

# HQE PERFORMANCE

Premières tendances pour les bâtiments neufs  
First trends for new buildings

PERFORMANCE  
ENVIRONNEMENTALE

Environmental performance

QUALITÉ DE L'AIR  
INTÉRIEUR

Indoor air quality



# SOMMAIRE



Action reconnue

4 MESSAGE DU PRÉSIDENT  
*Message from the Chairman*

6 INTRODUCTION  
*Introduction*

## 8 PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE *Environmental performance*

10 Périmètre du test HQE Performance 2011  
*Scope of the 2011 HQE Performance test*

13 Consommation énergétique totale  
*Overall energy consumption*

16 Changement climatique  
*Climate change*

19 Déchets (inertes, non dangereux, dangereux)  
*Waste (inert, non-hazardous, hazardous)*

21 Consommation d'eau  
*Water consumption*

## 22 QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR *Indoor air quality*

24 Périmètre du test HQE Performance 2011  
*Scope of the 2011 HQE Performance test*

25 Résultats des mesures  
*Results of the measurements*

27 CONCLUSION ET PERSPECTIVES  
*Conclusion and outlook*

28 GLOSSAIRE  
*Glossary*

30 REMERCIEMENTS  
*Acknowledgements*





“ Les standards de la performance des bâtiments durables sont en train de s'écrire, faisons connaître nos savoir-faire.

The standards of performance for sustainable buildings are currently being written, so let us share our expertise.

”

**Michel Havard**

Président de l'Association HQE

Secrétaire de France GBC

## MESSAGE DU PRÉSIDENT

### La performance n'est pas un hasard.

Le bâtiment du 21<sup>e</sup> siècle sera performant ou ne sera pas : performant pour le bien-être de l'utilisateur, performant financièrement pour l'investisseur, le promoteur ou le constructeur, performant vis-à-vis de la planète...

Avec le projet "Construisons ensemble HQE Performance", les acteurs français du secteur écrivent les règles du jeu de l'évaluation de la performance du bâtiment à l'aune du "développement durable", sujet d'intérêt international, européen, national et local. Si bien évidemment nous sommes tous très mobilisés sur cet objectif de résultat, nous ne devons pas oublier que la performance n'est pas et ne sera jamais le fruit du hasard.

En effet, c'est bien l'ambition de la commande du maître d'ouvrage, la matière grise des concepteurs, la qualité des produits et équipements et le savoir-faire des entreprises qui donnent la performance du bâti neuf ou rénové. C'est ensuite, comme vous pourrez le lire, le comportement de l'utilisateur et le professionnalisme de l'exploitant.

La performance réaffirme donc la nécessité du travail en équipe, autrement dit dans notre jargon, la mise en place d'une démarche qualité par un SMO (Système de Management d'Opération) qui est au cœur de la démarche HQE.

Autre conviction, la performance doit avoir un sens. Elle doit forcément être globale et multicritère et s'apprécier dans le contexte du projet : territoire, fonctionnalité, besoins des utilisateurs... C'est tout l'enjeu de l'efficacité et du développement durable.

Anticipons, tel est le rôle de l'Association HQE sur ces réflexions. Les standards de la performance des bâtiments durables sont en train de s'écrire, faisons connaître nos savoir-faire tant en France qu'en Europe et à l'international. Tel est l'objectif du présent document qui présente les éléments clés du test HQE Performance 2011.

#### **Performance does not happen by chance.**

Buildings in the 21st century will be efficient or will not exist: performance for the well being of the user, performance from a financial viewpoint for the investor and developer, performance for the sake of the planet. With the "let's build HQE Performance together", French players involved in the sector are writing the rules for assessing the performance of buildings against the yardstick of "sustainable development", a subject of international, european and national interest. Although, obviously, we are all very committed to achieving the targeted results, we must not forget that performance does not and never will come about by chance ! In fact, it is clearly the ambition of the client, the grey matter of the designers, the quality of the products and equipment and the expertise of companies which, combined, make a new or renovated building efficient. Then, as you will read later, it depends on the behaviour patterns of the user and the professionalism of the developer. Performance involves, therefore, the need for team work which, in our jargon, means implementing a quality process via an OMS (Operations Management System) which is at the heart of the HQE approach. Another given, performance must have a direction. Of necessity, it must be global and multi-criteria led and measured within the context of the project: location, functionality, requirements of the users... That is the challenge for efficiency and sustainable development. Let us, since such is the role of the HQE Association, look ahead and consider these ideas. The standards of performance for sustainable buildings are currently being written so let us share our expertise in France and Europe as well as on an international level. Such is the objective of this document which gives the key basics of the 2011 HQE Performance test.

# UNE PREMIÈRE MONDIALE

Après 15 ans de pratique de la démarche HQE pour des bâtiments sains, confortables et respectueux de l'environnement, les besoins des acteurs et des utilisateurs ont évolué. Acquis à la démarche, ils sont dorénavant en attente de résultats lisibles et tangibles des performances de leur bâtiment s'inscrivant dans une perspective de développement durable.

La nouvelle Réglementation thermique (RT 2012), qui généralise les bâtiments basse consommation, change aussi la donne. **En effet, pour continuer à être plus ambitieux, il est à présent nécessaire de s'intéresser à l'ensemble du cycle de vie du bâtiment et à d'autres enjeux environnementaux et de santé.**

Pour accompagner les acteurs dans ces nouveaux défis, l'Association HQE a pour objectif de proposer un cadre de référence et des valeurs repères

ambitieuses pour évaluer, dans une perspective de développement durable, la performance de tous les types de bâtiments en construction neuve, en rénovation, comme en exploitation. Ce cadre de référence nommé "HQE Performance" prend en compte :

- l'énergie et l'environnement : consommation énergétique totale, changement climatique, production de déchets, consommation d'eau...
- la santé et le confort : qualité de l'air intérieur, ambiances acoustique, hygrothermique et visuelle...
- l'économie : coût d'entretien, valeur verte...

Ce cadre de référence a vocation à nourrir demain au profit de chacun : les outils de conception, les logiciels d'évaluation de la performance environnementale, les référentiels de certification... Les valeurs repères pourraient également constituer les supports de nouvelles éco-conditionnalités.

## A world first

After 15 years of using the HQE approach for safe, comfortable and environment-friendly buildings, the needs of key players and users have changed. They are now expecting clear and tangible results for their building's performances within a sustainable development perspective.

The new generation of low energy buildings has also changed everything. Effectively, to continue being increasingly ambitious, we now need to focus on the complete life cycle of the building and on other environmental issues and health.

In order to assist key players with these new challenges, HQE Association aims to propose a reference framework and ambitious benchmarks for assessing the sustainable development performance of all types of new, existing, in-use and in-renovation buildings. This reference framework called "HQE Performance" takes into account:

- energy and environment: overall energy consumption, climate change, waste, water consumption, etc.
- health and comfort: indoor air quality, acoustic, hygrothermal and visual environments, etc.
- economy: maintenance and operating costs, green value, etc.

This reference framework aims to integrate: design tools, environmental performance assessment software, and certification reference bases, etc. Benchmarks may also include new cross-compliance supports.

**In the past, we outlined the definition of a HQE building. Currently, we know how to build it. In the future, we will have to justify the performances obtained.**

Hier, nous avons défini ce qu'était un bâtiment HQE. Aujourd'hui, nous savons le réaliser. Demain, nous devons justifier les performances obtenues.

### ▼ Les grandes étapes de la démarche HQE : un progrès continu





Fin 2010, l'Association HQE a lancé le test "HQE Performance" pour les bâtiments neufs basse consommation en démarche HQE, sur **deux thématiques du futur cadre de référence** : d'une part l'évaluation de la **performance environnementale** des bâtiments par la réalisation d'analyse de cycle de vie (ACV) bâtiment, et d'autre part, la mesure de la **qualité de l'air intérieur**. Elle avait ainsi pour but de faire progresser la connaissance sur ces sujets et d'acquérir une première idée d'ordre de grandeur des valeurs repères pour les indicateurs environnementaux. Le présent document présente les résultats les plus marquants de ce test.

Ce test a bénéficié du soutien financier du ministère de l'Écologie, du développement durable, des transports et du logement (MEDDTL), de l'ADEME et de l'appui technique du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). CÉQUAMI, CERQUAL ET CERTIVÉA ont également assuré un suivi opérationnel du test. Il a été reconnu par France GBC.

L'évaluation "grandeur nature" par une analyse de cycle de vie (ACV) de 74 bâtiments - représentant 800 logements et 300 000 m<sup>2</sup> de surfaces tertiaires - est une première mondiale.

At the end of 2010, HQE Association launched the "HQE Performance" test for new low energy buildings, based on two themes of the future reference framework: firstly assessing the environmental performance of buildings by carrying out building life cycle analysis (LCA) and secondly measuring the indoor air quality. The purpose of the test was therefore to gain further knowledge on these subjects and get an initial idea of the magnitude of the benchmarks for the environmental indicators. This document explains the key results of this test.

This test received financial backing from the French Ministry for Ecology, Sustainable Development, Transport and Housing (MEDDTL), the French Agency for the Environment and Energy Management (ADEME) and technical support from the French Scientific and Technical Centre for Building (CSTB). It was recognised by France GBC. The building certifications bodies (CERTIVEA and QUALITEL) have ensured the operational monitoring of the pilot tests.

#### ▼ Cycle de vie du bâtiment



**PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE**  
ENVIRONMENTAL PERFORMANCE



# COMMENT ÉVALUER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU BÂTIMENT SUR LA PLANÈTE ?

## // Parole d'expert

Dans le domaine de l'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux, l'analyse du cycle de vie (ACV) est l'outil le plus abouti. Sa pratique et sa diffusion actuelles contribuent à en faire un instrument de plus en plus performant et reconnu. L'ACV permet de quantifier les impacts d'un bien, d'un service voire d'un procédé, depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de fabrication, de distribution et d'utilisation, soit "du berceau à la tombe".

L'objectif de l'ACV est de présenter une vision globale des impacts générés par les biens, services ou procédés, déclinée selon différents scénarii, fournissant ainsi des éléments d'aide à la décision. L'enjeu majeur de l'utilisation de l'ACV est d'identifier les principales sources d'impacts environnementaux, de les réduire et d'éviter, ou le cas échéant d'arbitrer, les déplacements de pollutions liés aux différentes alternatives envisagées (éco-conception).

Sur la base des normes ISO, peuvent être développés des documents spécifiques qui eux ont vocation à être plus précis car se limitant à un secteur ou un type de produit. C'est ainsi le cas, au niveau national, pour les produits de construction avec la norme NF P 01 010 (qui sera remplacée en partie par la norme NF EN 15804) qui définit les Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (FDES) et pour les ouvrages avec la norme NF EN 15978 (qui viendra remplacer la norme XP P01-020 3) qui définit les principes de l'ACV bâtiment.

Extrait : source [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

HOW DO YOU ASSESS THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF BUILDINGS ON THE PLANET ? (source: [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr))

In the field of the overall and multi-criteria assessment of environmental impact, Life Cycle Analysis (LCA) is the most successful tool. Through its current practice and distribution, it has become an increasingly effective and recognised instrument. LCA is used to quantify the impacts of goods, services or even processes, from the extraction of raw materials constituting them to their end-of-life disposal, passing through manufacturing, distribution and use phases, i.e. "from cradle to grave". The aim of LCA is to provide an overview of the impacts generated by goods, services or processes, based on various scenarios, thereby providing decision-making tools. The main issue regarding the use of LCA is to identify the main sources of environmental impacts, reduce them and prevent them or, if necessary, handle the displacement of pollutants related to the various alternatives envisaged (eco-design). Based on ISO standards, specific documents can be developed which are designed to be more precise as they are restricted to a sector or a type of product. Therefore, in France this applies to construction products with the standard NF P 01 010 (which will be partially replaced by NF EN 15804 standard) which defines the French Environmental Product Declarations requirements (French EPD called FDES) It also applies in France to construction works with the NF EN 15978 (that replaces the standard XP P01-020 3) which defines building LCA principles.



# PÉRIMÈTRE DU TEST HQE PERFORMANCE 2011

# 74

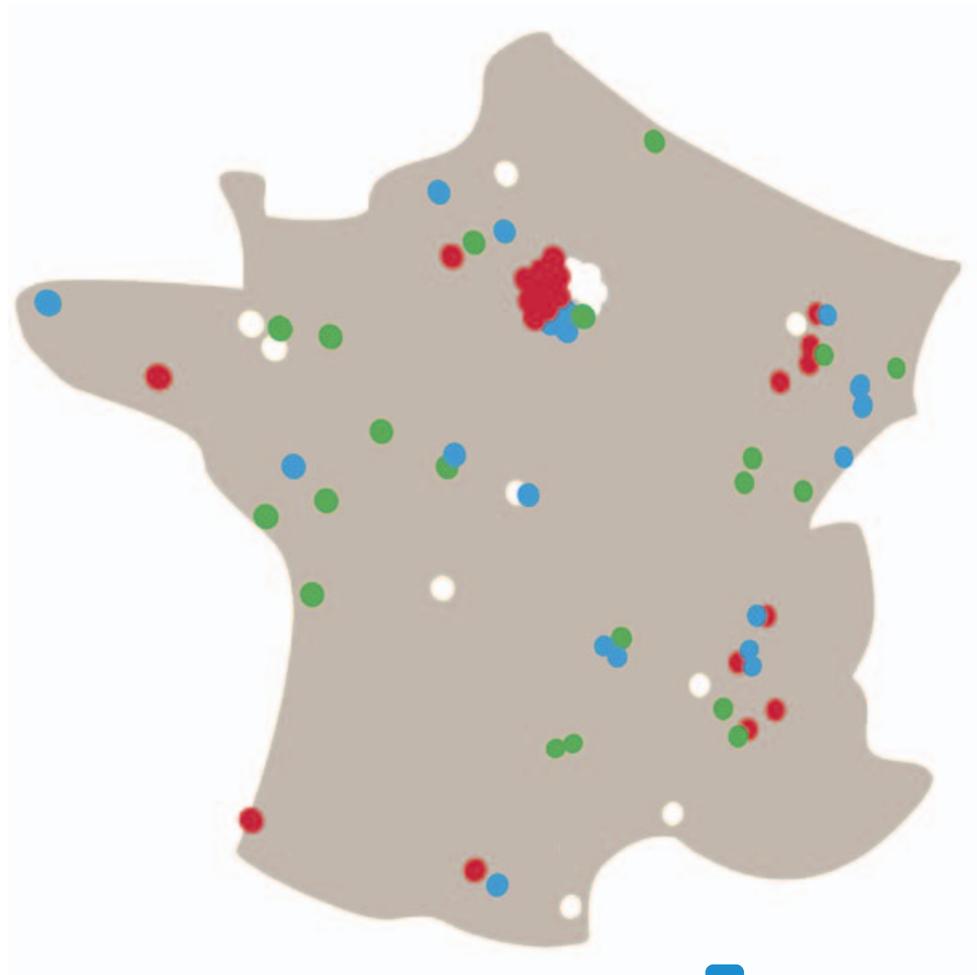
**BÂTIMENTS NEUFS ÉTUDIÉS :**  
New-build buildings studied

**20**  
Maisons individuelles  
Detached houses

**19**  
Immeubles collectifs  
Multi-residential buildings

**21**  
Bâtiments de bureau  
ou administratifs  
Office or administrative buildings

**14**  
Bâtiments tertiaires  
autres (bâtiments  
d'enseignement ou de  
recherche, commerce...)  
Other tertiary buildings (educational  
or research buildings, commerce, etc.)



Tous  
All



Maisons  
individuelles  
Detached houses



Immeubles  
collectifs  
Multi-residential  
buildings



Bâtiments de bureau  
ou administratifs  
Office or administrative  
buildings



Tertiaires autres  
Other tertiary buildings

Ces bâtiments ont des modes constructifs variés : béton, ossature bois, terre cuite, structures mixtes...  
These buildings are constructed using different construction methods: concrete, wood frame, terracotta, combined structures, etc.

La RT 2012 changeant la donne avec une consommation énergétique des bâtiments considérablement réduite, l'étude l'a anticipée en ne retenant que des **Bâtiments Basse Consommation (BBC) inscrits dans une démarche HQE pour la plupart certifiés.**

Pour faciliter la capitalisation des informations, le test a eu recours à un seul logiciel d'ACV bâtiment, le logiciel ELODIE développé par le CSTB, partenaire de l'opération.

Dans cette étude, les impacts environnementaux ont été calculés pour le bâtiment sur les contributeurs suivants :

- produits et équipements de construction,
- consommation énergétique réglementée,
- consommation énergétique non réglementée,
- consommation et rejets d'eau.

### Scope of the 2011 HQE Performance test

The study only retained low energy-consumption buildings of which most of them are HQE certified. To help to capitalize on the information, the test used only one Building LCA software, ELODIE, developed by the CSTB partner of this test.



Néanmoins pour les contributeurs consommation et rejets d'eau et celui de la consommation d'énergie non réglementée, seuls quelques projets ont renseigné ces postes, ce qui explique les faibles valeurs affichées ou leur absence dans les résultats présentés.

**Les valeurs présentées sont des premières tendances d'ordre de grandeur.** Elles sont basées sur la médiane, plus ou moins 20 %, afin de prendre en compte les marges d'incertitudes.

In this study, environmental impacts have been calculated for buildings under the following headings:

- construction products and equipment,
- regulated energy consumption,
- non-regulated energy consumption,
- water consumption and discharge.

However, under the headings of water consumption and discharge and non-regulated energy consumption, only a few projects have been examined which explains the small number or lack of values in the results shown.

The values given are the first indications as regards order of magnitude. They are based on the median, plus or minus 20% in order to take into account the margin of uncertainty.

#### **Testimony from Julien Hans, Environmental division manager, CSTB :**

Testing the characterisation of environmental performances on over 70 actual projects is a world first.

The CSTB has contributed to this project in proposing a technical appendix and methodology guide, based on the latest scientific know-how. This work was consolidated and approved in HQE Performance working groups. The CSTB has also trained and assisted project teams in their simulation tasks.

The reference base proposed is based on normative French and European works, and is the subject of an international harmonisation study managed by the CSTB and QUALITEL and their subsidiaries within the "piloting the common metrics" working group of the Sustainable Building Alliance (SBA).

This experimentation, completed with an in-depth statistical analysis, is a fundamental step for constructing safe, comfortable and technically efficient buildings whose environmental impact is assessed and controlled throughout the complete life cycle. This multi-criteria and overall analysis of the building aims to integrate correct contributor boundaries and provide a clear understanding on the nature of the impact and pollutants and minimise them.

#### **Témoignage**



Expérimenter la caractérisation des performances environnementales sur plus de 70 projets réels est une première mondiale. Le CSTB a contribué à ce projet en proposant une annexe technique et un guide méthodologique basés sur les derniers savoir-faire scientifiques. Ce travail a été consolidé et validé au sein des groupes de travail HQE Performance. Il a par ailleurs formé et accompagné les équipes projets dans leur simulation. Le référentiel proposé est basé sur les travaux normatifs nationaux et européens, et fait l'objet d'une étude d'harmonisation internationale pilotée par le CSTB, QUALITEL et leurs filiales au sein du groupe de travail

"piloting the common metrics" de la Sustainable Building Alliance (SBA).

Cette expérimentation, complétée par une analyse statistique approfondie, est une étape fondamentale vers la réalisation de bâtiments sains, confortables, performants techniquement et dont les impacts environnementaux sont évalués et maîtrisés sur l'ensemble du cycle de vie. Cette analyse multicritère et globale du bâtiment vise à identifier le bon périmètre des contributeurs significatifs sur l'environnement et permettre de bien comprendre la nature des impacts et des pollutions, et de les minimiser.

**Julien Hans**  
Responsable de la division environnement  
CSTB



Les résultats présentés dans les pages suivantes sont **calculés pour une durée de vie conventionnelle de l'ouvrage de 100 ans**. Cette durée de vie conventionnelle ne correspond pas à celle de l'utilisateur ni à celle de l'investisseur.

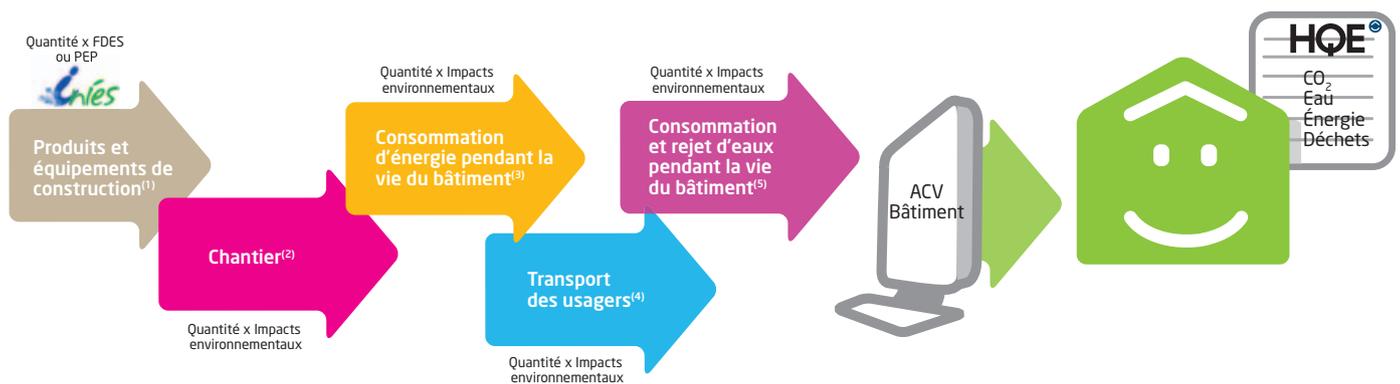
La structure des ouvrages est le plus souvent calculée pour cette durée de 100 ans, ce qui n'empêchera pas beaucoup d'entre eux d'avoir une durée de vie plus longue comme en témoignent tous ces bâtiments qui font la richesse de notre patrimoine.

The results shown hereafter are calculated for a building life cycle of 100 years. This life cycle does not correspond to that of the user or of the investor. But, a building is indeed expected to last sustainably and therefore its environmental impact must be assessed over this time scale. The structure of the construction work is also often calculated for this 100 years period which will not prevent many of them from having longer life times, as demonstrated by all of these buildings which form part of the richness of our heritage.

**À NOTER :**

La conversion énergie primaire/énergie finale dans la réglementation thermique et en ACV bâtiment se fait sur des bases différentes. Ainsi, ces ratios, conventionnellement fixés dans la RT à 2,58 pour l'électricité et 1 pour les énergies fossiles, deviennent dans les ACV des valeurs plus proches de 3,13 pour l'électricité et de 1,0 à 1,18 pour les énergies fossiles. **C'est pourquoi le BBC-Effinergie de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an est égal à 60,66 kWh/m<sup>2</sup>/an avec les ratios ACV.**

▼ **Principes d'évaluation de la performance environnementale des bâtiments**



(1) Construction products and equipments - (2) Building site - (3) Energy consumption in use phase - (4) Transport for users - (5) Water consumption and waste water in use phase

Sources des informations présentées dans la suite de ce chapitre : LEBERT A., CHEVALIER J., ESCOFFIER F., LASVAUX S., BERTHIER E., NIBEL S., HANS J. : Évaluation de la performance environnementale des bâtiments. Définition d'ordres de grandeur. Traitement statistique. Décembre 2011. Réf CSTB DESE/ ENV – 11.070  
 Information source included in the rest of this chapter: A. LEBERT, J. CHEVALIER, F. ESCOFFIER, S. LASVAUX, E. BERTHIER, S. NIBEL, J. HANS: Evaluation de la performance environnementale des bâtiments. Définition d'ordres de grandeur. Traitement statistique. December 2011. Ref. CSTB DESE/ ENV - 11.070

# CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE TOTALE

Fréquemment, lorsque l'on parle de consommation énergétique d'un bâtiment neuf, on fait référence à sa consommation sur les 5 usages de la réglementation thermique (RT) : le chauffage, les auxiliaires, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et la climatisation. La RT 2012 exige un niveau maximal pondéré pour ces consommations de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an, exprimé en énergie primaire.

Mais le bâtiment a bien d'autres consommations énergétiques : en particulier les consommations non réglementées liées à la vie dans le bâtiment

(électroménager, audiovisuel, bureautique, ascenseur, éclairage extérieur...) et l'énergie contenue dans les produits et équipements souvent appelée "énergie grise".

Comme le montre ce test, ces autres consommations sont loin d'être négligeables dans un bâtiment BBC puisque les usages réglementés représentent seulement 24 % de l'énergie primaire totale pour les bureaux et 37 % pour les maisons individuelles.

## Overall energy consumption

The new French Thermal Regulation (RT 2012 stipulates a maximum weighted level of 50 kWh/m<sup>2</sup>/year for energy consumption relating to heating, auxiliaries, hot water, lighting and air conditioning.

But buildings have many other sources of energy consumption: in particular so-called "specific" consumption appliances related to life inside the building (electrical household, audiovisual, office automation, lifts, outdoor lighting, etc.) and the energy embodied in products and equipments often called "grey energy" as shown by this test.

### Note:

- Reducing the life time from 100 to 50 years only increases this primary energy consumption marginally (between 5% and 10%).
- 85% to 95% of the overall primary energy consumption is not renewable.

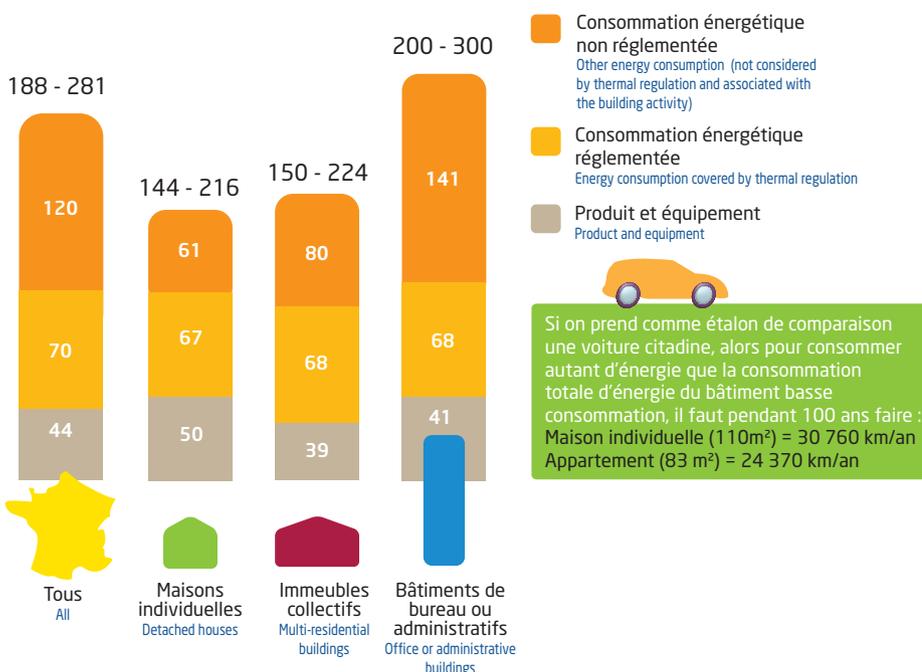
In a low energy building, the energy consumption covered by french thermal regulation represent only 24% of overall energy consumption for office buildings and 37% for detached houses.

### A NOTER :

- Pour un même bâtiment, réduire la durée de vie de 100 à 50 ans, n'augmente que marginalement (entre 5 % et 10 %) ces consommations d'énergie primaire.
- 85 % à 95 % de la consommation d'énergie primaire totale sont non renouvelables.

Dans un bâtiment basse consommation, les usages "réglementés" représentent seulement 24 % de l'énergie primaire totale pour les bureaux et 37 % pour les maisons individuelles.

### ▼ Indicateur : consommation énergétique totale en kWh/m<sup>2</sup> shon/an





## Témoignage

### Quels sont les poids relatifs des consommations énergétiques ?



Les réglementations thermiques successives ont entraîné une baisse de la consommation énergétique du bâtiment pendant sa phase d'utilisation. Compte tenu de la contribution non négligeable de cette phase dans le cycle de vie du bâtiment, cela se traduit par une baisse notable de la consommation d'énergie primaire totale du bâtiment, calculée sur l'ensemble de son cycle de vie.

L'étude conduite par PwC pour le FILMM en 2010 montre une diminution de cette

consommation totale d'environ 30 % sur des maisons individuelles entre la RT 2005 et la RT 2012. Notons que cette diminution est notamment liée à la mise en œuvre de produits performants et particulièrement des isolants. En parallèle, la contribution des produits de construction sur l'impact environnemental du bâtiment augmente mais cet investissement est très rentable puisqu'il contribue in fine à l'amélioration du bilan environnemental global du bâtiment.

Nicolas Loz de Coëtghourhant  
Consultant en développement durable  
PwC

Source : Etude qualité environnementale des bâtiments - en route vers des indicateurs de performance sur le site [www.filmm.fr](http://www.filmm.fr)

## Témoignage

### Que faire pour limiter les consommations spécifiques d'énergie liées à la vie du bâtiment ?



On peut agir d'une part sur les nombreux usages liés au bâtiment mais non comptabilisés dans les consommations réglementées (ascenseurs, éclairage des parkings et des espaces extérieurs, etc) et d'autre part sur les consommations liées aux occupants (bureautique, lampes de bureau, écrans dynamiques de communication, salles de réunions multimédias, machines à café, etc). A titre d'exemple, quelques pistes de réflexion :

#### En conception

- Privilégier des circuits séparés pour la climatisation, confort des collaborateurs (heures de bureaux) et process (24/24).
- Installer des compteurs pour suivre les consommations non réglementées des usagers.
- Concevoir des réseaux électriques qui pourront être pilotés par la GTC (gestion technique centralisée), prises commandées et non commandées sur le poste de travail.
- Éviter autant que possible, les courants

ondulés, avec des pertes sur onduleurs qui sont importantes.

- Sur les thermostats d'ambiance, limiter les possibilités de variation sur les températures de consigne.

#### En exploitation

- Mettre en place un Système de Management de l'Énergie, type ISO 50001, intégré au système de management de l'exploitation de la certification HQE.
- Utiliser au mieux les possibilités de la GTC, coupure sur tranche horaire ou micro coupure.
- Suivre, adapter et respecter les scénarii d'usages (température de consigne, heures de fonctionnement).
- Recourir à des équipements économes en énergie.
- Communiquer, sensibiliser en permanence l'occupant afin d'améliorer les pratiques pour réduire les gaspillages énergétiques notamment.

Gérard Lapiche  
Responsable énergie immobilier tertiaire  
Bouygues Télécom

### Testimony from Nicolas Loz de Coëtghourhant, PwC:

What are the relative weight of energy consumption ? Successive thermal regulations have led to a reduction in the energy consumption of the building during its use phase. Taking into account the significant contribution of this phase in the life cycle of the building, this manifests itself as a notable reduction in the total primary energy consumption of the building, calculated over its life cycle. The study carried out by PwC for the FILMM in 2010 showed a reduction in the overall consumption of about 30% for private houses between RT 2005 and RT 2012. It should be noted that this reduction is, in particular, linked to the use of efficient products, especially insulating materials. At the same time, the contribution of building products on the environmental impact of the buildings increased but this additional investment is very cost-effective since it ultimately contributes to improving the overall environmental impacts of the building.

### Testimony from Gérard Lapiche Energy manager for office buildings, Bouygues Télécom :

How reduce in use consumption of energy ? More basic work can be done, on the one hand, on the numerous types of use linked to the building but not accounted for in regulated consumption (lifts, car park lighting and external areas, etc.) and, on the other hand, on consumption linked to the occupants (office equipment, desk lamps, interactive screens, multimedia meeting rooms, coffee machines, etc.). As an example, here are a few lines of thought:

#### In design

- Promote the use of separate circuits for the air-conditioning and comfort of staff (office hours) and processes (24/24)
- Install meters to monitor non-regulated consumption by users
- Design electrical networks which can be controlled by GTC (Centralised Technical Management), monitored and non-monitored plugs at work stations
- Avoid, as far as possible, backed up currents with inverter losses which are significant
- On room thermostats, limit the possibilities for adjustment of set temperatures

#### When in use

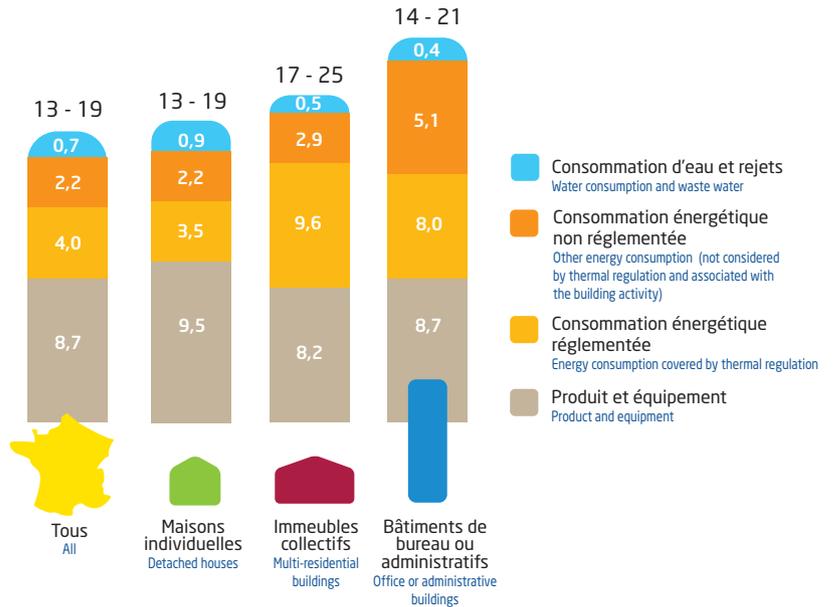
- Implement an ISO 50001-type Energy Management System, integrated in the in-use HQE certification
- Make efficient use of the capabilities of the GTC, timed cut-off or micro-cut-off
- Monitor, adapt and observe the various usage possibilities (set temperature, hours on line)
- Use energy-efficient equipment (laptop or desktop computers, video-conferencing)
- Inform and continually raise awareness among occupants about improving practices to reduce energy wastage in particular

# CHANGEMENT CLIMATIQUE

Bien que l'indicateur s'exprime en kilogramme équivalent CO<sub>2</sub>, c'est bien l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre à l'origine du changement climatique qui a été évalué : dioxyde de carbone (GES), méthane (CH<sub>4</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), hydrofluorocarbures (HFC), perfluorocarbures (PFC) et hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>). L'indicateur changement climatique traduit principalement l'impact des sources d'énergies utilisées (électricité, gaz, réseau de chaleur...) et donc doit être lu en association avec l'indicateur des déchets radioactifs marqueur de la consommation d'électricité fournie par le réseau.

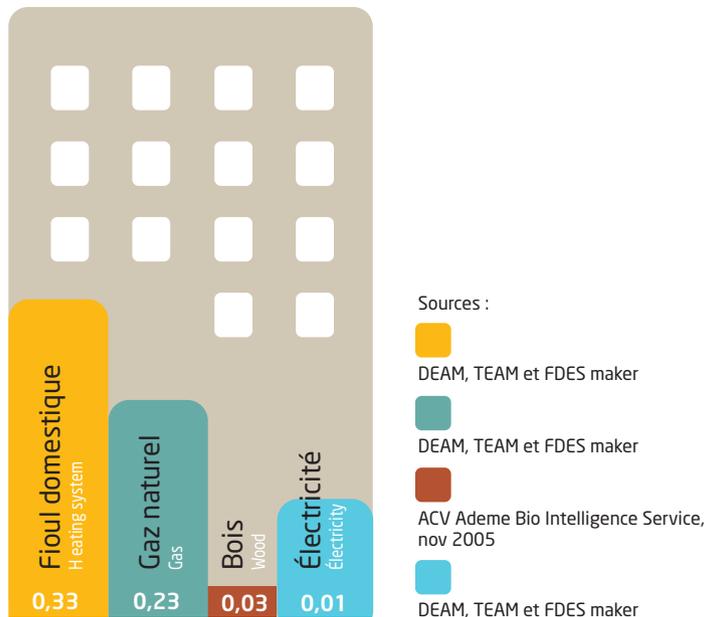
Les produits et équipements de construction sont la principale source de GES du fait de certaines phases de leur cycle de vie, notamment le procédé de fabrication et le transport. Ils pèsent au moins pour la moitié des émissions. A contrario, ils sont très minoritaires pour les déchets radioactifs.

▼ Indicateur : émissions de gaz à effet de serre en kg eq CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> shon/an



## Les produits et équipements de construction pèsent au moins pour la moitié des émissions de GES

▼ Contenu CO<sub>2</sub> des sources d'énergies pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (en kg eq CO<sub>2</sub>)



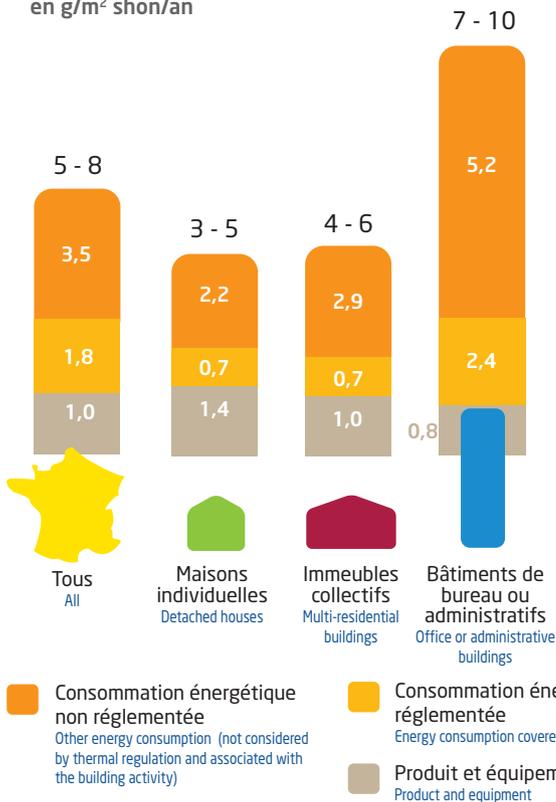
**À NOTER :**

- Le peu d'écart entre les différents bâtiments dans le résidentiel au niveau de l'impact GES des produits et équipements de construction montre que les systèmes constructifs étudiés ici, bien que très variés, se valent. Plusieurs leviers pour baisser leurs émissions de GES sont disponibles : innovation des produits, des systèmes constructifs eux-mêmes et surtout démarche globale de la conception des bâtiments.
- Le poids plus important en CO<sub>2</sub> dans la consommation d'énergie réglementée des immeubles collectifs traduit une source énergétique moins électrique que pour les autres.



Si on prend comme étalon de comparaison une voiture citadine émettant 140 g de CO<sub>2</sub> par kilomètre, alors pour "émettre autant", cela revient à parcourir pendant 100 ans :  
 Maison individuelle (110 m<sup>2</sup>) = 12 571 km/an  
 Appartement (83 m<sup>2</sup>) = 9 000 km/an

▼ Indicateur : déchets radioactifs en g/m<sup>2</sup> shon/an



**Climate change**

Although this indicator is expressed in quantity of CO<sub>2</sub>, all of the greenhouse gas emissions causing climate change were in fact assessed. This mainly reflects the impact of the energy sources used (electricity, gas, etc.) and therefore must be read in association with the radioactive waste indicator marking the consumption of electricity provided by the system.

Construction products and equipments are the main source of CO<sub>2</sub> due to certain phases in their life cycle, in particular, the manufacturing process and transport. They are responsible for at least half of the emissions. On the other hand, very few produce radioactive waste.

**Note:**

• The small difference between various residential buildings concerning the CO<sub>2</sub> impact of products and construction equipment shows that the construction systems studied here, although very varied, are equivalent. Several levers to reduce CO<sub>2</sub> emissions are available: product innovation, the

construction systems themselves and, above all, an overall approach to building design.

• Given the French energy mix, the largest amount of CO<sub>2</sub> in the regulated energy consumption of multi-residential buildings reflects an energy source with a lower electrical component than for the others.

**Construction products and equipment are responsible for at least half of the emission**

**Testimony from Guillaume Dieuset, Manager, Egis Bâtiments, Centre-Ouest / ELIOTH®:**

Cement and concrete can contribute to go further in reducing the CO<sub>2</sub> emissions of buildings ? "Within the framework of our mission of environmentally-friendly technical and quality engineering for football stadium BEPOS in Le Havre, we sought to reduce the carbon footprint of the construction. So, a CO<sub>2</sub> assessment was performed taking into account only the use of concretes made with conventional cement for all the structures in the construction. Seeking ways of improving this first figure, a second CO<sub>2</sub> assessment was performed, taking into account the use in about 50% of the structures of concretes made with low-carbon cement. The results looked very different ! Indeed, the new concretes helped reduce CO<sub>2</sub> emissions by 22% for the infrastructure and superstructure of the building, equivalent to 2,340 tonnes of CO<sub>2</sub> or the same level of emissions produced by a small town car covering 120 million kilometres or the annual emissions from 3,000 category B dwellings.

To make further progress on the environmental efficiency of buildings, structures must continue to be optimised, using more concretes made with low-carbon cement, organising supplies on site and optimising the management of waste in use.

**Témoignage**

**Le ciment et le béton peuvent-ils contribuer à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments ?**



Dans le cadre de notre mission d'ingénierie technique et qualité environnementale du Grand Stade BEPOS du Havre, nous avons cherché à améliorer le bilan CO<sub>2</sub> de l'ouvrage.

Ainsi, un premier bilan CO<sub>2</sub> a été calculé en prenant en compte uniquement l'emploi de bétons à base de ciments classiques pour l'ensemble des structures de l'ouvrage.

Cherchant des pistes de progrès sur ce premier résultat, un deuxième bilan CO<sub>2</sub> a été calculé en prenant en compte la réalisation d'environ 50 % des structures coulées en place en béton à base de ciments à taux réduits de CO<sub>2</sub>. Les résultats se sont alors avérés très différents !

En effet, ces nouveaux bétons ont permis

d'économiser 22 % des émissions de CO<sub>2</sub> sur les bétons utilisés pour l'infrastructure et la superstructure du bâtiment, soit 2340 tonnes équivalents CO<sub>2</sub>, ce qui représente l'équivalent des émissions d'une petite citadine parcourant 120 millions de kilomètres ou encore les émissions annuelles de 3000 logements en catégorie B.

Pour aller plus loin sur la performance environnementale du bâtiment, il faut continuer à optimiser les structures, généraliser le recours aux bétons utilisant des ciments à taux réduits de CO<sub>2</sub>, organiser les approvisionnements du chantier et optimiser la gestion des déchets en exploitation.

**Guillaume Dieuset**  
Gérant, Egis Bâtiments  
Centre-Ouest / ELIOTH®

Témoignage

## Choix du système constructif dans les bâtiments de bureaux : quel impact sur l'indicateur changement climatique ?



Dans la même logique d'analyse de cycle de vie de bâtiments, Cimbéton (Centre d'information sur le ciment et ses applications) a fait réaliser deux études, sur le logement en 2009, et maintenant sur les bureaux, permettant dans un cadre normatif strict de comparer les impacts environnementaux (multicritères) des différents systèmes constructifs couramment utilisés pour ces types de constructions. L'objectif était ici d'évaluer les impacts de différentes solutions constructives.

Pour les bureaux, a été conçu par des BE spécialisés, un immeuble type R+8/+2 s/sol. Sa superstructure a été étudiée en béton et en acier. Très performant, ce bâtiment RT 2012 a été positionné en zones climatiques H1a et H3 avec une sismicité faible.

Source : rapport QEB Bureau et sa revue critique sur le site [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)

Les impacts environnementaux ont été calculés pour le bâtiment complet par PwC - Ecobilan, à l'aide du logiciel "Team Bâtiment", à partir des FDES des produits, et en prenant en compte les consommations énergétiques conventionnelles et spécifiques (bureautique). Cette étude a été soumise à une revue critique par des experts spécialistes des différents domaines évoqués (BioIS, CSTB, Arcelor Mittal, CTICM, ATILH) ainsi que l'ONG WWF.

Sur les 11 impacts étudiés en détail, et pour les produits seuls, aucune différence significative entre les deux modes constructifs (> à 20 %) ne peut être mise en évidence. Par exemple, le poids du gros-oeuvre est évalué à 2,9 kg eq CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an pour une structure béton et à 3,1 kg eq CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an pour une structure acier.

**Amélie André**  
Manager Stratégie développement durable,  
PwC - Ecobilan

### Testimony: Amélie André, Sustainable Development Strategy Manager, PwC - Ecobilan

Choice of construction system in office buildings: how does this affect the climate change indicator?

Along the same lines as building life cycle analysis, Cimbéton (Centre for Information on Cement and its applications) conducted two studies on housing in 2009, and now on office buildings, comparing the environmental impacts of the various construction systems commonly used for these types of constructions within a strict normative framework. The aim here was to assess the impact of the various construction solutions.

For the offices, an R+8+2 basement-type building was designed by specialist engineering consultants. Its superstructure was studied in concrete and steel. Highly efficient, this RT 2012 building was located in H1a and H3 climatic zones with low seismicity. The environmental impact was calculated for the whole building by PwC - Ecobilan, using the "Team Bâtiment" software based on the french environmental product declaration (French EPD called FDES), and taking conventional and specific (office automation) energy consumptions into account.

This study was critically reviewed by experts specialising in the various fields mentioned (BioIS, CSTB, Arcelor Mittal, CTICM, ATILH) and by the NGO WWF.

From the 11 impacts studied in detail, and for the products alone, no significant difference can be highlighted between the two construction methods (> 20%). For example, the weight of shell is assessed at 2,9 kg eq CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/year for a concrete building and at 3,1 kg eq CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/year for a steel building.

Source: QEB office buildings report and its critical review on the website [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)



# DÉCHETS

Les déchets sont classés en trois catégories réglementaires :

- **les déchets inertes** : béton, terre cuite, carrelage, verre et plus généralement les déchets de matériaux minéraux non pollués...
- **les déchets non dangereux** : la majorité des déchets des produits de construction de second œuvre, les emballages des produits de construction, déchets métalliques...
- **les déchets dangereux** : emballages de peintures souillés, huiles, solvants, certains bois traités...

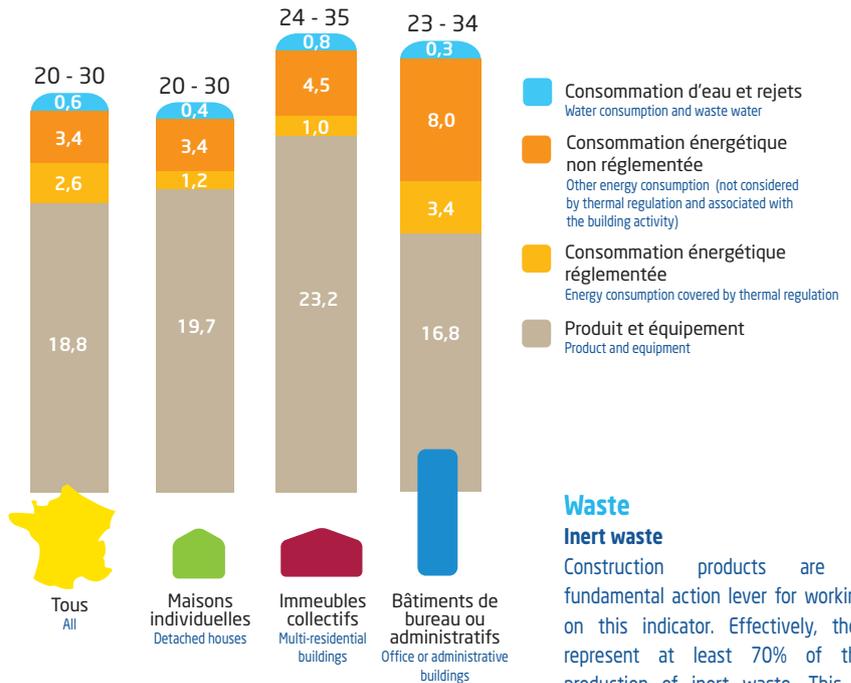
## Déchets inertes

Les produits de construction sont un levier d'action essentiel pour travailler sur cet indicateur. En effet, ils représentent au minimum 70 % de la production de déchets inertes. Cela est dû notamment au scénario de "fin de vie" du bâtiment : sa déconstruction complète au bout de 100 ans et une mise en décharge intégrale des déchets inertes.

Bien évidemment, plus la durée de vie du bâtiment est longue, plus la production de déchets inertes générés, essentiellement par les matériaux de structure, est lissée dans le temps.

## Les produits de construction représentent au moins 70 % de la production de déchets inertes du bâtiment

▼ Indicateur : production de déchets inertes en kg/m<sup>2</sup> shon/an



## Waste

### Inert waste

Construction products are a fundamental action lever for working on this indicator. Effectively, they represent at least 70% of the production of inert waste. This is mainly due to the building's end of life assumption: its complete deconstruction after 100 years and the landfilling of all inert waste.

**Construction products represent at least 70% of the production of inert waste.**

### Testimony from Jacques Rabotin, Chairman of building recycler union

Waste from building sites is equivalent to an annual figure of 30 million tonnes of inert waste, of which 60% come from the demolition of buildings and 32% from refurbishment. The past 15 years have enabled us to greatly improve the site waste management sector and have seen the emergence of a substantial inert waste recycling sector.

The recycling of inert waste from the building sector has enabled the impact of the management of this waste to be contained. Demolition concrete is sorted, separated from mixed waste (plaster, plastics and wood), crushed and then graded. Several sieve sizes are produced in this way and the resultant particulates can be used for the construction of roads.



Témoignage

## Quelles pistes de recyclage pour les déchets inertes du bâtiment ?



Les déchets de chantier de bâtiment représentent une production annuelle d'environ 30 millions de tonnes de déchets inertes, dont 60 % proviennent de la déconstruction des bâtiments et 32 % de la réhabilitation. Ces 15 dernières années ont permis d'améliorer fortement les filières de gestion des déchets de chantier et de voir émerger de véritables filières de recyclage des déchets inertes.

Le recyclage des déchets inertes issus du bâtiment permet de limiter l'impact de la gestion de ces déchets. Les bétons de déconstruction sont triés, séparés des déchets en mélange (plâtre, plastiques, bois), concassés puis criblés. On produit ainsi plusieurs granulométries de matériaux utilisables en technique routière.

Le gain environnemental est de trois niveaux :

- les matériaux recyclés remplacent des matériaux naturels issus des carrières, préservant ainsi la ressource géologique,

- le recyclage permet de limiter le stockage en installation de stockage de déchets inertes, préservant ainsi les espaces naturels,
- le recyclage permet un traitement local de ces déchets et limite les distances de transports des matériaux utilisés en technique routière.

Des efforts sont encore à fournir pour le développement de cette filière, afin que des quantités plus importantes de matériaux puissent être traitées sur les installations de valorisation des déchets inertes. Il faut aussi continuer à accompagner les maîtres d'ouvrage afin que les produits recyclés soient mieux connus et mieux utilisés en technique routière. Enfin, le travail accompli sur la qualité des produits recyclés doit être maintenu.

Jacques Rabotin  
Président du syndicat  
des recycleurs du BTP

The environmental gains are threefold:

- The recycled materials replace natural materials taken from quarries, thus conserving the geological resources.
- Recycling enables the storage of inert waste to be reduced, thus preserving natural spaces
- Recycling enables the waste to be processed locally and limits the distances that materials used for road construction have to travel.

More effort has to be forthcoming to develop this sector so that larger amounts of material can be processed at inert waste recycling plants. The client must also be educated so that recycled products are better recognised and used in road-building techniques. Finally, the work already carried out on the quality of recycled products must be maintained.

### Non-hazardous waste

Non-hazardous waste is produced by 97 % of construction products and equipment. It accounts for approximately 10 kg/m<sup>2</sup> net floor area year. In the situation where a surface area of 150 m<sup>2</sup> is occupied by 5 people (residential), the production of household waste is approximately 12 kg/m<sup>2</sup> shon/year. Non-hazardous waste is therefore on the same scale as household waste per m<sup>2</sup> of net floor area.

### Hazardous waste

Approximately 80 % of hazardous waste from buildings is related to the discharge of wastewater whose treatment generates hazardous waste. In total, hazardous waste, all types included, represents 0.33 kg/m<sup>2</sup> shon/year of hazardous waste (0.28 kg/m<sup>2</sup> shon/year for multi-residential buildings, 0.46 kg/m<sup>2</sup> shon/year for detached houses and 0.22 kg/m<sup>2</sup> net floor area/year for office buildings). The wastewater discharges scenario used for the building's life phase therefore significantly contributes to this indicator.

**Approximately 80 % of hazardous waste from buildings are related to treatment of waste water.**

## Environ 80 % des déchets dangereux du bâtiment sont liés au traitement des rejets d'eaux usées

### Déchets non dangereux

La production de déchets non dangereux provient à 97 % des produits et équipements de construction. Elle est de l'ordre de 10 kg/m<sup>2</sup>shon/an.

Si on se place dans le cas où 150 m<sup>2</sup> sont occupés par 5 personnes (résidentiel), la production de déchets ménagers est d'environ 12 kg/m<sup>2</sup>shon/an\*. Les déchets non dangereux sont donc du même ordre de grandeur que les déchets ménagers par m<sup>2</sup> de SHON.

### Déchets dangereux

Environ 80 % des déchets dangereux du bâtiment sont liés aux rejets d'eaux usées

dont le traitement génère des déchets dangereux.

Au total, les déchets dangereux représentent, toutes typologies confondues, 0,33 kg/m<sup>2</sup>shon/an de déchets dangereux (0,28 kg/m<sup>2</sup>shon/an pour les immeubles collectifs, 0,46 kg/m<sup>2</sup>shon/an pour les maisons individuelles et 0,22 kg/m<sup>2</sup>shon/an pour les bâtiments de bureaux).

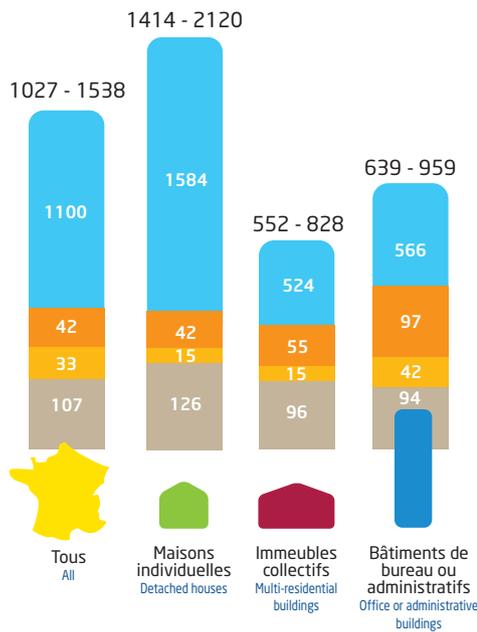
Le scénario de rejets d'eaux usées utilisé pour la phase de vie du bâtiment pèse donc considérablement sur cet indicateur.

\* Selon l'ADEME (www.ademe.fr), les français produisent environ 350 kg de déchets ménagers par an.

# CONSOMMATION D'EAU

L'indicateur consommation d'eau à l'échelle du cycle de vie du bâtiment est dû à 89 % à la consommation d'eau pendant la vie du bâtiment.

▼ Indicateur : consommation d'eau en L/m<sup>2</sup> shon/an



Toutes typologies confondues, l'indicateur consommation d'eau à l'échelle du cycle de vie du bâtiment est dû à 89 % à la consommation d'eau pendant la vie du bâtiment.

Le scénario de consommation d'eau pour la phase de vie du bâtiment pèse donc considérablement sur cet indicateur.

- Consommation d'eau et rejets  
Water consumption and waste water
- Consommation énergétique non réglementée  
Other energy consumption (not considered by thermal regulation and associated with the building activity)
- Consommation énergétique réglementée  
Energy consumption covered by thermal regulation
- Produit et équipement  
Product and equipment

## Water consumption

All types included, 89% of the water consumption indicator for the building's life cycle is due to water consumption throughout in use phase. The water consumption scenario for the building's life phase therefore significantly contributes to this indicator.

**89% of the water consumption indicator for the building's life cycle is due to water consumption throughout in use phase.**

## Testimony from Frédérique Delmas-Jaubert, Environmental Performance Engineer, SETEC bâtiment

How to reduce water consumption through design and in use phase ?

Firstly, a system must be designed which will be controlled by the operator : the presence of meters for each unit allows a shift in consumption (caused by a leak or even careless usage) to be identified as quickly as possible. Then, good access to the system needs to be provided to facilitate maintenance, thereby reducing the risks.

The choice of water-saving appliances constitutes another element of the strategy: dual flush toilets, restricted-flow appliances provide the usual functions, with the same level of comfort, whilst substantially reducing the volumes of water used. Upon installation, users require assistance in order to understand the extent of the possibilities offered by these appliances.

Finally, at the design stage, the use of rainwater should be organised to reduce the burden on drinking water resources. Rainwater is often used for watering green spaces, and where possible, it is used in toilets...

## Témoignage

### Comment réduire la consommation d'eau en conception et en exploitation ?



Il s'agit d'abord de concevoir un réseau qui sera maîtrisé par l'exploitant : la présence de compteurs pour chaque entité permet d'identifier au plus vite une dérive de consommation (constituée d'une fuite, ou bien d'un usage inconsidéré). Il s'agit ensuite d'assurer une bonne accessibilité au réseau pour faciliter l'entretien, et diminuer ainsi les risques.

Le choix des appareils économes en eau constitue un autre volet de la stratégie : les chasses d'eau à double commande, les appareils à débit limité permettent de remplir les fonctions habituelles, avec un même niveau de confort, en réduisant sensiblement les

volumes d'eau consommés. A la mise en service, un accompagnement des utilisateurs s'impose afin de leur indiquer l'étendue des possibilités offertes par ces appareils.

Enfin, il s'agit dès la phase conception, d'organiser l'exploitation de la ressource constituée des eaux de pluie, afin de réduire la pression exercée sur la ressource eau potable. Souvent, elle est destinée à l'arrosage des espaces verts, et lorsque cela est possible, elle est destinée aux chasses d'eau.

**Frédérique Delmas-Jaubert**  
Ingénieur Performance environnementale,  
SETEC bâtiment

# QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

## INDOOR AIR QUALITY



# QUELS SONT LES PROBLÈMES DE SANTÉ LIÉS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR ?

## // Parole d'expert

Nous vivons principalement dans des espaces clos (80 % de notre vie), qu'il s'agisse de lieux accueillant du public (transports, administrations, écoles, hôpitaux, salles de sport et de cinéma, etc.), de bâtiments professionnels (bureaux et commerces) ou d'espaces privés (logements individuels ou collectifs). Nous sommes donc tous exposés aux polluants présents dans l'atmosphère des environnements clos. Les problèmes de santé dus à cette pollution sont multiples et recouvrent des manifestations cliniques très diverses, qui, pour la plupart, ne sont pas spécifiques des polluants détectés.

Certaines associations entre les expositions à des substances présentes dans l'air intérieur et des effets sur la santé sont désormais bien établies : l'amiante, le radon, le benzène peuvent provoquer l'apparition de certains cancers ; le monoxyde de carbone émis par des appareils à combustion défectueux (cuisson, chauffage, production d'eau chaude sanitaire,....) est la cause d'intoxications oxycarbonées parfois mortelles. D'autres polluants émis par ces types d'appareils (particules et oxydes d'azote) génèrent des troubles respiratoires mis en évidence à l'occasion des rares études épidémiologiques s'étant intéressées spécifiquement à la qualité de l'air intérieur (Viegi et al, 2004). Les Composés organiques volatils (COV) et les aldéhydes sont, le plus souvent, à l'origine d'irritations des yeux et des voies respiratoires. Certains d'entre eux, comme le benzène, sont classés "cancérogène avéré pour l'homme", d'autres comme le formaldéhyde sont classés "susceptible de provoquer le cancer", selon le règlement CLP (Classement européen harmonisé). D'autres effets, neurotoxiques ou visant la fonction de reproduction, sont également possibles, associés à des substances retrouvées pour partie dans les environnements clos comme certains pesticides, phtalates, polybromodiphényléthers, polychlorobiphényles...

Dans le champ de la pollution biologique, les allergènes domestiques (d'acarien, de chat, de chien...) sont susceptibles d'entraîner des réactions allergiques chez les personnes prédisposées. De même, les moisissures, ainsi que les composés qu'elles libèrent (mycotoxines, COV), sont également reconnus comme pouvant être à l'origine de pathologies allergiques.

Extrait : source [www.oqai.fr](http://www.oqai.fr)

WHAT HEALTH PROBLEMS ARE RELATED TO INDOOR AIR QUALITY? (source: [www.oqai.fr](http://www.oqai.fr))

We mainly live in enclosed spaces (80 % of our life), whether in public places (transport, public services buildings, schools, hospitals, sports centres and cinemas, etc.), professional buildings (offices and retail) or private spaces (detached houses or multi-residential buildings). We are all therefore exposed to pollutants that are present in the atmosphere of enclosed environments. A multiple number of health problems are caused by this pollution covering highly diverse illnesses, the majority of which are not specific to the pollutants detected. Some links between exposure to substances present in indoor air and the effects on health are now well established: asbestos, radon and benzene can cause some cancers; the carbon monoxide emitted by faulty fuel-fired equipment (cooking, heating, hot water production, etc.) is the cause of carbon monoxide poisoning, sometimes with lethal consequences. Other pollutants emitted by this type of equipment (nitrogen oxide and particles) produce respiratory disorders highlighted by the rare epidemiological studies focussing specifically on indoor air quality (Viegi et al, 2004). Volatile organic compounds (VOC) and aldehydes are very often the cause of eye and respiratory tract irritations. Some of them, such as benzene, are classified as "carcinogenic potential for humans" other like formaldehyde are classified as "Suspected human carcinogens" by the CLP regulation. Other neurotoxic effects, or effects to the reproductive function are also possible with substances partially found in enclosed environments such as pesticides, phtalates, polybromodiphenylethers, and polychlorinated biphenyls, etc. Within the field of biological pollution, domestic allergens (mites, cats, dogs, etc.) may cause allergic reactions in susceptible people. Similarly, moulds, and the compounds that they release (mycotoxins, VOC), are also recognised as being the possible cause of allergic diseases.

# PÉRIMÈTRE DU TEST HQE PERFORMANCE 2011

Quatre opérations ont fait l'objet d'une mesure de qualité de l'air intérieur (QAI) dans le cadre du test HQE Performance 2011 entre mars et août 2011 :

- un immeuble collectif,
- une résidence étudiante,
- une maison individuelle,
- un immeuble de bureaux.

Les mesures ont été réalisées selon les opérations par Atmo Franche-Comté, Atmo PACA et le Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris.

Conformément au protocole HQE Performance établi pour la mesure de la qualité de l'air intérieur des bâtiments neufs, les polluants mesurés ont été les suivants : dioxyde d'azote, benzène, formaldéhyde, particules (PM 2,5 et PM 10), composés organiques volatils totaux et radon (pour les zones concernées).

Ce protocole a été défini notamment à partir de celui utilisé pour la campagne "école" portée par l'OQAI.

## Mémo QAI

Qualité de l'air intérieur pour les bâtiments neufs : valeurs sanitaires de référence pour une exposition long terme

### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

40 µg.m<sup>-3</sup>

Etablies par l'OMS

### Benzène

5 µg.m<sup>-3</sup> : valeur repère

2 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible pour 2015

Etablies par le Haut Conseil de la Santé Publique

### Formaldéhyde

30 µg.m<sup>-3</sup> : valeur repère

20 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible pour 2014

10 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible pour 2019

Etablies par le Haut Conseil de la Santé Publique

### Radon

400 Bq.m<sup>-3</sup>

Etablies par l'Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public.

### COV Totaux

> 300 - 1000 µg.m<sup>-3</sup> : pas d'impact spécifique, mais augmentation de la ventilation recommandée.

< 300 µg.m<sup>-3</sup> : valeur cible

Etablies par la Commission - Hygiène de l'air intérieur - de l'Agence fédérale allemande pour l'environnement

## Scope of the 2011 HQE performance test

Four operations were the subject of an indoor air quality measurement within the framework of the 2011 HQE Performance test between March and August 2011:

- a multi-residential building
- a student residence
- a detached house
- an office building.

In accordance with the HQE Performance protocol established for measuring the indoor air quality of new buildings, the pollutants measured were the following: nitrogen dioxide, benzene, formaldehyde, particles (PM2.5 and PM10), total volatile organic compounds and radon (for the areas affected).

Information source included in the rest of this chapter: F. SQUINAZI - HQE PERFORMANCE - Mesure de la qualité de l'air intérieur des bâtiments neufs à réception - Retour d'expérience sur les campagnes de mesure - Déc. 2011.

## ▼ Qualité de l'air intérieur, plusieurs facteurs à prendre en compte



Source des informations présentées dans la suite de ce chapitre : SQUINAZI F. - HQE PERFORMANCE - Mesure de la qualité de l'air intérieur des bâtiments neufs à réception - Retour d'expérience sur les campagnes de mesure - Déc. 2011.

# RÉSULTATS DES MESURES

Sur les opérations étudiées, on constate dans la plupart des cas, que les valeurs mesurées de formaldéhyde, de benzène, de dioxyde d'azote, de monoxyde de carbone et de radon respectent les valeurs sanitaires repères actuelles.

Néanmoins, bien que les tests aient été réalisés sur des bâtiments neufs avant occupation (et donc sans mobilier), la valeur cible pour le formaldéhyde de 10 µg.m<sup>-3</sup>, qui témoigne d'une très bonne qualité de l'air, n'est jamais atteinte.

Les tests montrent également des différences significatives entre les valeurs observées dans différents locaux d'un même bâtiment. Des causes potentielles ont été évoquées :

- nature de certains produits de décoration,
- qualité de l'air extérieur (proximité de voies de circulation automobile à fort trafic, station essence...),
- dysfonctionnement du système de ventilation.

Ces tests soulignent aussi l'impact positif de la ventilation sur les concentrations des polluants dans l'air intérieur des bâtiments. En effet, dans deux des quatre cas où il y avait un dysfonctionnement de la ventilation, la concentration des polluants à l'intérieur des locaux était beaucoup plus forte et les valeurs sanitaires repères alors non atteintes.

Dans un des cas, la ventilation a contribué aussi à l'entrée de polluants d'origine extérieure (les indicateurs choisis étant le benzène et le dioxyde d'azote). Ce constat nécessite d'étudier, en amont de la construction d'un bâtiment, l'impact de la pollution extérieure et de mettre en œuvre des solutions adaptées afin de lutter contre la pénétration des polluants d'origine extérieure.

Ces tests montrent la faisabilité du protocole établi par l'Association HQE pour la plupart des polluants recommandés : formaldéhyde, benzène, dioxyde d'azote et radon. La mesure des particules et des COV "Totaux" a posé problème quant à son mode de mesure (disponibilité des appareils de mesure recommandés...).

Si la planification d'une campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur dans un bâtiment neuf

## De façon autonome, les acteurs de la construction ne savent pas vers qui s'orienter pour faire les mesures de qualité de l'air intérieur.

"à réception" peut-être pensée comme difficile à mettre en œuvre, le test a prouvé que cela était possible. Les mesures ont été menées dans des locaux inoccupés et représentatifs du bâtiment étudié. C'est là une pratique opérationnelle intéressante.

Enfin, dans le cadre du test, l'Association HQE, s'appuyant sur le réseau des AASQA (Agences Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air), a pu proposer aux participants des contacts pour faire les mesures. Mais, il est certain que de façon autonome les acteurs de la construction ne savent pas vers qui s'orienter pour faire ce type de mesures et que la plupart des laboratoires n'ont pas encore à disposition le matériel nécessaire.

### Results of the measurements

From the four cases studied, in most cases it was noted that the formaldehyde, benzene, nitrogen dioxide, carbon monoxide and radon values measured comply with current health benchmarks. Nevertheless, although the tests were carried out on new buildings before occupation (and therefore without any furniture), the target value for formaldehyde of 10 µg.m<sup>-3</sup>, which indicates very good air quality, is never reached. The tests also show significant differences between the values observed in the various rooms in the same building. Potential causes were mentioned:

- nature of some decorative products;

- outdoor air quality (proximity of roads with heavy traffic, petrol station, etc.);
- malfunctioning ventilation system;

These tests also highlight the positive impact of the ventilation system on the concentration of pollutants in the air inside the buildings. Effectively, in two of the four cases with no ventilation system malfunction, the concentration of pollutants inside the rooms was much higher and the health benchmarks were therefore not reached.

In one of the cases, the ventilation system also contributed to pollutants coming in from outdoors (the indicators chosen were benzene and nitrogen dioxide). This observation means that the impact of the external pollution must be studied ahead of construction of a building and suitable solutions must be implemented in order to fight against the penetration of external pollutants.

These tests show the feasibility of the protocol established by Association HQE for most of the recommended pollutants: formaldehyde, benzene, nitrogen dioxide and radon. The measurement of particles and "Total" VOCs posed problems as regards the method of measurement used (availability of recommended measuring devices, etc.).

Although planning an indoor air quality measuring campaign inside a new building "upon acceptance" may be considered as difficult to implement, the test proved that this was possible. Measurements were taken in rooms that were unoccupied and representative of the building studied. This in itself is an interesting operational practice.

Témoignage

## Performance énergétique, ventilation et qualité de l'air intérieur : vers une équation gagnante ?



Afin d'améliorer la performance énergétique des bâtiments, de nouvelles exigences sur la perméabilité à l'air des bâtiments sont apparues. Les fabricants des matériels et équipements de renouvellement d'air ont proposé des systèmes gérant de plus en plus finement les débits d'air avec une tendance globalement à la baisse.

Il est important de rappeler que le renouvellement d'air des locaux a pour vocation, outre l'aspect sanitaire lié à la respiration des occupants, d'éliminer les polluants issus de l'activité des usagers (vapeur d'eau, CO<sub>2</sub>, COV...), de limiter l'humidité pour éviter le développement de microorganismes et d'assurer un fonctionnement satisfaisant aux éventuels appareils de combustion.

Les réglementations existantes fixant les exigences de débits de renouvellement d'air dans les locaux sont : l'arrêté du 24 mars 1982 modifié pour l'aération des logements ainsi que le Code du travail et le RSD (Règlement Sanitaire Départemental de 1979) pour les principaux locaux tertiaires.

Certains résultats récents de diverses campagnes de mesure des polluants dans les bâtiments amènent à se poser la question du renouvellement de l'air. Ils mettent aussi en évidence la nécessité de tester les installations afin de s'assurer qu'elles délivrent bien les débits d'air prévus.

Lors de la conception d'un bâtiment neuf, le principe de ventilation mis en œuvre devra avant tout être parfaitement adapté aux usages du bâtiment tout en respectant les exigences de performance énergétique.

Pour accompagner la démarche de bâtiments plus économes en énergie et offrant aux occupants des conditions de qualité de vie optimales, il est indispensable d'intégrer, dès les premières esquisses du projet, les besoins liés à la maintenance des équipements techniques et notamment ceux en relation avec la qualité de l'air : bonne accessibilité des matériels, possibilité d'adaptation des systèmes aux besoins, changement des filtres, entretien des réseaux, des bouches...

Dans le cas, de la rénovation d'un bâtiment, il est indispensable de travailler à la fois sur l'obtention combinée d'une bonne qualité d'air et d'une bonne performance énergétique.

Il sera important de déterminer la meilleure adéquation possible entre l'usage du bâtiment, le niveau d'isolation des parois et les conditions de ventilation.

Dans tous les cas, une bonne qualité d'air intérieur implique une installation de ventilation performante avec un suivi et un entretien des équipements irréprochables.

**Philippe Bauduin**  
Gérant,  
TCEP Ingénierie

### Testimony from Philippe Bauduin, Manager, TCEP Ingénierie.

Energy efficiency , ventilation and indoor air quality : toward a winner equation ? In order to improve the energy efficiency of buildings, new requirements on the permeability to air of buildings have been drawn up. The manufacturers of air renewal devices

and equipment have put forward systems which control air flows to an increasingly greater degree, with the underlying trend being towards reduced flows.

It is important to remember that the purpose of the air renewal in premises, in addition to the health aspect linked to the air breathed by the occupants, is to remove pollutants caused by the

activity of users (water vapour, CO<sub>2</sub>, VOC, etc.), to limit humidity in order to avoid the growth of micro-organisms and to ensure the satisfactory operation of any combustion devices which may be used.

The current regulations governing the requirements for air renewal in premises in France are: the decree of 24 March 1982, modified for the aeration of dwellings, as well as the French Labour Code and the RSD (1979 Departmental Health Regulation) for main tertiary premises.

Certain results from various campaigns for measuring pollutants in buildings have led to questions about air renewal. They also highlighted the need to test installations in order to ensure that they are indeed delivering air flows at the rates planned.

When designing a new building, the ventilation principle adopted must above all be exactly matched to the use of the building, while observing the requirements of energy efficiency. Maintenance of the systems will contribute to achieving greater energy efficiency

To support the push for more energy-efficient buildings while offering their occupants optimal quality of life conditions, it is vital to incorporate, from the very first project plans, requirements linked to the maintenance of technical equipment, especially those related to air quality: easy access to equipment, the ability to adapt systems to needs, changing filters, maintenance of networks, vents, etc.

And the renovation of buildings When a building is being renovated, it is vital to work both on obtaining good air quality and good energy efficiency. It will be important to determine the best possible balance between the use of the building, the level of insulation of the internal walls and the conditions of ventilation.

In any event, good interior air quality requires an efficient ventilation system, with high quality monitoring and maintenance of the equipment.

# Conclusion et perspectives



**“Construisons ensemble HQE Performance” :  
Devenez signataire de la Charte.**

Ce test HQE Performance démontre “en grandeur nature” que l’on peut de façon objective et transparente, mesurer l’impact environnemental d’un bâtiment et sa performance.

Ce faisant, il offre une nouvelle vision des enjeux énergétiques et environnementaux du bâtiment et suggère de nouveaux critères pour fonder la valeur verte.

Nourris par ce test, les outils d’ACV bâtiment vont pouvoir être améliorés pour plus d’opérationnalité et ainsi mieux répondre aux attentes des acteurs en terme d’éco-conception, de benchmark et de lisibilité des résultats.

En parallèle, l’effort de mise à disposition des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits et équipements sur la base publique de référence INIES doit être poursuivi. Cet effort doit impérativement s’élargir aux fluides du bâtiment : énergie, traitement des eaux usées, transport, déchets...

Concernant la mesure de la qualité de l’air intérieur, le test HQE Performance a montré le besoin pour la filière de monter en puissance sur ce sujet et pour les acteurs d’avoir plus aisément accès à l’information. Ceci passe par une meilleure disponibilité des matériels de mesure et par une évolution des pratiques vers la mesure de la qualité de l’air. Il apparaît également clairement, que la vérification systématique des installations de ventilation à réception (débit et étanchéité) est un préalable à toute mesure de qualité de l’air intérieur.

**L’Association HQE a d’ores et déjà intégré toutes ces nouvelles actions dans sa feuille de route 2012 et invite tous les acteurs à poursuivre leurs efforts de façon coordonnée et mutualisée pour poursuivre ensemble la construction de HQE Performance.**

## **CONCLUSION AND OUTLOOK**

This HQE Performance test demonstrates on a “life-size” scale that the environmental impact of a building and its performance can be measured objectively and transparently. Therefore, it offers a new vision of the building’s energy and environmental issues and suggests new criteria for establishing the green value. Inspired by this test, Building LCA tools can be improved for greater efficiency and can therefore better meet the expectations of key players in terms of eco-design, benchmark and clarity of the results. At the same time, efforts to make EPDs available on the INIES public reference database must be continued, and the full voluntary commitment of the industry must be made for the end of 2012. This effort must be extended to the building’s fluids: energy, wastewater treatment, transport, waste, etc.

Regarding the measurement of indoor air quality, the HQE Performance test showed the need for the sector to gain ground on this subject and for key players to have easier access to the information. It also seems clear that systematic checking of ventilation systems upon acceptance (flow and leak tightness) is a prerequisite for measuring indoor air quality.

HQE Association has now integrated all of these new actions in its 2012 road map and invites all key players to continue their efforts in a coordinated and shared way in order to continue building HQE Performance together.

**“Let’s build HQE Performance together” :  
becoming signatories of the Charter.**

## PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE

Environmental performance

### ACV :

Analyse de cycle de vie  
LCA: Life Cycle Analysis

### Éco-conception :

L'éco-conception se définit comme une démarche recherchant à minimiser, pour tout produit ou service, les différents impacts environnementaux dont il est à l'origine sur l'ensemble de son cycle de vie.

Eco-design: eco-design is defined as an approach that seeks to minimise the various environmental impacts caused by any product or service throughout its life cycle.



### ELODIE :

Logiciel développé par le CSTB pour réaliser une Analyse de Cycle de Vie (ACV) à l'échelle d'un bâtiment, couplé à la base de données INIES.  
[www.elodie-cstb.fr](http://www.elodie-cstb.fr)

Elodie: Software developed by the CSTB for carrying out Life Cycle Analysis (LCA) for a building, associated with the INIES database.

### FDES :

Une FDES est une Fiche de déclaration environnementale et sanitaire. Cette déclaration est établie sous la responsabilité des fabricants (ou syndicat professionnel) du produit. La norme pr EN 15804 (qui remplacera partiellement la NF P01-010 en 2012) fournit

la méthode d'obtention et le format de déclaration des informations environnementales et sanitaires.

FDES (French EPD): A FDES is the french Environmental Product Declaration. Product manufacturers (or group of manufacturers) are responsible for drafting this declaration. Pr EN 15804 (which will partially substitute NF P01-010 in 2012) provides the method for obtaining the information and the declaration format.



### INIES :

La base de données INIES est la base de données nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des matériaux et produits de construction. INIES met à la disposition des acteurs des FDES de produits de construction fournies par les fabricants ou syndicats professionnels au format de la norme NF P01-010. Le fonctionnement de la base INIES est assuré par un conseil de surveillance et un comité technique. Le conseil de surveillance présidé par le ministre de l'Écologie, du développement durable, des transports et du logement veille à l'éthique et à la déontologie de fonctionnement de la base INIES. Le comité technique présidé par l'AIMCC veille à la collecte et au traitement des données ainsi qu'à l'actualisation du contenu de la base.

Elle va prochainement accueillir les PEP.  
[www.inies.fr](http://www.inies.fr)

INIES: The INIES database is the national reference database for the environmental and health characteristics of construction materials and products. INIES provides key players with construction product EPDs supplied by manufacturers or groups of manufacturers in NF P01-010 format. The INIES database is operated by a monitoring council and technical committee. The monitoring council chaired by the Ministry for Ecology, Sustainable Development, Transport and Housing monitors the ethics and operational conduct of the INIES database. The technical committee chaired by the AIMCC (Association of Industries of construction products) monitors the collection and processing of data and the updating of the contents of the database.

It will soon host PEPs.



### PEP :

Le PEP (Profil Environnemental Produit) enregistré au titre du Programme PEP écopassport est une déclaration environnementale de type III au sens de la norme ISO 14025 décrivant ses caractéristiques environnementales et son impact sur l'environnement tout au long du cycle de vie. Il est spécifique aux équipements électriques, électroniques et de génie climatique.

[www.pep-ecopassport.org](http://www.pep-ecopassport.org)

The PEP (Product Environmental Profile) recorded according to the PEP eco-passport Program is a type III environmental declaration as defined by ISO 14025 describing its environmental characteristics and its environmental impact throughout the life cycle. It is specific to electrical, electronic and environmental engineering equipment.

## QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Indoor air quality

### Valeur repère :

Valeur de gestion de la qualité de l'air intérieur en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée aujourd'hui. Elle peut être considérée comme la teneur maximale acceptable vis-à-vis du polluant considéré dans les conditions régulières d'occupation.

Reference point: value for managing the indoor air quality below which no specific corrective action is currently recommended. It may be considered as the maximum acceptable concentration of pollutant considered under regular occupancy conditions.

### Valeur cible :

Des teneurs inférieures ou égales témoignent d'une bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant

mais il convient de garder à l'esprit que l'objectif doit toujours être de réduire les concentrations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible.

Target value: lower or equal concentrations demonstrate good air quality in relation to this pollutant but it should be borne in mind that the aim must always be to reduce concentrations to as low a level as reasonably possible.





L'Association HQE remercie l'ensemble des acteurs qui ont volontairement participé à ce premier test HQE Performance.



Cette brochure a pu être maquetée et imprimée grâce au concours financier de :



#### **Directrice de la rédaction**

Anne-Sophie Perrissin-Fabert  
(Association HQE).

#### **Ont collaboré à la rédaction**

Armelle Bonny (Cerqual),  
Nicolas Dhoye (EGF BTP),  
Caroline Lestournelle (AIMCC),  
Alexandra Lebert (CSTB),  
Philippe Leonardon (ADEME),  
Corine Maupin (Cequami),  
Éric Querry (Certivéa),  
Hadjira Schmitt (DHUP)  
et les membres du Bureau  
de l'Association HQE.

**Approuvé par le Conseil d'Administration  
de l'Association HQE du 22 novembre 2011.**

#### **Crédits photos**

Home page : Maison Saint-Gobain Multi-Confort, Beaucouzé (49), architecte Laure LEVANNEUR - Crédit Saint-Gobain - Page 3 : première photo : Chantier Le Millénaire, Paris (19<sup>ème</sup>), ICADE, photo J. Urquijo - Page 3 : deuxième photo : crédit SFEC - Page 3 : troisième photo : EOLIS, Bruxelles - Belgique, CB Richard Ellis Investors, architecte Assar Architects - Page 3 : quatrième photo : crédit FFB - Page 3 : cinquième photo : Le Millénaire, Paris (19<sup>ème</sup>), ICADE, architecte Jean-Marie Charpentier, photo J. Urquijo - Page 7 : Fotolia - Page 8 : Lycée Jean-Jaurès, Pic-Saint-Loup (34), architecte Pierre Tourre, photo H. Abbadie - Page 12 : Spring, Nanterre (92), Bouygues Immobilier, architecte Jean-Claude DI FIORE - Page 14 : Siège Gamba Acoustique, Labège (31), architecte Philippe VIGNEU - Page 18 : crédit SFEC - Page 19 : crédit : VCF service environnement - Page 22 : Maison 10x10, Poitiers (86), architectes LANCEREAU et MEYNIEL, photo Lancereau et Meyniel - Page 24 : deuxième photo : crédit SFEC - Page 27 : Maison Saint-Gobain Multi-Confort, Beaucouzé (49), architecte Laure LEVANNEUR - Page 29 : Résidence Emile Decœur, Fontenay-aux-Roses (92), architecte Chantalat et Liucci, photo Eric Thierry

## À PROPOS DE L'ASSOCIATION HQE

Plateforme de la construction et de l'aménagement durables reconnue d'utilité publique, l'Association HQE accompagne les donneurs d'ordres, professionnels, experts et usagers pour :

- Anticiper et initier la réflexion
- Contribuer au développement de l'excellence dans les territoires et pratiques professionnelles
- Porter l'intérêt général du secteur à l'international au travers de France GBC

Pour ce faire, elle propose et fait évoluer des cadres de référence, mutualise les connaissances, forme les professionnels et incarne ses valeurs auprès des réseaux et instances tant nationaux qu'internationaux. Forte d'un savoir-faire de plus de 15 ans, l'Association HQE a créé, porté et décline la démarche HQE.

### About HQE Association

A sustainable construction and development platform, recognised as a public utility, the HQE Association federates contractors, professionals, experts and users in:

- Anticipating and initiating standards
- Contributing to the development of excellence in professional practices
- Representing the general interest of the sector's players internationally in France GBC

To this end, it elaborates and improves reference frameworks, shares knowledge, trains professionals and embodies its values in networks and institutions nationally and internationally. Backed by more than 15 years of know how, the HQE Association has created and promotes the HQE approach.