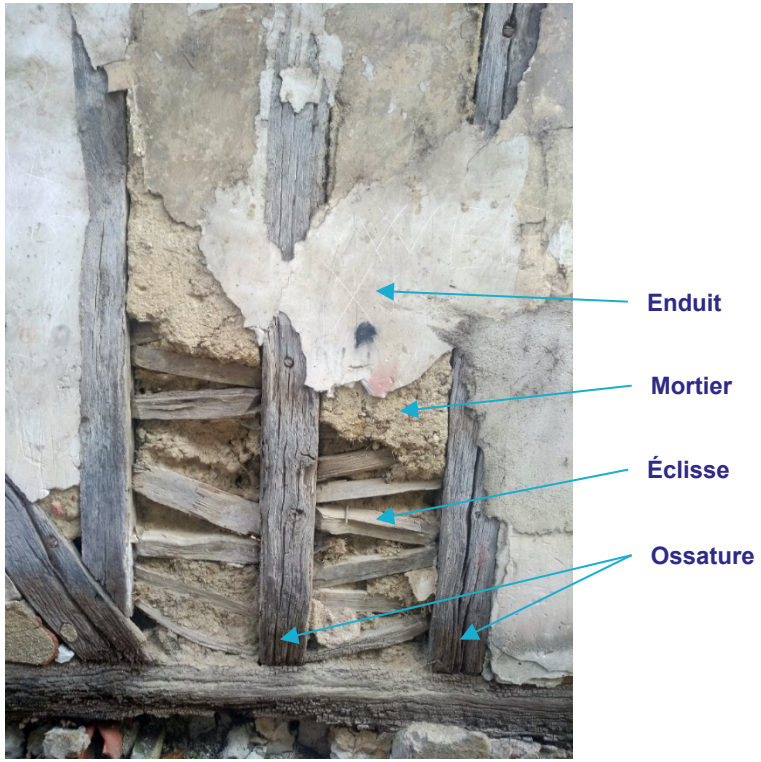
# Les techniques de construction

# Torchis












Université Gustave Eiffel

# Bauge



Chantier : Ghislain Maetz, Architecte : Amélie Le Paih, Vidéo : Sunmetron

# Adobe


Tamisage


Humidification + malaxage


Mise en forme


Surfaçage


Démoulage


Séchage

# Adobe








Maçonnerie de briques de terre crue

# Enduits

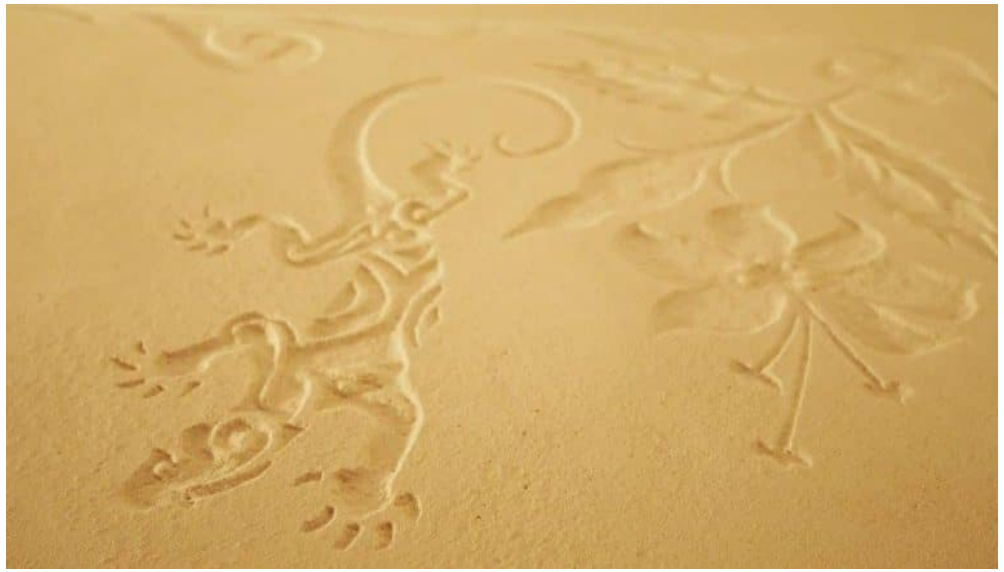






Chantiers Triphine Duvauferrier

# Enduits



Chantier : Riccardo de Paoli



Chantier : Triphine Duvauferrier

# Pisé



Vidéo : Régis Marlier

**Terre coffrée compactée**

Université Gustave Eiffel

# Blocs de Terre Comprimés (BTC)







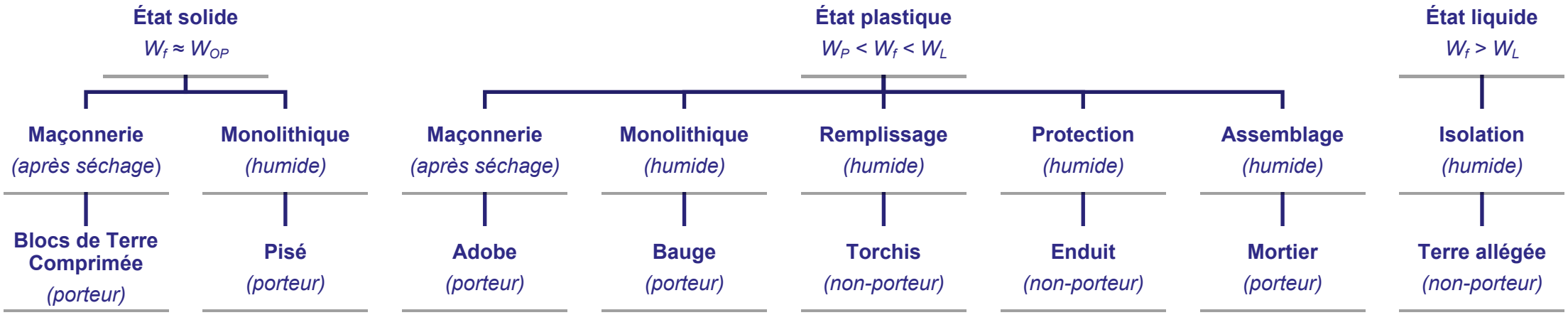
**Maçonneries de briques compactées**

# Terre allégée




Réalisation et vidéo : Eco Pertica

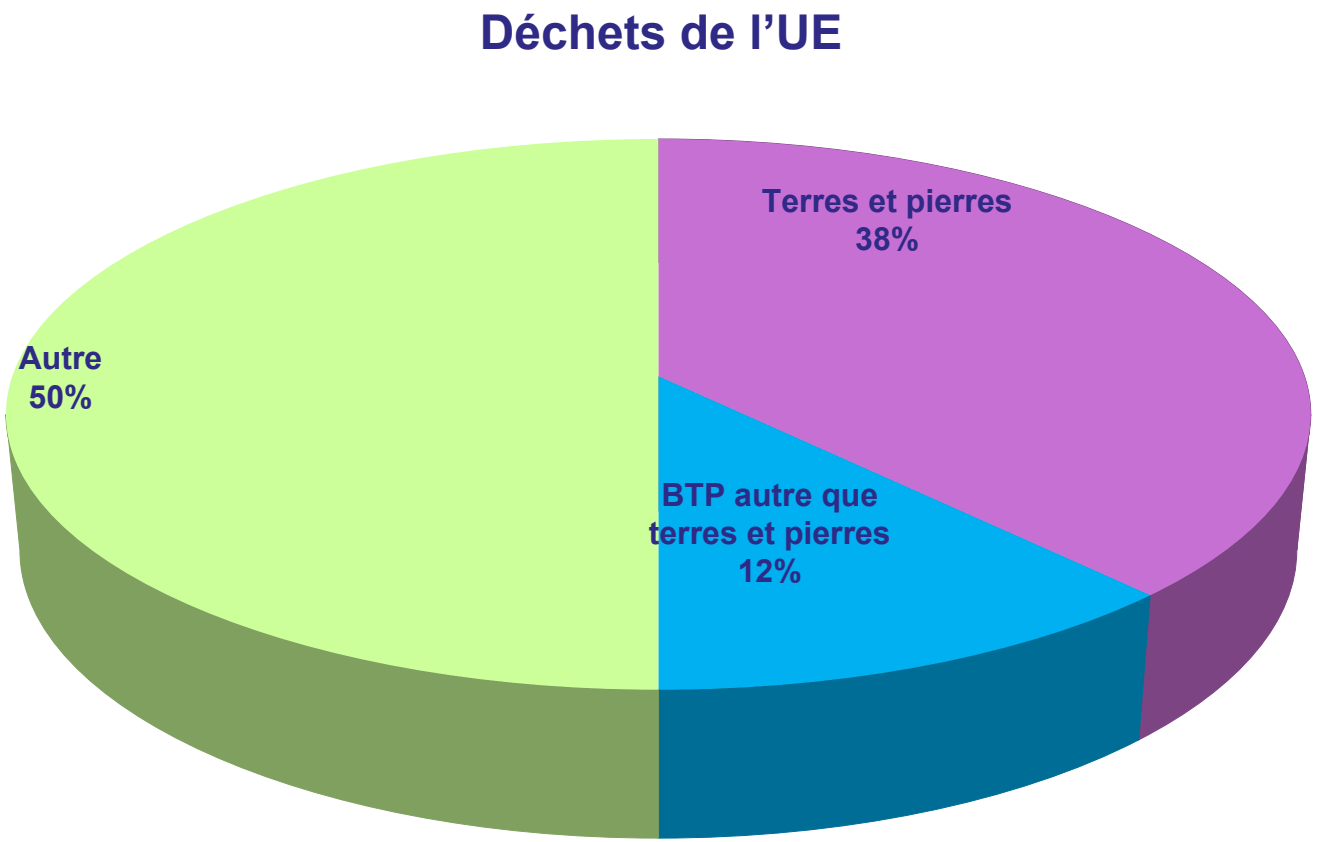
# Classification des procédés




*$W_f$ = Teneur en eau de fabrication, $W_{OP}$ = Teneur en eau optimale de compaction, $W_P$ = Limite de plasticité, $W_L$ = Limite de liquidité*

# Les enjeux de la ressource

# Le déchet les plus abondant

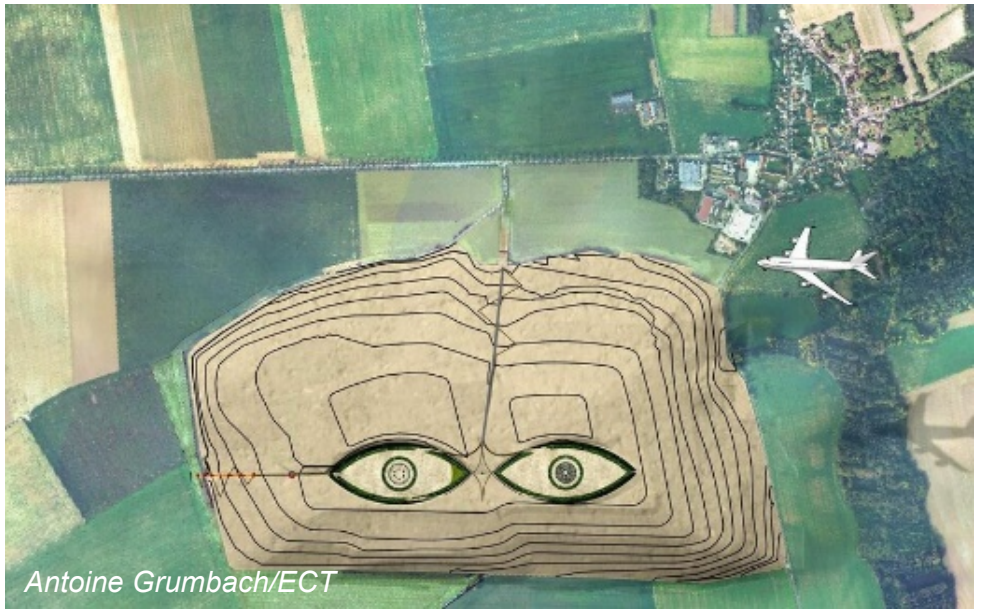



*(Llatas 2011)*

# La terre en mouvement

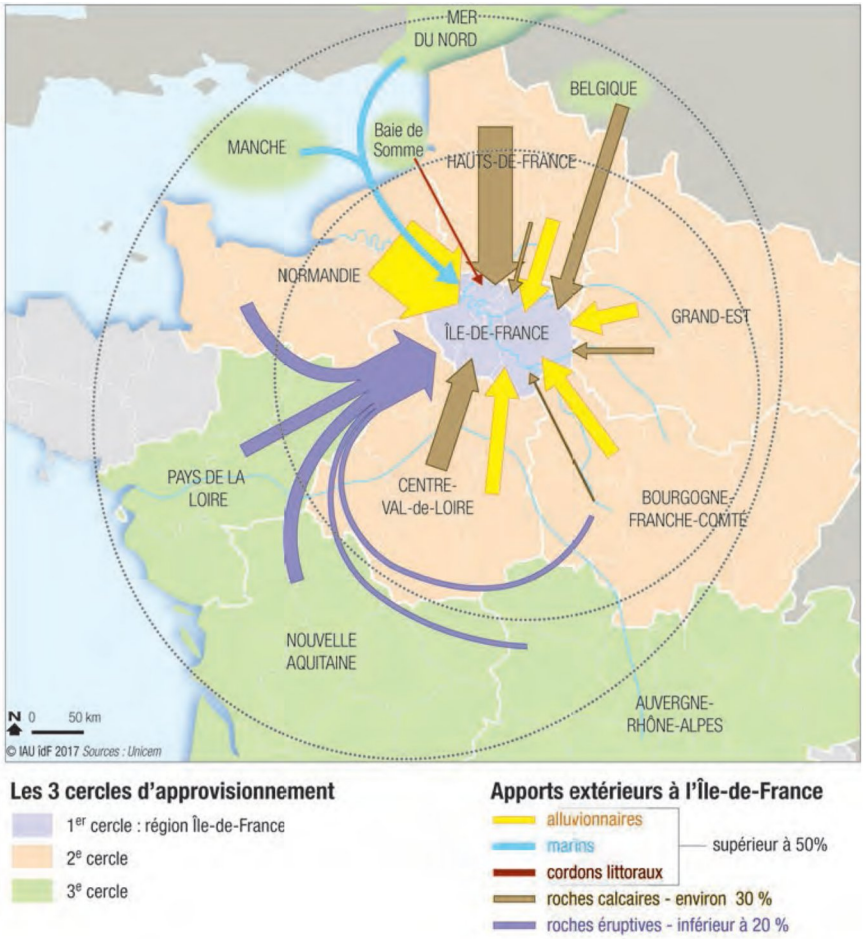



Tell d'Arslantepe, emprise de 3 ha, 30 m de haut, 6 000 ans d'occupation

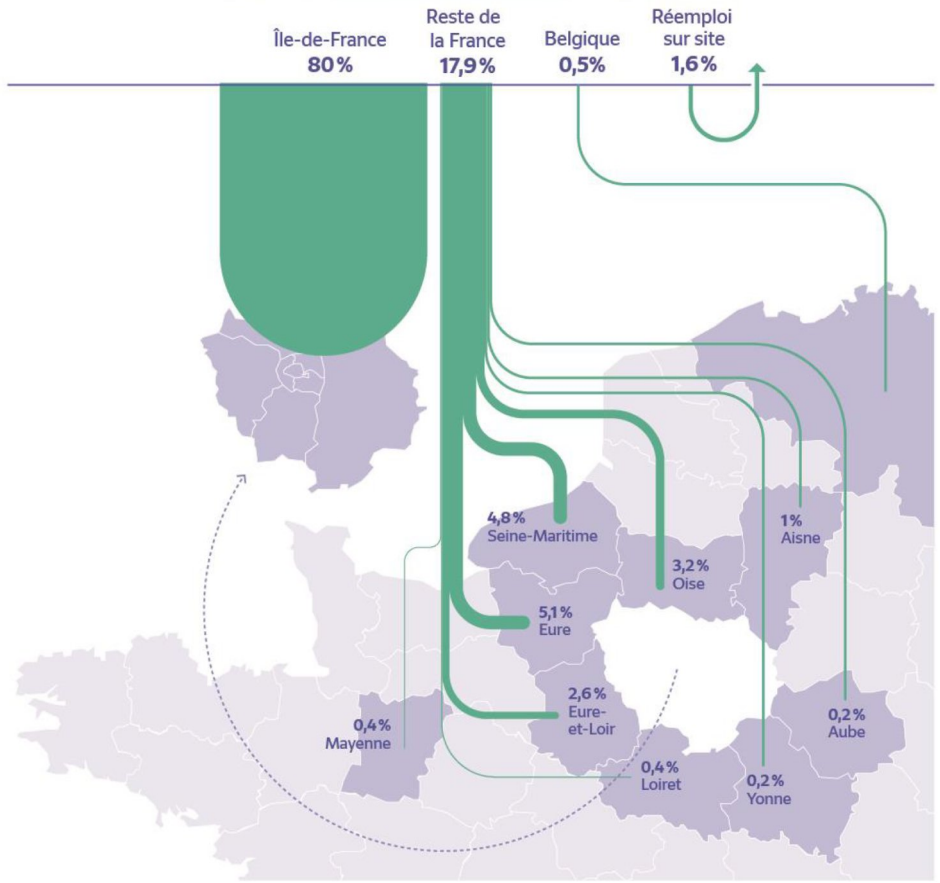



ISDI de Villeneuve-sous-Dammartin (77), emprise de 130 ha, 30 m de haut, un des 75 sites recevant les terres franciliennes

# Vers une économie circulaire




*Consommation annuelle de granulats de la région Ile-de-France, 26,3 Mt dont 11,9 Mt importés (Garcia et al., 2017)*




*Destination des 13 Mt de terres valorisées du chantier du Grand Paris Express (Société du Grand paris, 2022)*

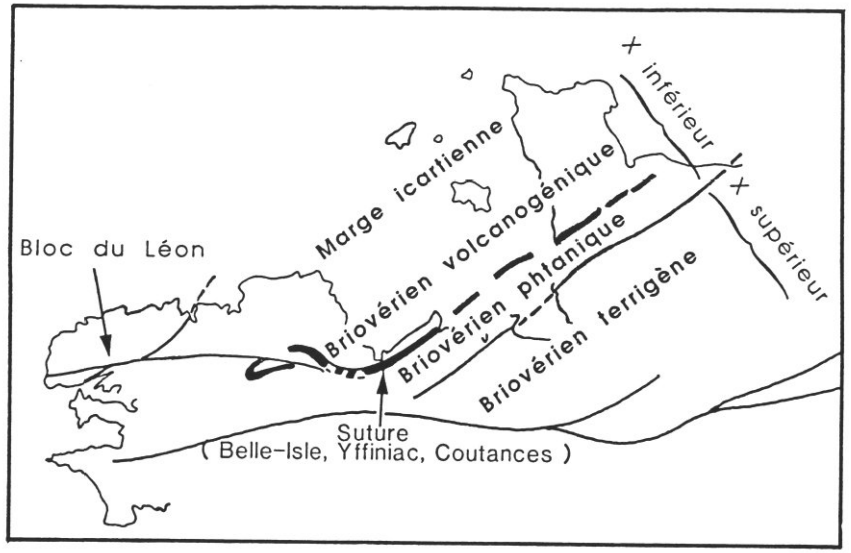
Université Gustave Eiffel

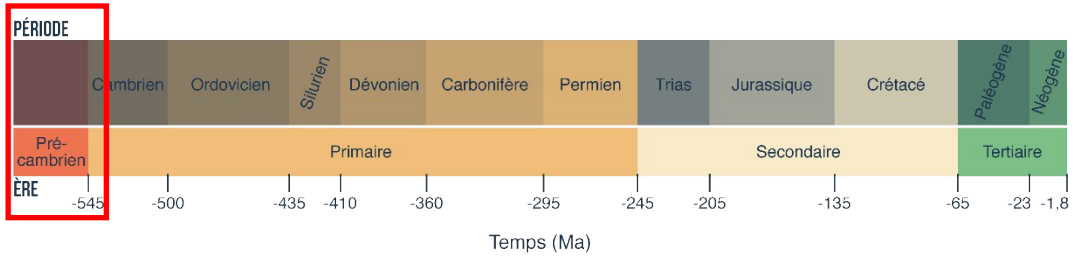
# Les enjeux de la ressource

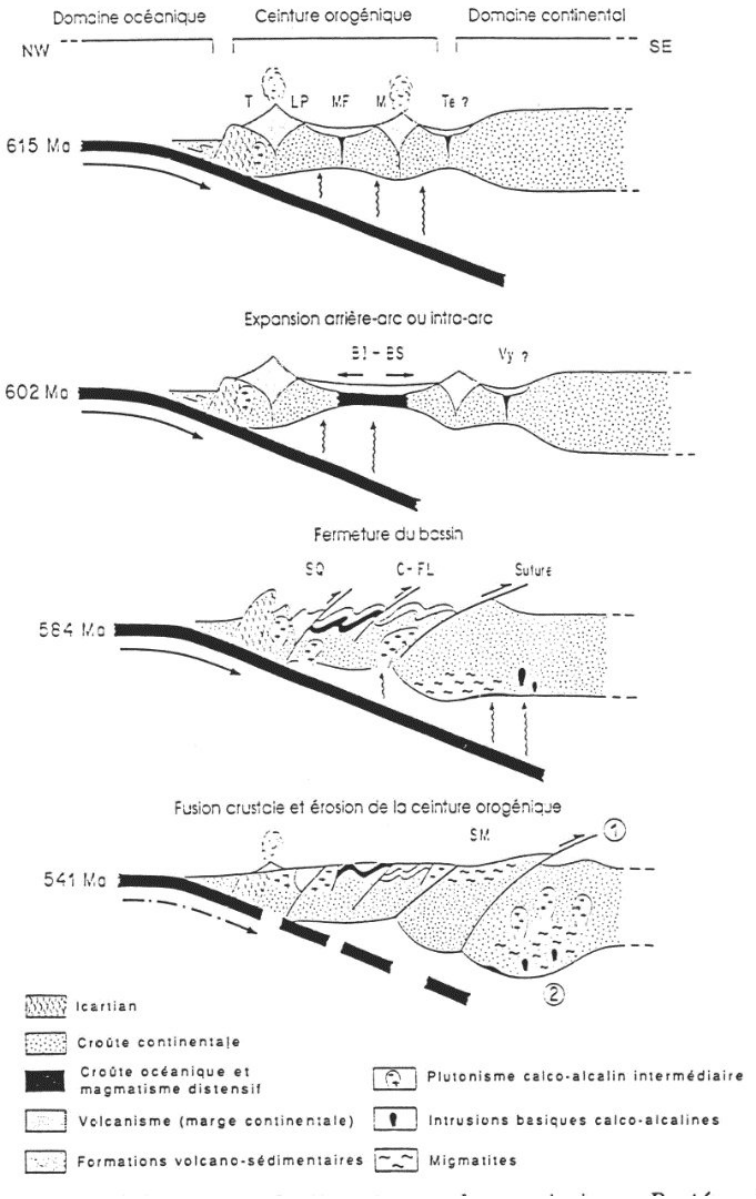
- Quel est le stock disponible ?
- Quelles sont les terres réemployable parmi les déchets ?
- Comment bien gérer la ressource disponible ?

# La genèse de la terre

# Orogenèse Cadomienne

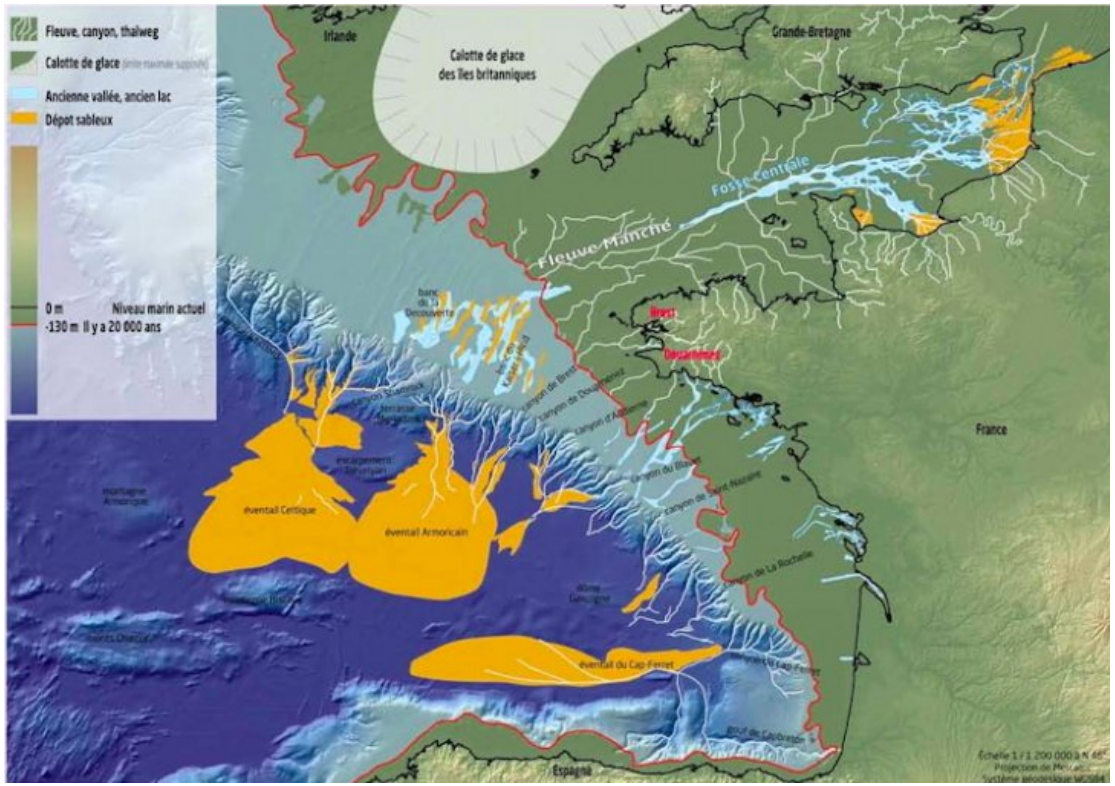


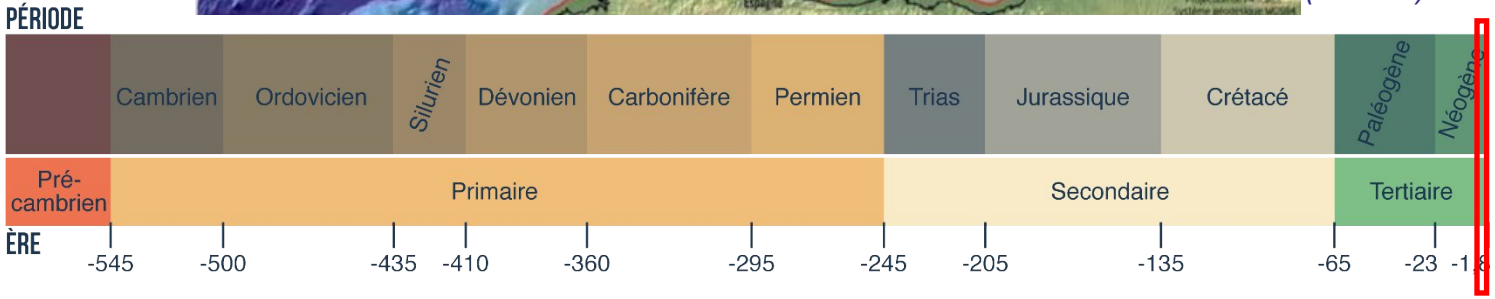




Université Gustave Eiffel

# Glaciations et fluctuations du niveau marin

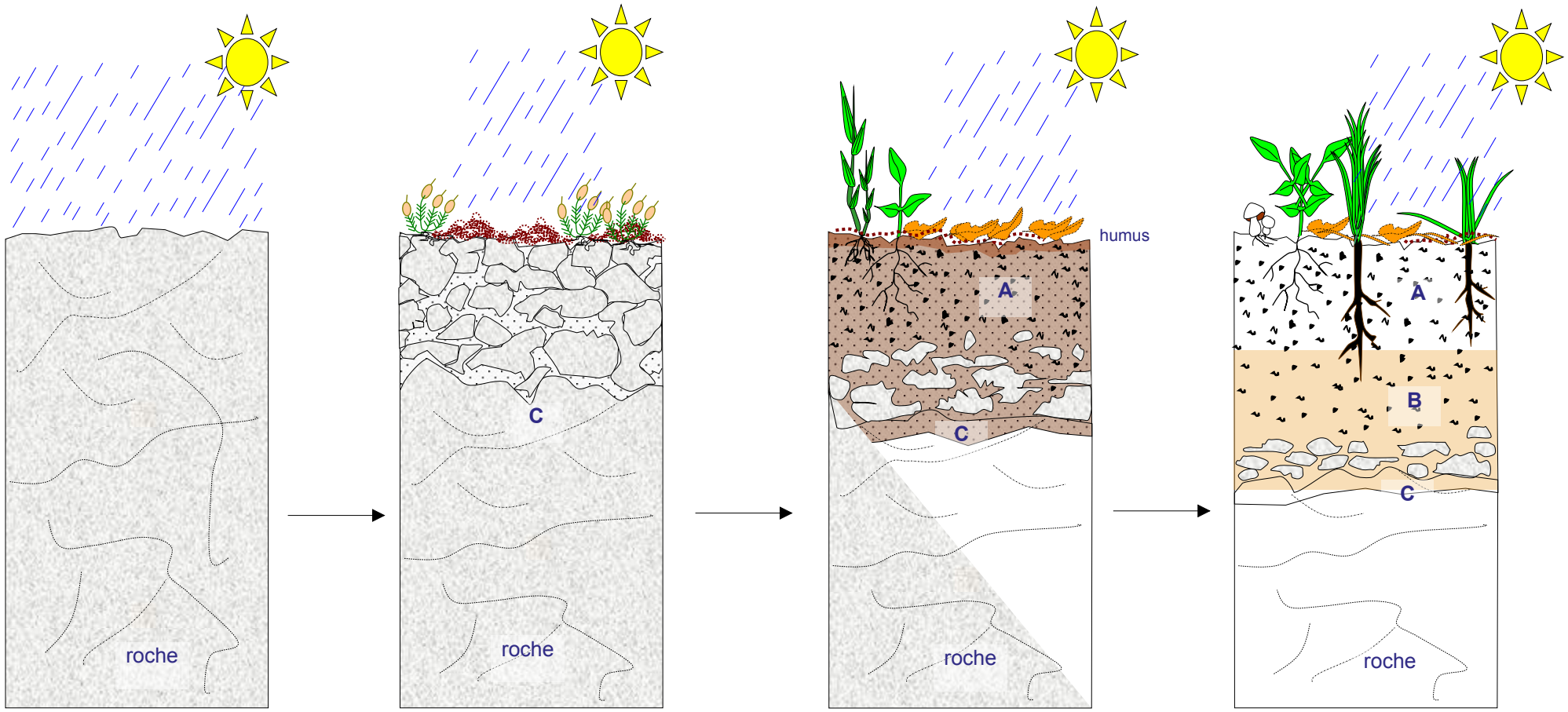



(Ifremer)

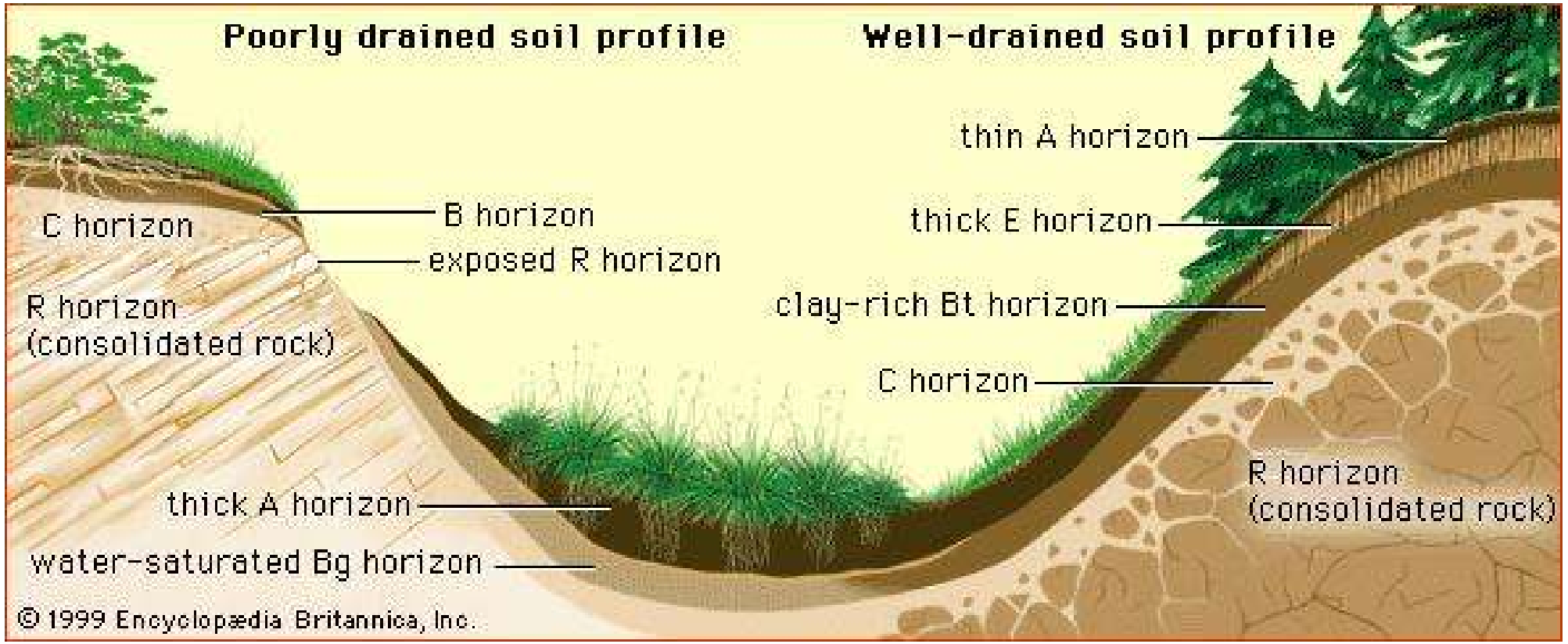



Université Gustave Eiffel

# Pédogenèse



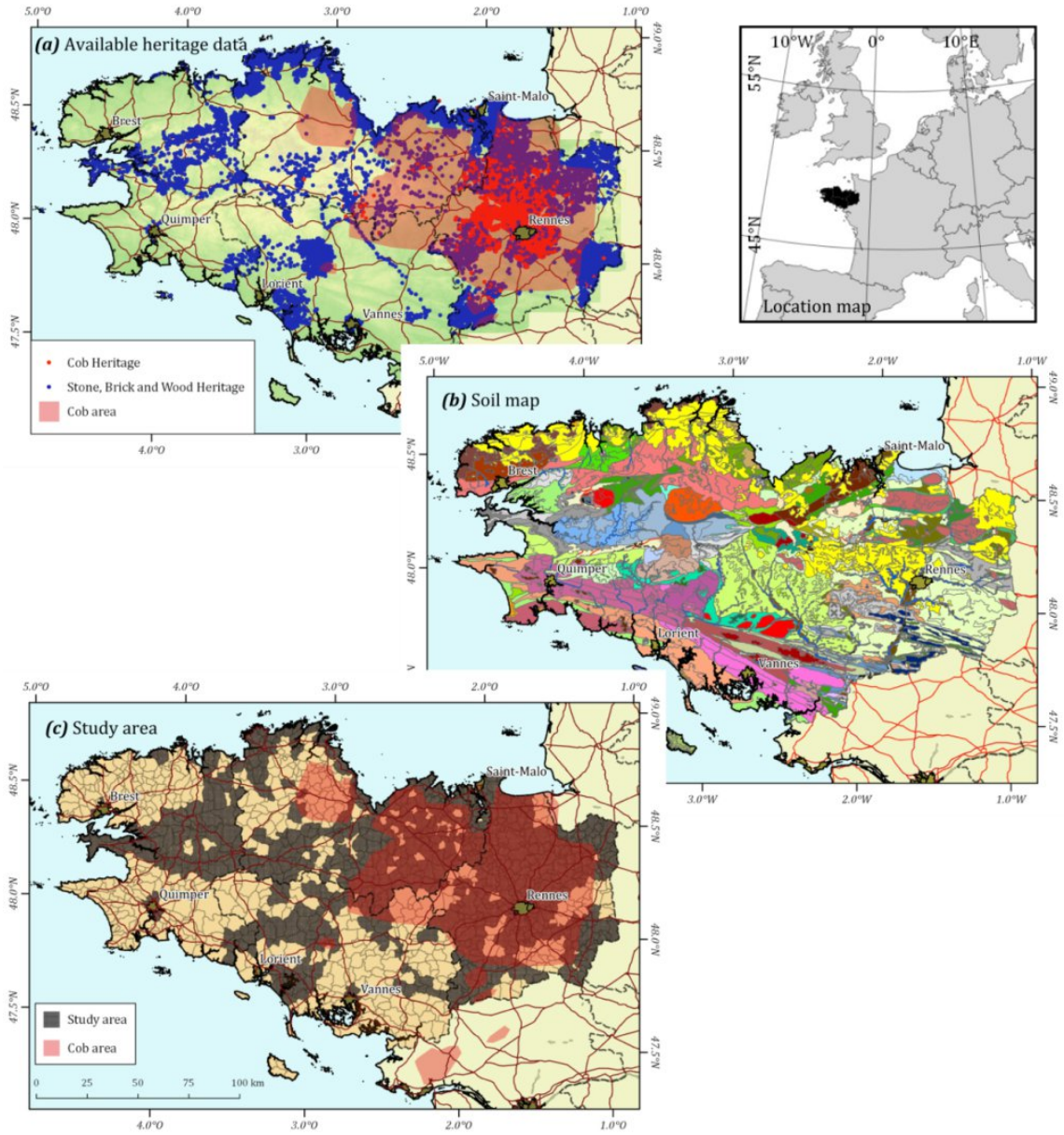
# Pédopaysages




*(https://www.britannica.com/science/soil)*

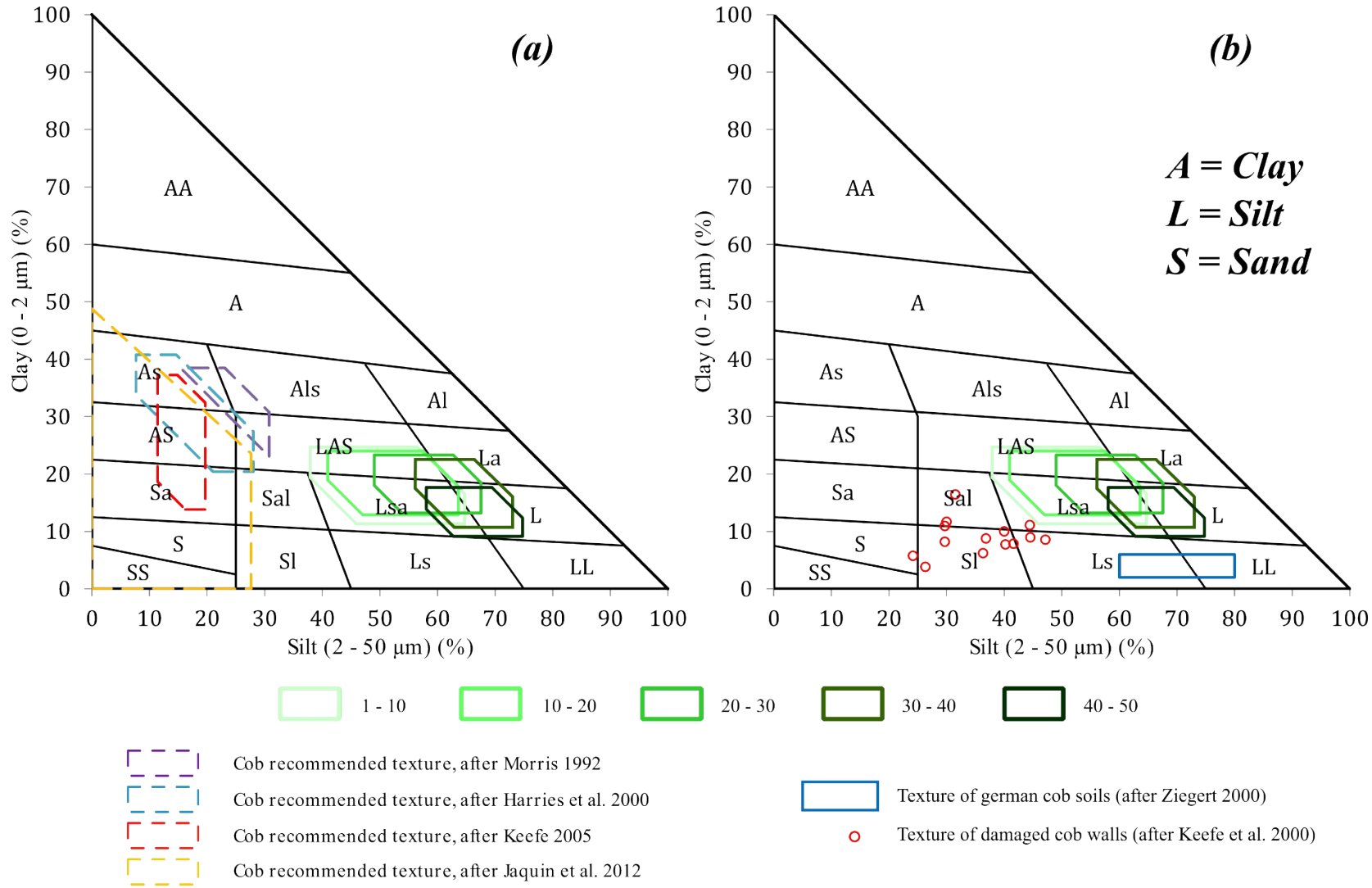
# Identification de la ressource

# Bauge - Identification de la ressource



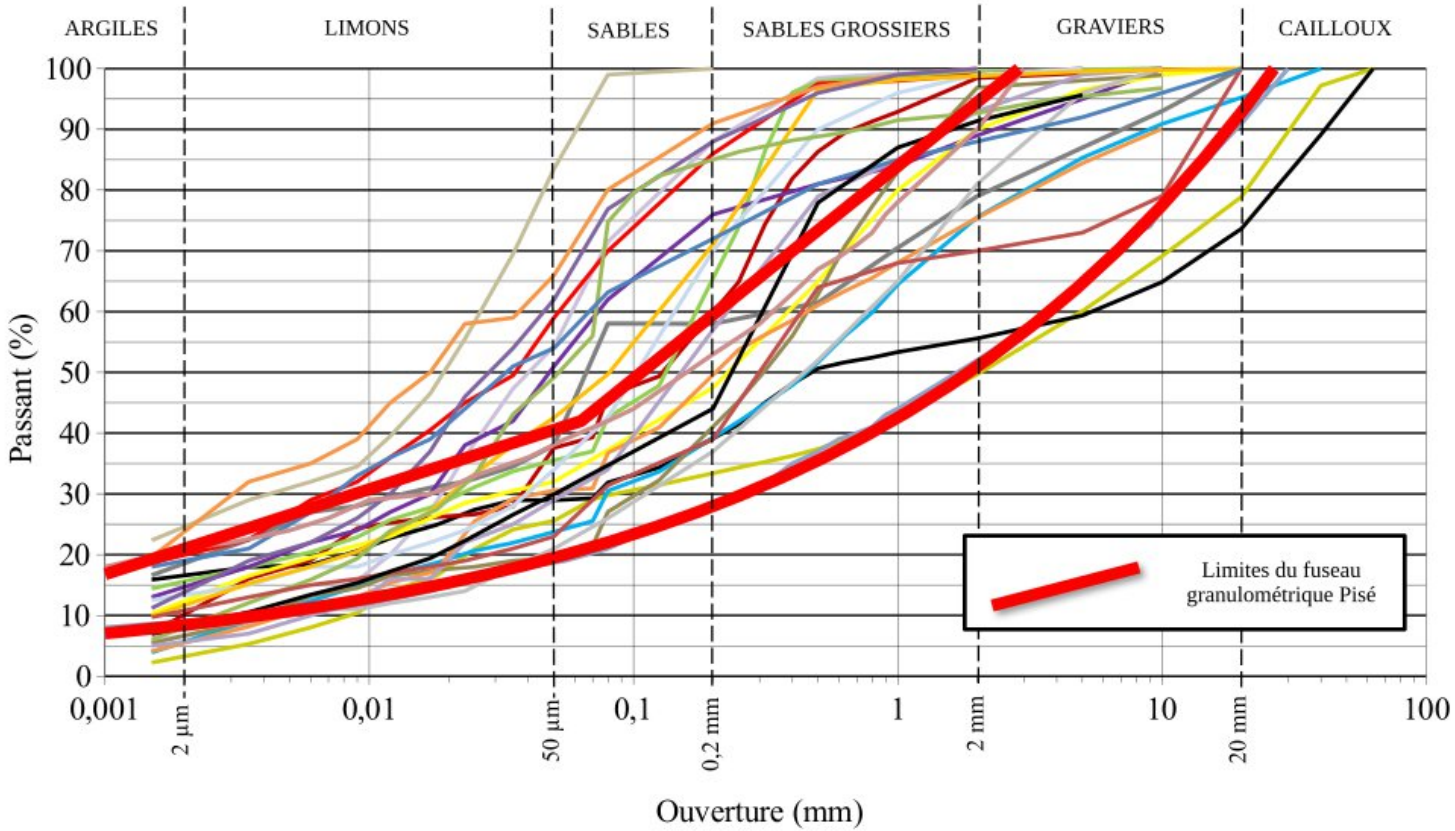

Université Gustave Eiffel

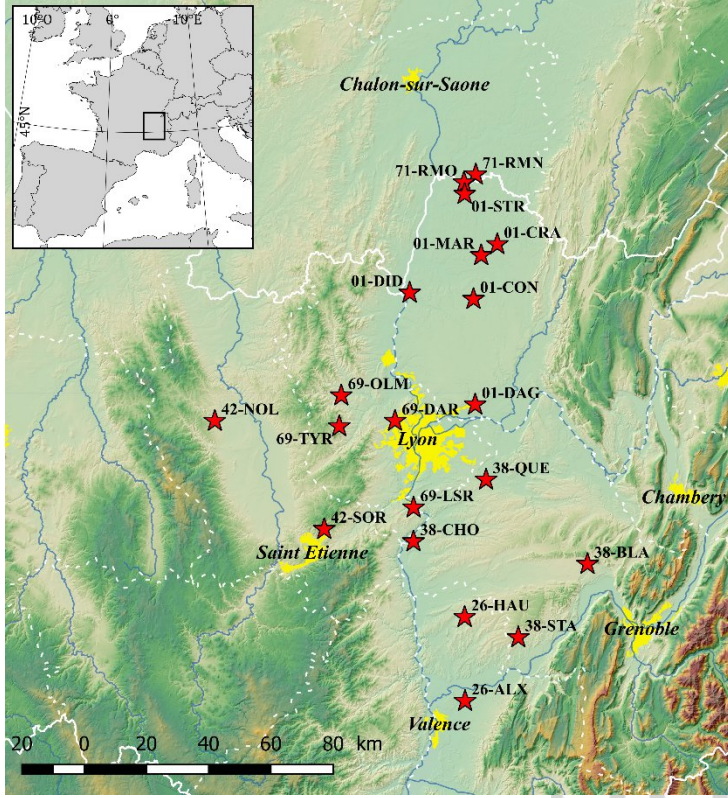
# Bauge




Université Gustave Eiffel

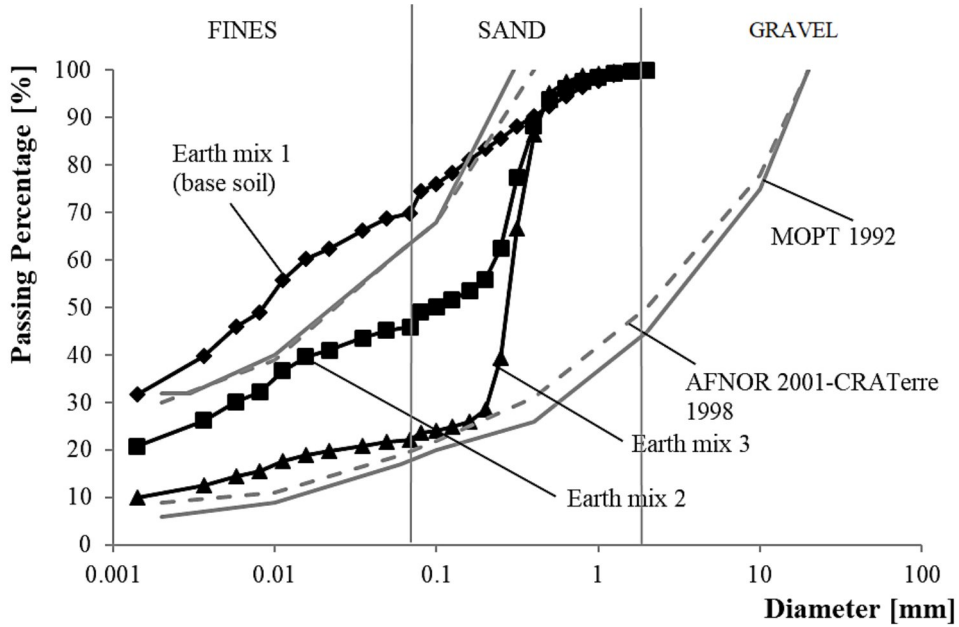
# Pisé

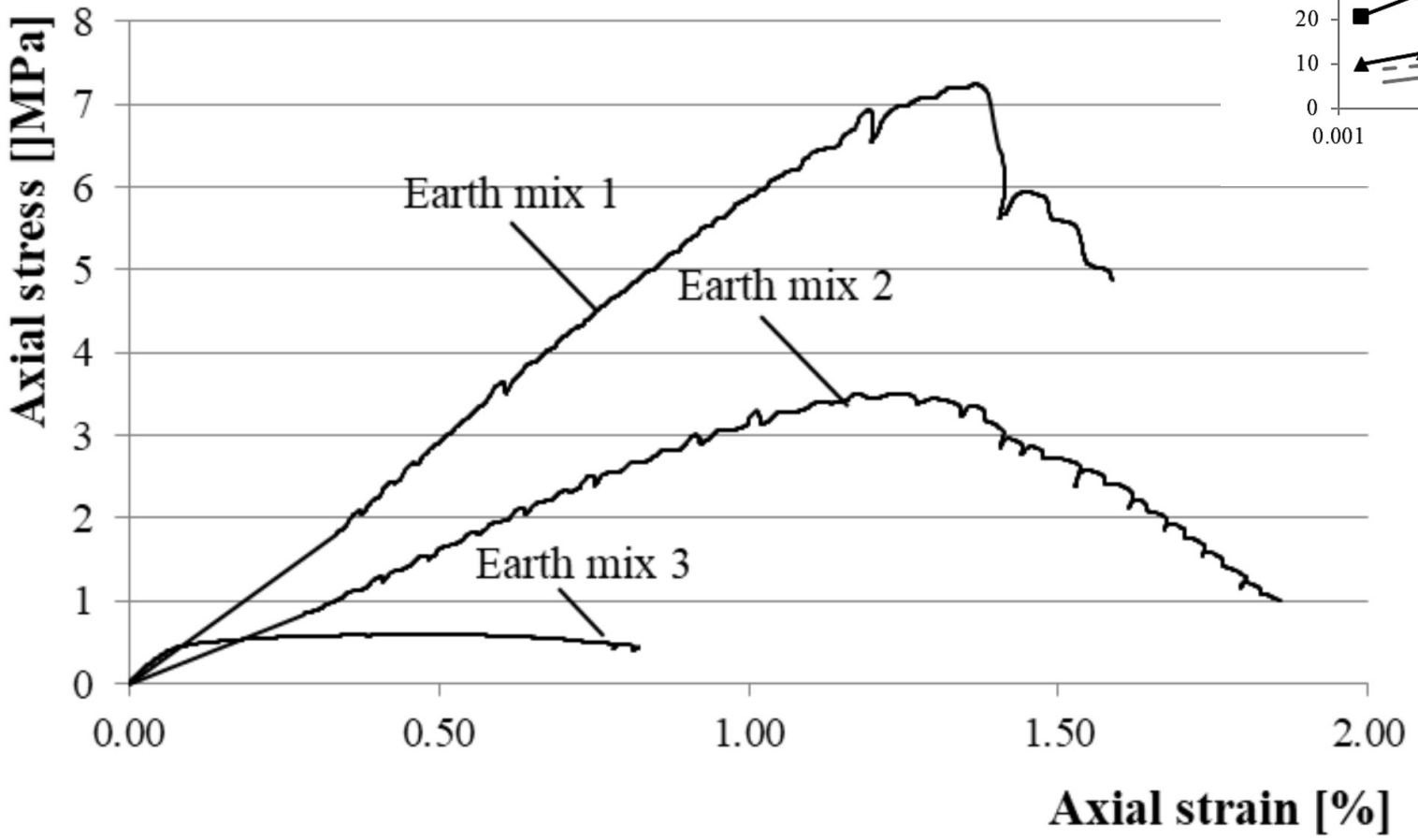



*(Rojat, 2020)*

# Correction granulaire

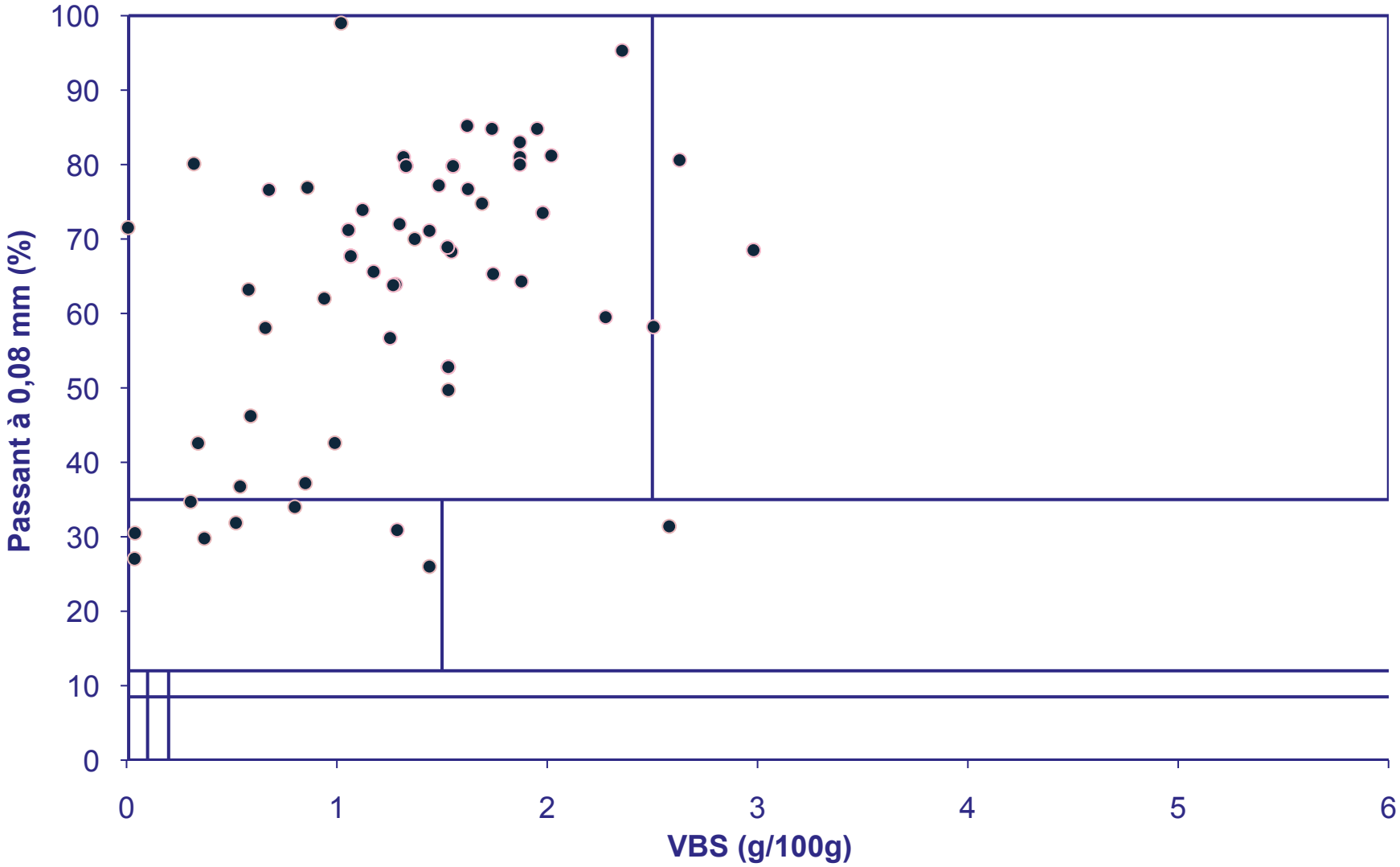



*(Cuccurullo , 2019)*

Université Gustave Eiffel

# Vers un nouvel outil




*(Rojat, 2020)*

# Études de convenance



*Tableau de synthèse*

| TECHNIQUES[1] | Porteur | Remplissage | Esthétique | Acoustique | Régulation hygro-thermique | Inertie | Savoir-faire local | Préfabrication | Cadre réglementaire | SP1 | RT16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bauge | X | | X | X | X | X | X | | GPB[1], FDES[2] | ● | ● |
| Pisé | X | | X | | X | X | | X | GPB[1], FDES[3] | ● | ● |
| Terre allégée | | X | | X | X | | X | | GPB[1], FDES[2] | ● | ● |
| Briques de terre crue | X | X | X | X | X | X | X | X | GPB[1], FDES[2] | ● | ● |
| Torchis | | X | | | X | X | X | | GPB[1], | ● | ● |
| Enduits | | | X | X | X | | X | | GPB[1], FDES[3], RP[4] | ● | ● |

● Bonne convenance ● Convenance moyenne ● Manque de convenance

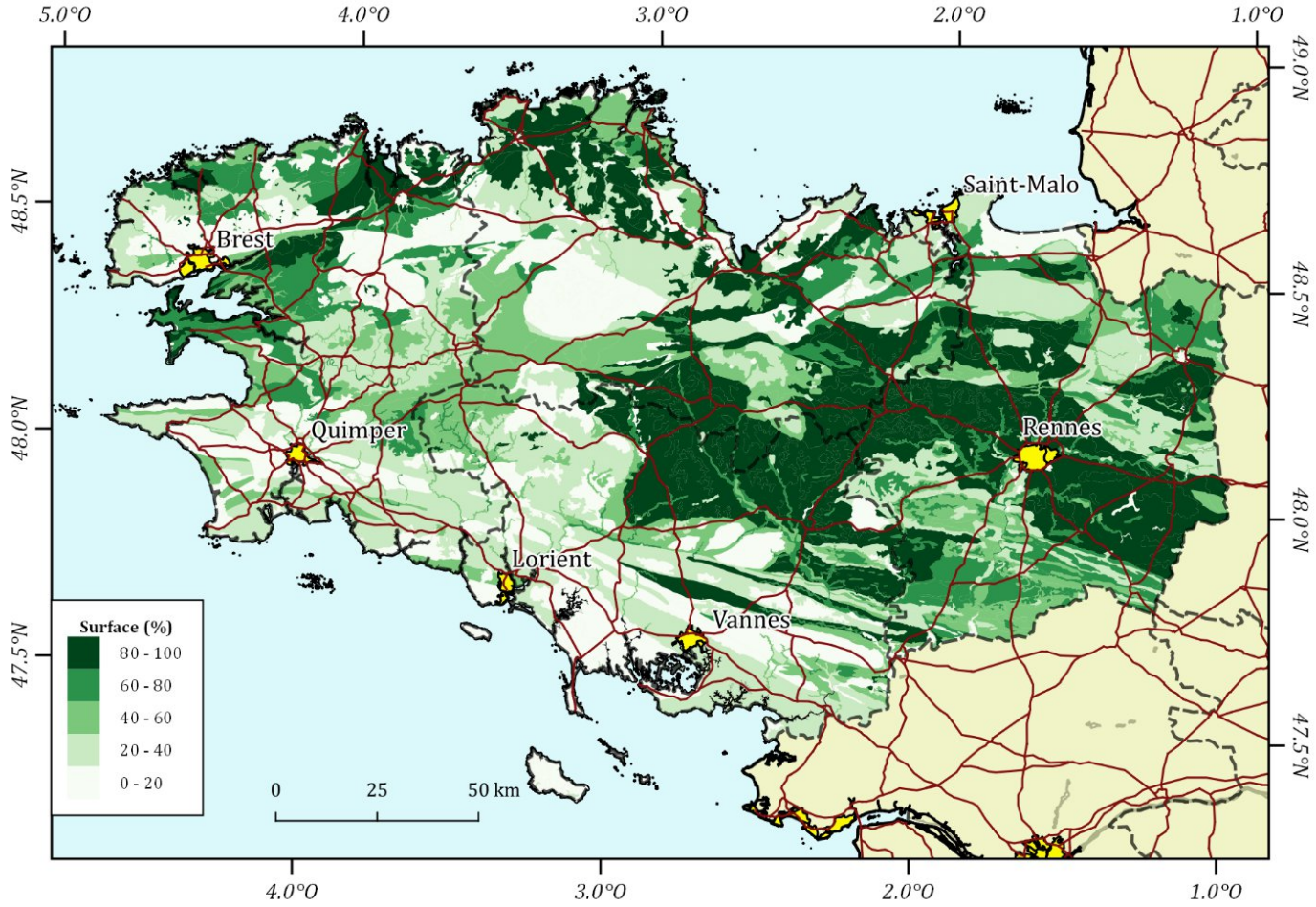


COLLECTIF TERREUX ARMORICAINS

Université Gustave Eiffel

# Quantification de la ressource

# Une ressource disponible



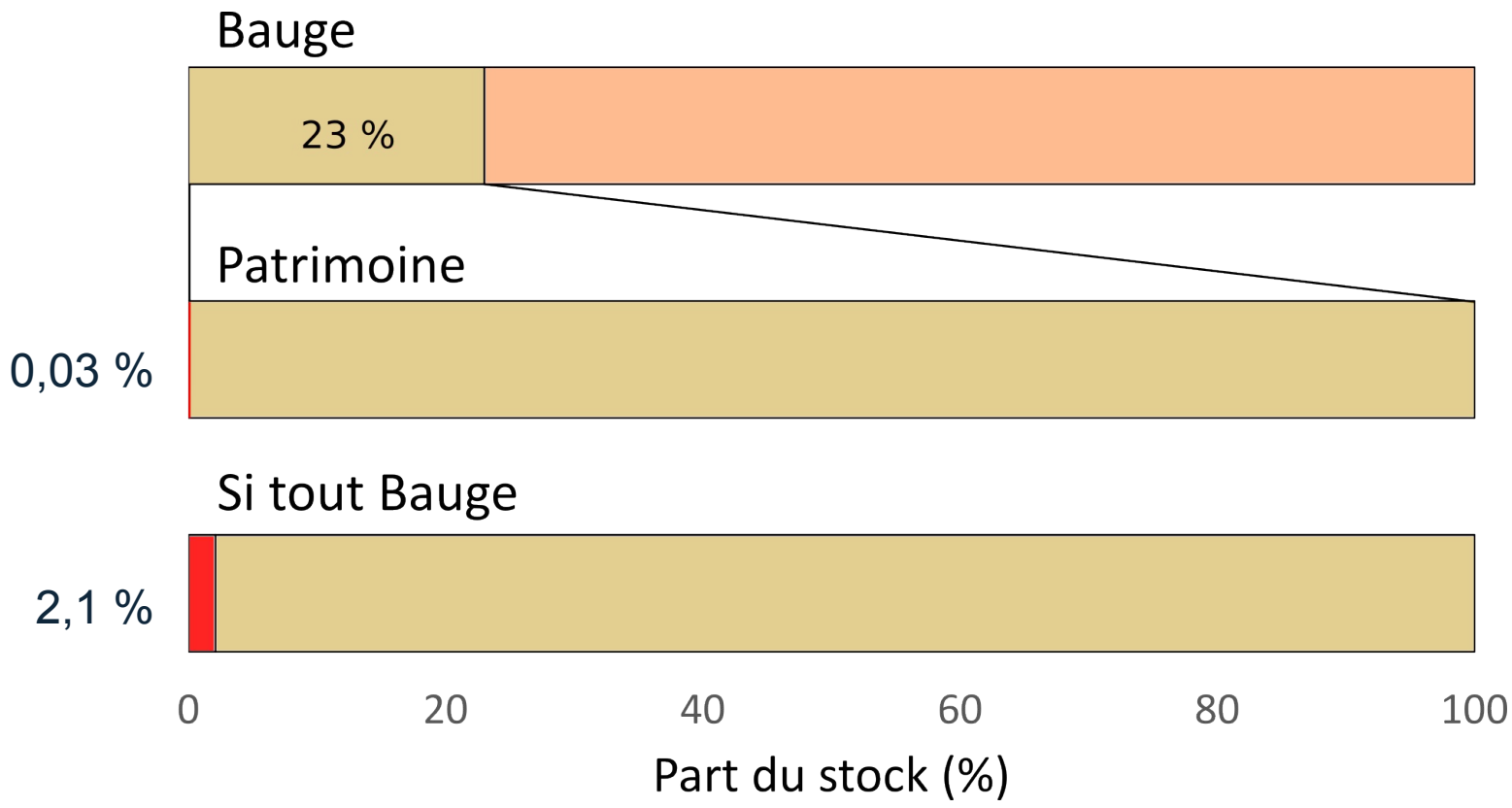

Données:
- AgroCampus Ouest
- Service de l'Inventaire du patrimoine culturel de la Région Bretagne

Université Gustave Eiffel

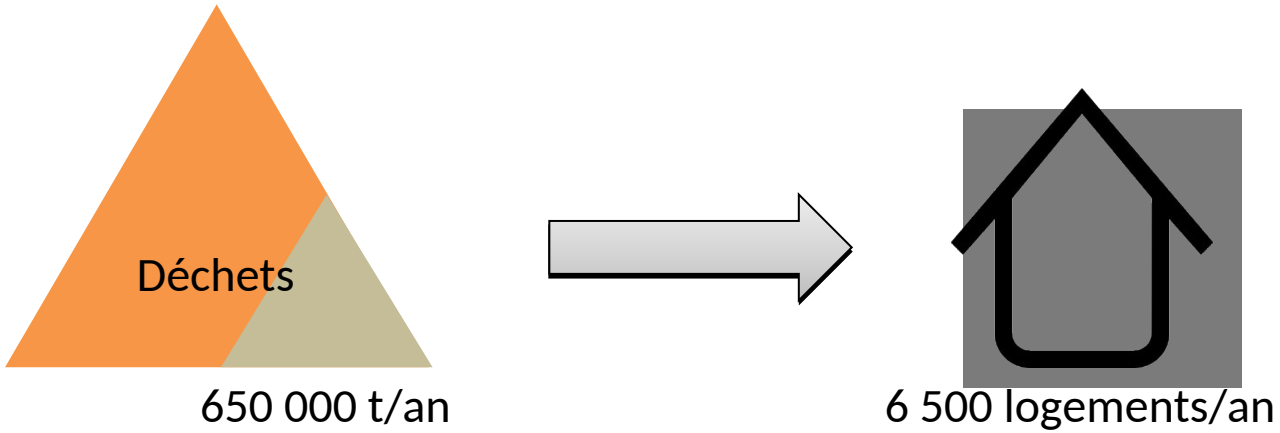
# Une ressource abondante

Stock de terre à bauge en Bretagne :

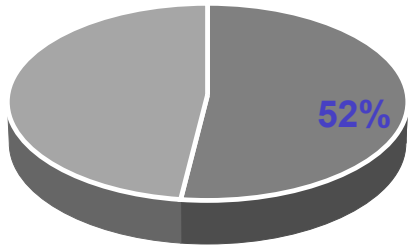
- 6,8 $10^9$ $m^3$
- 8,8 $10^9$ t



# Un matériau disponible gratuitement

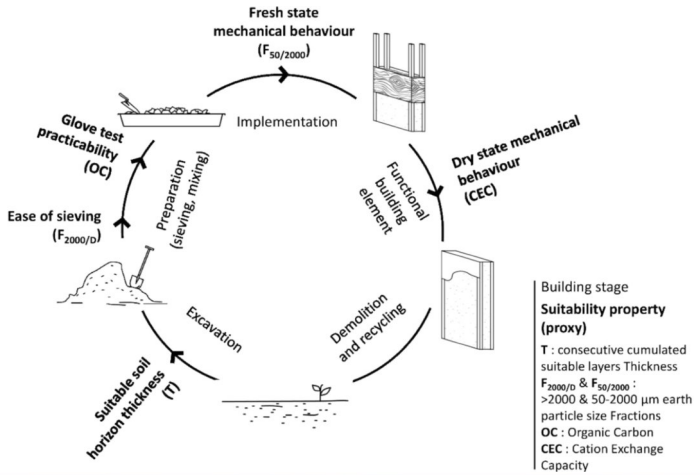


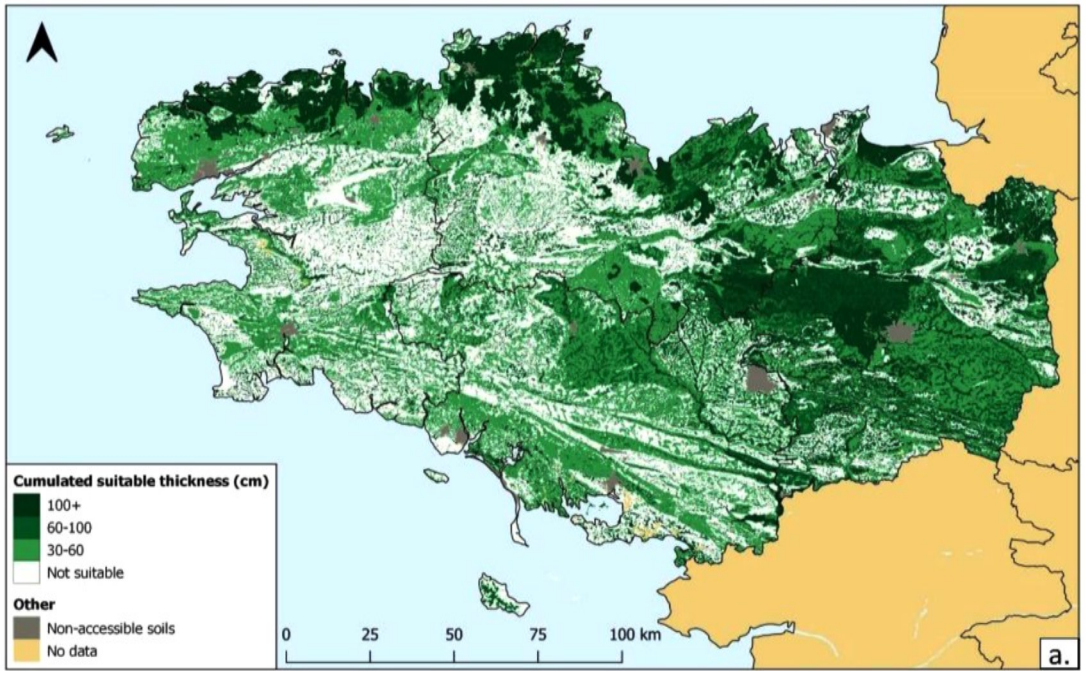

## Part de marché potentiel logement individuel Bretagne

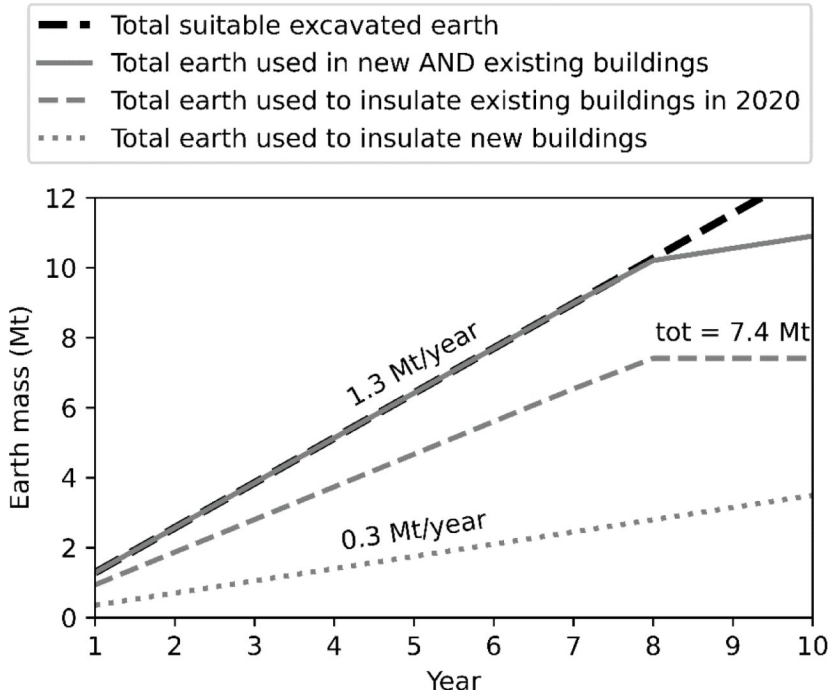



Université Gustave Eiffel

# Cartographie de la ressource – la terre allégée



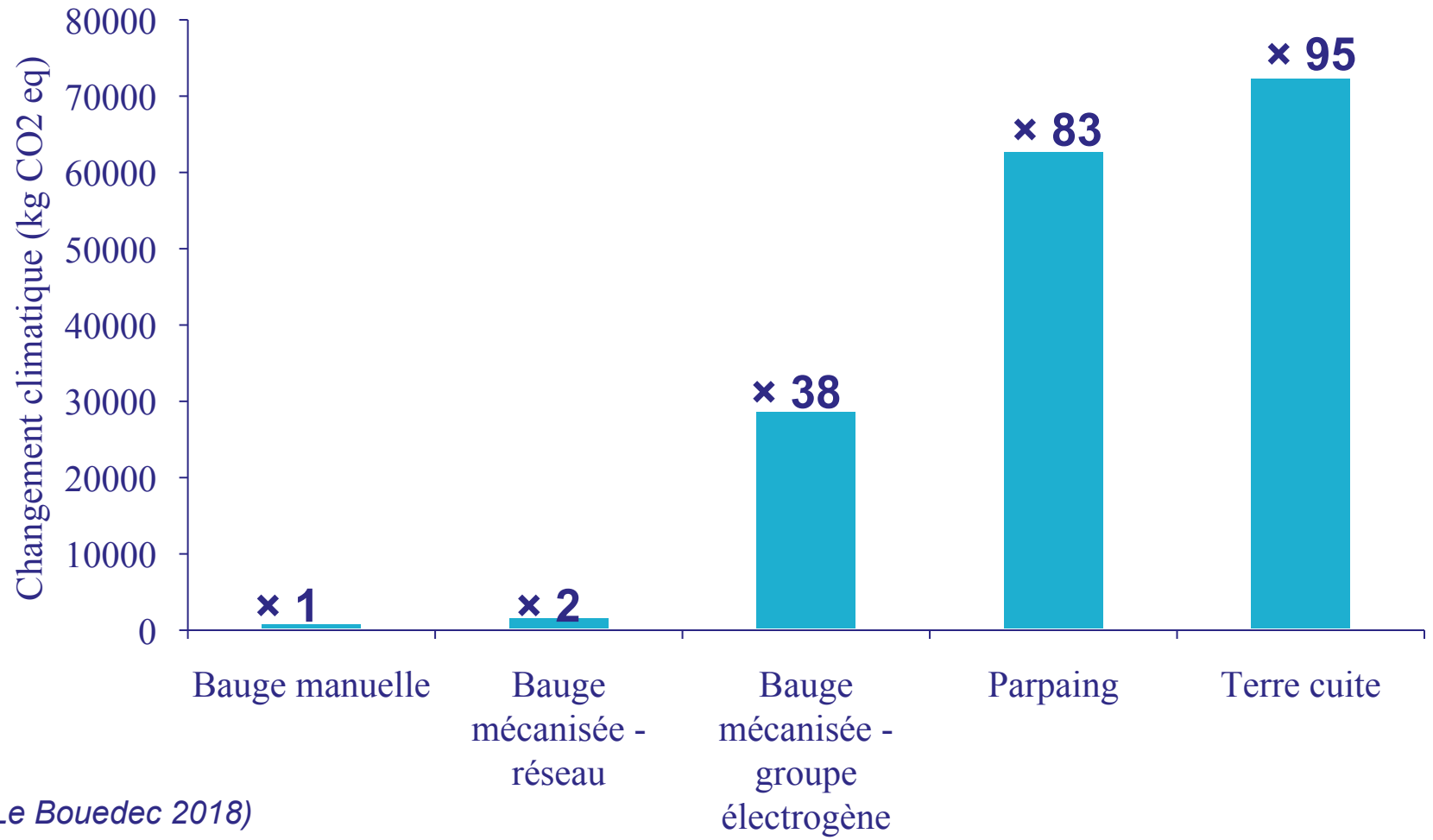

- 99,5 % situé à moins de 1 km d'un gisement
- Distance maximale à un gisement : 2,3 km

*(Verron et al., 2022)*

Université Gustave Eiffel

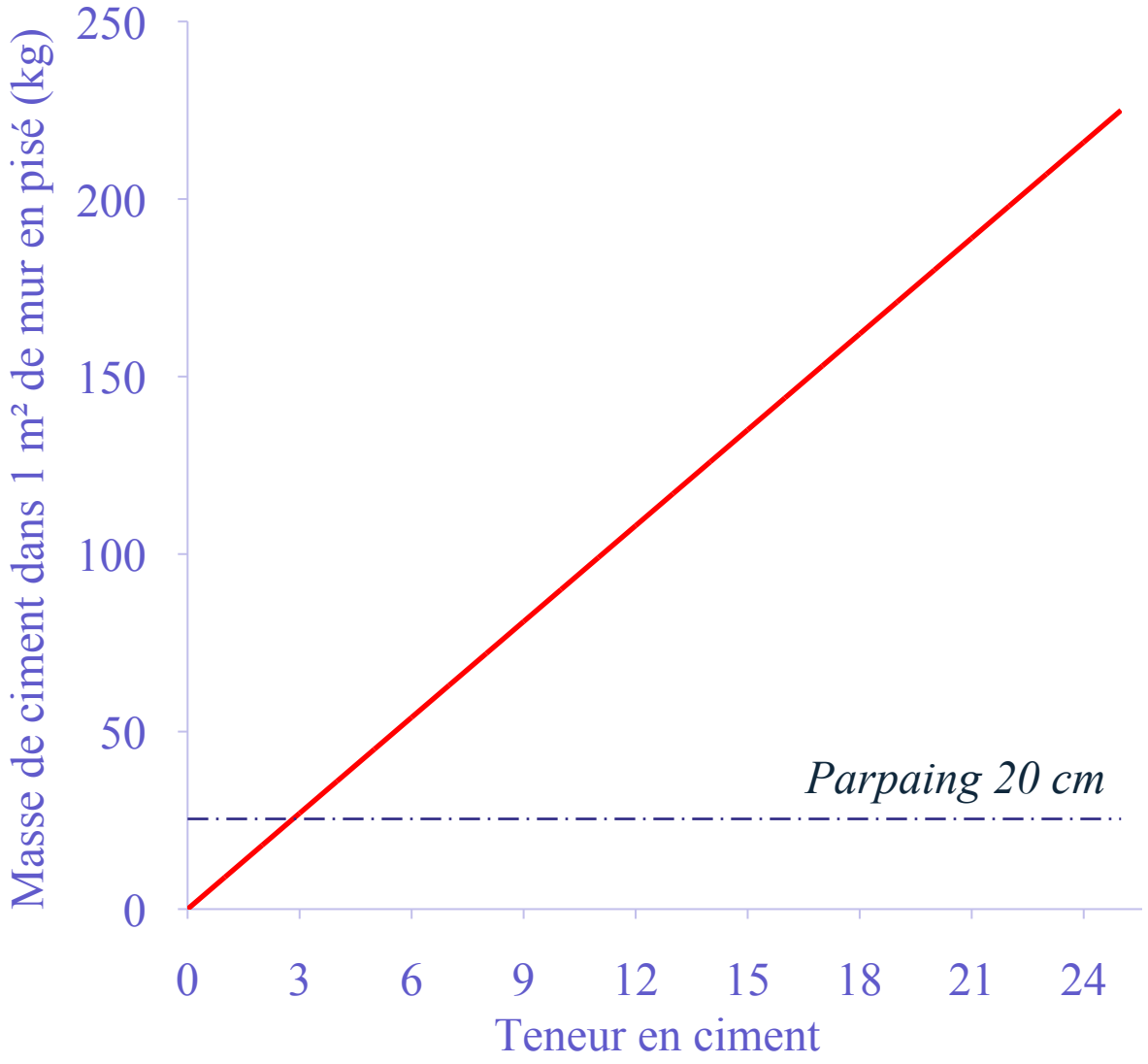
# Impact environnemental

# Un procédé bas carbone



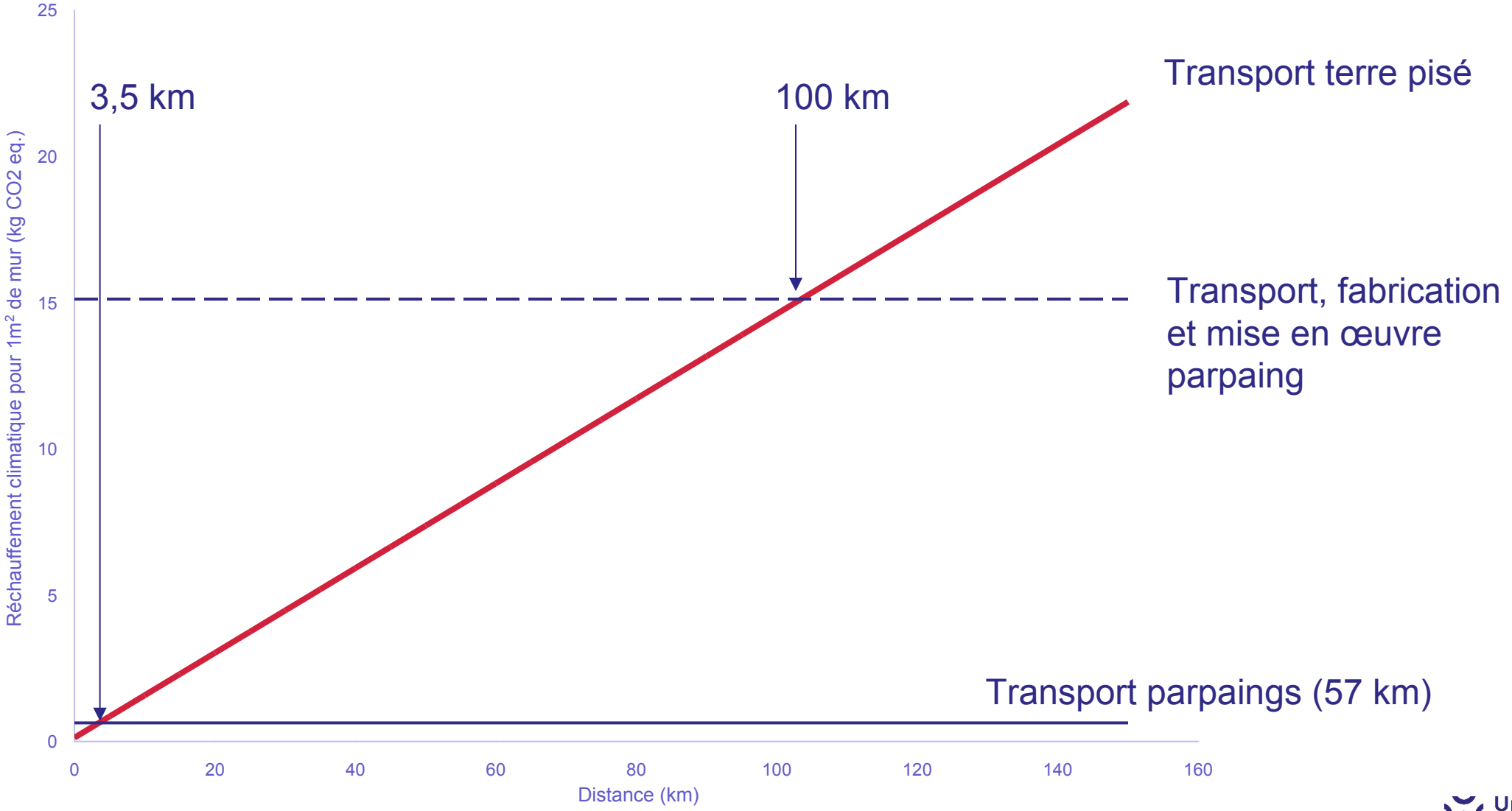

*(Le Bouedec 2018)*

# Effet du ciment




Université Gustave Eiffel

# Effet du transport

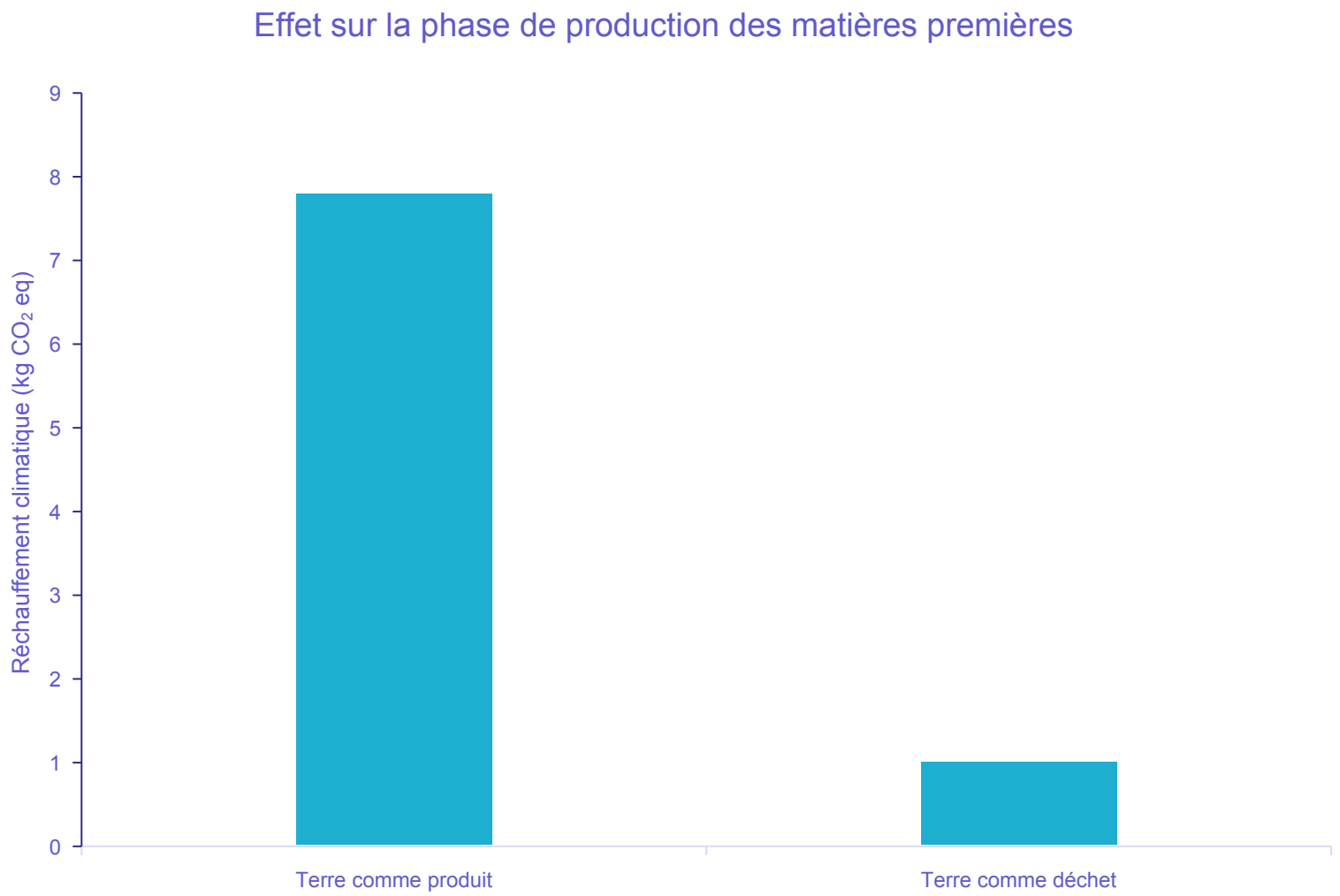



*(CSTB, 2019)*

*(CERIB, 2017)*

Université Gustave Eiffel

# Effet du statut de la terre




*(CSTB, 2019)*

Université Gustave Eiffel

# Réversibilité

## Réversibilité d'usage



*Chantier : L'esprit et la main*

- **Récupérer les propriétés d'usage du matériau à l'aide de procédés d'intensités équivalents pour une performance équivalente**

## Réversibilité pour la nature



- **Matériau non dénaturé et peut donc reprendre sa place dans les flux naturels**

**Erwan Hamard**

erwan.hamard@univ-eiffel.fr

Université Gustave Eiffel