



LES NOUVEAUX MATÉRIAUX

Dr Oussadit Hasna
Imene

Introduction:

Aujourd'hui pour construire; de nouveaux matériaux de construction sont le résultat d'un long cheminement scientifique qui doit beaucoup aux progrès technologiques des instruments. Ces progrès favorisent des améliorations techniques prodigieuses qui rendent les matériaux plus performants sur tout les plans:

résistance, esthétique, isolation, production, collecte, stockage et même transformation de l'énergie ...

les matériaux de construction évoluent constamment.

Introduction:

- Le domaine de la construction, et en particulier celui basé sur l'utilisation de matériaux de construction n'échappera pas à cette évolution : il faudra **limiter les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre, économiser les ressources naturelles non renouvelables, penser à la déconstruction**,... tout en améliorant les propriétés d'usages des matériaux et des ouvrages et en veillant à la santé et au confort des personnes.
- De nouveaux matériaux conçus dans cette optique vont devoir, à terme, remplacer les matériaux usuels.

Introduction:

**Simplifient
les gros
œuvres**

**Nouveaux
matériaux de
construction**

**Apporte plus
d'esthétique**

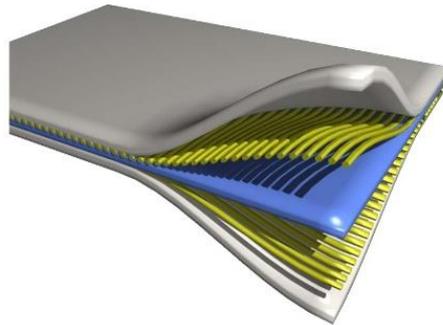
**Font gagner
du temps**

Nouveaux matériaux

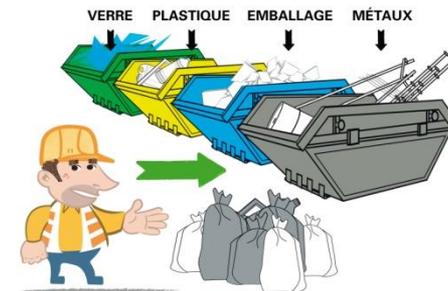
Matériaux géosynthétiques



Matériaux composites



Matériaux de récupération



I. Matériaux géosynthétiques



Matériaux Géosynthétiques: Définition



Un géosynthétique est un produit dont au moins un des constituants est à base de **polymère synthétique** (polyéthylène, polyamide, polyester ou polypropylène, par exemple). Il se présente sous forme de **nappe**, de **bande** ou de **structure tridimensionnelle**. Il est utilisé en contact avec le sol ou avec d'autres matériaux dans les domaines de la géotechnique et du génie civil.

Les géosynthétiques sont définis par des caractéristiques physiques, mécaniques et hydrauliques selon des essais normalisés



Matériaux Géosynthétiques: Définition



Les polymères (plusieurs parties) constituent une classe de matériaux.

D'un point de vue chimique, un polymère est une molécule constituée de **la répétition de nombreuses sous-unités**.

Les polymères les plus connus sont :

• **les fibres naturelles** :

- fibres végétales (cellulose) : bois, papier, textiles naturels (chanvre, lin, coton), etc.,
- fibres animales : cuir (collagène), soie et laine, etc. ;
- Protéines ;

• **les matières plastiques** ;

• **les caoutchoucs naturels (latex) et artificiels** ;

• **les colles** ;

• **les peintures** ;

• **les résines**.

Matériaux Géosynthétiques: Définition



Les ouvrages dans lesquels les géosynthétiques sont utilisés sont multiples :

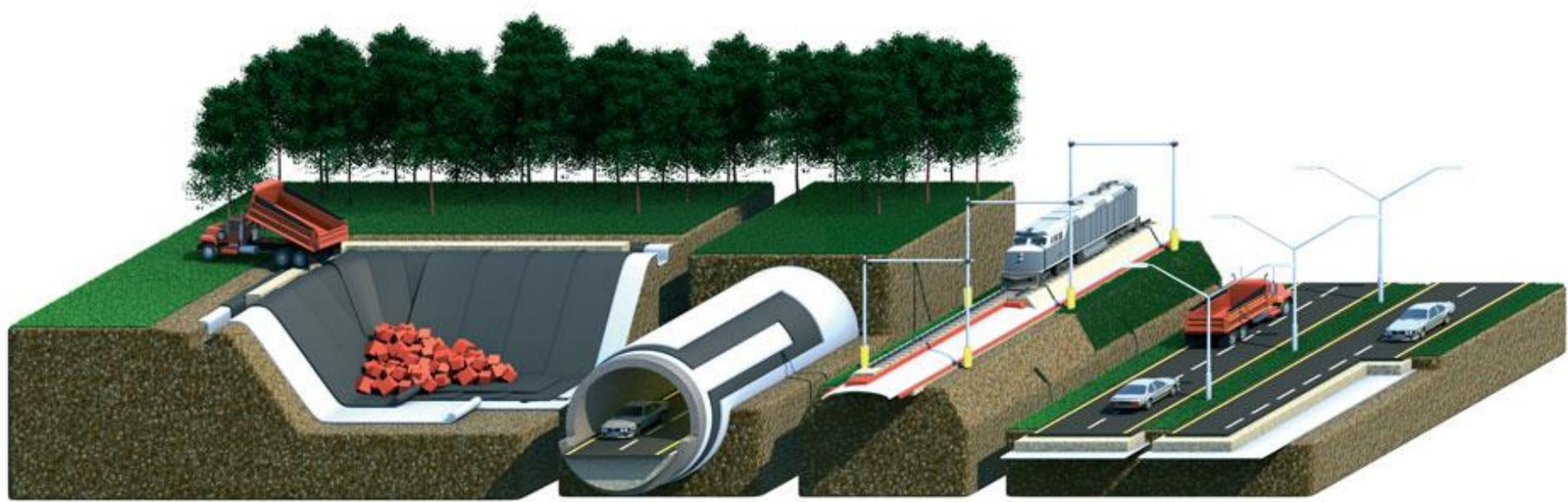
Bassin d'irrigation



Piste d'accès



Lac Décoratif



Matériaux Géosynthétiques: Définition



- **Infrastructures linéaires de transport** (routes, voies ferrées)



Matériaux Géosynthétiques: Définition



- **Ouvrages hydrauliques** (barrages, bassins, canaux)



Matériaux Géosynthétiques: Définition



- *Ouvrages pour la protection de l'environnement*



Matériaux Géosynthétiques: Définition



● *Bâtiments*





□ *En fonction de la perméabilité:*

Les géosynthétiques sont généralement répartis en deux grandes familles :

- ***Les géotextiles et produits apparentés aux géotextiles:***

sont des produits perméables

- ***Les géomembranes et les géosynthétiques bentonitiques :***

sont essentiellement imperméables.

Matériaux Géosynthétiques: Les familles



□ *En fonction du type:*

- Les composants géo-synthétiques élémentaires
- Les géocomposites, manufacturés
- Les structures assemblées sur site ; aux fonctions équivalentes



I. Composants géosynthétiques élémentaires

Géomembrane

Géosynthétique
bentonitique

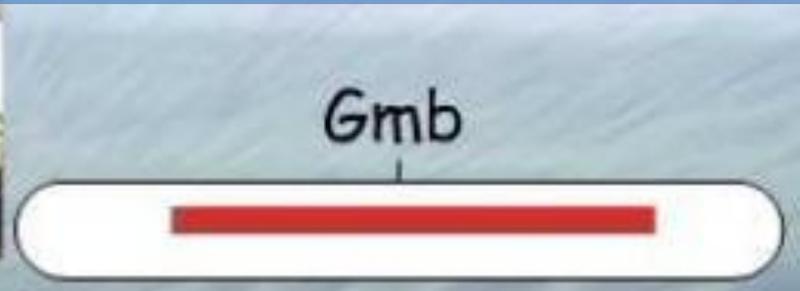
Géotextile

Géoespaceur

Géogrille

Géoconteneur

Les géosynthétiques élémentaires: **Géomembrane**



Définie comme un produit manufacturé adapté au génie civil, se présentant sous forme de lés, d'une largeur minimale de **1,50 m**. Mince, souple, continue et étanche. elle présente une épaisseur effective de **1 mm** minimum sur toute la surface du lé. Elle est soudable en continu par soudure thermique, par vulcanisation ou par bandes adhésives autocollantes selon la nature du produit.

Les géosynthétiques élémentaires : **Géosynthétique Bentonitique**



Les géosynthétiques élémentaires : **Géotextile**

Gtx



Défini comme une matière textile plane, perméable et à base de polymère (naturel ou synthétique), pouvant être non tissée, tricotée ou tissée, utilisée en contact avec le sol ou avec d'autres matériaux.



Les géosynthétiques élémentaires : **Géoespaceur**

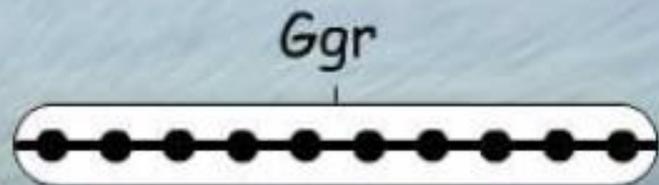
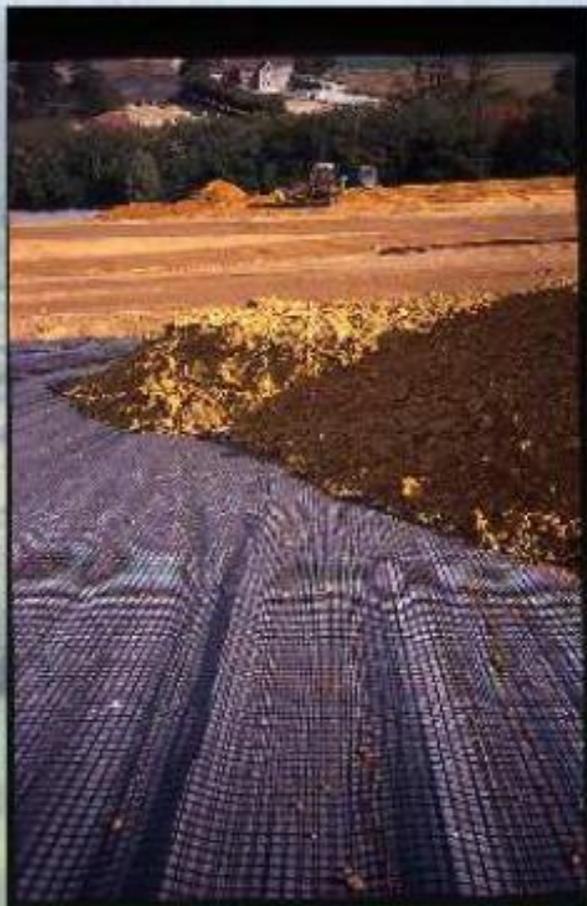


Gsp



Structure tridimensionnelle utilisée dans des applications de géotechnique et de génie civil, permettant de maintenir un espace entre deux matériaux différents, notamment en vue d'assurer une fonction de drainage.

Les géosynthétiques élémentaires : Géogrille



Structure plane, constituée par un réseau ouvert d'éléments résistant à la traction, reliés entre eux selon un motif régulier, et utilisée dans les domaines de la géotechnique et du génie civil.



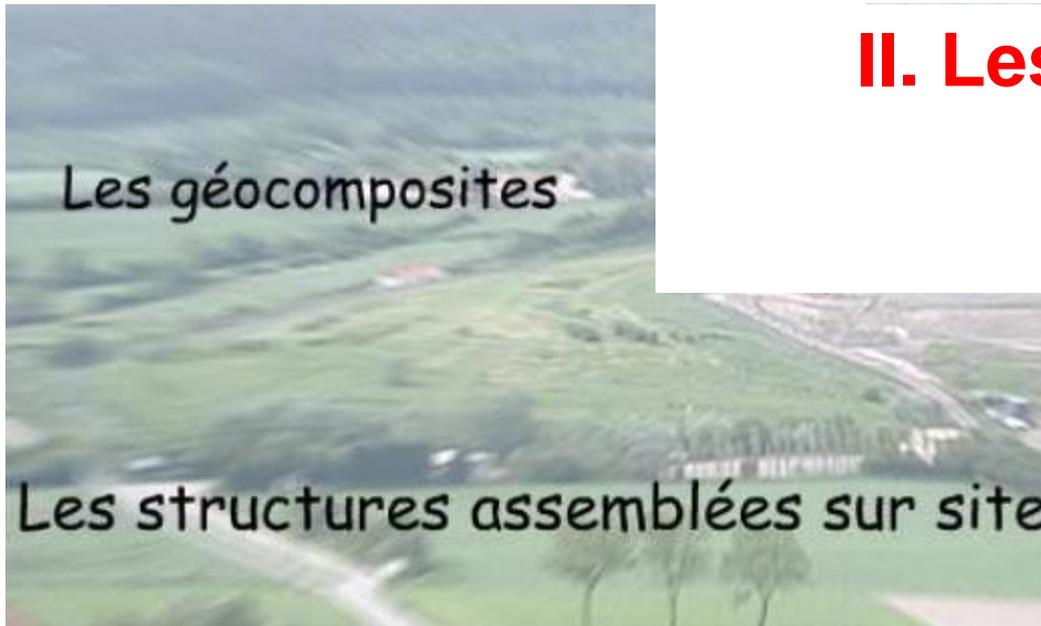
Les géosynthétiques élémentaires : **Géoconteneur**



Structure tridimensionnelle permettant le confinement, la stabilité et le renforcement d'un matériau de remplissage.

Il est rempli de sol ou d'un autre matériau.





II. Les géocomposites, manufacturés

Les géocomposites, manufacturés

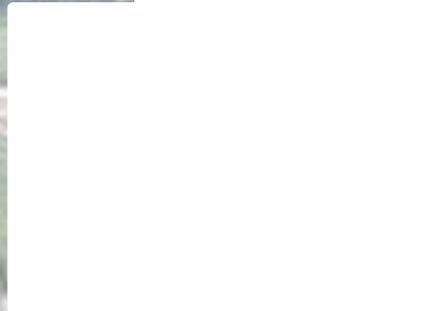


Exemple : Géocomposite de drainage



sont des produits issus de la combinaison industrielle de deux ou plusieurs géosynthétiques

Les géocomposites



Les structures assemblées sur site





Les géocomposites

III. Les structures assemblées sur site ; aux fonctions équivalentes

Les structures assemblées sur site

Les structures assemblées sur site ; aux fonctions équivalentes

Les géocomposites



Exemple : structure drainante constituée d'une superposition de produits dissociés

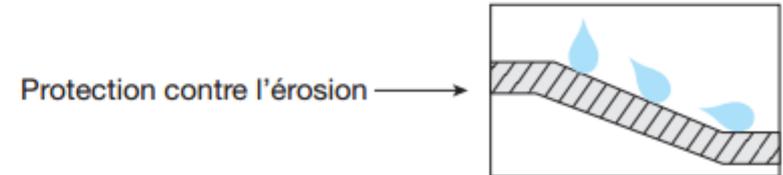
Les structures assemblées sur site

Matériaux Géosynthétique: Fonctions



Le géosynthétique assure plusieurs fonctions. il peut également remplir une double fonction.

Etanchéité
Drainage
Protection
Filtration
Séparation
Renforcement
Resistance à l'érosion externe



Quel matériau pour quelle fonction?

Correspondance Produit/Fonction

| | Géomembrane | Geotextile | Geospaceur | Géogrille | Geoconteneur | Geosynthétique bentonitique |
|------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Etanchéité | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Protection | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Drainage | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  |
| Filtration | <input type="checkbox"/>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  |
| Séparation | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Renforcement | <input type="checkbox"/>  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  |
| Resistance à l'érosion | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  |

Résultats



/ 13

Jamais, erreur, contre emploi !



/ 11

Bonnes réponses



/ 6

Oui, mais ce n'est pas la fonction principale de ce composant



/ 12

Non, ce composant ne remplit généralement pas cette fonction



Géosynthétique: Développement durable

Face à l'urgence de la crise écologique et sociale qui se manifeste désormais de manière mondialisée, le développement durable est une réponse de tous les acteurs (états, marché, société civile) pour reconsidérer la croissance économique à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects environnementaux et sociaux du développement. Tous les secteurs d'activité sont concernés.



Géosynthétique: Développement durable

I. Aspects sociaux et environnementaux:

1. la dimension « vivable »

Protection des hommes contre les risques naturels,

Prévention ou limitation des effets :

- *de l'érosion,*
- *des effondrements,*
- *des séismes,*
- *des inondations,*
- *des glissements de terrain.*



Géosynthétique: Développement durable

Préservation des ressources en eau ;

- *réservoirs et bassins,*
- *stockages d'eau potable,*
- *canaux et ouvrages d'irrigation.*

Transport des hommes :

- *routes et voies ferrées,*
- *berges fluviales et maritimes, canaux,*
- *tunnels et ouvrages souterrains,*
- *ouvrages d'art.*



Géosynthétique: Développement durable

Bâtiments :

- *fondations*
- *soutènements.*

Amélioration de notre cadre de vie, notamment pour l'aménagement, la préservation et la réhabilitation des paysages et des écosystèmes dégradés :

- *bassins d'agrément,*
- *support de végétalisation des talus, berges de cours d'eau et côtes.*



Aspects sociaux et environnementaux:

2.Dimension environnementale

Réhabilitation de sites, de sols pollués et d'anciennes exploitations minières ; protection des nappes, des aquifères et des milieux aquatiques :

- *bassins et ouvrages d'assainissement,*
- *ouvrages de protection des nappes,*
- *Installations de Stockage de Déchets (ISD) ou d'effluents polluants.*



Géosynthétique: Développement durable

Production des énergies renouvelables :

- *réservoirs et barrages.*

Protection contre les effets du changement climatique :

- *digues,*
- *brise lames, etc.*



II. Aspects socio-économiques:

La filière géosynthétique emploie plusieurs milliers de personnes en Europe, répartis entre :

- *la production des géosynthétiques,*
- *la conception et l'ingénierie spécifique,*
- *la vente et la distribution,*
- *la mise en œuvre et l'installation,*
- *les laboratoires dédiés et les entreprises de contrôle.*

Géosynthétique: conclusion

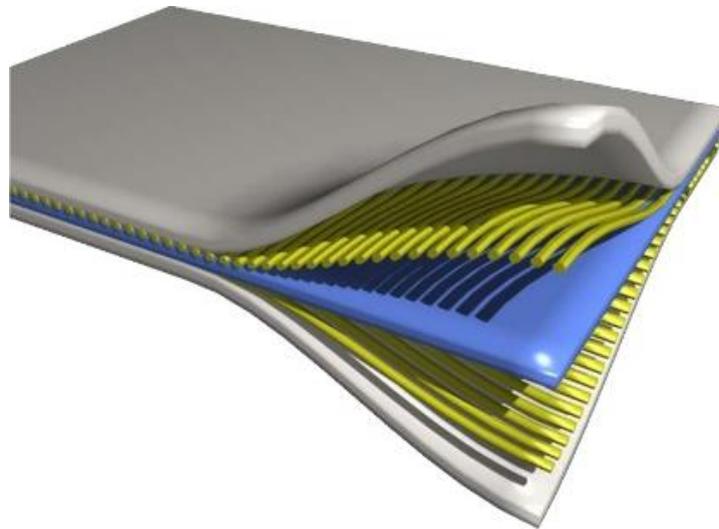


Depuis leur apparition dans les années **1960**, les géosynthétiques (*géotextiles, géomembranes et produits apparentés*) sont devenus des matériaux majeurs dans tous les domaines du génie civil.

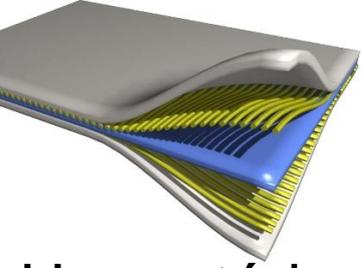
Les premiers géotextiles et les premières géomembranes ont été perfectionnés pour étendre leurs applications.

Le contrôle de la qualité est fait d'une manière permanente.

II. Matériaux composites



Matériaux Composites: Définition



Un matériau composite est défini comme un matériau hétérogène formé par l'assemblage et l'association d'au moins deux ou plusieurs constituants:

- *Différents*
- *Non miscibles*
- *N'ayant pas les mêmes fonctions, ni les mêmes natures*
- *Aux caractéristiques complémentaires*
- *Disposés selon une organisation géométrique particulière.*

Les propriétés mécaniques et chimiques sont *plus performantes* que celles de chacun de ses constituants pris séparément.

Matériaux Composites: Domaines d'application

Les matériaux composites sont présents partout.



Aéronautique



Energie - électronique



Nautisme



Aérospatial



Défense - Armement



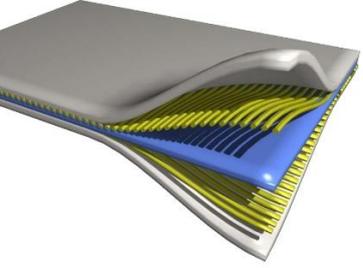
Bâtiment - Electricité



Automobile



Transports



La nature du matériau constituant la matrice permet de répertorier trois grandes classes de composites.

Elles sont considérées ici par ordre croissant de tenue en température :

- *les composites à matrice polymère (C.M.P.),*
- *les composites à matrice métalliques (C.M.M)*
- *les composites à matrice céramique (C.M.C.)*

il est alors possible d'associer à ces trois types de matrices soit des renforts discontinus, soit des renforts continus

Béton

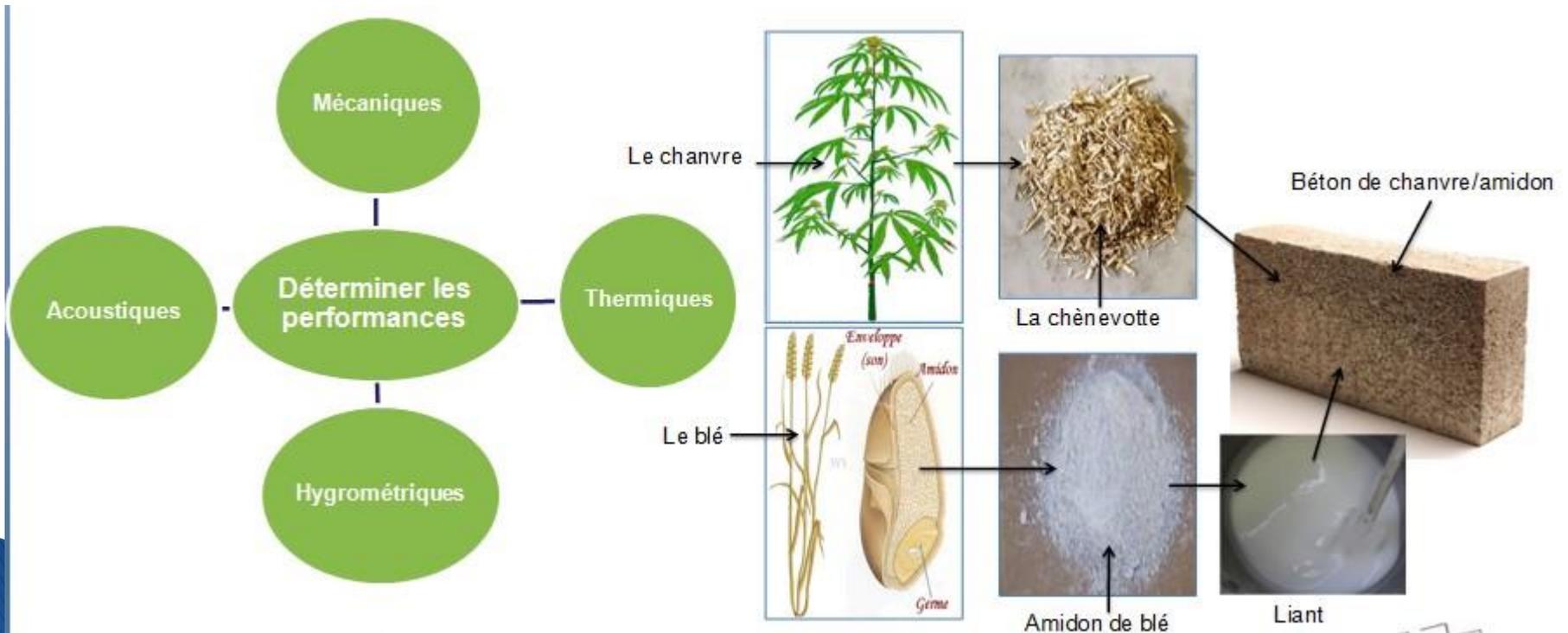
Béton est un terme générique qui sert à désigner un matériau de construction composite fabriqué à partir de granulats agglomérés par un liant.

Quand des fibres (métalliques, synthétiques ou minérales) sont ajoutées, on distingue :

les bétons renforcés de fibre (BRF) qui sont des bétons "classiques"
les bétons fibrés à ultra hautes performances (BFUHP) qui sont des bétons (BUHP) qui contiennent des micro-fibres

bétons de chanvre

Ce nouvel agro-matériau composite consiste à assembler les matériaux végétaux en fibres de chènevotte à l'aide d'un liant à la base d'amidon. Ce nouveau matériau végétal innovant présente un intérêt particulier au niveau d'environnement et des performances particulières au niveau de caractéristiques acoustiques et thermiques.





Le béton en fibres de lin

Comme son nom l'indique, le béton fibré est un matériau composé de fibres. Lors de la formulation de ce béton, des fibres sont ajoutées aux divers matériaux qui le composent.

LE BOIS COMPOSITE

Ni tout à fait bois, ni tout à fait plastique

le **bois composite** est un matériau constitué de **matière plastique** d'une part et de **fibre de bois** (voire fibre végétale autre, comme le chanvre, le bambou, la râfle de maïs...) d'autre part, complétés par des **pigments** (pour la couleur), des **additifs** (agents antifongiques, lubrifiants pour faciliter le process), et d'une **charge minérale**.

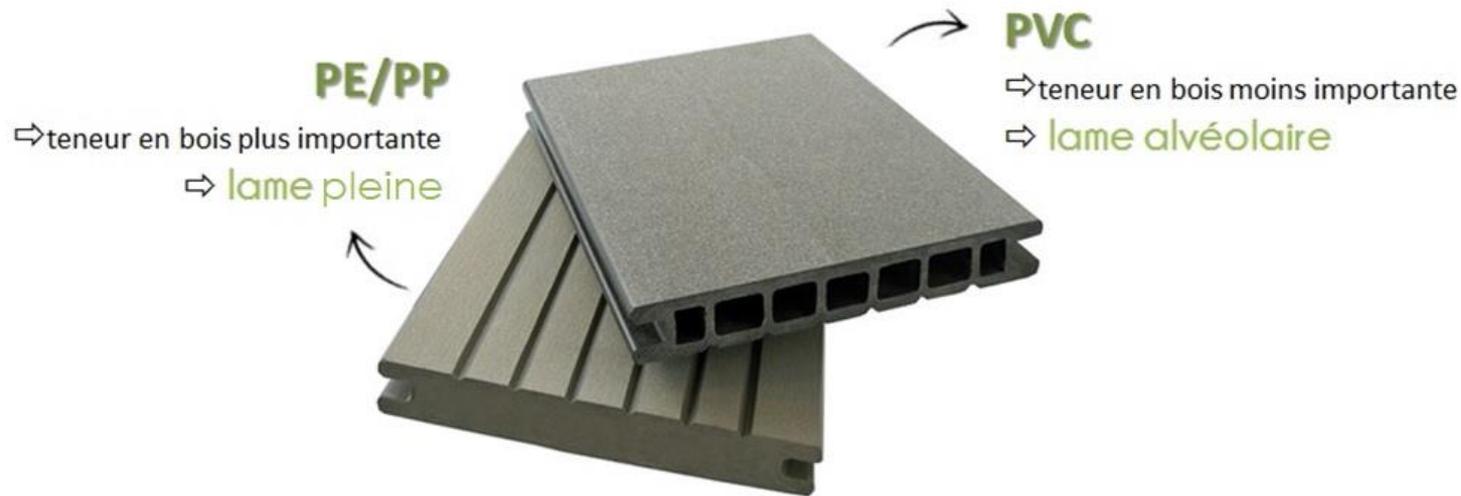


LE BOIS COMPOSITE



La matière plastique confère au bois composite ses **principaux attributs mécaniques**. 3 types de **polymères** sont principalement utilisés par les fabricants, tous 3 issus de la pétrochimie :

- Le PVC**, généralement utilisé dans le bâtiment (notamment en menuiserie)
- Le PE** (polyéthylène), très utilisé en sacherie
- Le PP** (polypropylène), qui sert beaucoup pour l'emballage alimentaire.



| Avantages | Points de vigilance |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Durable ○ Imputrescible ○ Sans entretien structurel ○ Non glissant ○ Solide ○ Esthétique proche du bois ○ Grand nombre de coloris disponibles ○ Pas d'imperfections ni de nœuds | <ul style="list-style-type: none"> ○ La densité du produit : plus elle est haute, mieux c'est ○ Le taux de bois : trop de bois entraîne de la reprise d'humidité (qui entraîne elle-même des déformations) ○ L'esthétique : la lame doit présenter une surface lisse, peu mouchetée. |



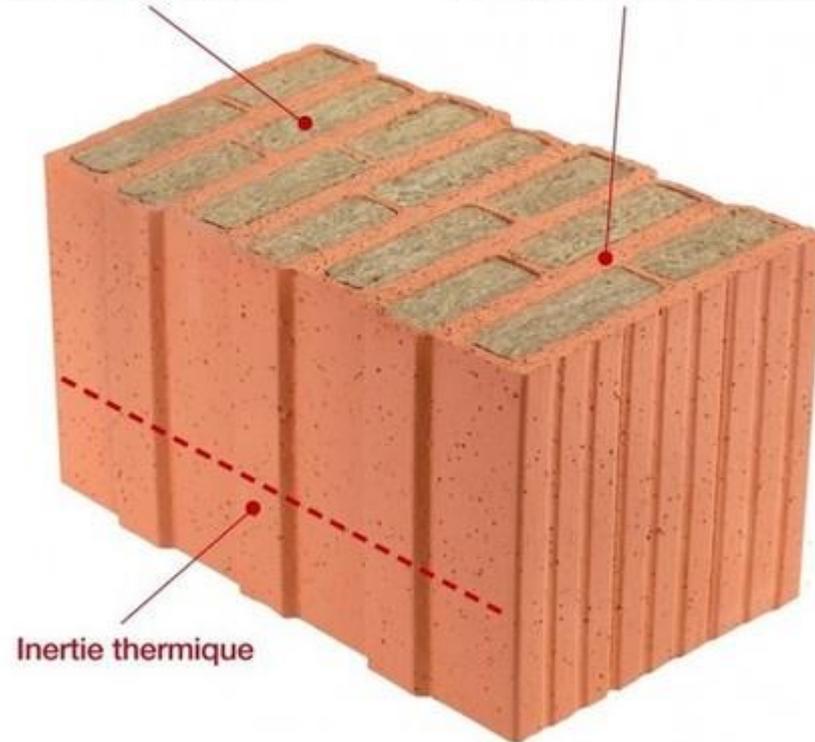
Panneaux de toiture

Panneaux isolant de toiture en sandwich: Très bonne isolation, plafond bois intégralement fini (pas de travail à réaliser par dessous), grande portée jusqu'à 6 mètres, économie de structure, rapidité de montage.



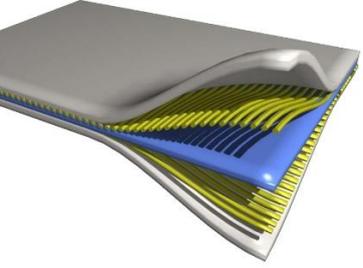
De la laine de roche
haute performance pour
isoler parfaitement

Une ossature en terre cuite
de haute qualité pour réguler
la température et l'humidité



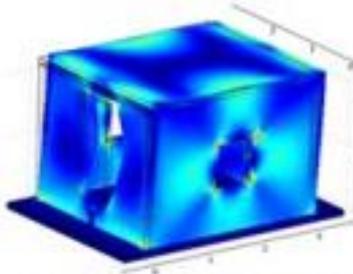
Inertie thermique

Matériaux Composites: Conclusion



Les composites remplacent peu à peu les matériaux traditionnels dans la construction. Leurs propriétés mécaniques sont un atout et, bien qu'ils génèrent un surcoût, investir dans ces matériaux devrait être rentable à long terme.

Les raisons de ce succès : les matériaux composites offrent à la fois de grandes libertés de design et de bonnes qualités mécaniques qui permet aux bâtiments, de leur structure à leur aménagement intérieur, pouvaient commencer à s'affranchir des matériaux traditionnels.



**un revêtement mural « antisismique »
intelligent en composite**

composites

matrice

renfort

organique

résine phénolique
" époxyde
" polyester
" polymide
" époxyde
" polysulfone
élastomère
.....

métallique

magnésium
aluminium
titane
.....

céramique minérale

carbone
graphite
carbure
silice
alumine
.....

verre
aramide
carbone
métaux
carbure
alumine
silice
bore
.....

fil
tissus
fils coupés
(whiskers)
poudre
armature
.....

Principaux constituants des matériaux composites

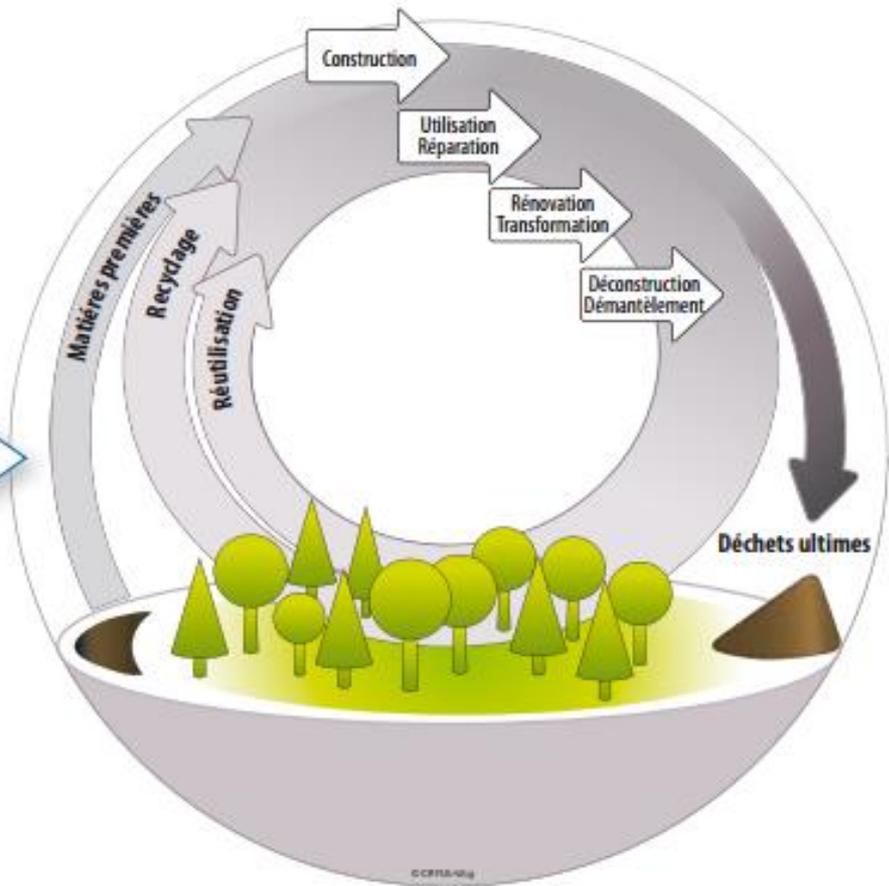
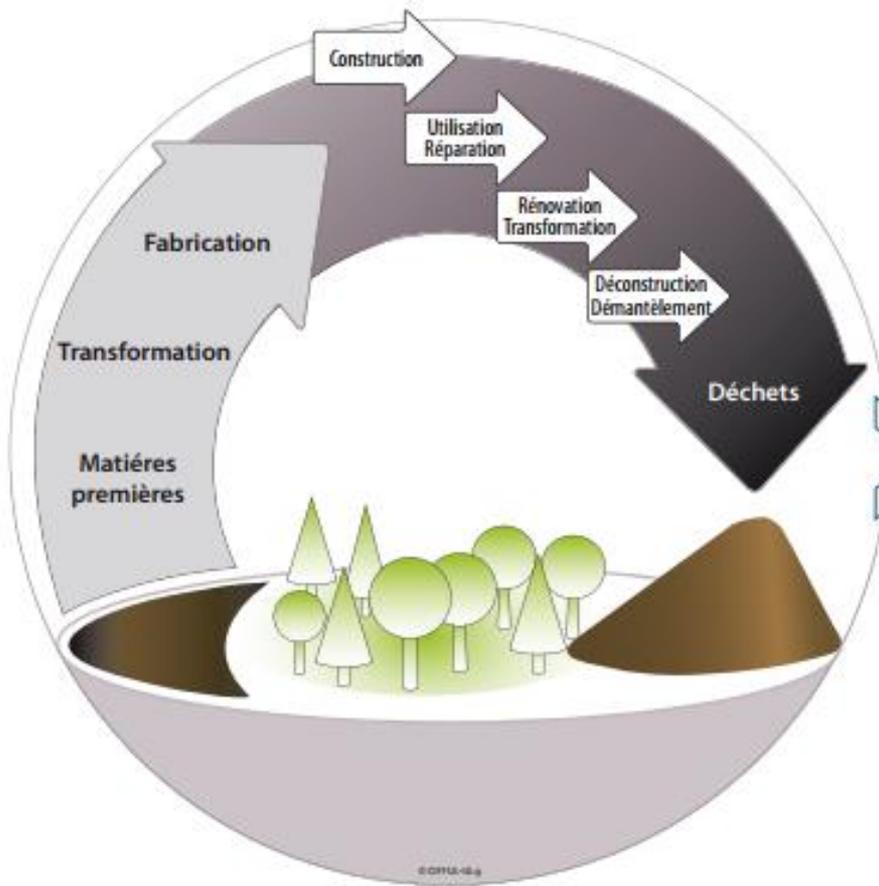
III. Matériaux de récupération

Pour des raisons environnementales mais aussi pour des raisons économiques, le secteur et les pouvoirs publics souhaitent afficher une orientation claire et forte en faveur de la préservation des matériaux de construction mais aussi en faveur de la promotion de nouvelles activités professionnelles permettant de relever ce défi .



Réutiliser et recycler, c'est éviter de puiser dans les ressources naturelles pour fabriquer de nouveaux produits. C'est donner une seconde vie à des matériaux de construction, c'est aussi les envisager comme nouvelles matières premières. C'est un moyen efficace de préserver l'environnement en limitant les déchets et les transports





Démolition

Toute partie **destinée à disparaître** est un gisement de matières valorisables.

Opter pour la déconstruction et la démolition sélective, permet d'augmenter le potentiel de réutilisation de ce gisement.

Rénovation / transformation

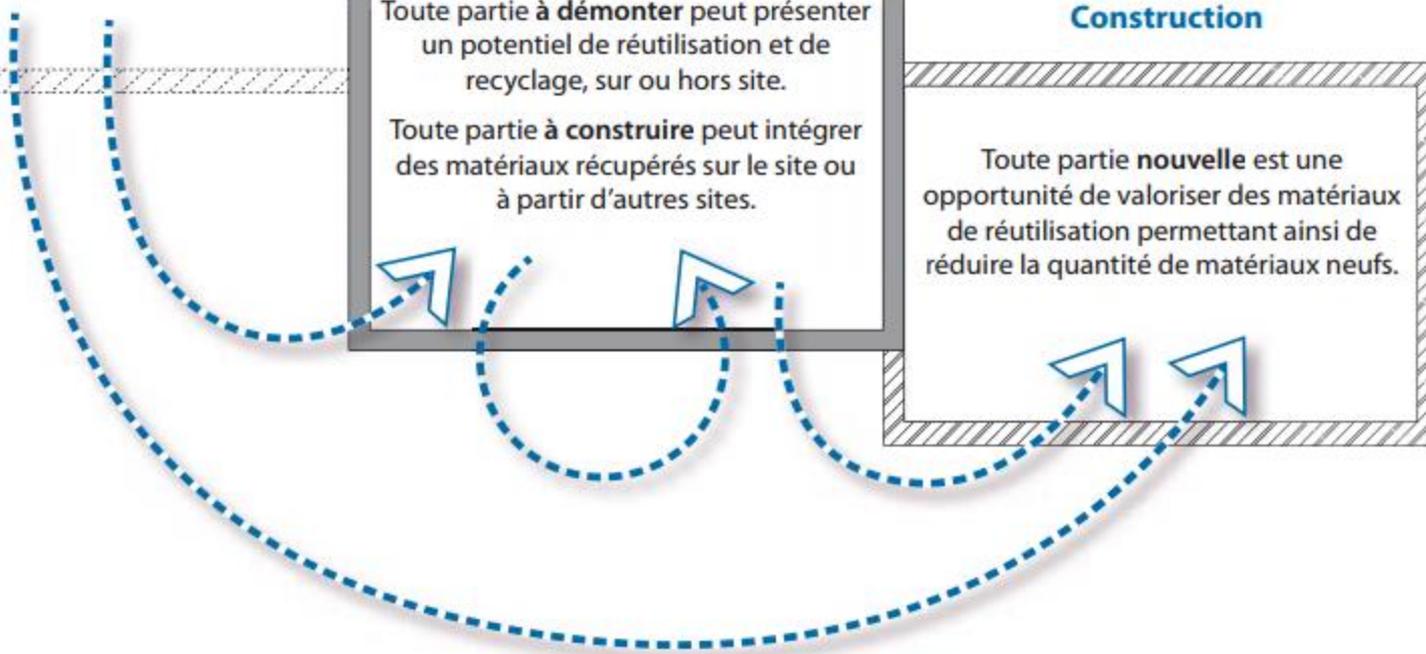
Toute partie **conservée** est déjà une forme de réutilisation.

Toute partie à **démonter** peut présenter un potentiel de réutilisation et de recyclage, sur ou hors site.

Toute partie à **construire** peut intégrer des matériaux récupérés sur le site ou à partir d'autres sites.

Construction

Toute partie **nouvelle** est une opportunité de valoriser des matériaux de réutilisation permettant ainsi de réduire la quantité de matériaux neufs.



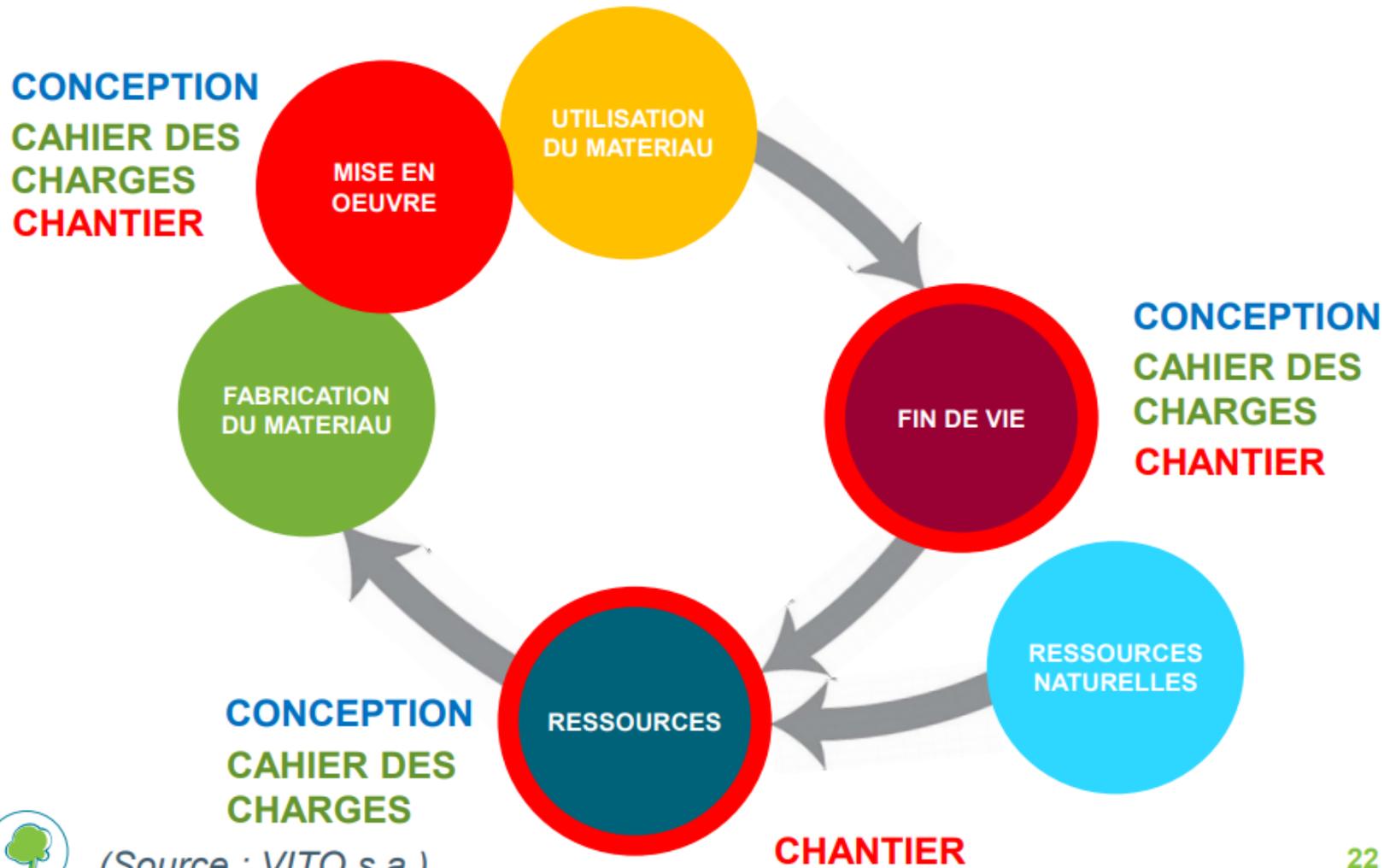
la hiérarchie de prévention et gestion des déchets comme suit : a) prévention – b) préparation en vue du réemploi – c) recyclage – d) autre valorisation (notamment énergétique) – e) élimination.



La problématique des déchets de construction > 33% des déchets au niveau européen = construction & démolition



La notion de « cycle de vie » d'un matériau



(Source : VITO s.a.)



Utilisation de produits incorporant des matériaux recyclés

Les déchets de chantier font l'objet de:

- Réception
- Tri (manuel et/ou mécanique)
- Regroupement
- Préparation (broyage du bois,)
- Production de matière première secondaire (production de gypse à partir de déchets de plâtre en mélange)
- Rechargement

Ils sont ensuite ré-acheminés vers des filières de valorisation agréées





Utilisation de produits incorporant des matériaux recyclés



MÉTAUX NON FERREUX



AGRÉGATS



MATIÈRES EN PLASTIQUE N°1 À N°7



BOIS



PLASTIQUES RIGIDES



MÉTAUX FERREUX



CONSTRUCTION,
RÉNOVATION ET
DÉMOLITION



CARTON



MATÉRIAUX 2D
(MÉLANGE DE FIBRES ET
DE SACS DE PLASTIQUE)



BIOCARBURANTS



CARBURANTS



MATÉRIAUX FINS



MATÉRIAUX
NON STRUCTURANTS



RECOUVREMENT JOURNALIER
POUR SITES D'ENFOUISSEMENT

Types des déchets



INERTES

Béton – Béton armé –
tuiles – terres –
gravats – carrelage –
briques – enduit – sable...



Banals (DIB)

Bois – plastics – papier/carton –
métaux ferreux et non ferreux –
tapisseries- moquettes- végétaux –
vitrages – fils et câbles électriques –
isolants – canalisations PVC - pneus...



Dangereux (DIS ou DID)

Peintures – mastics- vernis –
aérosols – amiante – emballages souillés –
goudron – solvants – huiles - colles



Afin de prévenir toute difficulté de gestion du chantier, il est essentiel de repérer les éléments polluants ou pollués afin de les exclure de la réutilisation et de les orienter vers les filières appropriées.

Amiante

Éléments assimilés à l'amiante :

- ceux qui en contiennent ;
- ceux qui ont été mis en contact avec les fibres d'amiante.



Produits dangereux

Éléments dangereux à déceler et à traiter conformément à la réglementation. Terre colorée, traces d'hydrocarbure, stockage suspect, cuve à mazout... sont d'autant d'indices qui suscitent la suspicion au premier coup d'oeil.



Terres polluées

Éléments liés aux anciennes activités sur le site : nettoyage à sec, station essence, entrepôt de produits animaliers ou destinés à l'agriculture (engrais)...



Adapter le planning de chantier

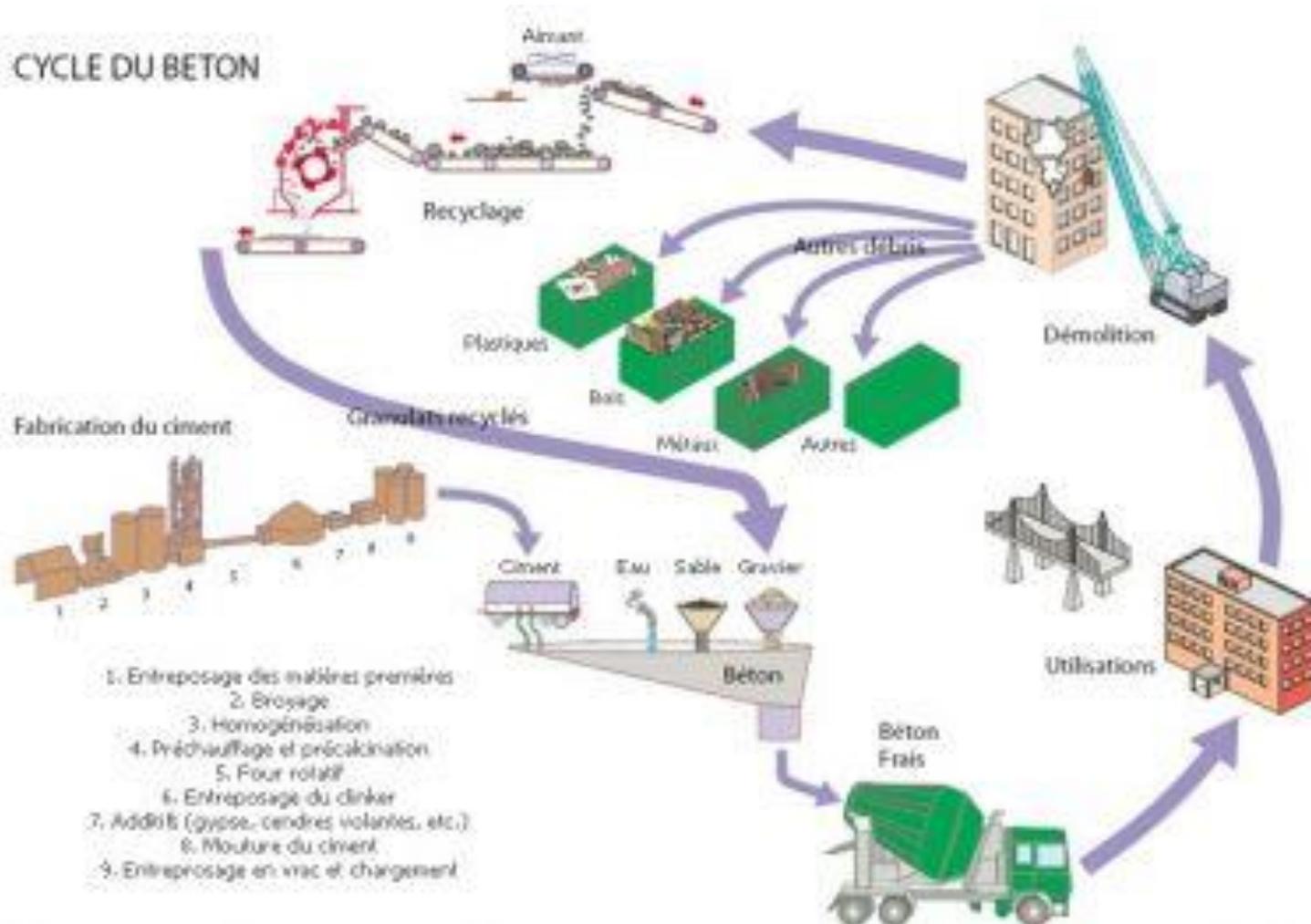


Sensibiliser et former les ouvriers



Utilisation de produits incorporant des matériaux recyclés

Recyclage du béton





Utilisation de produits incorporant des matériaux recyclés

Acier : le matériau le plus recyclé au monde

L'acier est un matériau 100% recyclable et, ceci, sans altération de qualité. C'est à dire qu'il peut être indéfiniment recyclé sans que ses propriétés de départ ne soient modifiées d'aucune façon.

Une fois récupérée sur les sites de déconstruction, c'est la totalité des composants acier qui est réintroduit dans la boucle de recyclage.



1,2 tonne d'acier recyclé par ArcelorMittal chaque seconde

Conclusion générale

Depuis la préhistoire, toutes les époques ont connu le développement de nouveaux matériaux : âge de pierre, âge du bronze, acier au XIXe siècle.

De nos jours, les composites récents, les céramiques techniques et les métaux de pointe sont les plus prometteurs. En développement croissant, ils sont bien souvent des éléments déterminants dans la fabrication et le succès des machines les plus complexes : engins spatiaux, avions, équipements sportifs pour la haute compétition... En outre, ils pallient de plus en plus à la pénurie des ressources naturelles en matériaux traditionnels et en matériaux stratégiques : chrome, manganèse, cobalt...