



Génie civil Construction durable

UE42

**Pôle
Construction**

30h

6CM - 8TD - 16TP

M4204C

Construction durable

Positionnement : S4

CONS10/11

Objectifs :

Choisir des solutions constructives intégrant les critères de la construction durable, respectant les règles de construction et environnementales ainsi que les contraintes économiques. Ce module concerne les ouvrages de travaux publics et de bâtiment, aussi bien en construction neuve qu'en réhabilitation.



3 piliers pour un Développement Durable ...

S'appliquent aux champs de la construction, du bâtiment à la ville



Social

Insertion, exclusion
Santé des populations

Équitable

Inégalités
Solidarités

Économique

Capacités productives
Innovation et recherches



Durable

Vivable

Santé
Environnement

Viable

Modes de production
et de consommation

Environnement

Changement climatique
Ressources environnementales



Une construction durable ...

En neuf ou rénovation

- Maintient qualité de vie et confort des occupants,
- Garantit une performance énergétique optimale,
- Maîtrise les impacts sur l'environnement,

En utilisant les ressources naturelles et locales, les énergies renouvelables, une architecture bioclimatique

ESPACE Multi-échelle du matériau, au bâtiment, au quartier

QUALITE de vie / PERFORMANCES

TEMPS Cycle de Vie du produit à la fin de vie des ouvrages

DURABILITE

ANALYSER !!



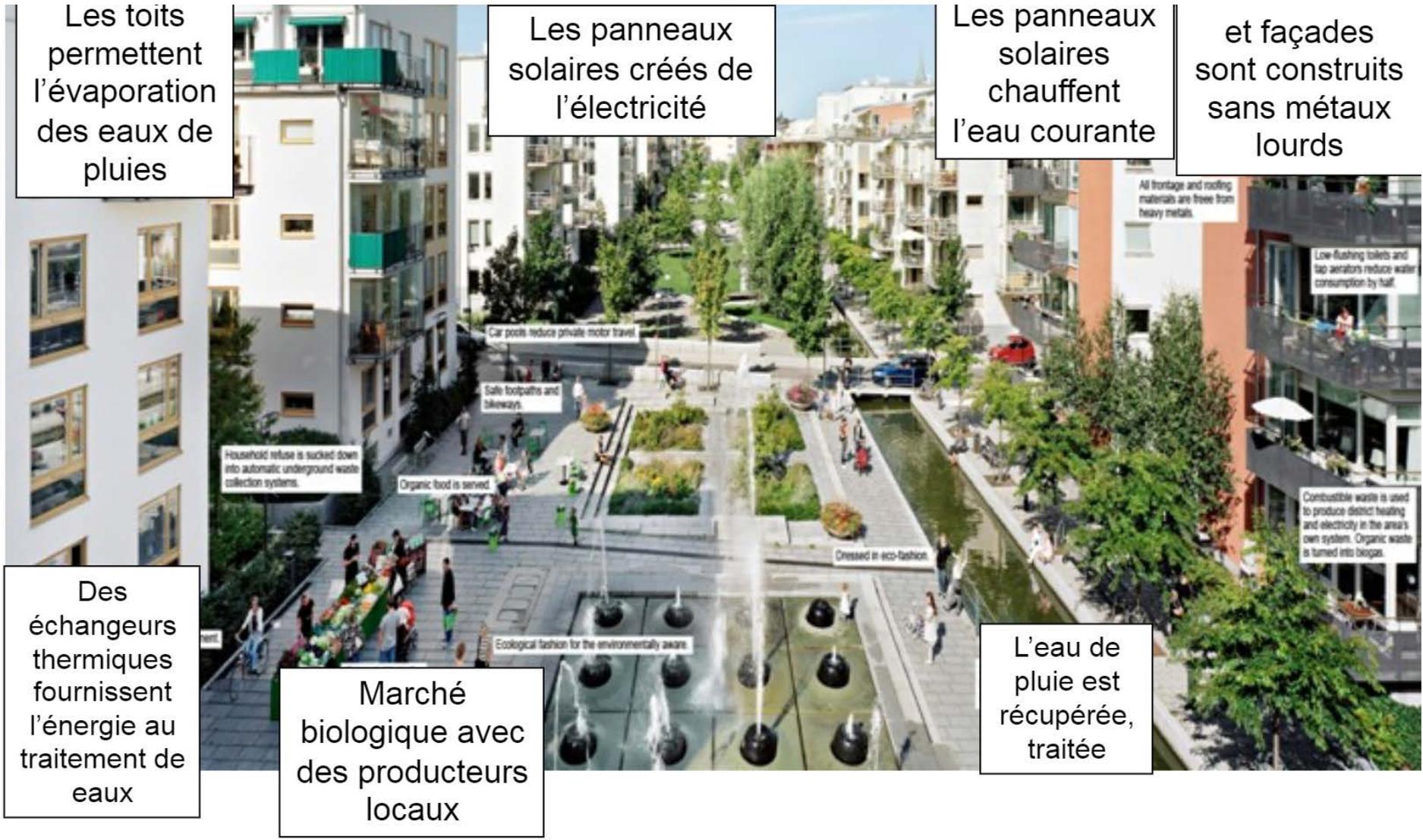
Exemple européen de quartier durable ...

Les toits permettent l'évaporation des eaux de pluies

Les panneaux solaires créés de l'électricité

Les panneaux solaires chauffent l'eau courante

et façades sont construits sans métaux lourds



Des échangeurs thermiques fournissent l'énergie au traitement de eaux

Marché biologique avec des producteurs locaux

L'eau de pluie est récupérée, traitée

Household refuse is sucked down into automatic underground waste collection systems.

Organic food is served

Car pools reduce private motor travel

Safe footpaths and bikeways

Ecological fashion for the environmentally aware

Dressed in eco-fashion

All frontage and roofing materials are free from heavy metals.

Low-flushing toilets and tap aerators reduce water consumption by half

Combustible waste is used to produce district heating and electricity in the area's own system. Organic waste is turned into biogas.

OBSERVER POUR COMPRENDRE APPLIQUER L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET SON APPROCHE ENVIRONNEMENTALE : DES EXEMPLES CONCRETS EN TERTIAIRE OU EN RESIDENTIEL



Bâtiment Nobatek
certifié Haute Qualité Environnementale



Prototype BAITYKOOL
SOLAR-DECATHLON 2018



OBSERVER POUR COMPRENDRE APPLIQUER L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET SON APPROCHE ENVIRONNEMENTALE : DES EXEMPLES CONCRETS EN TERTIAIRE OU EN RESIDENTIEL



Rénovation du campus de Talence (400 000 m²)



Bordeaux, Tour Hyperion, plus haute tour en bois



- 1) Des enjeux aux actions ENERGIE/ENVIRONNEMENT
- 2) Consommations d'énergie & impacts environnementaux : le secteur du bâtiment
- 3) De l'habitat d'hier à celui de demain
- 4) Focus sur l'architecture bioclimatique et la nouvelle réglementation « Energie/Carbone »
- 5) Analyse de Cycle de Vie : du matériau au quartier

→ Déroulement du module CONS10/11

1

Introduction générale

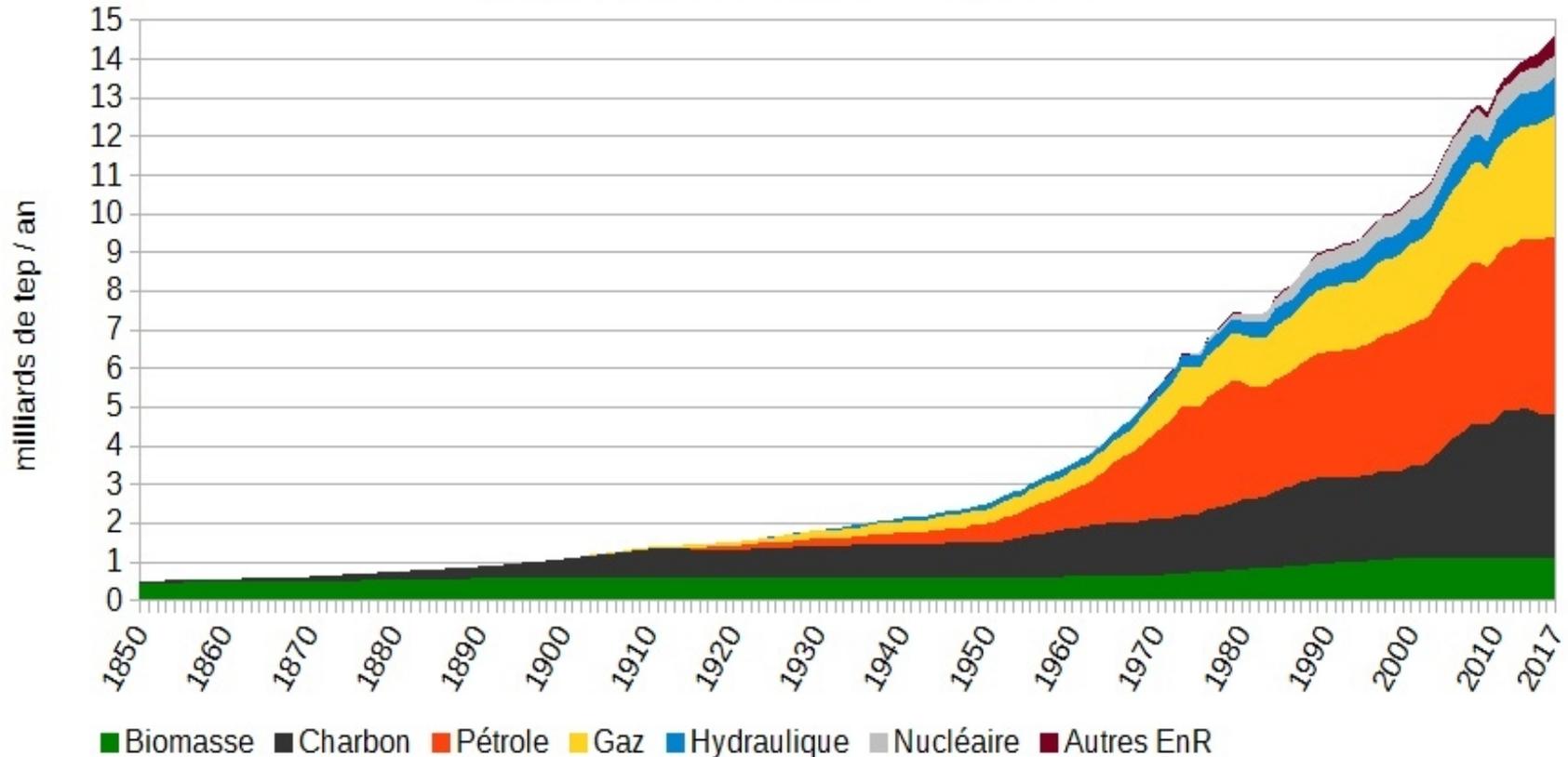
**Energie & Environnement :
des enjeux aux actions**

UN ETAT DES LIEUX EN MATIERE DE CONSOMMATION E.P.

Pétrole/34% GazNat/23% Charbon/28% Hydroélec/7% Nucléaire/4,5% ENR/3,5%

Consommation mondiale d'énergie 1850-2017

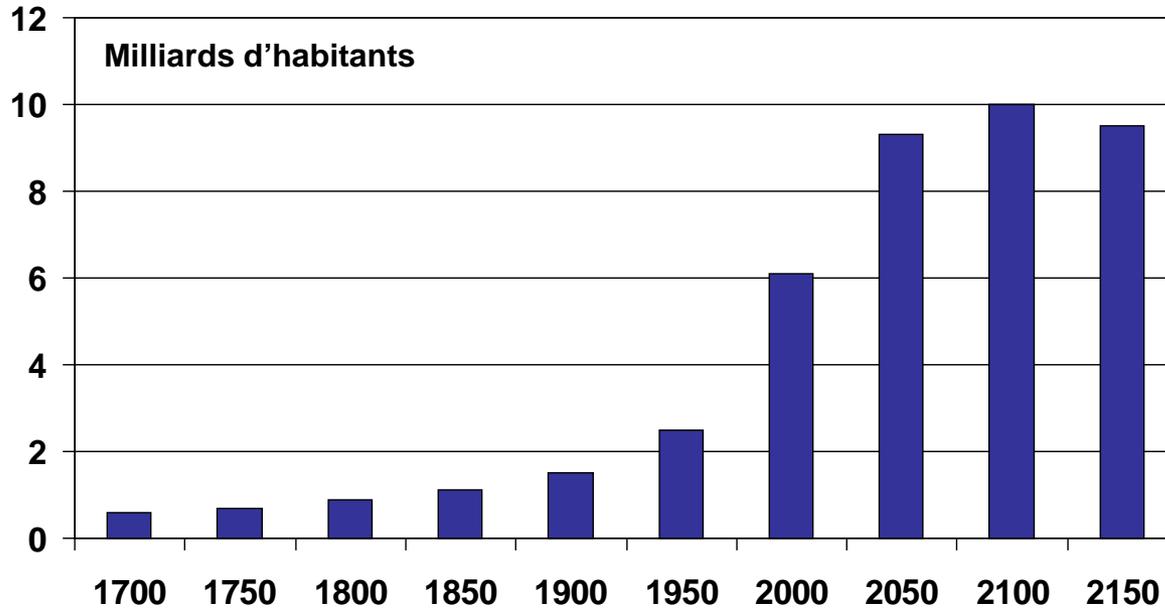
(Sources : BP, IEPE, EPI, compléments BCO2 Ing.)



Tout au long de l'Histoire, le passage d'une ressource à l'autre s'est imposé pour différentes causes :

- raréfaction, manque local
- pollution
- coût
- facilité d'usage
- innovation technique
- qualité
- capacité stockage

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION MONDIALE ET DE LA POPULATION ET DE LA POPULATION



Les 36 pays industrialisés membres de l'OCDE consomment plus de 50 % de cette énergie primaire.

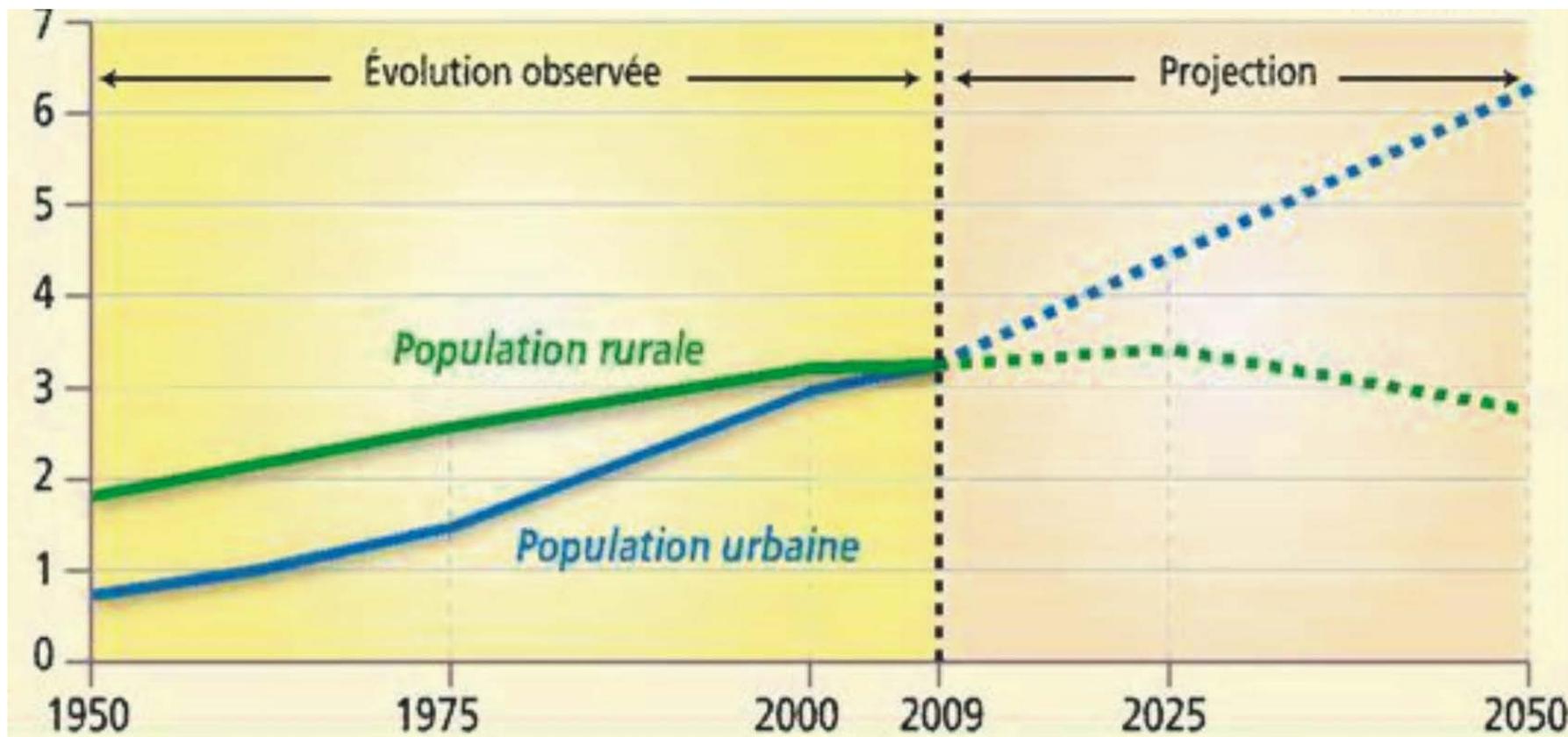
Organisation de Coopération et de Développement Economiques
2018 / 36 pays membres

Près de 1/3 de la population n'a toujours pas accès à une quelconque forme d'énergie autre que la biomasse traditionnelle qu'est le bois.

La consommation annuelle d'énergie : un indicateur des activités humaines ?

Quelle CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE et impact sur l'énergie ?

50 % de la population mondiale vit dans les villes



Population planétaire :

6,8 /2009 → 7,4 /2025 → 9 Milliards en 2050

soit une augmentation d'un Bordeaux-équivalent-habitants par jour



(lente) RARÉFACTION DES RESSOURCES FOSSILES D'ÉNERGIE

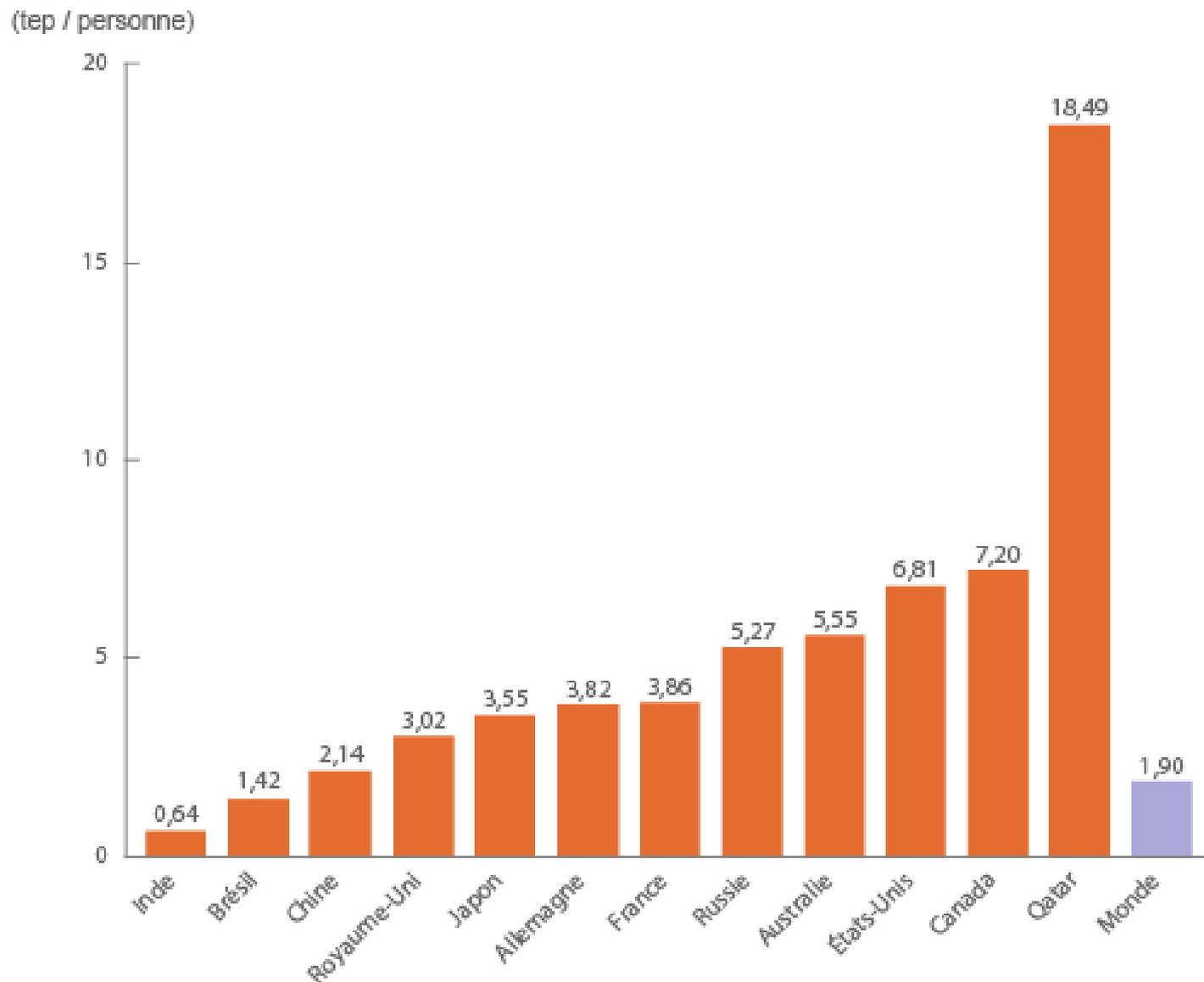
OBSERVATION des réserves et des ressources en énergie fossile :
préalable nécessaire à toute réflexion sur l'avenir climatique.

- les "réserves conventionnelles » représentent la quantité extractible aux conditions techniques et économiques actuelles.

Échéance de fin d'extraction au rythme actuel <small>(source IIASA Global Energy Assessment et GIEC 5 group III chapter 7 Energy)</small>	Réserves conventionnelles	Réserves conventionnelles et non conventionnelles
Pétrole	30 ans	40 à 65 ans
Gaz	40 ans	2 à 5 siècles
Charbon	110 ans	-
Uranium	50 ans	80 ans

Chiffres sujets à discussion & ré-évaluations

RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS E.P. par « pays »



Les ENJEUX SUR L'ÉNERGIE ...

LA MUTATION PASSE PAR :

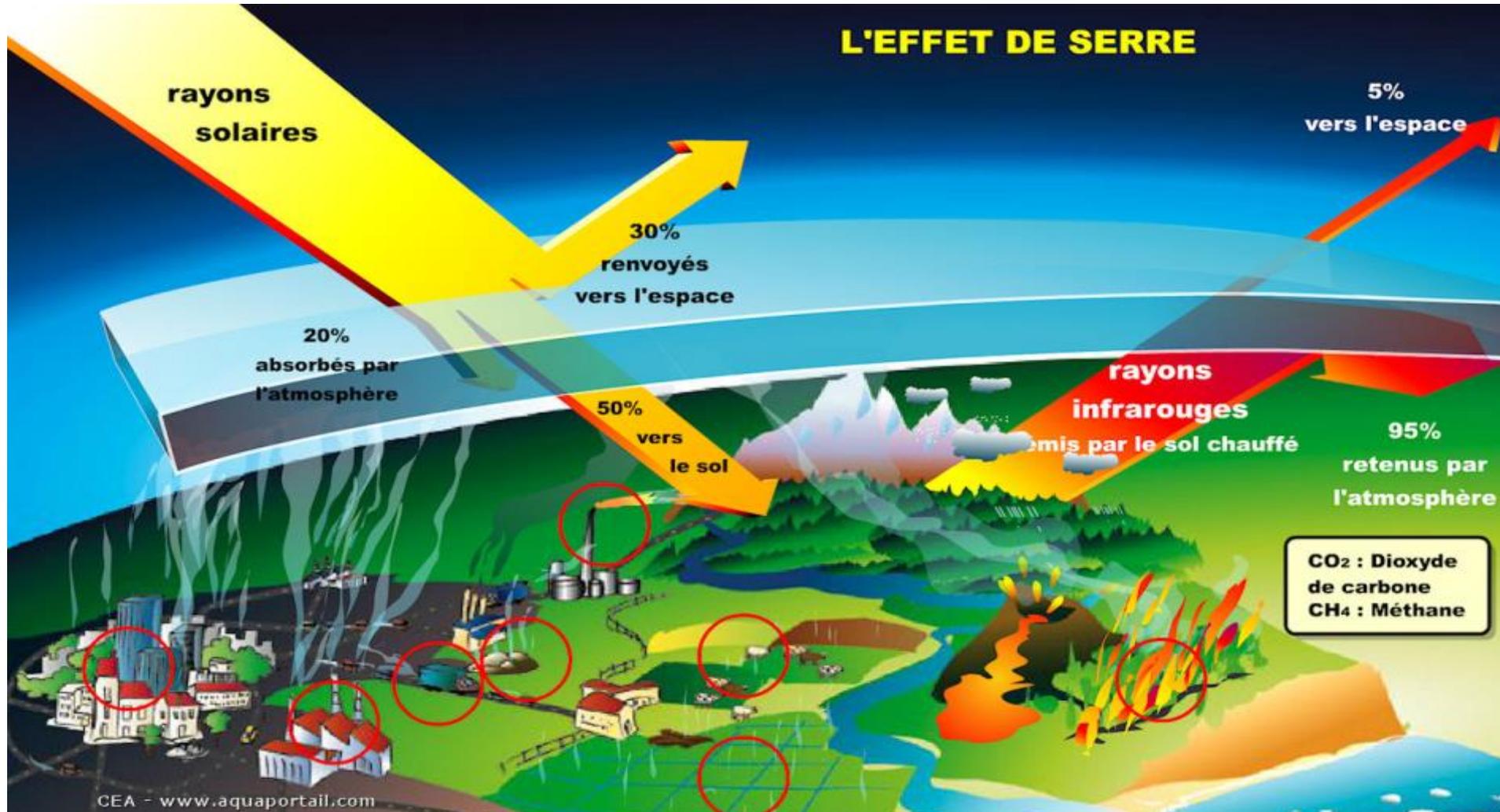
- UNE UTILISATION plus RATIONNELLE & plus MAÎTRISÉE DE L'ÉNERGIE
- DECARBONER L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
- UN « MIX » RESPECTUEUX DES RESSOURCES, du local au global
- UNE GESTION INTELLIGENTE ET CONNECTÉE DES PRODUCTIONS ET DES CONSOMMATIONS

LA BONNE ÉNERGIE,
AU BON ENDROIT,
POUR LE BON USAGE ...

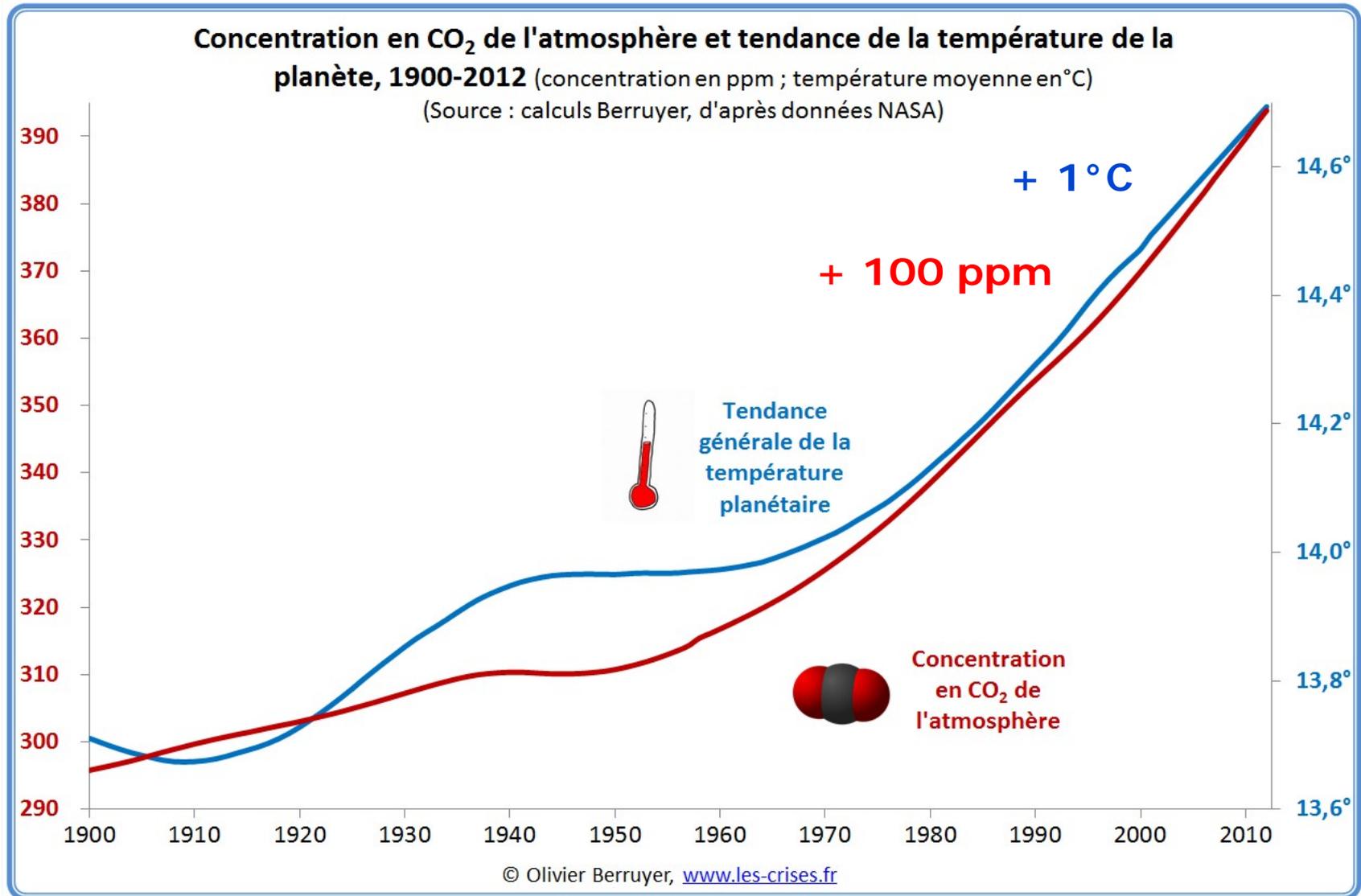
Energie ← → **GES** ← → **Environnement**

Et l'environnement : les Gaz à effet de serre ?

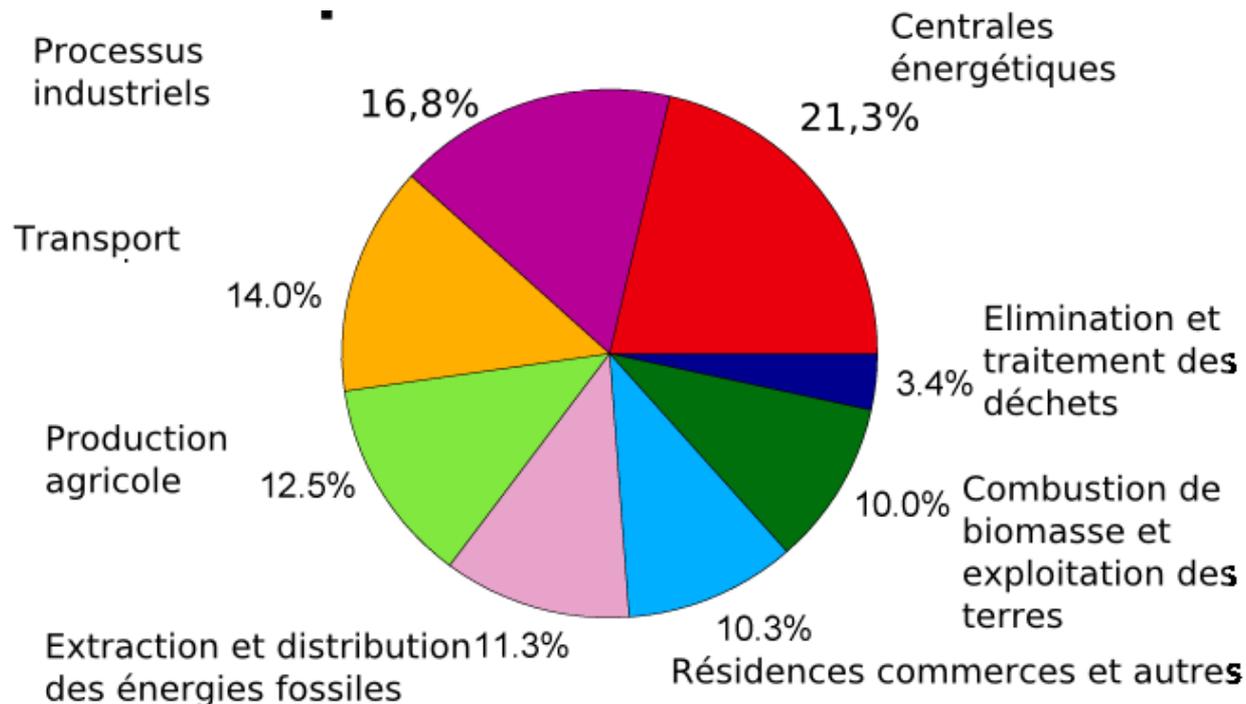
Les **Gaz à effet de serre** (GES) composants gazeux absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent à l'effet de serre.



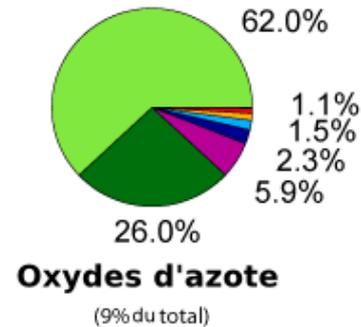
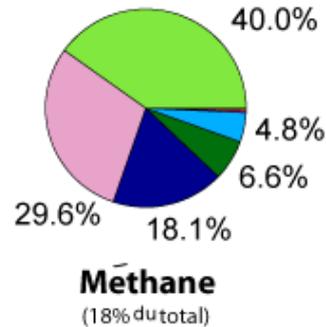
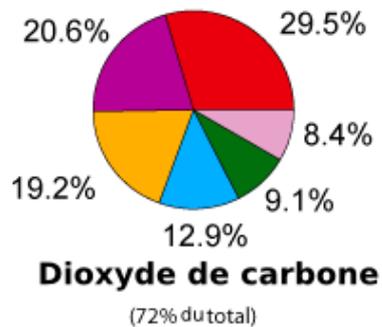
Relation Gaz à effet de serre / Température ?



EMISSIONS ANNUELLES DE GES PAR SECTEURS D'ACTIVITES



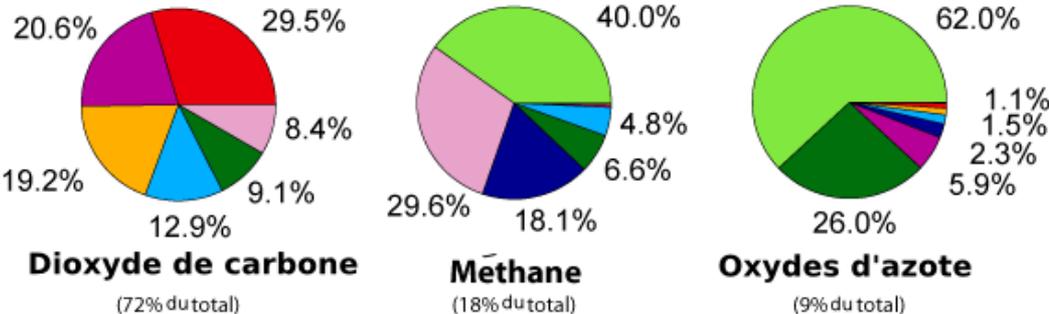
PAR TYPE DE GES



QUELS SONT CES GAZ À EFFET DE SERRE (GES) ?

COMPOSANTS ?

+ VAPEUR D'EAU



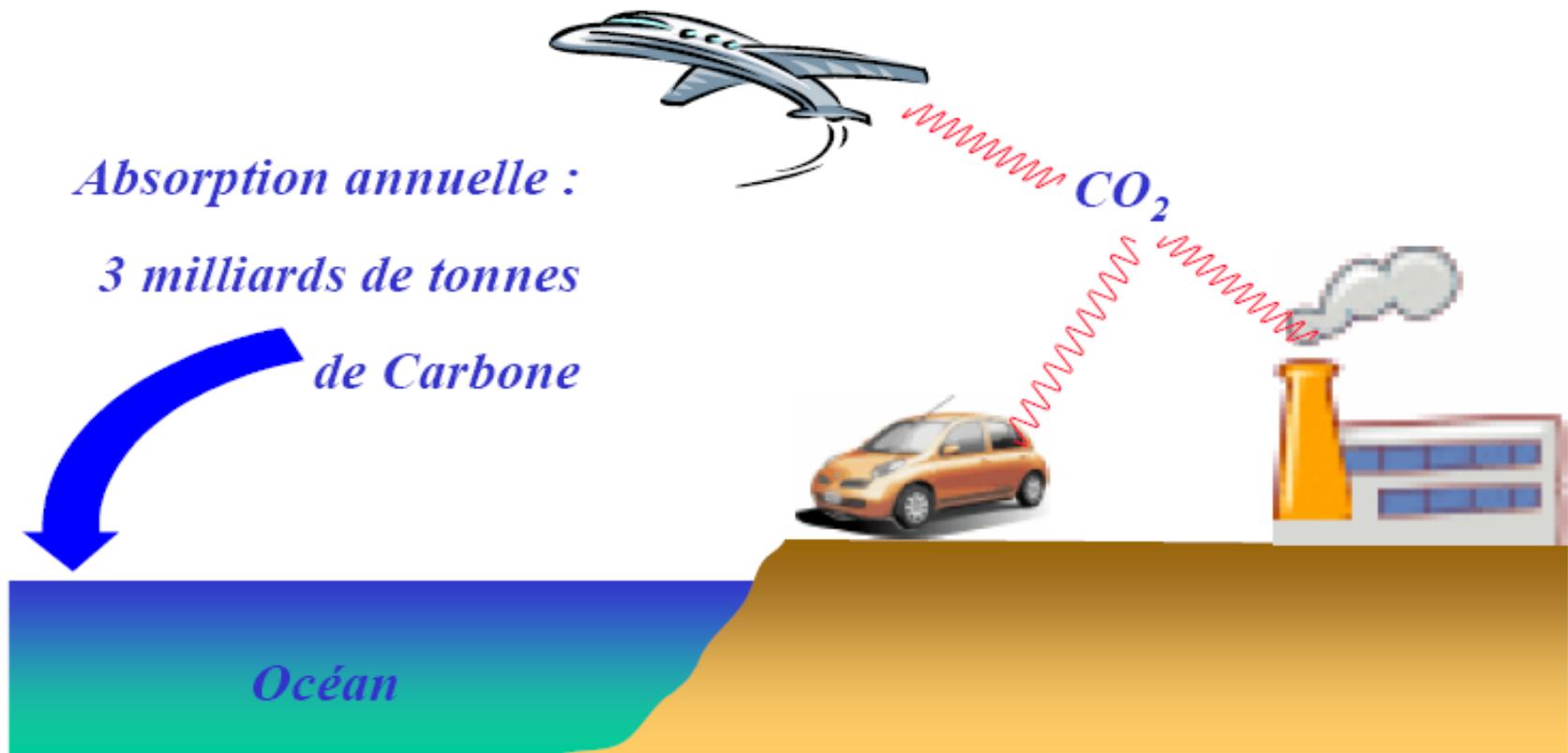
RÉPARTITION DES GAZ À EFFET DE SERRE ANTHROPIQUES (DUS AUX ACTIVITÉS HUMAINES)

Nom	Formule	Impact relatif sur le climat	Équivalent CO ₂	Durée de vie
<u>Dioxyde de carbone</u>	CO ₂	76,7 %	1 ×	100 ans
<u>Méthane</u>	CH ₄	14,3 %	20 ×	12 ans
<u>Protoxyde d'azote</u>	N ₂ O	7,9 %	200 ×	5 000 ans
<u>Hexafluorure de soufre</u>	SF ₆	1,1 %	2 000 ×	50 000 ans

Limiter le réchauffement climatique ?

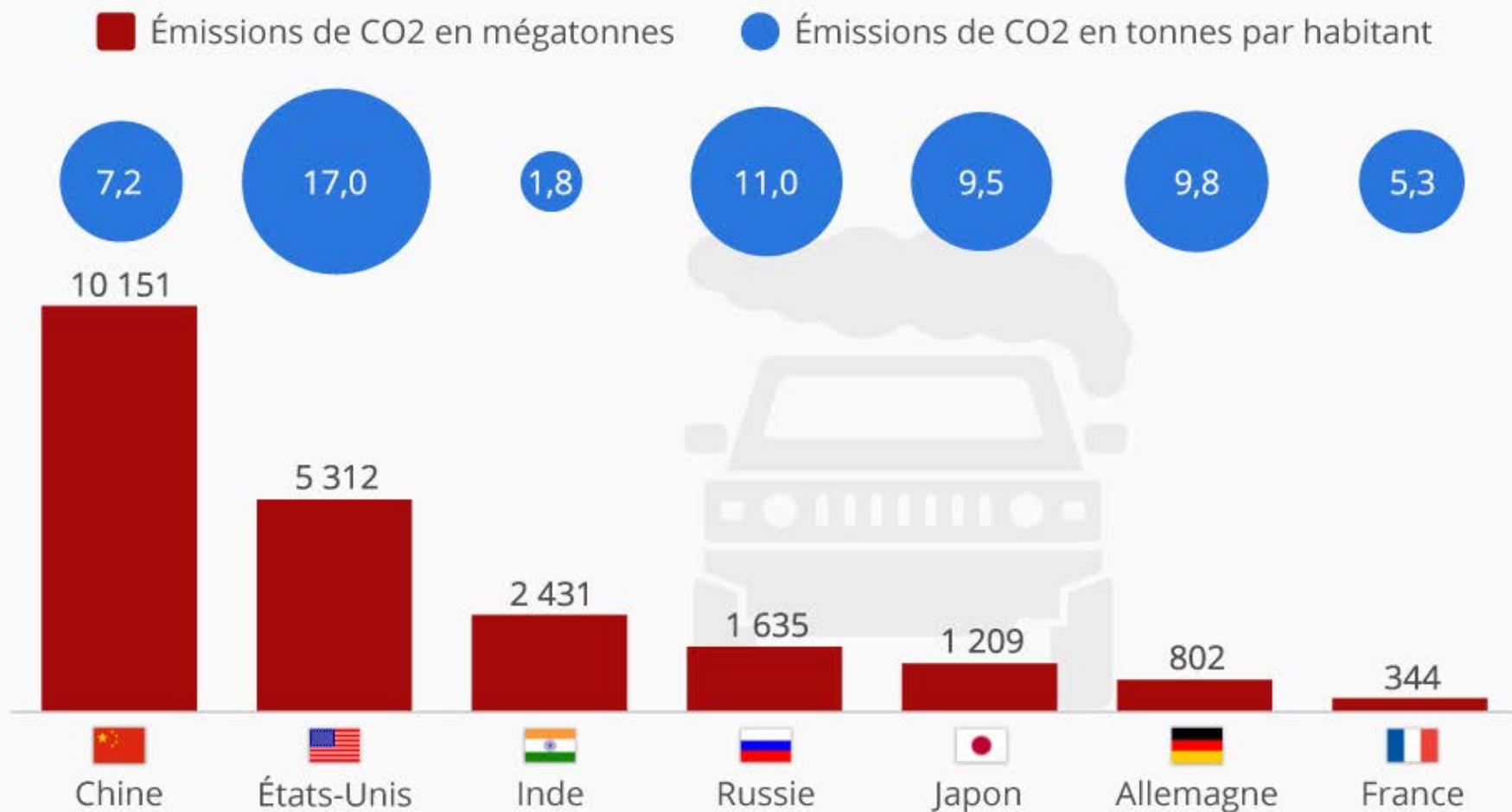
Conditions d'équilibre en CO₂
Température moyenne en 2100

Limiter à +2°C
Obligation : E2050 < 50%.E1990



Pour une population de 6 milliards d'individus, le rejet annuel ne peut dépasser 0,5 t. de Carbone/pers/an soit 1,8 t. de CO₂/pers/an.

Situations très diverses selon les pays !



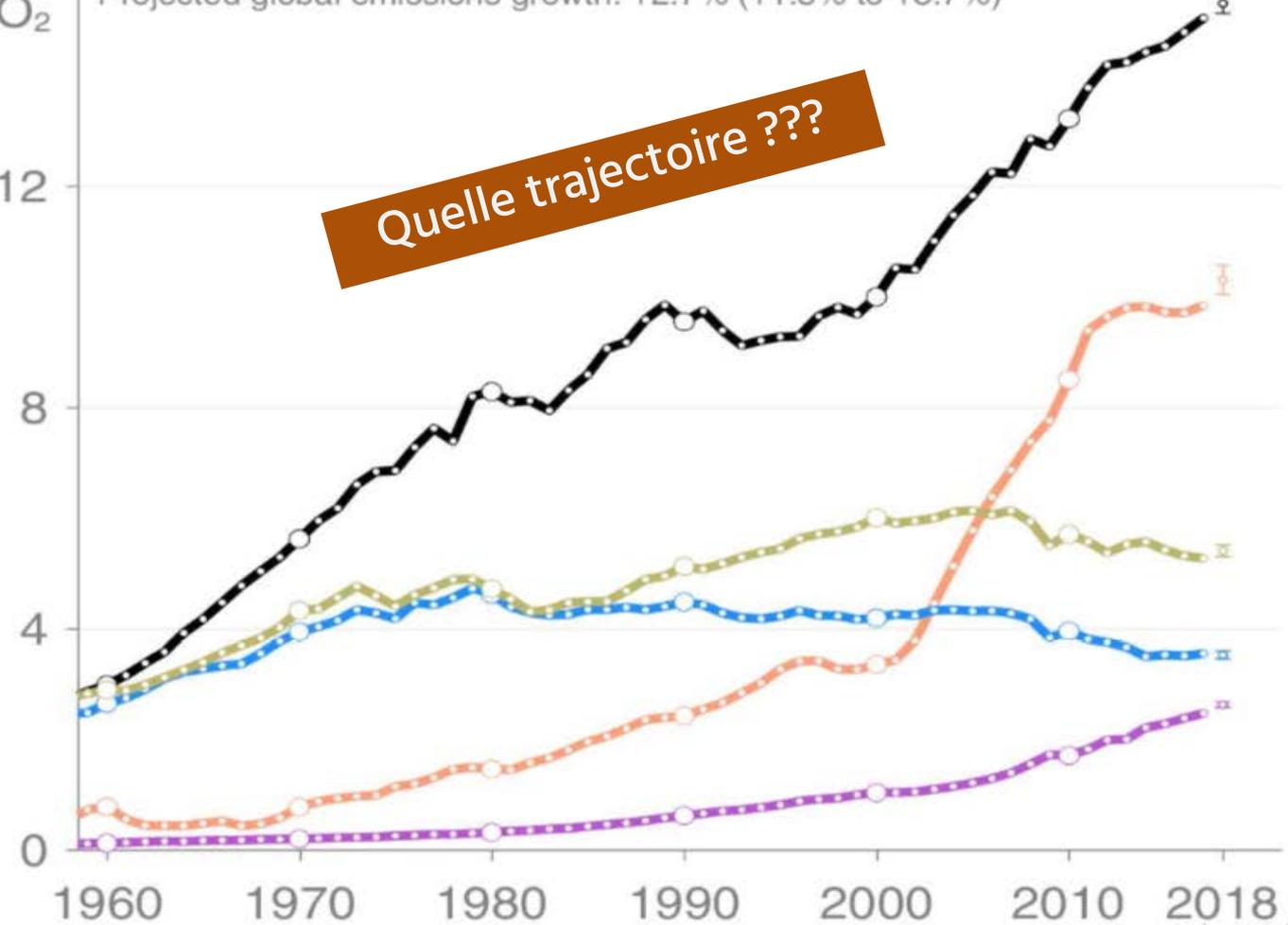
Passer de 5,3 à moins d'une tonne_{CO2/hab}
OBJECTIF Facteur 6 en France ... Vers « neutralité carbone »

Fossil CO₂ Emissions and 2018 Projections

16 Gt CO₂

Projected global emissions growth: +2.7% (+1.8% to +3.7%)

Quelle trajectoire ???



Projected Gt CO₂ in 2018

All others 15.3
▲ 1.8% (+0.5% to +3.0%)

China 10.3
▲ 4.7% (+2.0% to +7.4%)

USA 5.4
▲ 2.5% (+0.5% to +4.5%)

EU28 3.5
▼ 0.7% (-2.6% to +1.3%)

India 2.6
▲ 6.3% (+4.3% to +8.3%)

© Global Carbon Project • Data: CDIAC/GCP/UNFCCC/BP/USGS

Plus d'infos ⊕

- Les émissions mondiale de CO₂ ont augmentées de 2,7 % en 2018.
- Le rythme de décarbonation de l'énergie ne suit pas celui de la croissance économique.
- 19 pays sont quand même parvenus à allier croissance et baisse des émissions.

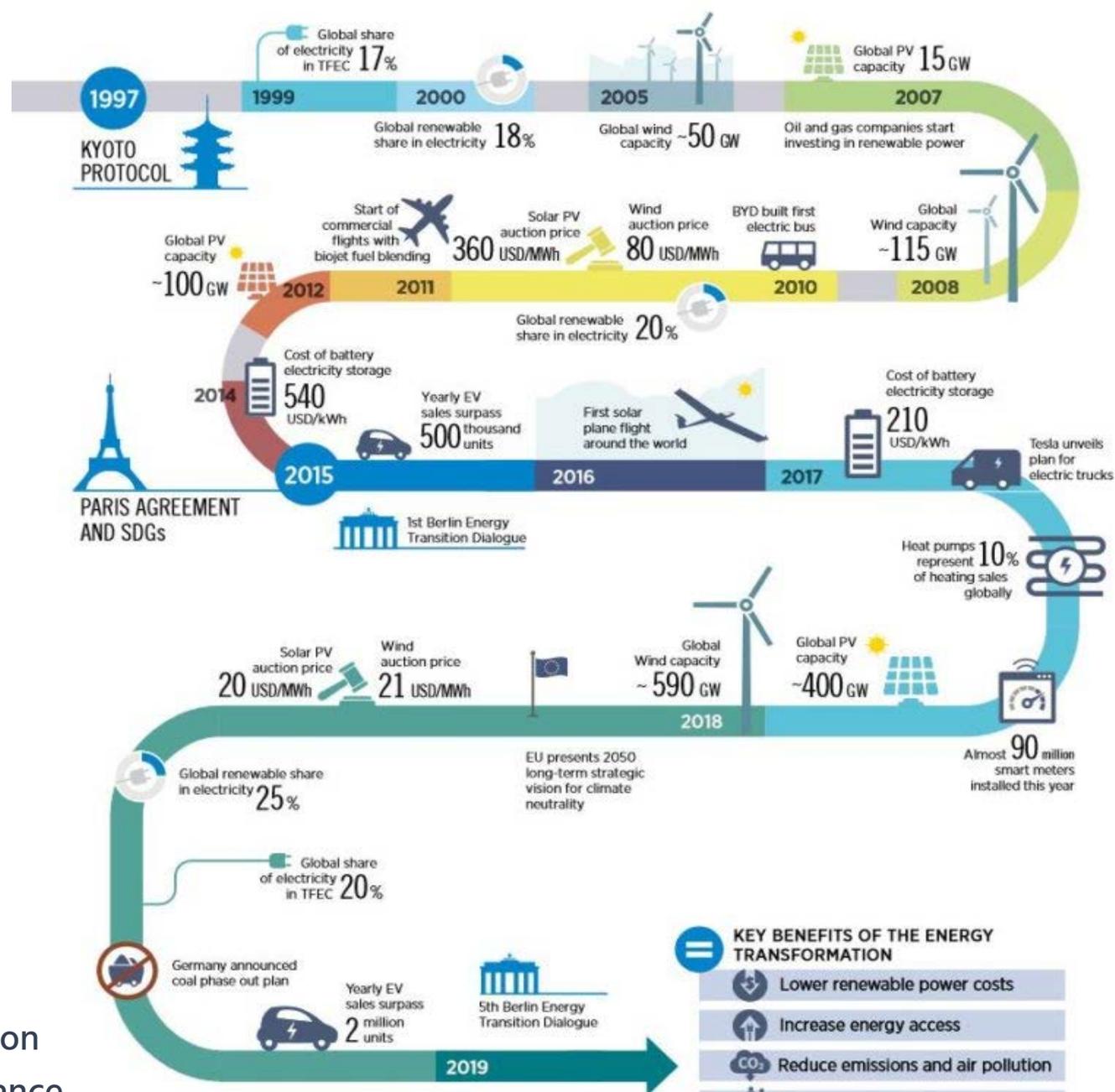
Quel chemin suivi depuis Kyoto 1997 ?

Quels indicateurs ?

- Elec-ENR de 18 à 25%
- Eolien de 50 à 590 GW
- PV de 15 à 400 GW
- Stockage-Elec de 540 à 210 USD/kWh
- + Véhicules-Elec
- + Smart-Grid compteurs
- Etc ...

Opportunités ?

- ➔ Réduire les coûts ENR
- ➔ Meilleur accès à l'énergie
- ➔ Réduire émissions & pollution
- ➔ Associer bien-être & croissance



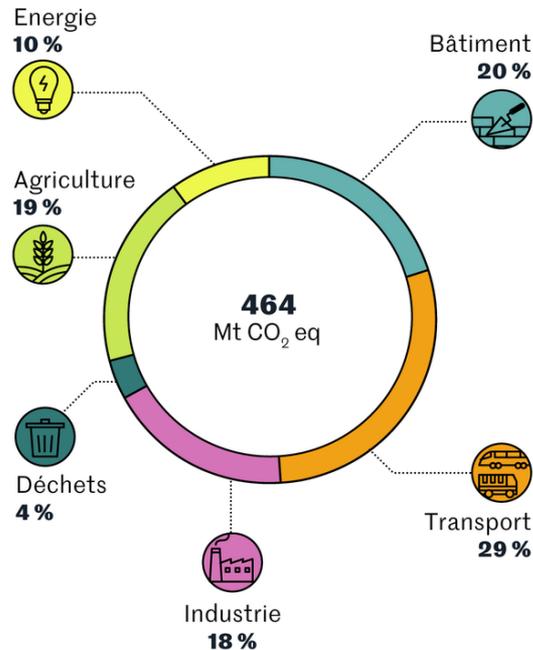
KEY BENEFITS OF THE ENERGY TRANSFORMATION

- ⬇️ Lower renewable power costs
- ⬆️ Increase energy access
- 🇨🇴 Reduce emissions and air pollution
- 👤 Increase welfare and growth

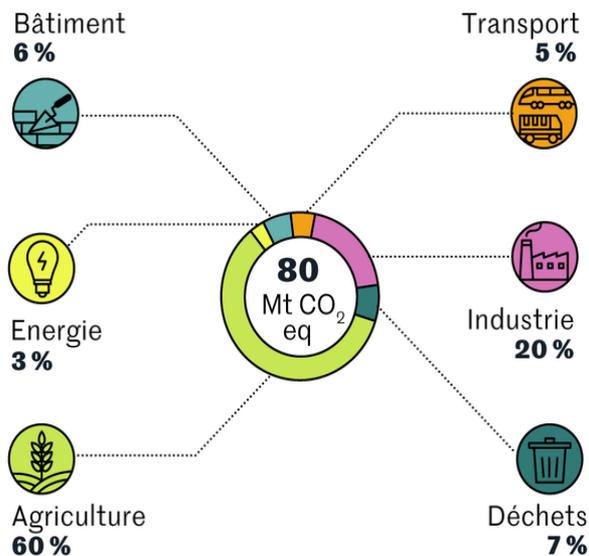
Sources: (IEA, 2018c); (IRENA, 2018f); (GWEC, 2015); (Reuters, 2007); (IRENA, 2018d); (INSIDEEVs, 2019b); (IEA-PVPS, 2018); (EV Volumes, 2019); (Solar Impulse, 2019); (IRENA, 2017c); (Electrek, 2017); (IEA, 2019); (GlobalData, 2018); (EC, 2018a); (GWEC, 2019); (CleanTechnica, 2018); (IATA, 2018); (BNEF, 2018).

Et en France ?

En 2015



En 2050



Objectifs 2050

En 2015 ... Facteur4

En 2017 ... Neutralité Carbone - 83% réduction E-GES

En 2019 Stratégie Nationale Bas-Carbone SNBC

Solutions ...

- Taxe Carbone de 45 à 600€/tCO₂
- Rénovation des logements de 290'000 à 700'000 lgts/an
- Pompes à Chaleur / Biomasse / Réseaux de chaleur
- + VE, mobilités douces & collectives

Warnings

- Les retards pris sur les engagements
- Avions, bateaux, transports commerciaux
- Emissions importées sur produits fabriqués à l'étranger

Moyen-long terme

- Economie verte, Economie circulaire
- Mesures sur l'agro-écologie, plan Biodiversité,
- Mobilités « douces »
- Rénovation (en masse) des bâtiments

Ce qu'il faut retenir !

1) Problème complexe, de l'individu/local → Pays → International

2) Calendrier ... 1990/2020/2030 ...

Objectif 2050 Limiter à +2°C

3) Décarboner l'énergie :

Augmenter la part ENR, réduire les « fossiles »

4) Augmenter les investissements ENR → + d'emplois

Chute des coûts PV-solaire (-80% depuis 2009 ...)

5) Augmenter l'efficacité énergétique pour moins de consommation

Tous secteurs confondus :

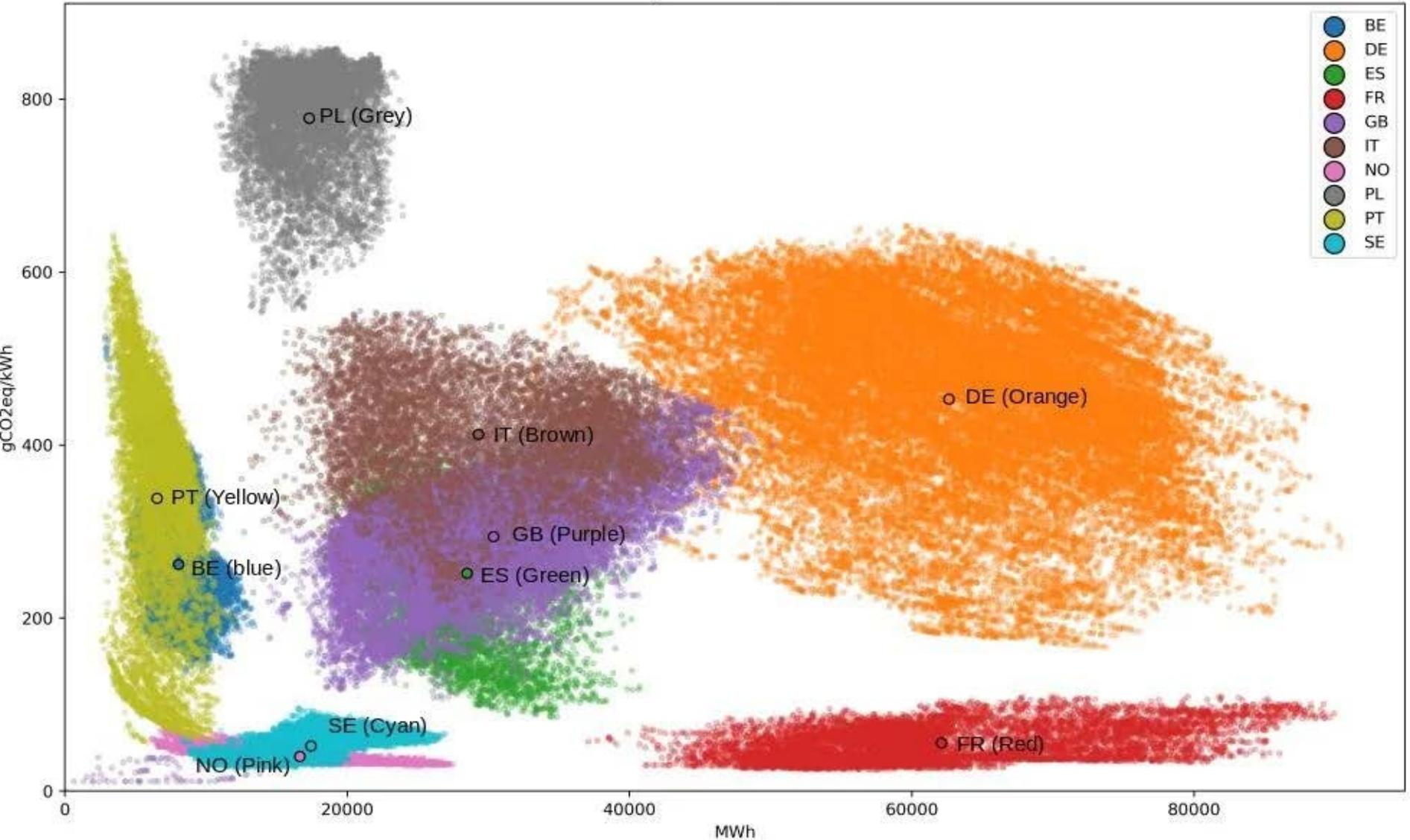
Industrie, moins énergivore, moins polluante

Transports, nouvelles mobilités, défi des villes et régions

Bâtiment, intégrer + d'ENR, neuf et rénovation

Emissions GES en relation avec la production horaire d'ELEC

Relative emission compared to power generation
Source: ENTSO-E, IPCC 2018
From: 01-Jan-2018 to: 31-Dec-2018



2

Secteur du bâtiment en France Consommation énergétique et impacts environnementaux : Vers une nouvelle RE2020



Croissance
démographique

50 % de la population
mondiale vit dans les villes

⇒ Amélioration habitat/mobilité

25% des émissions CO₂

50% des
ressources extraites

43% des consommations
d'énergie finale

Epuisement des
matières premières

Réchauffement
climatique

⇒ Usage de matériaux
renouvelables

⇒ Réduction des
consommations d'énergie

Que représente le secteur du bâtiment en France ?

POUR Plus de 33 millions de logements
Plus de 3 milliards m² bâtis chauffés dont 0,9m² en tertiaire
Durée de vie moyenne d'un bâtiment : 100 ans

1er consommateur d'énergie 43%
(31% transports, 20% industrie)

Emetteur de gaz à effet de serre 25%
(28% transports, 21% industrie)



Parc existant : Objectifs / Plan de rénovation énergétique

ETAT DES LIEUX

3,8 MILLIONS
de ménages en situation
de précarité énergétique

14%
des ménages ont froid
dans leur logement en hiver

7 MILLIONS
de logements sont
mal isolés

+10,4%
hausse de la consommation
énergétique dans le bâtiment
depuis 2012

OBJECTIFS

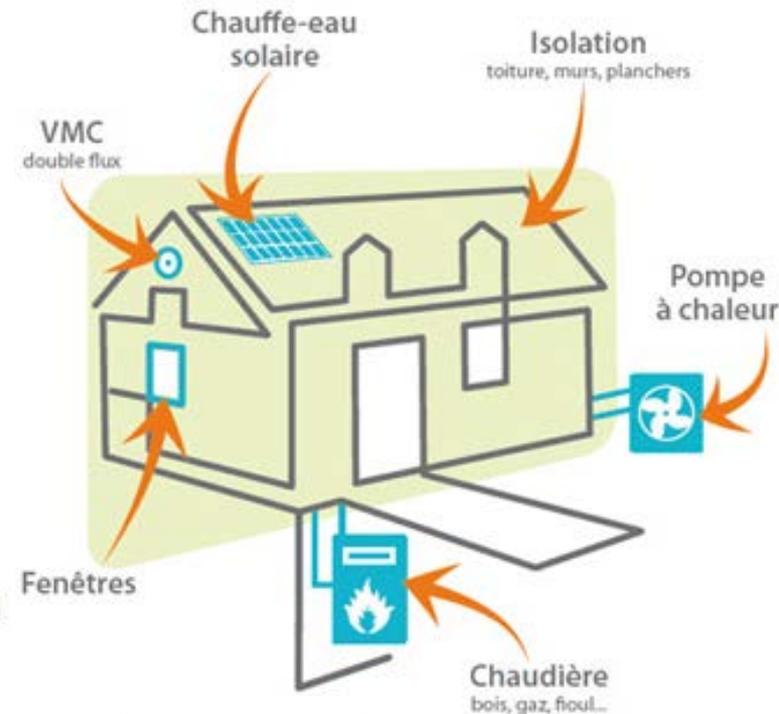
25%
du parc immobilier de l'Etat
le plus consommateur
d'énergie rénové en 5 ans

500000
logements
rénovés par an

15%
de réduction de la consommation
énergétique des bâtiments
en 2023 (50 % en 2050)

12 MILLIARDS
d'euros sur cinq ans seront
investis par l'Etat

Les premières SOLUTIONS ...



* Liste de travaux éligibles non exhaustive

NOUVEAUTE 2019

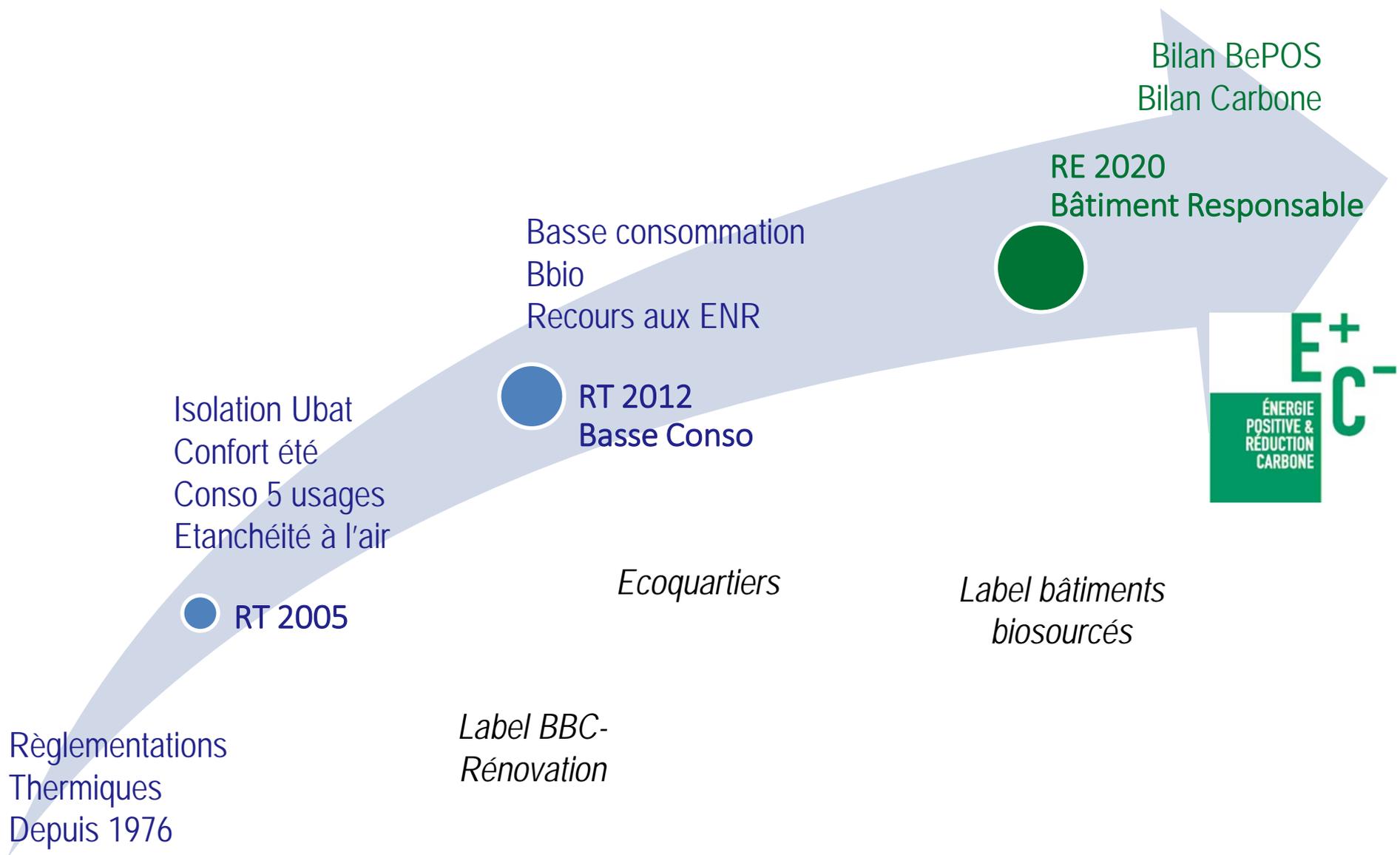
Désormais avec le Pacte Energie Solidarité,
la pompe à chaleur est aussi à

1 €*

*selon conditions d'éligibilité



2020 : Changement dans la réglementation FR !



1 A court terme

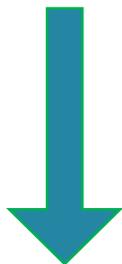
Textes réglementaires définissant l'**exemplarité énergétique**, l'**exemplarité environnementale**, le **BEPOS** et la **HPE**

2 A moyen terme

Réglementation **sur les consommations d'énergie (NR/R)**, les **émissions de GES** sur le cycle de vie

3 A plus long terme

Evaluation **multicritères** (énergie, GES, eau, déchets, etc...) des performances des bâtiments **sur leur cycle de vie**



Expérimentation :

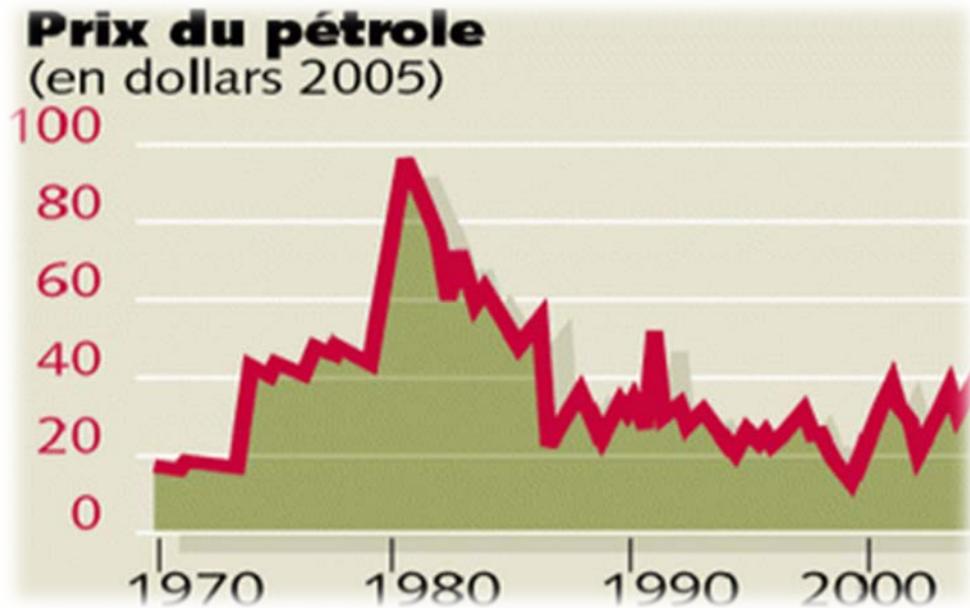


Bâtiment à
Énergie Positive
& **Réduction Carbone**

3

**De l'habitat d'« hier »
à la construction durable
de «demain »**

Avant le « choc pétrolier » de 1973 ...



PAS DE CONTRAINTE THERMIQUE ...

- Faible coût de l'énergie
- Procédés de construction industrialisés
- Qualité de conception insuffisante (relation architecte/thermicien)
- Installation d'appareils de chauffage central et bcp d'équipements électriques
- Sécurité et qualité de l'air intérieur limitée
- Standardisation de l'habitat de qualité insuffisante

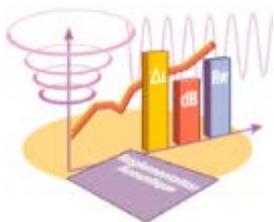
L'habitat d'aujourd'hui : superposition de règles

LA MULTIPLICATION DES NORMES

Des questions?



Règlementations ?
Normes ?



L'habitat, des modes de construction traditionnels ...



Des enjeux « climat/énergie » aux solutions innovantes pour la construction durable...

- Préfabrication, industrialisation à l'échelle du bâtiment,
- Nouveaux matériaux et solutions d'enveloppe,
- Modes de vie urbains, ou habitat adapté à des besoins spécifiques
- Rénovation, extension en site urbain
- Nouveaux procédés de conception et fabrication
- Prise en compte et ANTICIPATION sur la durée de vie du bâtiment des contraintes Energie/Environnement

Avec des exemples ...

Innovations pour l'habitat solaire & écologique ...



Nouvelles enveloppes « textiles »



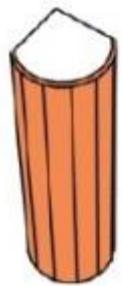
TECHSTYLE HAUS,

RHODE ISLAND SCHOOL OF DESIGN
BROWN UNIVERSITY
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES ERFURT

Habiter autrement : Re Socialiser la ville ...



Habiter autrement : Propriété ou service ...

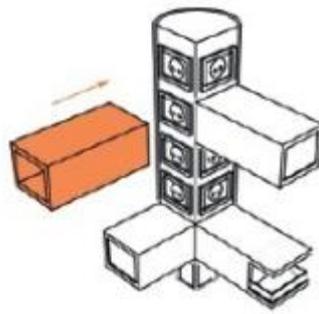


THE HUB

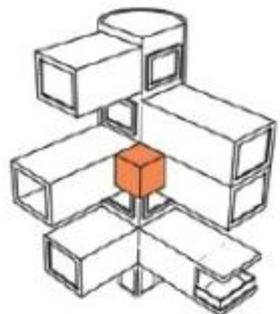
PROPRIÉTÉ DE LA VILLE MISE EN LOCATION



THE PORT



THE CAPSULE



THE CAPSULES' LINK



PROPRIÉTÉ INDIVIDUELLE DE CHAQUE HABITANT

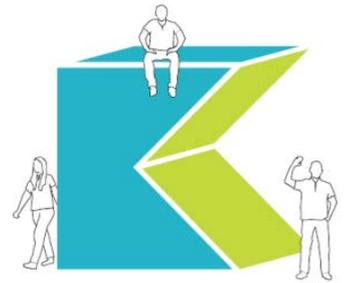


Réhabilitation, extension et ville fertile...



ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
D'ARCHITECTURE DE NANTES/
ÉCOLE SUPÉRIEUR DU BOIS /
INSTITUT SUPÉRIEUR DE SANTÉ ET DES BIOPRODUITS
D'ANGERS UNIVERSITÉ DE NANTES /
ÉCOLE DE DESIGN NANTES ATLANTIQUE / SCIENCES COM

Habitat en climat très chaud ... Dubaï 2018 !!



BAITYKOOL
BUILDING INNOVATION X HARMONIOUS LIVING

WWW.BAITYKOOL.COM // @BAITYKOOL

Habitat en climat très chaud ... Dubaï 2018 !!



BAITYKOOL

<http://baitykool.com/>







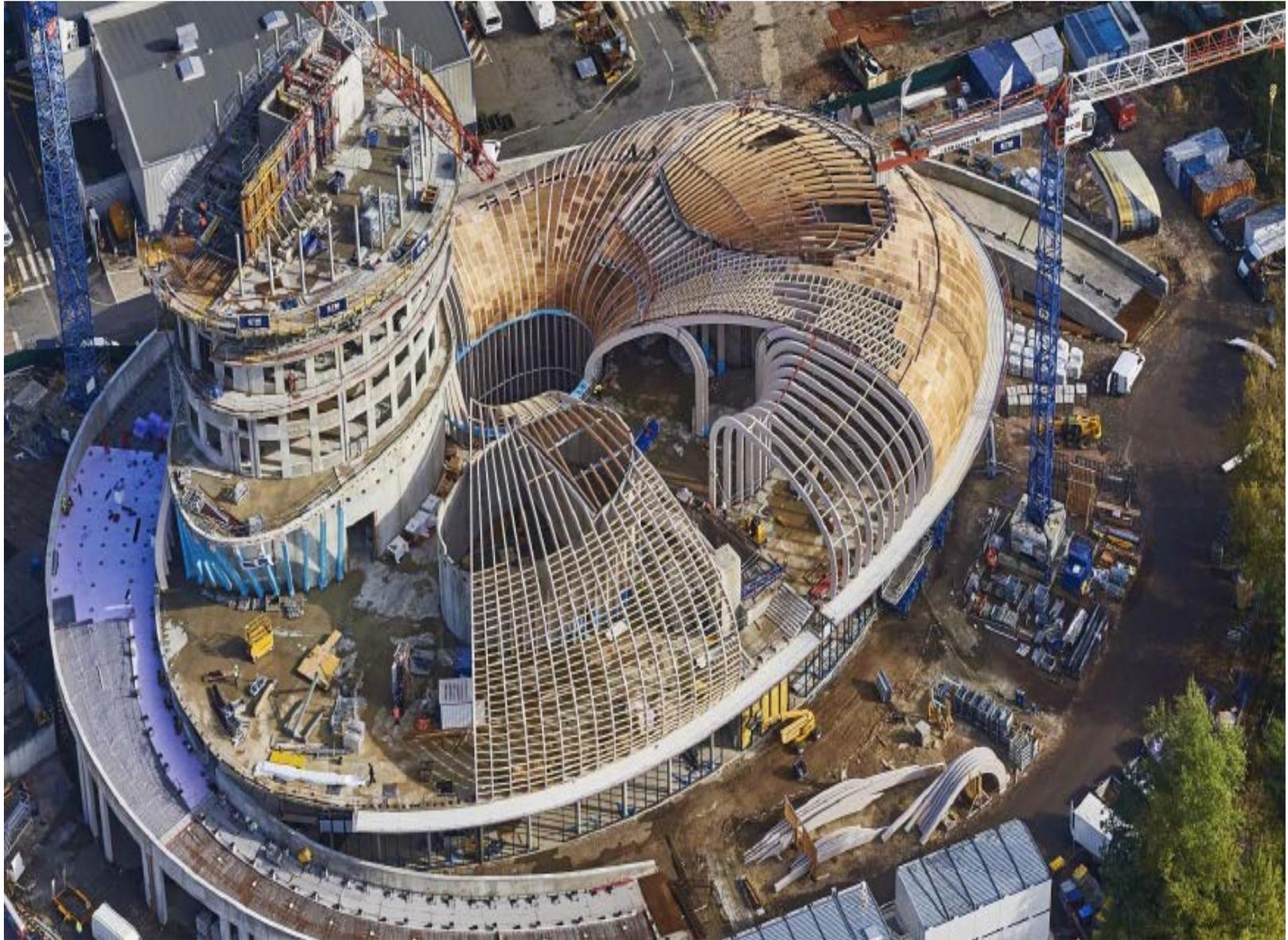
GREEN CORE

NATURAL FRESHNESS

OUTDOOR LIVING SPACE

NATURAL LIGHT

Design paramétrique pour concevoir

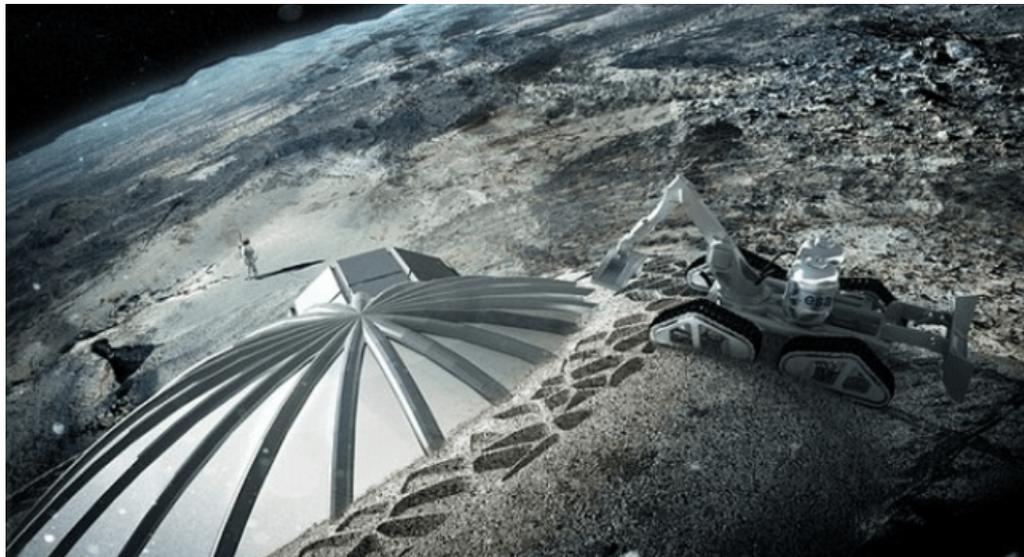


Imprimantes 3D, robots pour la construction



<https://youtu.be/69HrqNnrfh4>

Demain, construire ... sur la lune, sur Mars ?



4

**De l'architecture bioclimatique
(rappel, concepts vus en PCE)
À la nouvelle réglementation
« Energie/Carbone »**

Etape indispensable ...

RAPPELS
PCE

Construction durable

Eco-aménagement
Eco-urbanisme

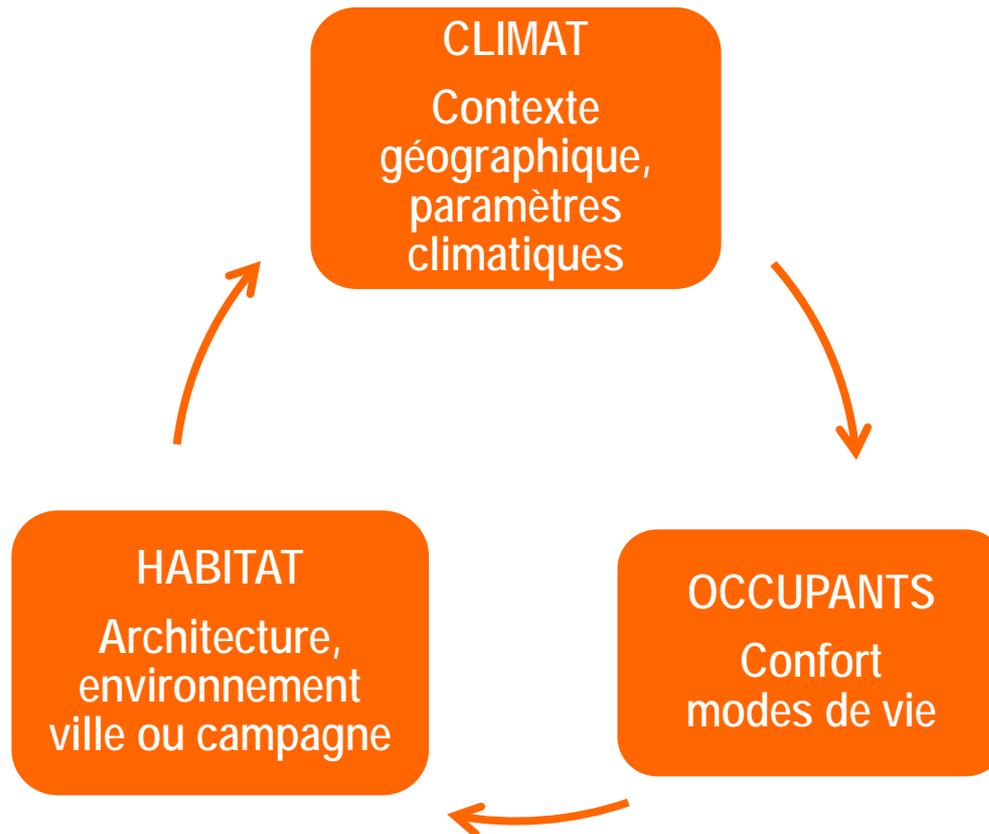
Architecture bioclimatique

Qualité Environnementale QEB

L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

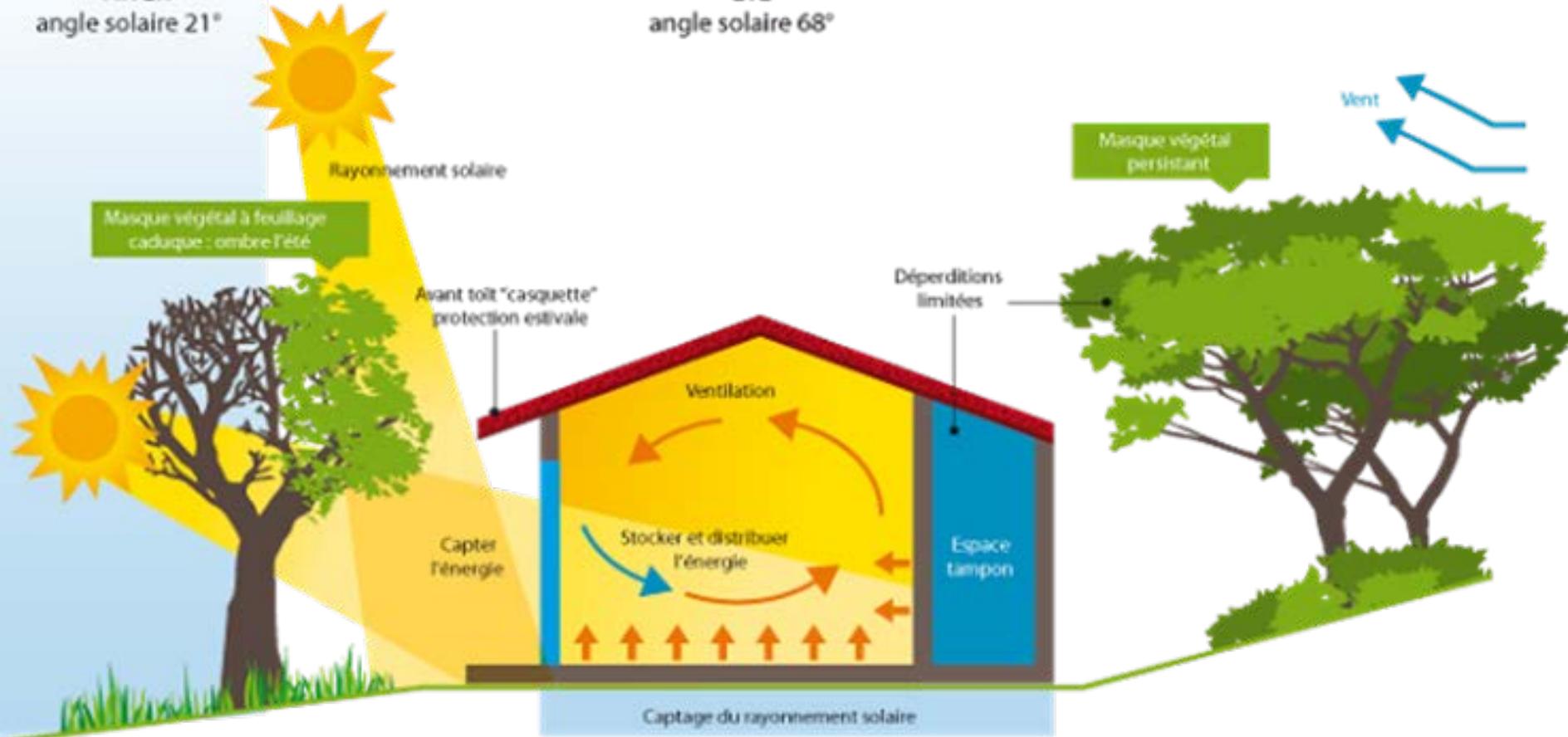
cherche un équilibre entre

- ➔ la conception et la construction de l'habitat,
- ➔ son milieu (climat, environnement, ...)
- ➔ les modes et rythmes de vie des habitants.



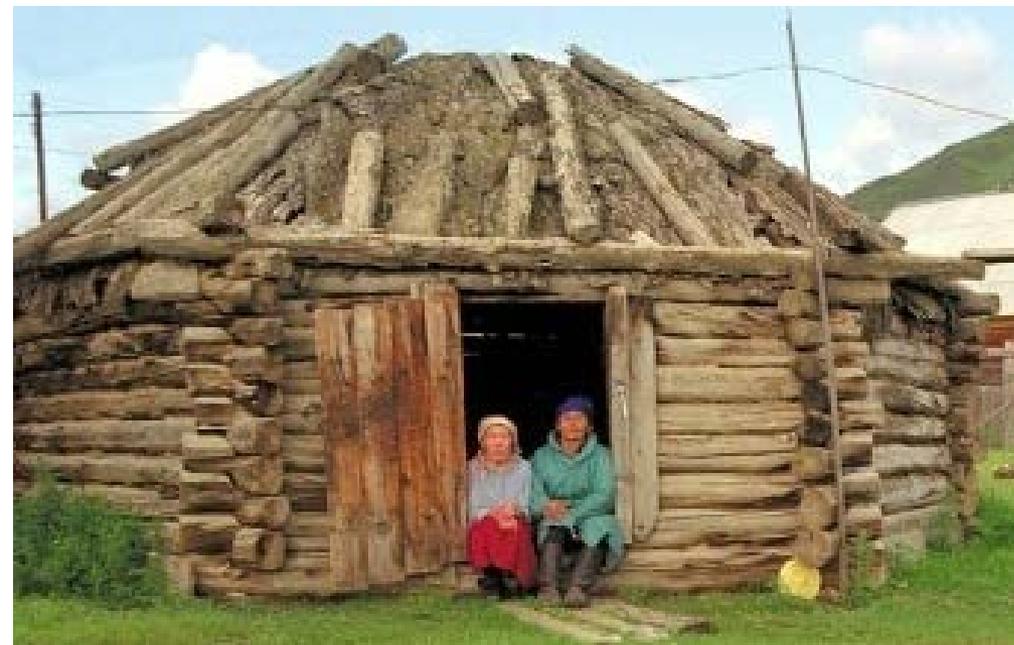
HIVER
angle solaire 21°

ÉTÉ
angle solaire 68°





DES RÉPONSES DIVERSES ADAPTEES AUX CONDITIONS LOCALES...



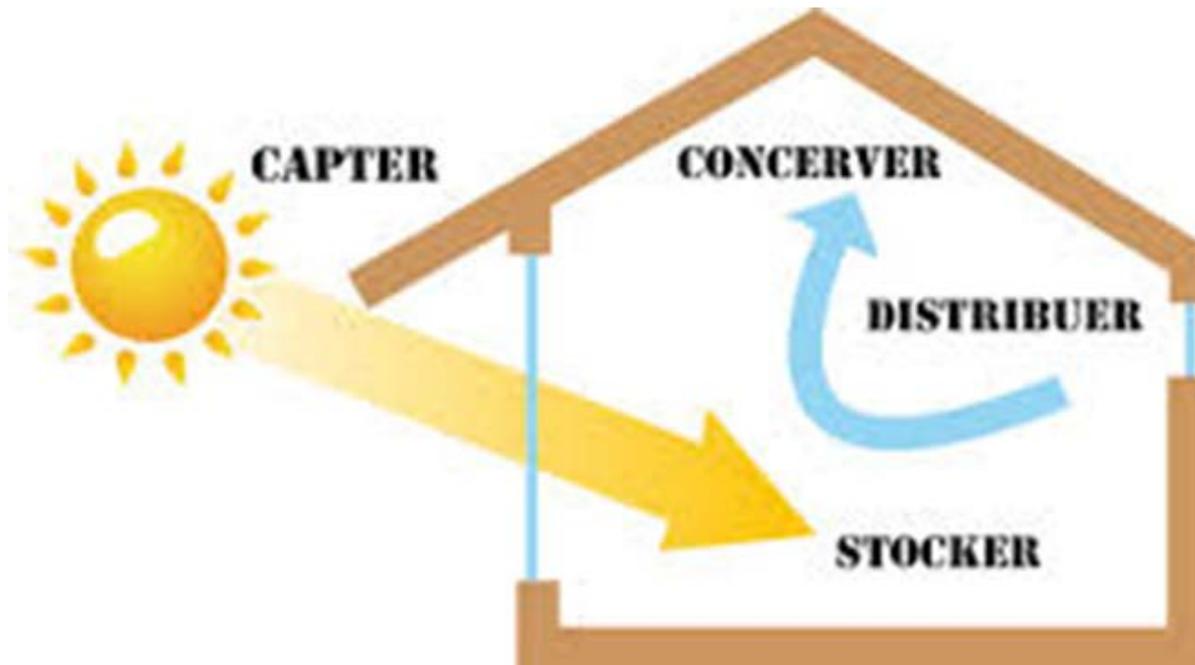
STRATEGIE HIVER

CAPTER

(Ouvertures, orientations, inclinaisons, masques gênants, etc.)

CONSERVER

(Isolation, compacité, présence d'espaces tampons, etc.)



STOCKER

(Dalle, matériaux lourds, Inertie par absorption)

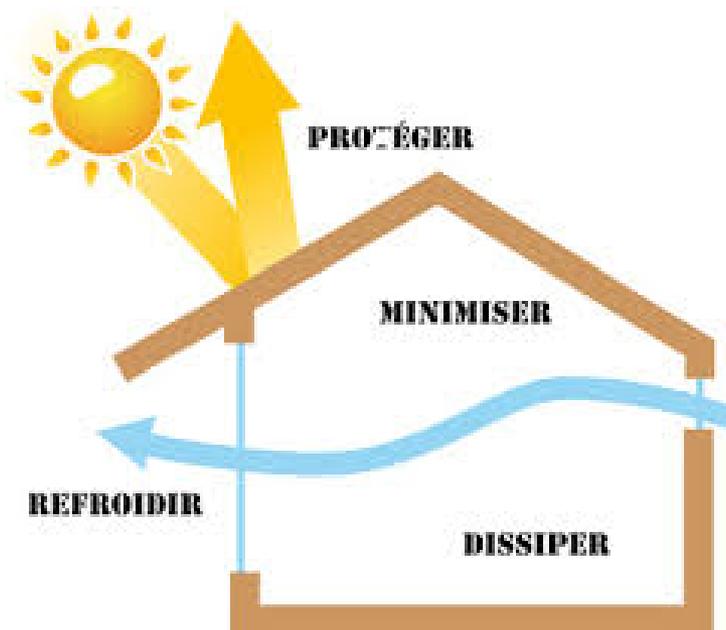
DISTRIBUER

(Répartition possible dans les différentes pièces et niveaux)

STRATEGIE ETE

PROTEGER/CONTROLLER

Orientations, inclinaisons et protections des ouvertures (ouest et sud principalement), dispositifs d'ombrage, etc.



DISSIPER (VENTILER)

Possibilité de ventilation «traversante» la nuit, évacuation verticale, inertie utile, dispositif de rafraîchissement particulier, etc.

EVITER

Éviter les apports de chaleur : échauffement des murs et de la toiture directement en rapport avec l'habitat, conductance, rapport surface / volume, espaces tampons, inertie...

MINIMISER
(apports internes)

RAFRAÎCHIR (REFROIDIR)

Evapo-transpiration (bassin, végétation), Puit canadien, etc.

10 POINTS A RETENIR POUR UNE ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

- 1- Implantation tenant compte de l'ensoleillement et des ombres portées
- 2- Orientation permettant de profiter des apports solaires gratuits
- 3- Disposition judicieuse des fonctions et des zones d'usage (espaces servants/servis)
- 4- Dimensionnement et emplacement judicieux des ouvertures
- 5- Protections solaires fixes et mobiles
- 6- Isolation renforcée de l'enveloppe
- 7- Inertie thermique grâce à des éléments massifs
- 8- Utilisation de la végétation comme rideau naturel
- 9- Préférence aux matériaux et solutions à faible énergie grise, capacité à stocker le CO2
- 10- Préférence aux matériaux locaux



E⁺
C⁻

ÉNERGIE
POSITIVE &
RÉDUCTION
CARBONE

?

**LA RÉGLEMENTATION
ÉNERGÉTIQUE ET
ENVIRONNEMENTALE
DE DEMAIN**

Indicateurs énergie :



Bbio

- Chauffage climatisation éclairage
- Valorise la conception

Cep

- Consommation annuelle par m² aux 5 usages
- Chauffage Clim ECS Éclairage
- Ventilation Auxiliaires



Bilan BEPOS

Niveaux de performance BEPOS pour E+C-

Basé sur l'indicateur Bilan BEPOS

Énergie 1
Énergie 2

Sobriété et Efficacité énergétique
et / ou recours aux ENR notamment
la chaleur renouvelable

Énergie 3

Sobriété et Efficacité
énergétique et recours
aux ENR pour les besoins du
bâtiment

Énergie 4

Bâtiment producteur

Le bonus de constructibilité sera octroyé sur la base des niveaux 3 et 4

Niveaux de performance Bas-CARBONE pour E+C-

- Basé sur 2 indicateurs Eges (bilan complet) & EgesPCE (bilan partiel)

Carbone 1

- Les leviers de réduction de l'empreinte carbone sont à répartir entre les consommations énergétiques et le choix des matériaux
- Aucun mode constructif ni vecteur énergétique n'est exclu

Carbone 2

- Ambition renforcée sur le CO₂ avec le respect a minima du niveau Energie 1
- Pour atteindre ce niveau il faudra renforcer le travail de réduction de l'empreinte carbone du bâtiment en travaillant à la fois sur l'énergie consommée et le choix des matériaux.
- Le bonus de constructibilité sera octroyé sur la base du niveau 2

ACV E+C- : indicateurs

- 28 indicateurs sont calculés et capitalisés
- Exigence sur un seul : **réchauffement climatique**
 - Eges global
 - Eges_{PCE} sur le contributeur Produits de Construction et Equipements

Consommations des ressources	Déchets	Impacts environnementaux
<ul style="list-style-type: none">• Consommation EP totale• Consommation énergie renouvelable• Consommation énergie non renouvelable• Consommation énergie procédé• Consommation d'eau	<ul style="list-style-type: none">• Déchets solides valorisés• Déchets solides éliminés<ul style="list-style-type: none">• Déchets dangereux• Déchets non dangereux• Déchets inertes• Déchets radioactifs	<ul style="list-style-type: none">• Épuisement des ressources• <u>Changement climatique</u>• Acidification atmosphérique• Pollution de l'air• Pollution de l'eau• Destruction de la couche d'ozone stratosphérique• Formation d'ozone photochimique

AVANTAGES ...

- Evolution vers le BEPOS
- Favoriser l'introduction des biosourcés,
- De la construction bois,
- Favoriser le « local », l'économie circulaire
- Pour la lutte contre le changement climatique
- Favorise l'autoconsommation élecPV (coefficient 2,58 en pleine discussion)



REMARQUES/REFLEXIONS relevées ...

- Plutôt complexe ...
- Seuils trop généreux par rapport à la RT2012 ...
- BILANS BEPOS et non pas le vrai niveau BEPOS exigé
- Dérogation « collectif » +15%
- Filières EnR non favorisées .. Solaire thermique, PV
Bilan carbone PV moins favorable que élec-nucléaire
- Bilan global / bilan construction avec seuil peut limiter
l'investissement TripleV/fortelsol/

*Annonce faite
le 14 janvier*

→ RE2020 en phase « expérimentale/préfiguration » depuis 2017
Performance énergétique/ENR **BEPOS** & bilan ACV **Bas-Carbone**

→ **RE2020 en application à partir du 1^{er} janvier 2021**

→ Ce bilan Carbone pose la question des systèmes énergétiques, dont ENR/PV intégré et l'impact des matériaux dont les « isolants » dans ce bilan général.

→ Référentiel Energie/Carbone propose pour chaque bâtiment,
- l'évaluation de son bilan énergétique sur l'ensemble des usages, appelé bilan énergétique BEPOS (BEPOS Bilan),
- l'évaluation de ses émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble de son cycle de vie (Eges) et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des produits de construction et des équipements utilisés (PCE Eges)
- suivant 4 niveaux de performance BePOS / 2 niveaux Carbone,

→ Enfin 2 « nouveautés » :

1) Usage Appareils Electroménagers intégré dans le bilan « conso »

2) Le recours aux Biosourcés et filières industrielles associées s'impose pour viser le meilleur niveau « réduction carbone »



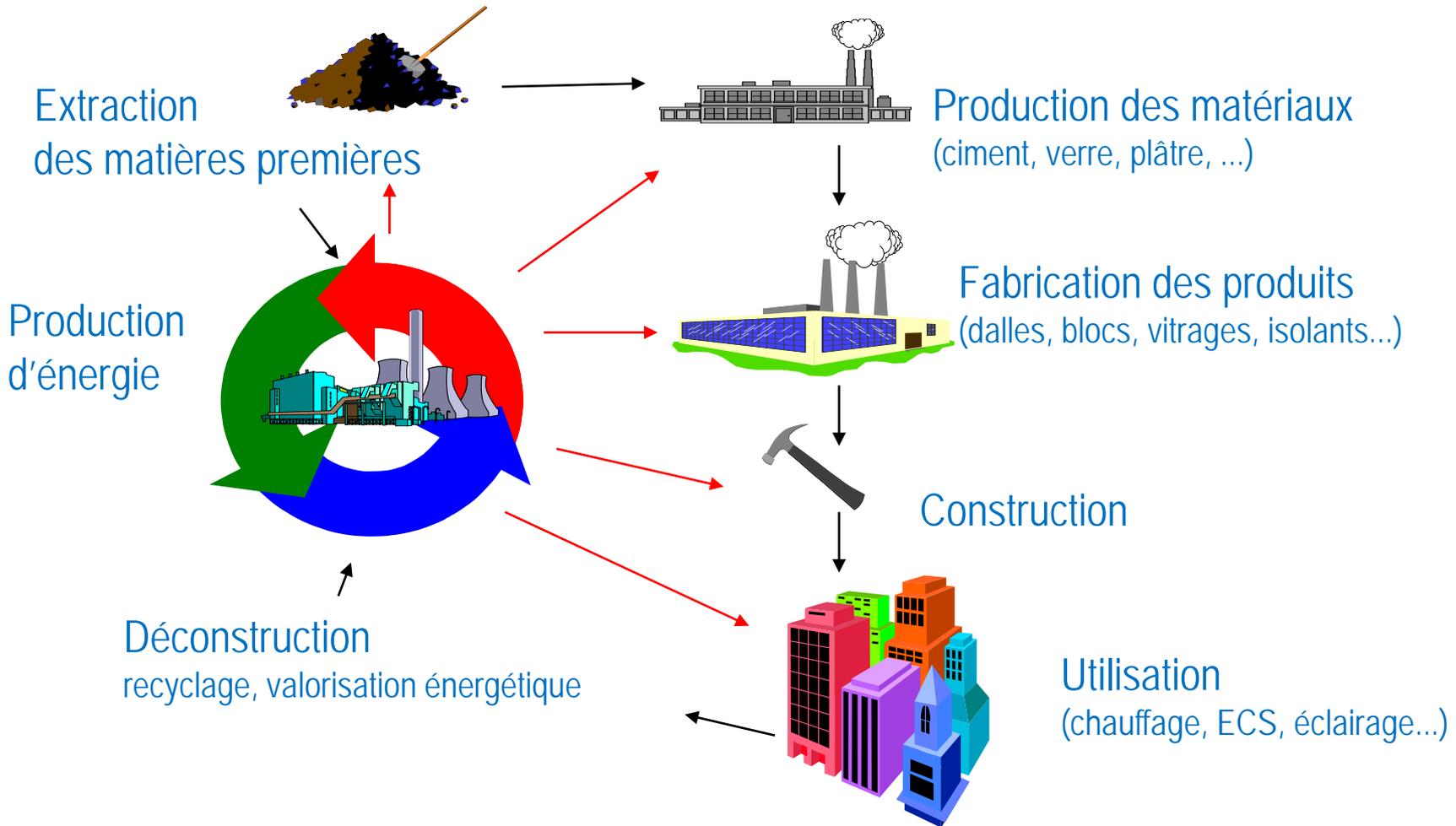
5

Analyse du Cycle de Vie

- **Matériau, produits, équipements**
- **Bâtiment**
- **Quartier**

Analyser un bâtiment du berceau à la tombe : l'ACV

L'énergie consommée par le bâtiment en phase « exploitation »
Mais aussi des ressources naturelles et des énergies consommées ...



... Tout au long du cycle de vie du bâtiment 66

Définition de l'ACV : normes

Norme ACV
ISO 14040/44

Norme ACV produits du bâtiment

anc.
NF P 01010

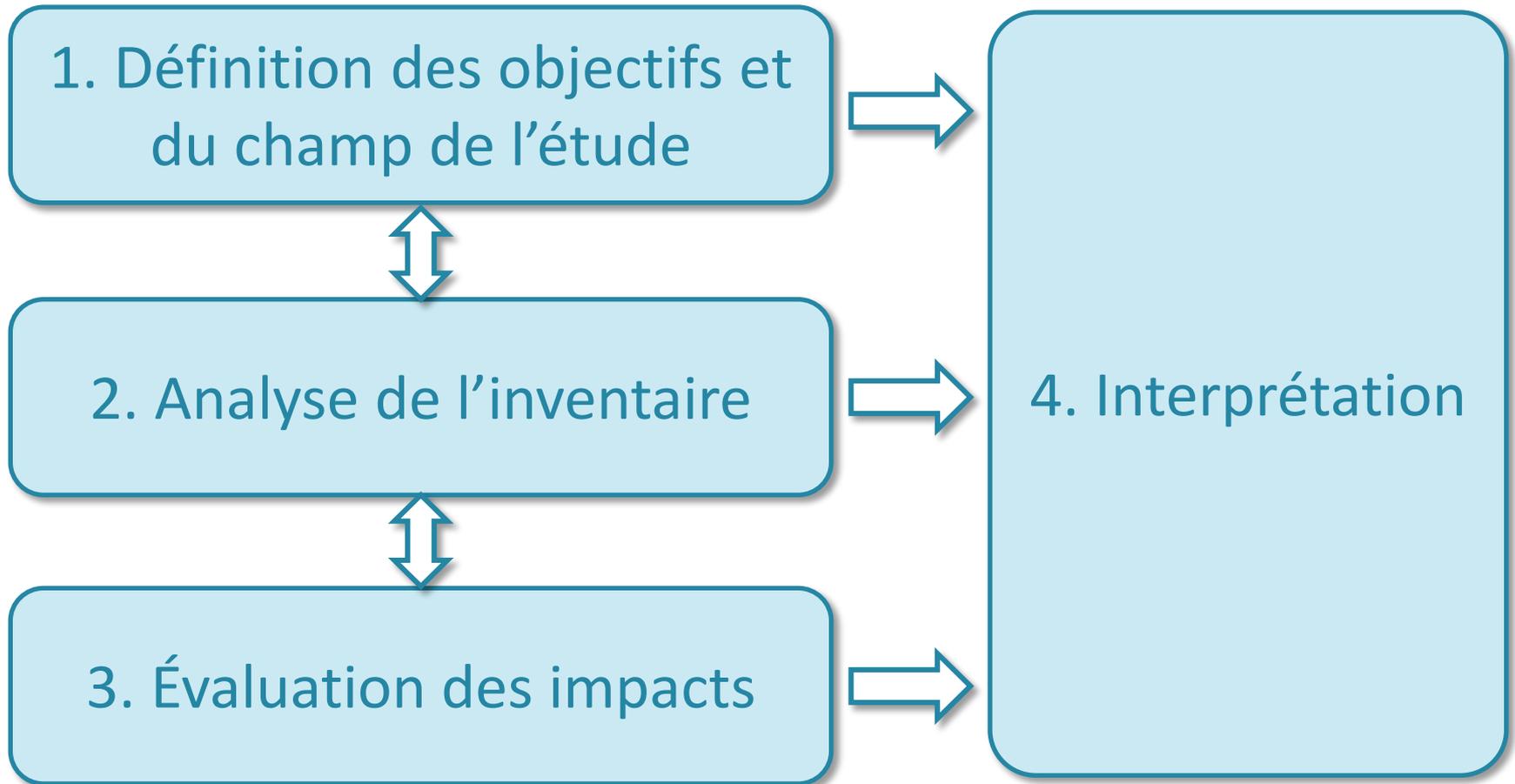


Déclarations
environnementales
sur les produits
EN 15804

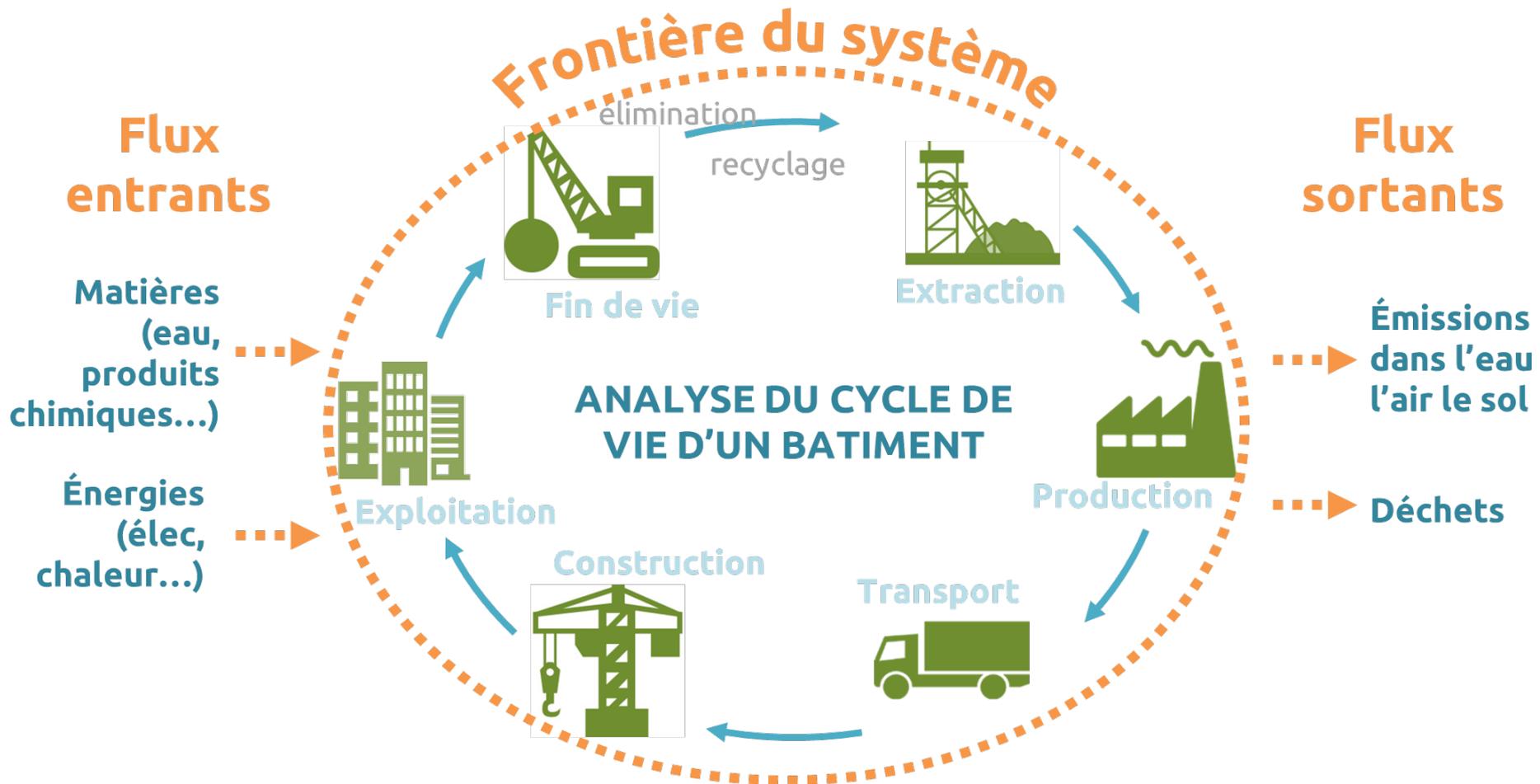
Norme ACV bâtiment : EN 15978

*Évaluation de la performance
environnementale des bâtiments*

Méthodologie ACV : étapes



Méthodo ACV : analyse de l'inventaire



Cycle de vie du bâtiment

Phase de production

A1 :
Fourniture des matières premières
A2 :
Transport jusqu'au site de fabrication
A3 :
Fabrication

Phase de construction

A4 :
Transport (jusqu'au site de mise en œuvre)
•A5 :
Installation du produit

Phase d'utilisation

B1 : Utilisation,
B2 :
Maintenance
B3 : Réparation
B4 :
Remplacement
B5 :
Réhabilitation
B6 : Utilisation d'énergie
B7 : Utilisation d'eau

Phase de fin de vie

C1 :
Déconstruction/démolition
C2 : Transport (jusqu'au site de traitement)
C3 :
Traitement des déchets
C4 : Décharge

Au-delà du cycle de vie du bâtiment

Bénéfices et charges au-delà du cycle de vie
D

Exemple du réchauffement climatique

Inventaire des gaz à effet de serre

- m CO₂
- m N₂O
- m CH₄
- ...

Facteur de caractérisation

$$I_i = \sum F_{i,n} \times m_n$$

Potentiel de réchauffement climatique

$$IGWP =$$

$$F_{GWP, CO_2} \cdot m_{CO_2} + F_{GWP, N_2O} \cdot m_{N_2O} + F_{GWP, CH_4} \cdot m_{CH_4}$$

Déroulement du module

Sous format d'apprentissage par l'exemple aux 4 échelles

➔ **PRODUITS**, solutions techniques développées pour le bâtiment

Analyse Fiches FDES

4hTP / 2hAUT

➔ **BATIMENT**, considérer le bâtiment dans son environnement , tous ses usages, tous ses impacts au long du cycle de vie

ACV d'un bâtiment exemple

2hTUT / 2hAUT / 4hTP / 2hAUT

➔ **QUARTIER**, concevoir un éco-quartier avec l'ensemble des bâtiments, des services, des surfaces impactées

Analyse ECO-QUARTIER

2hTP / 2hAUT / 4hTP

➔ **VOIRIE/TP/ASSAINISSEMENT**

Séance 4h Cours/TD

1) ACV de produits pour le bâtiment

FICHE DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE

Suivant la norme EN 15804

Base de données accessible sur www.inies.fr

1 747 FDES ET 311 PEP représentant 600 900 références commerciales pour les produits de construction (au 29/01/2020)

OBJECTIF

Permettre aux fabricants de communiquer sur les aspects environnementaux et sanitaires de leurs produits.

DEFINITIONS INDISPENSABLES

UF Unité Fonctionnelle du produit :

Unité de compte à laquelle va se référer l'ACV, dépend du service rendu par le produit étudié.

Exemples ...

- *1 m² mis en œuvre pour les produits de couverture, de cloisonnement ou pour un mur ;*
- *supporter les charges et autres éléments du plancher sur 1 ml pour une poutre ;*
- *assurer le transport des eaux usées sur 1 ml pour une canalisation d'assainissement, etc.*

UF prend en compte la Durée de Vie Typique du produit, DVT

comprend l'ensemble des constituants du produit considéré, emballage compris.

Base de données française :



	Données spécifiques	Données génériques par défaut	Données conventionnelles
Produits de construction	FDES	MDEGD modules de données environnementales	-
Équipements		génériques par défaut MDEGD	-
Energies et services (eau, transport, déchets...)	-	-	Valeurs conventionnelles


FDES et PEP : « déclarations environnementales », normalisées, résultats d'ACV

1) ACV de produits pour le bâtiment

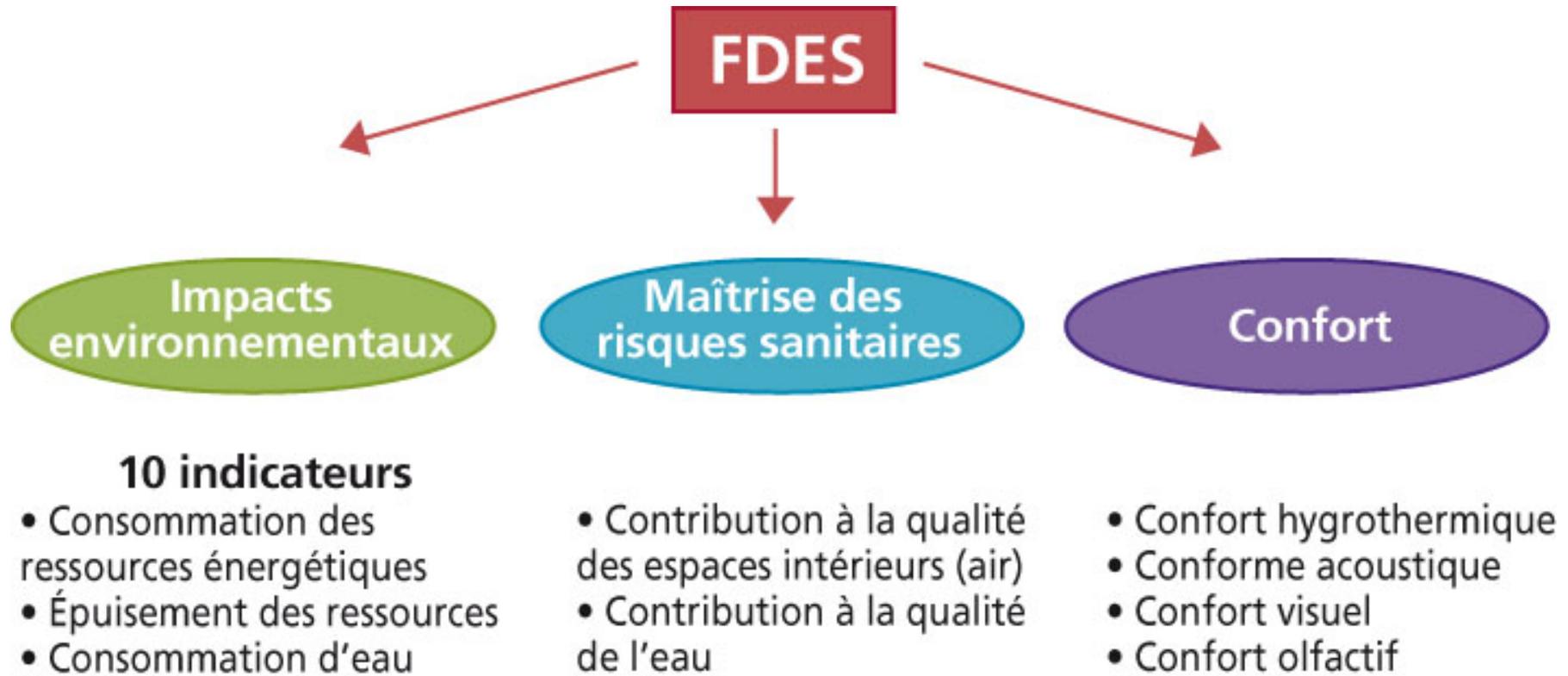
Bilan Energie et matières aux 5 étapes clés d'un produit



Chaque étape inclut le transport qui lui est propre.



1) Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire



10 indicateurs

- Consommation des ressources énergétiques
- Épuisement des ressources
- Consommation d'eau
- Déchets solides
- Changement climatique
- Acidification atmosphérique
- Pollution de l'air
- Pollution de l'eau
- Destruction de la couche d'ozone stratosphérique
- Formation d'ozone photochimique

Plus de détails par catégorie

- Impacts environnementaux
 - Utilisation des ressources (énergie, eau, etc ...)
 - Déchets générés par types
 - Flux sortants
- Et par phases

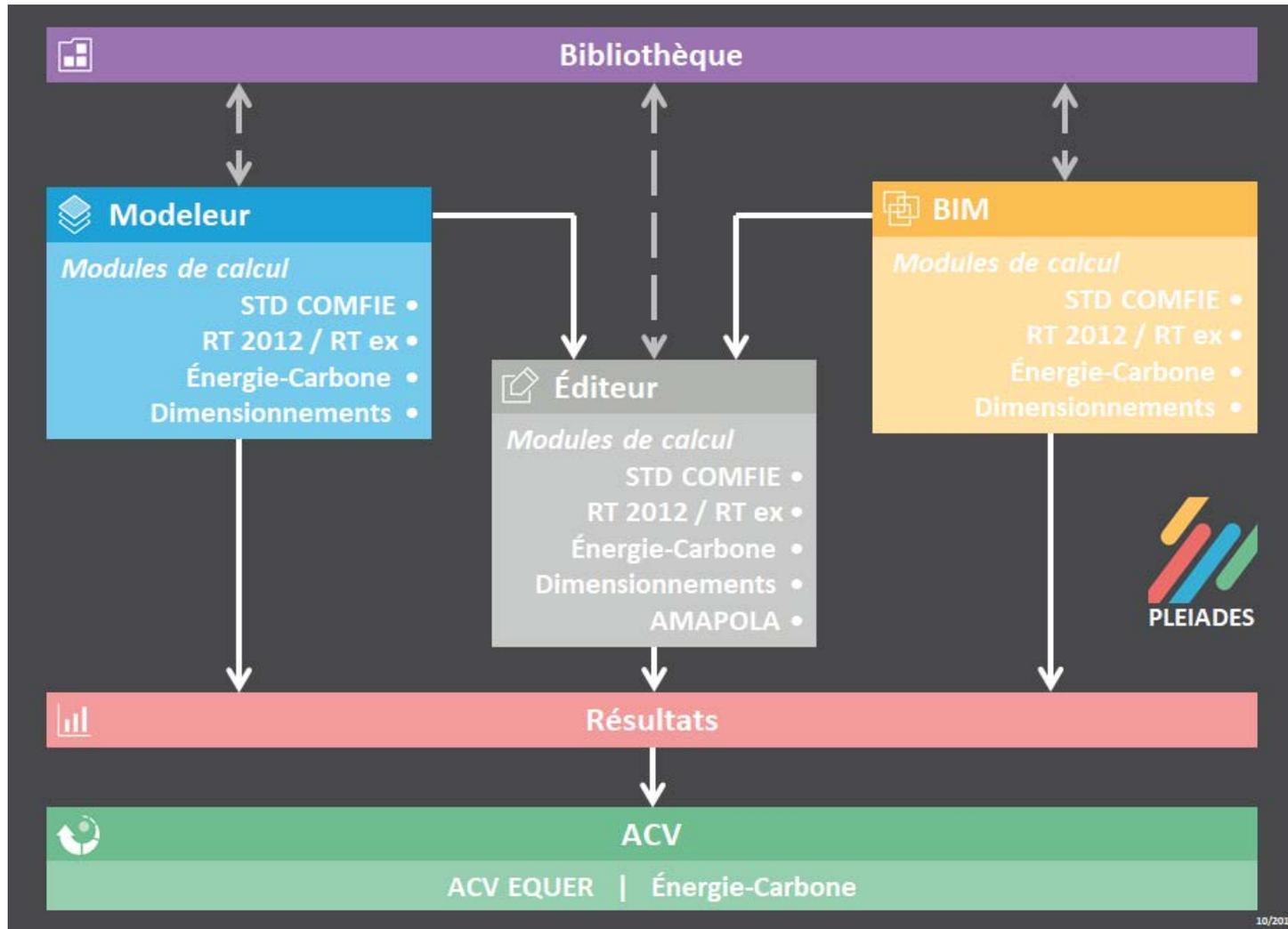
2) ACV du bâtiment : Bilan des impacts environnementaux

- Apprécier la performance environnementale d'un bâtiment au-delà de la seule consommation énergétique, du seul Bilan Carbone ..
- D'autres aspects environnementaux se révélant également impactant :
 - émissions de gaz à effet de serre,
 - consommation d'eau,
 - production de déchets,
 - formation d'ozone, etc.
- Par ailleurs, la prise en compte de ces impacts doit nécessairement se faire sur l'ensemble – ou presque – de la vie d'un bâtiment (la durée conventionnelle de calcul est fixée à 50 ans) :

Analyse du cycle de vie (ACV) déjà normalisée par la famille des normes ISO 14 040. Plusieurs logiciels spécialisés dans les ACV bâtiments : Elodie, Equer, Team Bâtiment.



2) ACV du bâtiment : Outil ACV-EQUER PLEIADES



2) ACV du bâtiment : Bilan des impacts environnementaux

BILANS ENERGIE, EAU, DECHETS, TRANSPORTS

Données matériaux
ECOinvent 2.2

STD Pleiades
Conso énergie

Scénarios
Usages bâtiment

The screenshot shows the 'novaEQUER' software interface for a project named 'Tutorial / Variante Pleiades : Standard_SerreCouverte'. The interface includes a menu bar (Fichier, Affichage, Outils, Aide) and a ribbon with tabs for 'Bibliothèques', 'Bâtiment', 'Résultats', and 'Quartier'. Below the ribbon are icons for 'Données générales', 'Bâtiment', 'Energie', 'Eau', 'Déchets', and 'Transport'. The main window is divided into 'Caractéristiques' and 'Besoins/Consommations' sections. The 'Besoins/Consommations' section includes a checkbox for 'Utilisation des informations de composition horaire du mix de production de l'électricité de base', a 'Production d'électricité de base' section with sliders for 'Nucléaire' (78%), 'Hydro-électrique' (14%), 'Gaz' (4%), 'Charbon' (4%), 'Fioul' (0%), and 'Pertes réseau électr', a 'Réinitialiser' button, a 'Type d'énergie' section with dropdowns for 'Type d'énergie pour le chauffage' and 'Type d'énergie pour l'eau chaude sanitaire' (both set to 'Gaz naturel'), a 'Caractéristiques des équipements' section with 'Rendement chaudière chauffage' (0.87), 'Rendement chaudière ECS' (0.87), and a checked 'Climatisation COP' (4), and a 'Cogénération' section with checkboxes for 'Chauffage' and 'ECS'. The status bar at the bottom shows 'ecoinvent 2010 Français' and the project name.

SYNTHESE
EMISSIONS
12 indicateurs
environnementaux



3) ACV Quartier : Bilan des impacts environnementaux



étape 1

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les concepts du développement durable dans l'aménagement du territoire

- Quizz de validation des acquis
- Mise en situation sous la forme d'un cahier des charges du maître d'ouvrage

étape 3

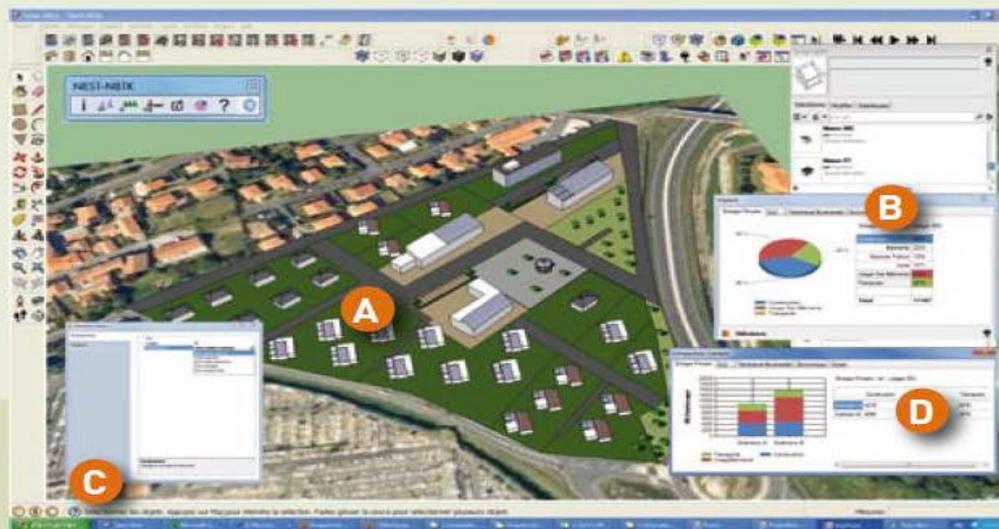
VALIDATION DU PROJET

- Vérifications logicielles des saisies
- Check-list pour conformité au cahier des charges
- Validation de l'application des concepts d'urbanisme durable

étape 2

CONCEPTION DE L'ÉCOQUARTIER

- **A** : modélisation de l'écoquartier par l'élève
- **B** : utilisation d'une bibliothèque de composants
- **C** : saisie des informations complémentaires sur les composants



étape 4

IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET

- **D** : évaluation du projet conçu à travers des indicateurs
- Les données de l'écoquartier de l'élève sont comparées à celles de deux modèles (écoquartier et lotissement)
- Rapport de l'opération réalisée

3) ACV Quartier : Bilan des impacts environnementaux



A) Modélisation 3D du quartier



B) Bibliothèque composants

Evaluation des impacts du quartier

C) Saisie des informations du quartier (population, budget, usages, transport, ...)

D) Comparaisons de scénarios
Référence d'éco-quartier



Génie civil
Construction durable

MODULE CONS10/CONS11 CONSTRUCTION DURABLE

Tous les documents utiles sont disponibles sur Moodle

- Philippe Lagièrè
- Saed Raji
- Thomas Recht
- Ryad Bouzouidja
- Plus intervenants séance Voirie & construction durable