

École des Ponts  
ParisTech

## COMMENT LE BÂTIMENT PEUT-IL ATTEINDRE ZÉRO CARBONE EN 2050?

Département Génie Civil et Construction  
**MASTÈRE SPÉCIALISÉ IMMOBILIER BÂTIMENT  
ÉNERGIE**

Dominique  
Naert



# COMMENT LE BÂTIMENT PEUT-IL ATTEINDRE ZÉRO CARBONE EN 2050?-----

## 2 axes

1. la RE 2020 va transformer la construction neuve (hightech et lowtech)
2. La rénovation globale des logements et des bâtiments tertiaires

## 1 opportunité

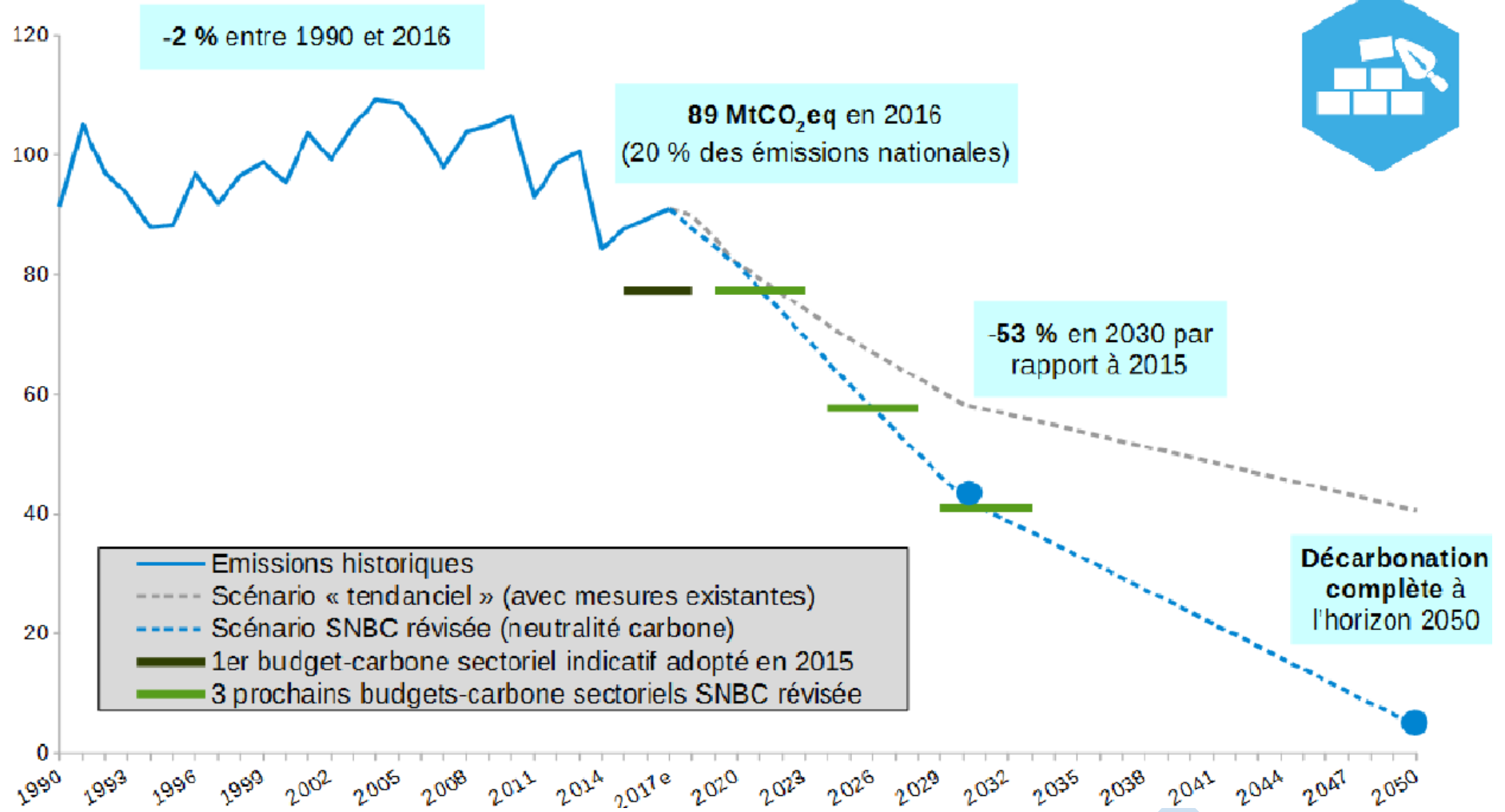
- Le plan de relance

## 5 leviers

1. Prise de conscience des usagers, des MOA, des MOE, des entreprises, des salariés
2. Former à toutes les strates de la filière
3. Optimiser les processus opérationnels
4. Transférer les processus industriels et les salariés des industries en fin de cycle
5. Améliorer les conditions de travail et de gratification des salariés et des artisans

# ETAT DES LIEUX

Figure 10- Historique et projection des émissions du secteur des bâtiments entre 1990 et 2050 (en MtCO<sub>2</sub>eq)



# La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)...

## Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte du 7 août 2015

1. guider l'évolution du **mix énergétique** sur la phase d'usage des bâtiments existants et neufs vers une **consommation énergétique totalement décarbonée**
2. inciter à **une rénovation de l'ensemble du parc existant résidentiel et tertiaire afin d'atteindre un niveau BBC** équivalent en moyenne sur l'ensemble du parc
3. **accroître les niveaux de performance énergie et carbone sur les bâtiments neufs** dans les futures réglementations environnementales
4. viser **une meilleure efficacité énergétique des équipements et une sobriété des usages**
5. Augmenter et sécuriser les **puits de carbone**, c'est-à-dire les écosystèmes naturels et les procédés et les matériaux capables de capter une quantité significative de CO<sub>2</sub>, tels que les forêts, produits issus

# Le Plan de Relance

---

- **4 milliards** pour la **rénovation énergétique des bâtiments publics**
- **2 milliards** d'euros seront consacrés à la **rénovation énergétique des logements**, et concentrés sur le dispositif MaPrimeRénov, pour des rénovations globales
- **500 millions** d'euros ont été prévus pour aider à la réhabilitation lourde dans le parc social (22 millions de M<sup>2</sup> soit 125 000 logements).
- **200 millions** d'euros serviront à aider les TPE et PME à réhabiliter leurs locaux

# COMMENT LE BÂTIMENT PEUT-IL ATTEINDRE ZÉRO CARBONE EN 2050?-----

## 2 axes

1. la RE 2020 va transformer la construction neuve (hightech et lowtech)
2. La rénovation globale des logements et des bâtiments tertiaires

# La RE 2020: une mutation de l'ingénierie constructive

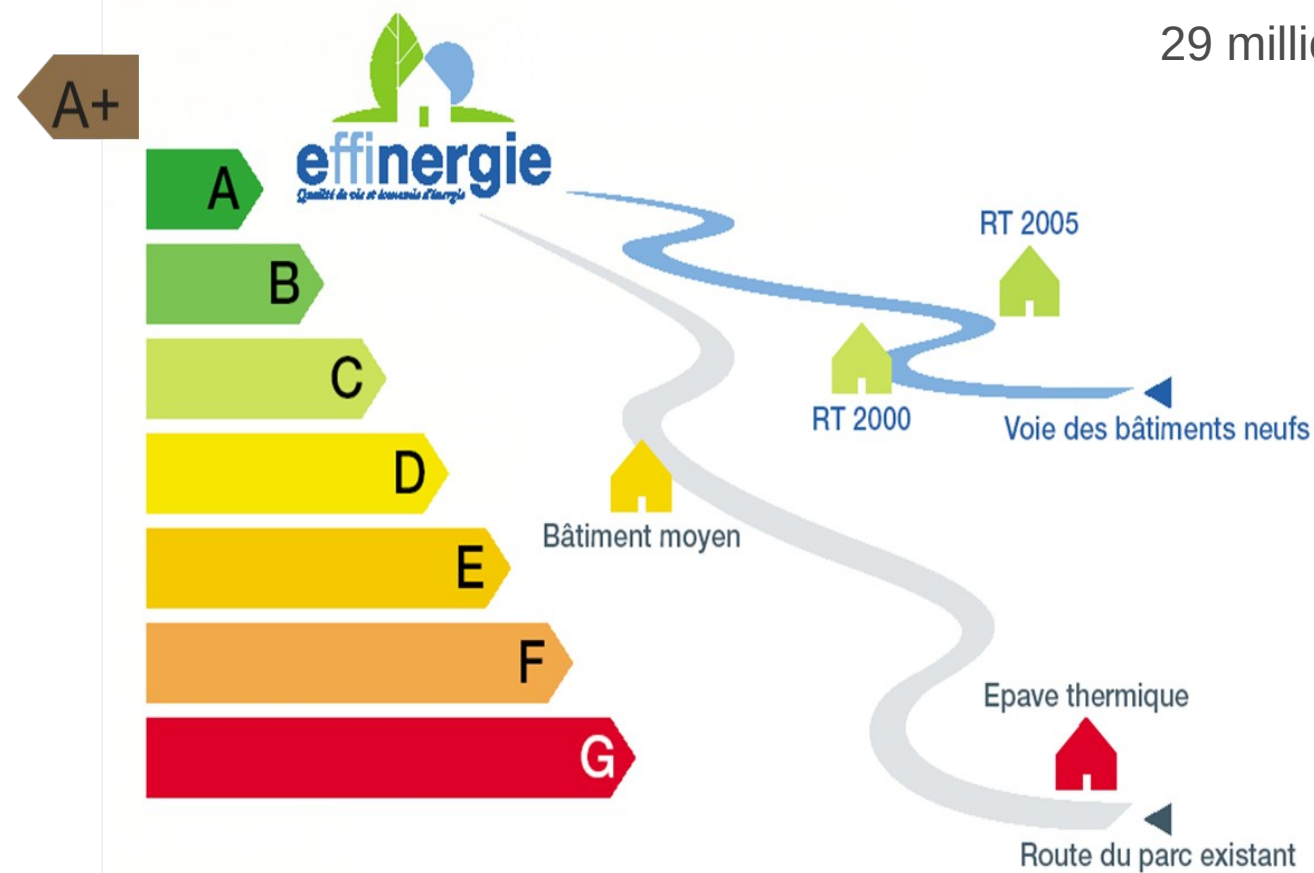
---

- Une approche énergie/carbone intégrée en amont dans la conception architecturale □ approche « climatique » du projet, démarche HQE □ le programme et l'esquisse intègrent déjà des objectifs « durables ».
- Énergie positive... renouvelable
- Bas carbone:
  - **L'analyse de cycle de vie à partir des Fiches FDES** (l'économie circulaire (l'extraction, l'exploitation et l'achat durables) ; l'éco-conception ; l'écologie industrielle et territoriale ; la consommation responsable et l'allongement de la durée d'usage. Elle permet notamment de ne pas se limiter aux seuls déchets du bâtiment tout au long de la vie du bâtiment (cradle to grave); la biodiversité, les écosystèmes, etc...)
  - Utilisation de matériaux biosourcés ou matériaux naturels (terre, bois, pierre, paille, chanvre, etc.)
- Conception bioclimatique
- Traitement du **confort d'été (hygrométrie, inertie, végétalisation, free cooling, etc.)**

• Mesurable, vérifiable, reportable, le hightech au service de la

# Les passoires thermiques

*En route vers des bâtiments à énergie positive...*



29 millions de résidences principales au 1er janvier 2018,

1,9 million de logements seulement classés A ou B

4,8 millions de logements seraient classés F et G plus fréquents parmi les maisons individuelles que dans les logements. L'immense majorité des passoires datent effectivement d'avant 1948, même si 5% des logements classés F et G ont été construits entre 1949 et 1974, et encore environ 2,5% entre 1975 et 1988.



# PROCESSUS D'AMELIORATION CONTINUE DE LA RE

---

1. Diagnostic (pathologies, géométrie, performance de départ, etc.) par un MOE
2. Digitaliser le processus (géolocalisation, devis, CERFA, financement, facturation, etc.)
3. Faire remplir des fiches d'autocontrôle digitalisées (transparence du processus)
4. Systématiser la réception des supports
5. Systématiser le suivi des travaux par un tiers de confiance: le MOE
6. Déclencher les paiements à partir des réceptions de phases
7. Réception à partir d'un test d'étanchéité (infiltrométrie)
8. Valoriser le salarié et l'artisan: RGE ou label qualité.
9. Mettre en place une garantie de performance énergétique (assurance)
10. Financement de la MOE par l'état.
11. Utilisation de matériaux biosourcés ou matériaux naturels (terre, bois, pierre, paille, chanvre, etc.) au maximum sans oublier la

# COMMENT LE BÂTIMENT PEUT-IL ATTEINDRE ZÉRO CARBONE EN 2050?-----

## 5 leviers

1. **Prise de conscience des usagers, des MOA, des MOE, des entreprises, des salariés**
2. **Former à toutes les strates de la filière de l'ouvrier, au cadre et à la maîtrise d'ouvrage**
3. **Optimiser les processus opérationnels et corriger la chaîne de valeur**
4. **Transférer les processus industriels et les salariés des industries en fin de cycle**
5. **Améliorer les conditions de travail et de gratification des salariés et des artisans**

# LE BÂTIMENT AVANT LE PLAN DE RELANCE ETAT DES LIEUX

- **140 000** DÉPARTS EN RETRAITE EN 2019
- PERTE DE **25%** DES EFFECTIFS

## LES CHIFFRES

▪ CA de **140** Md€/an

▪ **1 080 000** salariés

▪ **460 000**  
entreprises

à 0 salarié

• **110 000** ingés et  
cadres

▪ **300 000** travailleurs  
détachés

▪ **109 000**  
intérimaires

▪ **200 000**  
travailleurs  
immigrés

EFFECTIFS PRÉSENTS EN 2010

SONT

EN RETRAITE EN 2020

logement

STOCK

3 Mdm<sup>2</sup>

NEUF/an

33 Mm<sup>2</sup>

Tertiaire

1 Mdm<sup>2</sup>

22 Mm<sup>2</sup>

4 Mdm<sup>2</sup>

55 Mm<sup>2</sup>

• **80** milliards sur **140**  
milliards sont réalisé par les  
entreprises - **de 20** salariés

▪ **49,1%** réalisé par des  
entreprises de -10 salariés

▪ **11** % des salariés dans les  
entreprises de **+ 200**

LE 2<sup>E</sup> DÉFI  
LA NON  
QUALITÉ

ANALYSE DE LA CHAÎNE DE VALEUR

ANTICIPATIO  
N



MODIFICATI  
ON

RÈGLES ET  
NORMES

L'obligation de  
résultat dans la  
performance  
énergétique  
augmente les  
exigences  
opérationnelles



SAVOIR-  
FAIRE  
COMPÉTEN  
CE



COMPRÉH  
ENSION  
DES  
CONSIGNES

11% perte de VA  
en 15 ans  
Ch. Baffy (SMABTP/3F)

13,6%  
accidents  
15% des  
maladies pro



200  
000  
sinistres-  
représentant  
11 Mds  
€  
de non-qualité

LA NON QUALITÉ STRUCTURELLE DU  
BÂTIMENT

# Industrialiser la construction et la rénovation

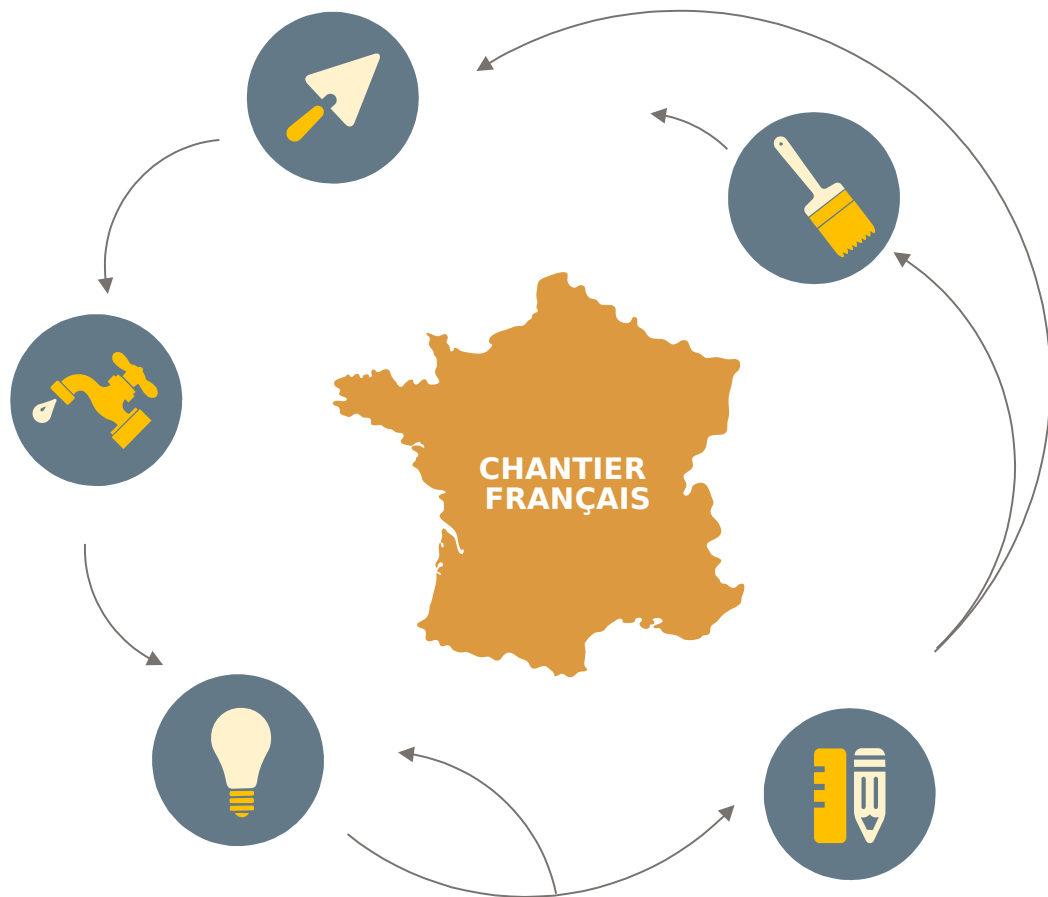
## La construction hors site

---

- **Pour le neuf : exemple de Katerra qui** intègre totalement (numérisation et robotisation intégrées) l'ensemble des étapes, de la conception à la production, en passant pas l'ingénierie, le bâtiment étant ainsi livré clé en main au maître d'ouvrage.
- **Pour la rénovation : du type Energie Sprong qui** a pour objectif de réaliser la rénovation énergétique de logements sociaux à moindre coût et en moins d'une semaine : Cette rapidité est assurée par l'utilisation d'éléments préfabriqués de haute qualité qui **garantissent une consommation énergétique nulle sur 30 ans**. En Hollande, le coût de la rénovation est tombé de 145 000 € (pour les 100 premières maisons rénovées) à 70 000 € par maison (pour les 1000 maisons suivantes)

**LE BIM ET LE LEAN  
FAVORISENT  
MONTÉE EN COMPÉTENCE**

réduire au maximum les coûts par la chasse aux gaspis



**L'APPORT DU BIM EST D'ORDRE  
ORGANISATIONNEL**

# BIM

**COLLABORATIF  
EFFICACE  
DIGITAL  
DYNAMIQUE  
INNOVANT  
ÉCONOMIQUE  
RESPONSABLE**

## Favorise

- LE DIAGNOSTIC
- LA CONCEPTION EN AMONT
- LA COOPÉRATION
- LA MISE EN RÉSEAU
- LA CRÉATIVITÉ

## Modifie

- LES MISSIONS ET LES COMPÉTENCES
- LE SYSTÈME DE RÉMUNÉRATION
- LE PROCESSUS D'ORGANISATION



web

## **Pallier à l'insuffisance d'effectifs**

---

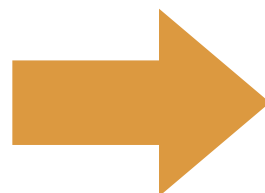
- **Transférer des salariés de l'industrie vers le bâtiment**
- **Rémunérer les artisans pour former les apprentis**
- **Développer la formation dual en France**
- **Faciliter les reprises d'entreprises artisanales et PME**
- **Créer des guichets uniques pour faciliter l'administratif**
- **Digitaliser l'étape de la réception de chantier (documents déjà élaborés par corps d'état par Qualibat et l'AQC).**
- **Demander aux industriels de créer des QR codes sur chaque élément, qui donnent accès aux tutoriels de montage directement sur site.**

# LA GÉNÉRATION Y ?

L'élément central de la relance: l'attractivité  
Pour former des travailleurs hybrides

## LA GÉNÉRATION Y, Z, MILLENNIAL

- Innovation (mode)
- image
- Ludique
- Facile
- Transparence
- Ubiquité
- Intemporalité
- Technologique
- Effort moindre
- désintermédiation



LA MUTATION NUMÉRIQUE VA CHANGER  
L'IMAGE DU BTP

- Produits technologiques, intelligents
- IOT
- NBIC
- BIM
- La réalité augmentée
- Les EPI intelligents
- Les équipements connectés



# Les risques liés au dérèglement climatique

---

- 1. Risques physiques pour les actifs**
- 2. Risques de responsabilité pouvant se traduire par des actions en justice**
- 3. Risques de transition liés aux mouvements des politiques, des technologies et des prix, dans la transition d'une économie fondée sur des énergies fossiles vers une économie décarbonée.**

**(Discours du Mark Carney, Gouverneur de la banque d'Angleterre devant un public d'assureurs sur la « tragédie des horizons » - 2015 -)**