

# MEMOIRE TFE

**Intégration des contraintes environnementales et techniques en accession de logement sur un site dense et contraignant.**

ELEVE : TAN VINCENT B3BA  
3425X



Entreprise d'accueil : **IDF PARIS**

EIFFAGE CONSTRUCTION Saint-Denis

Adresse : 2 Avenue François Mitterrand 93200 Saint-Denis, France

Tel : 01 55 93 79 00

Lieu du stage :

Adresse du stage : 1, 3, 5 rue Jacques Kablé 75018 PARIS

Date du stage : 26.03.12 au 26.07.12

Tuteur de stage : Frédéric MARCEL

Professeur pédagogique : Christophe GOBIN



 SOMMAIRE

|   |    |
|---|----|
| REMERCIEMENT .....                                  | 7  |
| I. INTRODUCTION .....                               | 9  |
| II. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE .....              | 13 |
| A. Le groupe eiffage                                |    |
| - Histoire du groupe                                |    |
| - Activités   |    |
| - Implantation                                      |    |
| - Quelques chiffres                                 |    |
| B. L'entreprise Eiffage construction Saint-Denis    |    |
| - Eiffage construction saint denis                  |    |
| - Organisation et Organigramme                      |    |
| - Certification et qualification professionnelles   |    |
| - Activités et réalisation d'eiffage Saint-Denis    |    |
| III. PRESENTATION DE L'OPERATION .....              | 21 |
| A. Description de l'environnement                   |    |
| - Emplacement du projet                             |    |
| - Topographie du site                               |    |
| B. Description du projet                            |    |
| - « Inova » : 73 logements                          |    |
| - Intervenant                                       |    |
| - Classement  |    |
| - Présentation de l'équipe travaux                  |    |
| C. Contraintes et exigences réglementaire du projet |    |
| - Exigences Acoustiques                             |    |
| - Exigences Environnementales                       |    |
| - Exigences Thermique                               |    |
| - Objet de l'étude                                  |    |
| IV. CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET PROBLEMATIQUE .....   | 37 |
| A. Introduction                                     |    |
| - Augmentation de la teneur en CO <sub>2</sub>      |    |
| - Objectif du gouvernement en France                |    |
| - Secteur du bâtiment en France                     |    |
| - Objectif du Grenelle pour le secteur du bâtiment  |    |

## B. Réglementation Thermique 2012

- Historique
- Application
- Exigences de résultats
- Exigences de moyens

## C. Problématique

- Problématique d'entreprise

## V. LA PERMEABILITE A L'AIR DES BATIMENTS.....51

## A. Raison de l'imperméabilisation

- L'hygiène et la santé – la qualité de l'air intérieur
- Le confort thermique et acoustique des occupants
- La facture énergétique
- La conservation du bâti
- La sécurité des personnes à côté de site industriel

## B. Exigences BBC-Effinergie

- Label BBC
- Définition de l'enceinte étanche
- Test d'étanchéité à l'air
- Nombre de logements testés
- Coûts des tests d'étanchéité

## C. Mesure de la perméabilité

- Principe de mesure
- Protocole de mesure

## D. Points de vigilance

## E. Comment la SAS doit s'organiser pour y répondre ?

- Etablir un plan d'actions
- Moyens organisationnels
- Moyens humains

## VI. RETOUR D'EXPERIENCES.....65

## A. Opération ZAC Cardinet

- Descriptif de l'affaire
- Description sommaire des travaux
- Exigences contractuelles
- Identification des points de fuites et traitement mis en oeuvre
- Résultats

## B. Carrefour Massy CAMPUS

- Descriptif de l'affaire
- Description sommaire des travaux
- Exigences contractuelles

## C. Résidence la Morée

- Descriptif de l'affaire
- Description sommaire des travaux
- Exigences contractuelles

## D. Opération BBC à Achères

- Descriptif de l'affaire
- Description sommaire des travaux
- Exigences contractuelles

## E. Opération BBC à Saint-Mandé

- Descriptif de l'affaire
- Description sommaire des travaux
- Exigences contractuelles

## F. Conclusion du retour d'expérience

## VII. ANALYSE DES RISQUES SUR L'OPERATION KABLE.....87

- Démarche à suivre
- Détermination des logements les plus contraignants

- Identification des points de fuites potentiels sur le logement A65
- Analyse des risques
- Analyse du CCTP

|   |     |
|---|-----|
| VIII. APPLICATION LORS DES CONSULTATIONS..... | 103 |
| A. de la conception à la consultation         |     |
| - Démarche à suivre                           |     |
| B. Consultation                               |     |
| - Contexte et enjeux                          |     |
| - Démarche adoptée                            |     |
| IX. CONCLUSION.....                           | 113 |
| X. BIBLIOGRAPHIE.....                         | 117 |
| XI. TABLE DES ILLUSTRATIONS.....              | 121 |
| XII. ANNEXES                                  |     |



## I. REMERCIEMENT

- En premier lieu, je tiens à remercier Monsieur Frédéric MARCEL, Chef de secteur de l'Entreprise EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS, qui m'a accueilli au sein de son service et qui fut mon responsable pour la réalisation de ce Projet d'Entreprise.

Je voudrais également remercier toute l'équipe du chantier rue Jacques Kablé, à savoir :

- Giuliano BERTINI, Chef de projet
- Guillaume ESNOL, Conducteur de travaux CES
- Joël PIRES, Conducteur de travaux GO
- José PAULOS, Chef de chantier

de l'Entreprise EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT DENIS pour m'avoir épauler tout au long de ce stage, et qui m'ont accueilli sur l'opération « Inova ». Je voudrais saluer leur disponibilité, leur amabilité et leur patience pour toutes les explications et les documents qu'ils ont pu me fournir, ainsi que leur témoigner ma reconnaissance pour avoir facilité mon intégration.

Enfin je souhaiterai remercier Emilie BOUTOUNET, Animatrice du service Q.S.E (Qualité Sécurité Environnement) de l'Entreprise EIFFAGE CONSTRUCTION IDF PARIS, pour avoir participer à mon retour d'expérience sur les différentes opérations de la SAS.

En outre, je souhaiterais remercier l'ensemble des collaborateurs de l'Entreprise EIFFAGE CONSTRUCTION avec lesquels j'ai été en contact tout au long de mes démarches, sans qui ce TFE n'aurai pas été possible.

Enfin, je remercie le corps enseignant de l'ESTP qui m'ont suivi tout au long de mon Projet d'Entreprise.



# I

## INTRODUCTION



## I. INTRODUCTION

Aujourd'hui, en France, le secteur du bâtiment est le secteur qui est le plus gros consommateur d'énergie parmi tous les secteurs économiques. La France a donc au travers du Grenelle environnement pris l'engagement pour lutter contre le changement climatique. Et l'objectif du Grenelle est de généraliser les bâtiments basse consommation (BBC) à l'horizon fin 2012, et les bâtiments à énergie positive à l'horizon 2020. Il est donc nécessaire de développer en interne une démarche qualité et des compétences spécifiques nous permettant de répondre à ces nouveaux marchés. En effet, aujourd'hui le test de perméabilité à l'air ainsi que les valeurs à respecter sont obligatoires uniquement sur des opérations de construction BBC-Effinergie. Mais plus tard, avec la RT2012, ces tests devront être obligatoires pour tous logements neufs. Ainsi, le but principal de l'étude est donc de définir une démarche, un protocole, en phase de préparation de chantier, permettant de limiter les infiltrations d'air afin d'obtenir la certification BBC Effinergie, sur une opération de 73 logements à Paris. De plus, le projet étant sur un site dense et contraignant, (bordé par de nombreux immeubles et de voies ferrées). Cela implique de nombreuses contraintes à prendre en compte non seulement pendant la phase de préparation mais aussi pendant la phase de consultation et de réalisation.

- Tout d'abord, d'un point de vue acoustique et vibratoire. En effet, l'environnement sonore du site est principalement influencé par le trafic ferroviaire, et cela induit des contraintes acoustique sur les façades, mais aussi vibratoire sur le bâtiment. Des plots anti vibratoires seront donc mis en œuvre pour lutter contre la vibration, et nous étudierons les dispositions à prendre en compte pour la mise en œuvre de ces plots. En effet, c'est la première fois qu'on utilise un matelas résilient sur le pourtour et en sous face des fondations. Le principe étant d'envelopper l'infrastructure du bâtiment avec un matelas résilient.

- Ensuite, des contraintes d'un point de vue environnementales, afin d'obtenir le label BBC. En effet, il est important de traiter lors de ces différentes phases, l'ensemble des contraintes liées aux labels BBC-Effinergie, afin de limiter les problèmes d'étanchéité à l'air. A savoir que, l'objectif industriel que l'entreprise générale devra vérifier, est une mesure de perméabilité à l'air sur le bâtiment, qui est obligatoire pour tout logement voulant obtenir le label BBC-Effinergie. Cette mesure n'est pas obligatoire pour un bâtiment à usages autres que d'habitation. Ainsi la valeur de la perméabilité pour des logements collectifs doit être inférieure à  $1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  sous un écart de pression de 4 Pascals (conformément à la RT 2005). C'est pourquoi il est nécessaire, de réaliser une démarche afin de limiter les points de fuites. Le protocole qui doit être mis en œuvre est donc une étude préalable, un plan qualité environnement permettant de limiter les infiltrations. En effet, l'étanchéité à l'air de l'enveloppe doit être comprise comme un système programmé, conçu, détaillé dans les clauses techniques, mis en œuvre avec précaution, et dont l'efficacité est vérifiée en cours de chantier et à la réception. Ainsi il est important de définir une démarche en phase de préparation sur l'opération « Inova », un plan qualité environnement qui traite l'ensemble de ces contraintes : contraintes sur le plan environnemental, puisque cela a pour but final de limiter les consommations des futurs occupants mais aussi techniques de part la réalisation et la mise en oeuvre. L'objectif sera donc de détailler la méthodologie de maîtrise de ce paramètre d'étanchéité.



## II



# PRESENTATION DU GROUPE EIFFAGE

- **Le groupe EIFFAGE**
  - Histoire du groupe
  - Activités
  - Implantation
  - Quelques chiffres
- **L'entreprise EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS**
  - Eiffage construction saint denis
  - Organisation et Organigramme
  - Certification et qualification professionnelles
  - Activités et réalisation d'eiffage Saint-Denis



## II. PRESENTATION DU GROUPE EIFFAGE

### A. LE GROUPE EIFFAGE

#### II.1 Histoire du groupe



Au sein du groupe EIFFAGE, troisième groupe français et huitième major européen du BTP et des concessions, EIFFAGE Construction réunit l'ensemble des métiers liés à la construction, l'aménagement, la promotion immobilière, le montage d'opérations et la maintenance.

- **1844** - **Création de Fougerolle** Philippe Fougerolle (1806-1883) fonde l'entreprise familiale comme en atteste, lors de l'achèvement des travaux du canal du Nivernais, le sceau royal que lui remet en date du 8 octobre l'ingénieur des Ponts et Chaussées de la Nièvre.
- **1889** - **Inauguration de la Tour Eiffel** Commandée en 1885 par le ministre du Commerce de l'époque, elle fut construite entre 1887 et 1889 et inaugurée à l'occasion de l'Exposition Universelle. Elle demeurera le monument le plus haut du monde jusqu'en 1930 avec la construction du Chrysler Building de New-York.
- **1924** - **Naissance de SAE** La Société Auxiliaire d'Entreprises Electriques et de Travaux Publics, plus connue sous le nom de SAE, fut fondée à Paris par les frères Albert et Ernest de Marchena et le polytechnicien milanais Gino Valatelli.
- **1973** - **Opéra de Sydney (Australie)** La construction de l'Opéra de Sydney s'est déroulée de 1963 à 1973. Cette création architecturale était extrêmement audacieuse.
- **1984** - **Palais Omnisports de Paris-Bercy** Cette construction permet aujourd'hui d'organiser plus de 110 manifestations par an et d'avoir une capacité d'accueil allant jusqu'à 17 000 spectateurs.
- **1989** - **Pyramide du Louvre** Eiffel construit le nouvel emblème de Paris, ouvrage symbolisant le renouveau du plus grand musée du monde.
- **1992** - **Naissance d'Eiffage** L'union Fougerolle-SAE donne naissance au Groupe EIFFAGE.
- **2002** - **Viaduc de Millau** Eiffage est le constructeur-concessionnaire du viaduc de Millau, le pont haubané le plus haut du monde.
- **2008** - **Stade Lille Métropole** : Signature du contrat de PPP pour la conception, le financement, la construction, l'entretien et la maintenance pour 31 ans du Grand Stade Lille Métropole.
- **2009** - **La LGV Perpignan-Figueras** est livrée dans les temps au concessionnaire TP Ferro. Ouverture à la circulation de la route des Tamarins sur l'île de la Réunion. Démarrage du chantier du futur siège de la Direction Générale de la Gendarmerie Nationale (DGGN) à Issy-les-Moulineaux.
- **2010** - Pose de la première pierre de l'autoroute **Dakar-Diamniadio** au Sénégal, réalisée par Eiffage dans le cadre d'un contrat de concession d'une durée de 30 ans.  
- Eiffage fête ses 20 ans d'actionnariat salarié, un succès non démenti et une expérience unique parmi les grandes sociétés françaises.  
- Pose de la première pierre du **Grand Stade Lille Métropole**, stade et boîte à spectacles unique en son genre.
- **2011** - Mise à disposition du **Centre Hospitalier Sud-francilien**  
- Signature du contrat de partenariat public-privé pour la ligne à grande vitesse Bretagne - Pays de la Loire entre Le Mans et Rennes

#### II.2 Activités

Leader européen des concessions et du BTP, Eiffage exerce ses activités à travers cinq métiers :

- **CONCESSIONS ET PPP** : grands ouvrages d'infrastructures et de superstructures
- **CONSTRUCTION** : bâtiment, immobilier, facility management
- **TRAVAUX PUBLICS** : génie civil, terrassement, route
- **ENERGIE** : génie électrique, génie climatique, automatisation de process
- **METAL** : construction métallique et façades, génie mécanique, chaudronnerie, maintenance

### II.3 Implantation

Les **compétences complémentaires** permettent au Groupe d'être présent sur des **chantiers de très grande envergure**, comme le viaduc de Millau, ouvrage de légende réalisé puis exploité en totalité par Eiffage, ou le Grand Stade Lille Métropole dont le permis de construire a été délivré le 17 décembre 2009.

Eiffage s'illustre également par des **réalisations de très grande ampleur en Europe**, telles que la LGV belge, l'autoroute Norscut au Portugal et un PPP d'entretien routier en Allemagne (Kreis de Lippe), ainsi qu'au Sénégal avec le contrat de concession de l'autoroute Dakar-Diamniadio.

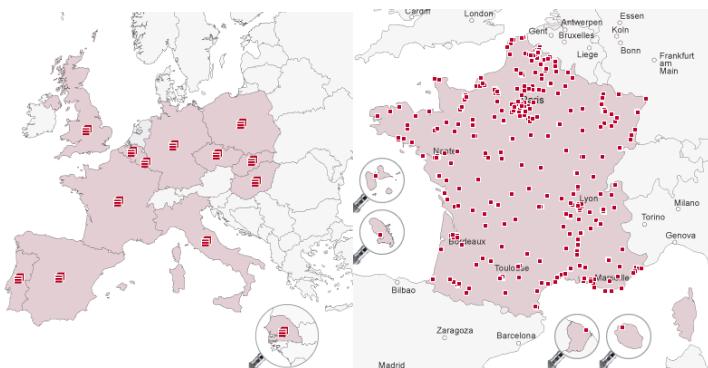


Figure 1 : Implantations d'EIFFAGE en Europe, source : [www.eiffage.com](http://www.eiffage.com)

### II.4 Quelques chiffres

EIFFAGE emploie 70 000 salariés, dont 15 000 dans le secteur de la construction. En 2009, le chiffre d'affaires d'EIFFAGE Construction a été de 3 704 millions d'euros, pour 145 millions d'euros de bénéfices.

#### EIFFAGE CONSTRUCTION

- **14 903** collaborateurs en France et en Europe
- **3 620 M€** de chiffre d'affaires 2010
- **4 620 M€** de carnet de commandes
- **180 ans** d'histoire
- **157 M€** de résultat opérationnel courant
- **150** unités opérationnelles
- **1 014** recrutements en 2010
- **85%** des salariés français actionnaires du Groupe



Figure 2: EIFFAGE en quelques chiffres, source : [www.eiffage.com](http://www.eiffage.com)

## B. L'ENTREPRISE EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS

### II.5 Eiffage construction Saint-Denis, entreprise du groupe eiffage



Fondée en 1844 par cinq frères, Lucien, Jean, Philippe, Xavier et Marius, l'entreprise FOUGEROLLE a su tirer à profit sa longue et prestigieuse histoire pour donner naissance à la fin du vingtième siècle, à un des plus importants « majors » français du BTP, le groupe EIFFAGE.

Tout commence donc en 1844, lorsque les cinq frères fondent leur maison de maçonnerie familiale. FOUGEROLLE commence son activité par la livraison du canal du Nivernais le 8 octobre 1844, comme l'atteste la remise du sceau royal par l'ingénieur des ponts et chaussés de la Nièvre. A la fin du XIX siècle, l'entreprise qui a grandi réalise de nombreux ouvrages d'art, tout en ayant une activité essentiellement concentrée sur le massif central.

La première moitié du XX siècle voit le développement spectaculaire de l'entreprise qui s'internationalise et réalise ses premiers travaux au Sénégal dès 1927. En 1955, FOUGEROLLE réalise le pont de Tancarville, alors plus long pont suspendu d'Europe.

Les années 90 vont marquer une étape importante dans l'histoire de la société. C'est ainsi que le premier juin 1992, l'OPA amicale de FOUGEROLLE sur SAE devient, grâce à la très forte contribution des salariés, effective. En 1993, le groupe résultant de cette opération prend le nom d'EIFFAGE. A la fin 1999, les sociétés SAE, QUILLERY et FOUGEROLLE, filiales du groupe EIFFAGE fusionnent pour créer EIFFAGE CONSTRUCTION.

Cette fusion conservera l'entreprise FOUGEROLLE en limitant ses activités à l'Île de France et en la transformant en filiale d'EIFFAGE CONSTRUCTION en île de France.

En 2005, FOUGEROLLE reçoit la clé d'or de la meilleure entreprise générale de France pour la réalisation de Défense Plaza, un programme de bureaux haut de gamme bâti pour HRO à la Défense.

Aujourd'hui et forte de cette nouvelle jeunesse, FOUGEROLLE rebaptisée Eiffage Construction Saint-Denis a réalisé pour l'année 2008 un chiffre d'affaires avoisinant les 100 millions d'euros. Elle concentre dorénavant ses activités sur le bâtiment et envisage l'avenir avec confiance et optimisme.

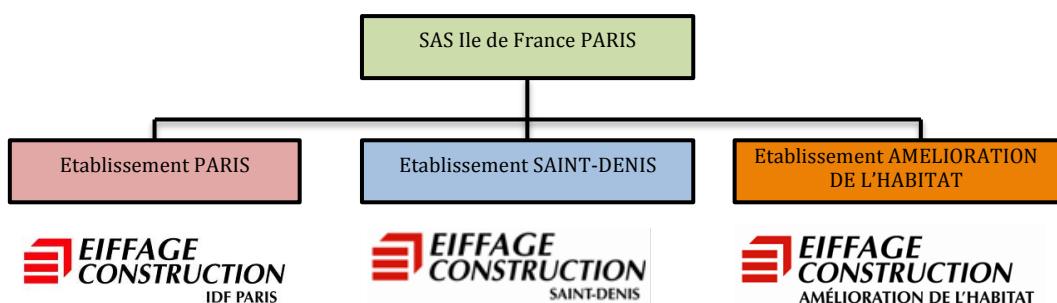


Figure 3 : Organigramme de la SAS d'EIFFAGE IDF Paris

Aujourd'hui, Eiffage Construction Saint-Denis fait partie d'une SAS, la **SAS EIFFAGE CONSTRUCTION IDF PARIS**. La SAS, compte aujourd'hui 700 collaborateurs, est composée de trois établissements qui développent essentiellement leur activité dans le domaine du Bâtiment sur l'ensemble de l'Île de France :

- EIFFAGE CONSTRUCTION AMÉLIORATION DE L'HABITAT,
- EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS,
- EIFFAGE CONSTRUCTION IDF PARIS.

(cf. schéma ci dessus.)

## II.6 Organisation d'EIFFAGE CONSTRUCTION Saint-Denis

Des services sont donc communs aux trois établissements de la SAS IDF PARIS, comme le service Qualité Sécurité et Environnement.

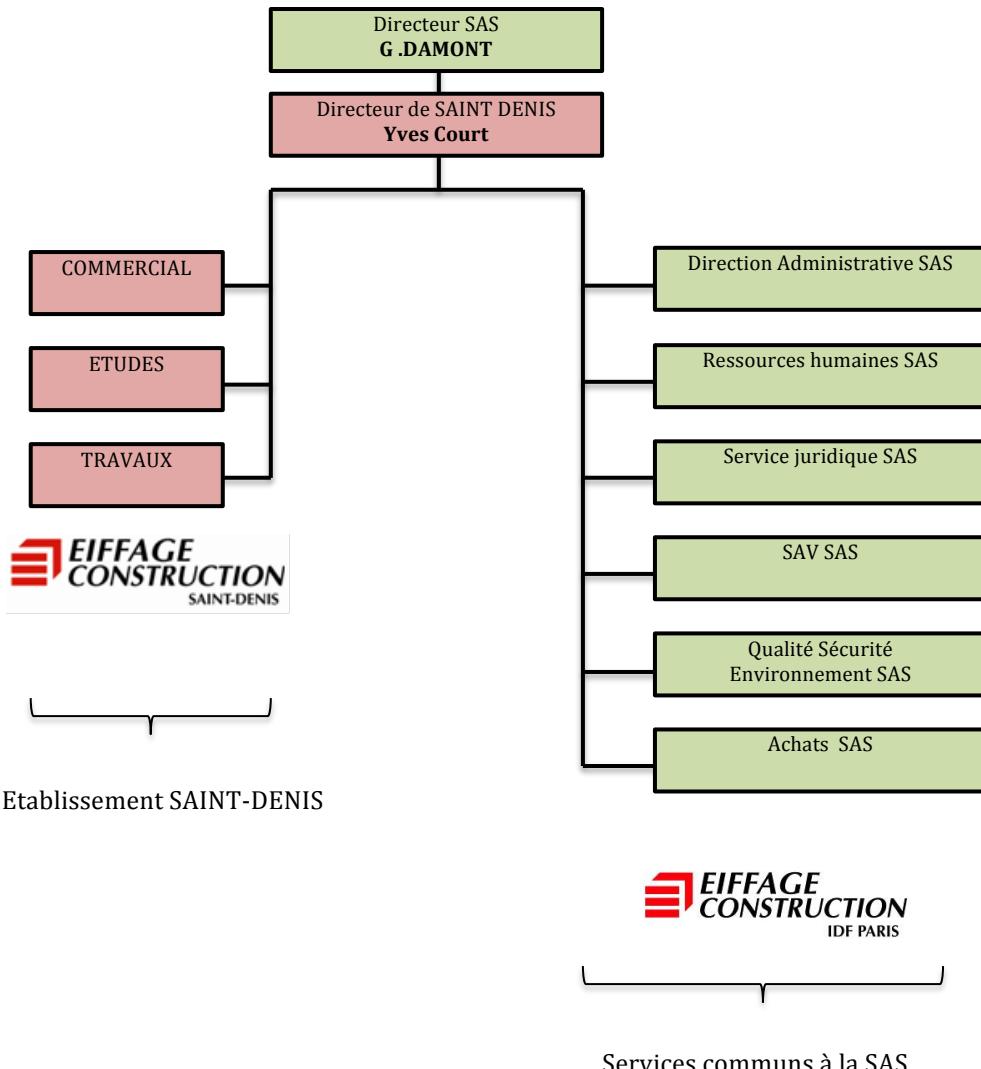


Figure 4: Organisation d'EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS

Les organigrammes présent en **ANNEXE 01** définissent les principaux liens, **hiérarchiques** d'une part et **opérationnels** d'autre part, entre les salariés de l'Entreprise.

## II.7 Certifications et qualifications professionnelles

### Certification :

Certification BVQI : NF EN ISO 9001

### Qualification professionnelles :

- 2213 : Béton armé et béton précontraint (technicité supérieure) (commission Qualibat du 27/09/05)
- 1223 « Reprises en sous-œuvre », 2113 « Maçonnerie et béton armé », 2141 « Transformation

en maçonnerie », 2142 « Réparation en maçonnerie et en béton armé », 2232 « Fabrication d'éléments béton armé et béton précontraint », 2242 « fourniture et pose d'éléments béton armé », 2253 « Ouvrages étanches en élévation en béton armé », 2283 « Réparation d'ouvrages béton armé ou béton précontraint ».

Les marchés négociés par l'Entreprise, basés sur ces métiers sont souvent du type Entreprise Générale.

## II.8 Activités d'ÉIFFAGE SAINT-DENIS

### Activités :

- Logements sociaux
- Logements libres
- Bureaux
- Centres commerciaux
- Equipements publics
- Réhabilitation
- Ensembles fonctionnels
- Ensembles industriels
- Ensembles urbains

### Dernières opérations réalisées :

- **2012** Siège CARREFOUR, 143 Avenue de Paris 91300 MASSY (en cours de réalisation)
- **2012** Extension ateliers HERMES, bâtiment C/D, et E/F. 11-22 Rue Auger 93500 PANTIN (en cours)
- **2011** Claude Bernard, Ecole polyvalente ( primaire et maternelle) comportant 13 salles de classes. (Architectes : Brenac-Gonzalez). ZAC Claude Bernard 75019 PARIS



# III

## PRESENTATION DE L'OPERATION

- **Description de l'environnement**
  - Emplacement du projet
  - Topographie du site
- **Description du projet**
  - Description du projet « Inova »
  - Intervenant
  - Classement
  - Présentation de l'équipe travaux
- **Contraintes et exigences réglementaire du projet**
  - Exigences Acoustique
  - Exigences Environnementale
  - Exigences Thermique
  - Objet de l'étude



### III. PRESENTATION DE L'OPERATION « INOVA »

Le présent TFE se déroulera sur une opération de 73 logements et de commerces en Rez-de-chaussée en accession à la propriété. Dans ce chapitre on s'efforcera de décrire l'ensemble du projet ainsi que les principales contraintes de l'opération.

#### A – DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

##### III.1) Emplacement du projet

Le site se trouve à Paris (75), dans la rue Jacques Kablé, dans un milieu très dense, et contraignant. En effet, le site est bordé :

- à l'est par le faisceau de voies ferrées issu de la gare de l'est,
- au nord par : la rue Jacques Kablé et une école
- à l'ouest par des bâtiments donnant sur la rue Jacques Kablé,
- au sud par un bâtiment de logements de la Régie Immobilière de la Ville de Paris (RIVP\*).
- pont à charge limité, qui contraint l'accès des camions

Le site est donc difficile non seulement d'accès, mais aussi par le peu de place que dispose le chantier (cf. **ANNEXE 02** : Plan d'installation de chantier)

Quand à l'environnement sonore du site, il est donc principalement influencé par :

- le trafic ferroviaire sur la ligne de métro aérien (source prépondérante)
- le trafic ferroviaires sur les voies issues de la gare de l'Est (source secondaire)
- dans une moindre mesure par le trafic routier sur la rue Jacques Kablé et les rues environnantes.

La figure suivante présente une vue aérienne du projet.

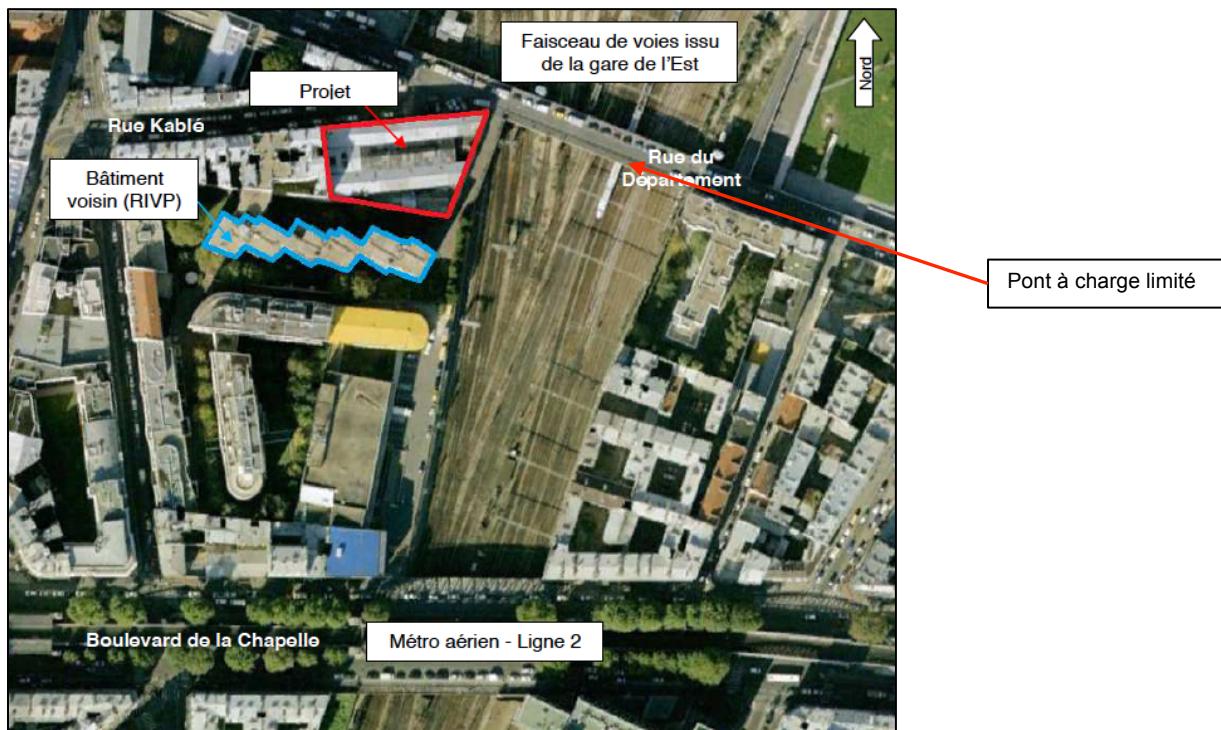


Figure 5: Situation du projet "Inova" , 1-3-5 rue Jacques Kablé

Commentaire : L'ancien bâtiment (dans l'emprise du projet) était un garage

Automobile. Il comprenait un niveau de sous sol, un rez-de-chaussée et un premier étage. Ce bâtiment a été entièrement démolie à mon arrivée, pour permettre l'implantation du projet. Il s'agira d'un bâtiment de logements en R+6 comprenant 2 niveaux de sous sol.

\*RIVP : Régie Immobilière de la Ville de Paris

### III.2) Topographie du site

Le rez-de-chaussée situé au niveau de la rue Kablé surplombe les voies ferrées d'environ 8 mètres. La photographie suivante est prise depuis le pont surplombant les voies et présente la situation de l'ancien bâtiment.

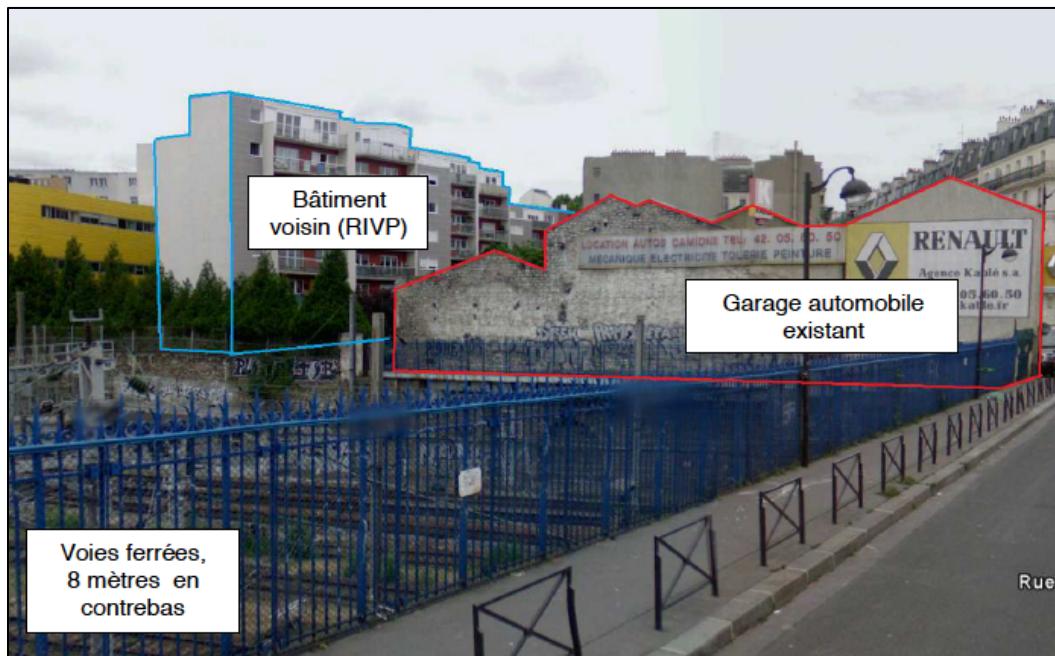


Figure 6: Topographie du site

## **B – DESCRIPTION DU PROJET**

### III.3) Description du projet « Inova »

Type de marché : Privé

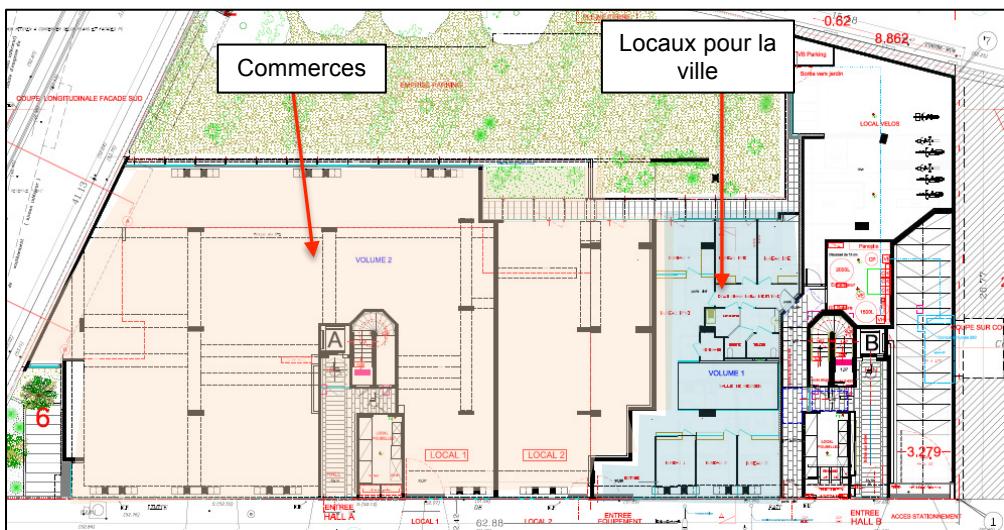
Le futur bâtiment possédera deux niveaux de sous sol (parkings). Etant donné la topographie du site, le R-2 restera légèrement au dessus du niveau des voies ferrées. Au rez-de-chaussée seront implantés des locaux d'activités et des commerces. Les logements seront quant à eux situés dans les étages, du R+1 au R+6. La figure suivante présente le projet, du rez-de-chaussée au R+6.



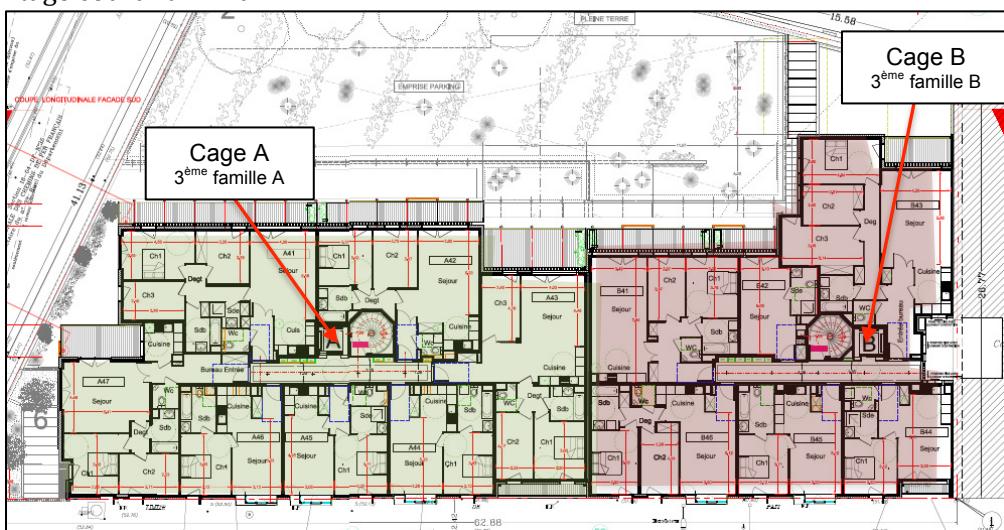
Figure 7: Perspective du projet "Inova"

### III.4) Plans et Façades

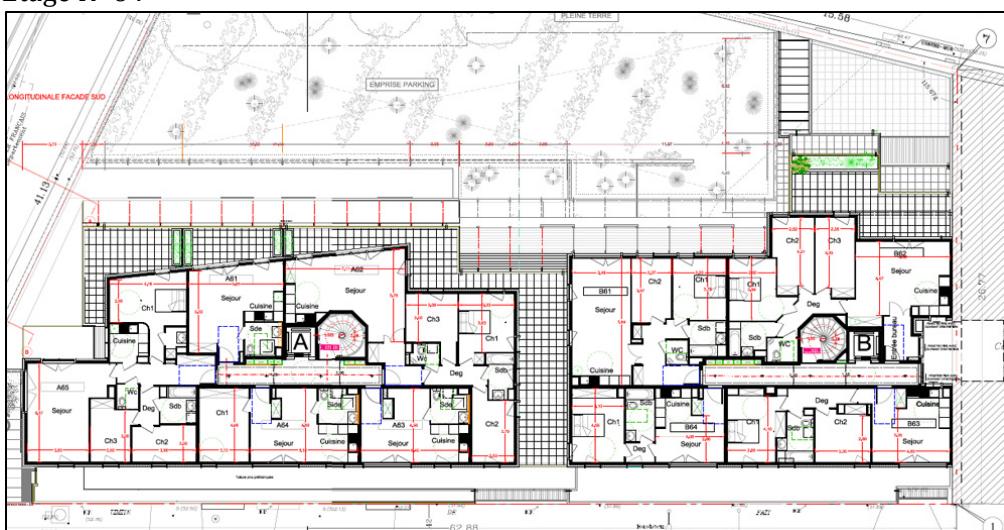
Rez de chaussée :



Etage courant R+1 à R+4:



Etage R+6 :



Les plans et les façades de l'opération sont disponibles en **ANNEXE 03**

### III.5) Intervenant

L'entreprise EIFFAGE CONSTRUCTION Saint-Denis a traité, un marché tout corps d'états, pour un montant de 10 350 000 euros. Les intervenants sont les suivants :

Maître d'ouvrage : **MARIGNAN RESIDENCES**

70, rue de Villiers  
92532 Levallois-Perret

Architecte : **SELARL MILET CHABEUR**

11, rue Arquebusiers  
75003 PARIS

Bureau d'Études : **CET**

Immeuble "Le Villerenne"  
23, quai Alfred Sisley  
92390 VILLENEUVE-LA-GARENNE

### III.6) Mode de construction

Infrastructure :

- Réalisation de 2 niveaux de sous-sols sur 6 mètres de profondeur
- Parois en voiles par passes alternées butonnées
- Fondations sur semelles isolées et puits en gros béton
- Dallage
- Verticaux :
  - Voiles en béton armé
  - Poteaux coulés en place
- Horizontaux :
  - Planchers coulés en place
  - Prédalles,
- Poutres préfabriquées sur chantier, et coulés en place

Superstructures :

- Réalisation de 6 niveaux en superstructure
- Verticaux :
  - Voiles en béton armé
  - Poteaux coulés en place
  - Prémurs contre mitoyen
  - Prémurs entre les 2 cages
- Horizontaux :
  - Planchers coulés en place

### III.7) Délais et effectifs

Délai de préparation : 2 mois

Délai GO : 12 mois

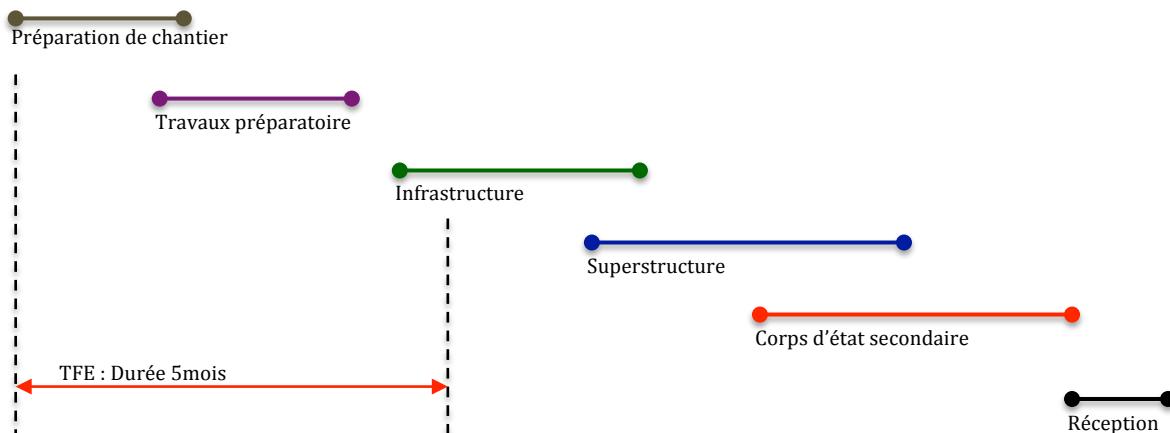
Délai TCE : 20 mois

Début de travaux : Mai 2012

### III.8) Classement

L'ensemble des bâtiments est classé en 3<sup>ème</sup> famille A pour la cage A, et 3<sup>ème</sup> famille B pour la cage B. ERP de 5<sup>ème</sup> catégorie pour les locaux au rez de chaussée.

### III.9) Planning prévisionnel des travaux



cf. ANNEXE 04 : Planning CES des travaux

### III.10) Equipe de travaux

Le stage s'est effectué au côté de l'équipe travaux, en relation permanente avec le service Q.S.E (Qualité Sécurité et Environnement) commun à la SAS d'EIFFAGE.

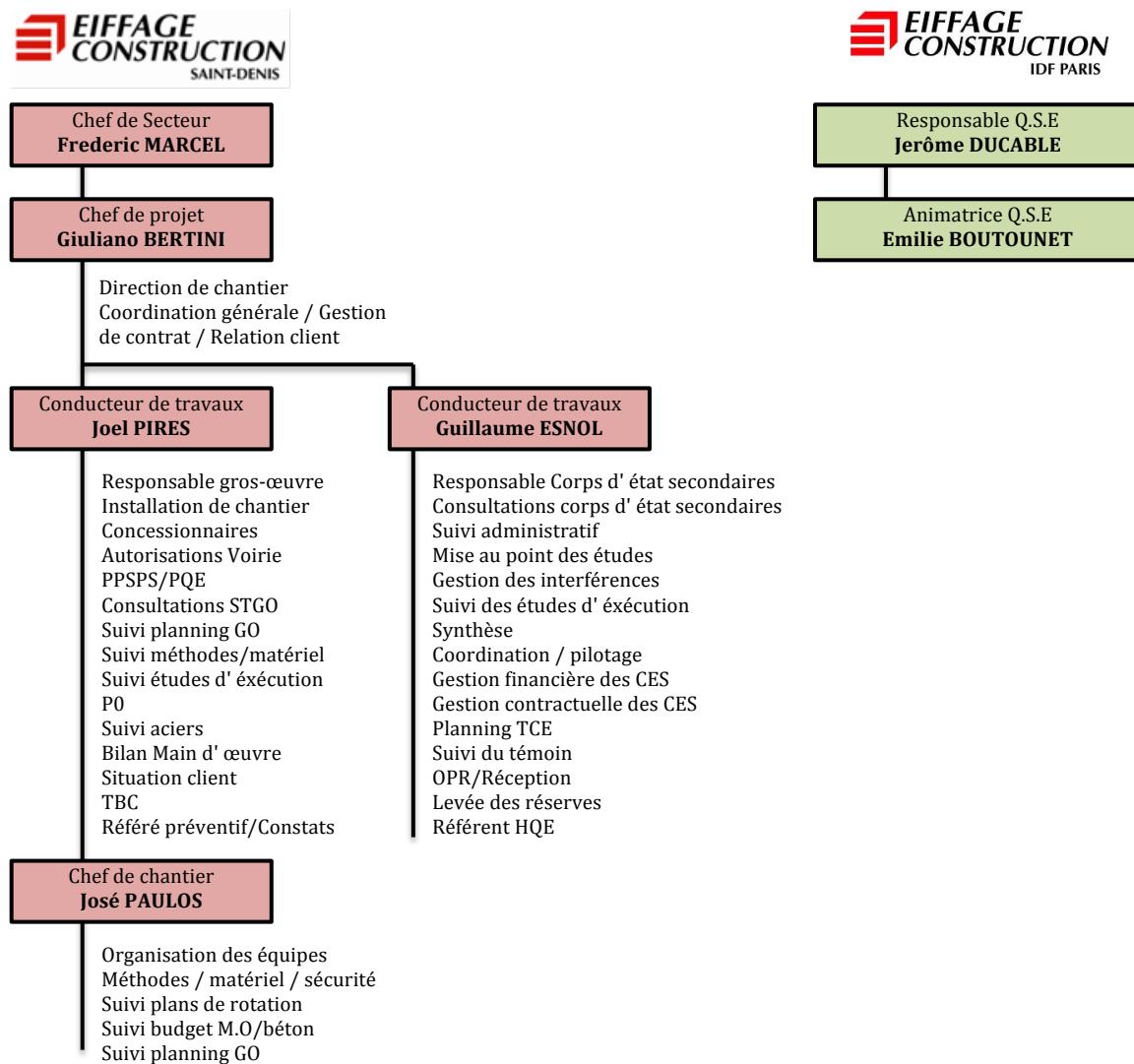


Figure 8: Organigramme du chantier "Inova"

## C – CONTRAINTES ET EXIGENCES DU PROJET

Le projet étant sur un site dense et contraignant, cela implique de nombreuses contraintes à prendre en compte non seulement pendant la phase de préparation mais aussi pendant la phase de réalisation. Le présent chapitre traite de l'ensemble de exigences et des contraintes contractuelles du projet.

### III.12) Contraintes et exigences acoustiques

#### 3.12.1 - Trafic ferroviaire

Une campagne de mesure a été effectué par l'entreprise AT3E (bureau d'étude acoustique) afin d'observer le trafic ferroviaire autour du site sur une période de 8h environ. Il ressort de ces observations que : Sur les voies ferrées issues de la gare de l'est : Les passages sont fréquents (environ un train toutes les 5 minutes).

Le trafic étant réparti comme présenté sur la figure suivante :



Figure 9: Répartition du trafic ferroviaire à proximité du projet

Sur les voies délimitées en orange (voies les plus proches du projet), les trains circulant sont principalement des TGV, des locomotives seules, et dans une moindre mesure, des TER. Ces voies desservent une zone de maintenance située à environ 200 mètres au nord du projet. Les trains y circulant ont une vitesse modérée à faible et font parfois des arrêts sur les voies. Les voies délimitées en bleu sont en direction de l'est de la France. Des TGV, des TER, et des RER y circulent à vitesse modérée. A titre indicatif, la gare de l'est se situe à 1000 mètres au sud du projet. Sur la ligne de métro aérien (ligne 2) : Les passages de métros sont fréquents et bruyants (environ un métro toutes les 2 minutes en moyenne).

#### 3.12.2 - Influence sur le bâtiment

Le trafic ferroviaire a plusieurs impacts sur le bâtiment :

- Tout d'abord, d'un point de vue vibratoire, pour palier les vibrations du trafic.
- Mais aussi, acoustique des façades vis à vis de l'extérieur pour les occupants.

#### Influence vibratoire :

Pour assurer les performances qui doivent être atteintes, le bureau d'études acoustique préconise les solutions suivantes :

- Soit, un matelas résilient sur le pourtour et en sous face des fondations. Le principe étant d'envelopper l'infrastructure du bâtiment avec un matelas résilient.

- Soit, des plots élastomères de désolidarisation (type Acousystem CDM ou équivalent) placés au niveau du plancher haut du R-1 (au dessus du niveau du terrain naturel) ou au niveau du plancher haut du rez-de-chaussée.

EIFFAGE CONSTRUCTION retiendra la solution du matelas résiliant pour palier aux contraintes vibratoires. Ces derniers devront être placés au niveau du plancher haut du rez-de-chaussée et non en sous face des fondations. En effet, d'après la réglementation, seuls les logements sont contraints à une réglementation vibratoire. Donc pour des raisons de coûts, on désolidarisera seulement les logements par rapport au sol.

## Plan de coffrage PH RDC :

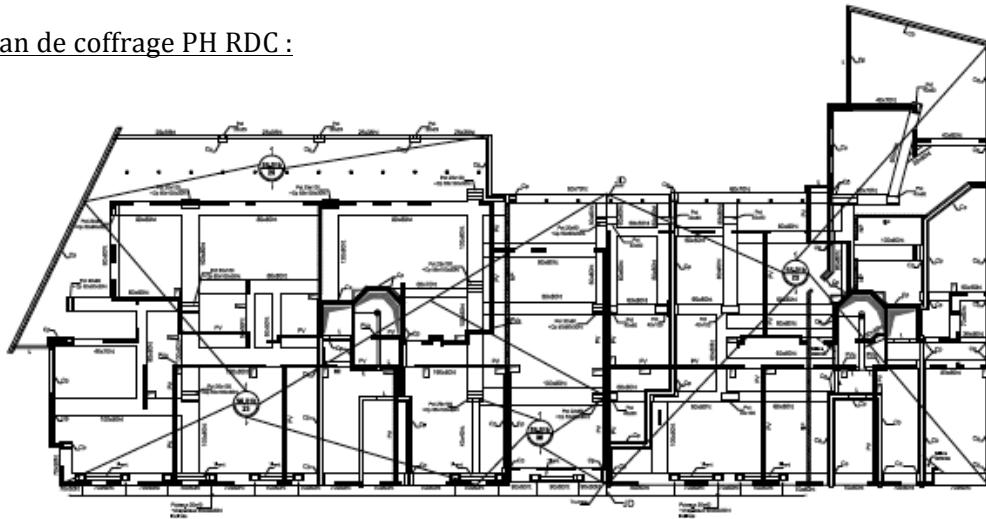


Figure 10: Plan du PH RDC

## 2. Influence acoustique des façades vis à vis de l'extérieur

Le texte en vigueur actuellement est l'Arrêté du 30 mai 1996, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit. Cet arrêté définit les isolements de façades à partir du classement des infrastructures de transports terrestres effectué par la préfecture du département (classement des voiries en cinq catégories avec isolements de façades correspondants et corrections précisées). Les exigences d'isolement acoustique des façades de l'opération sont présentées ci-dessous :

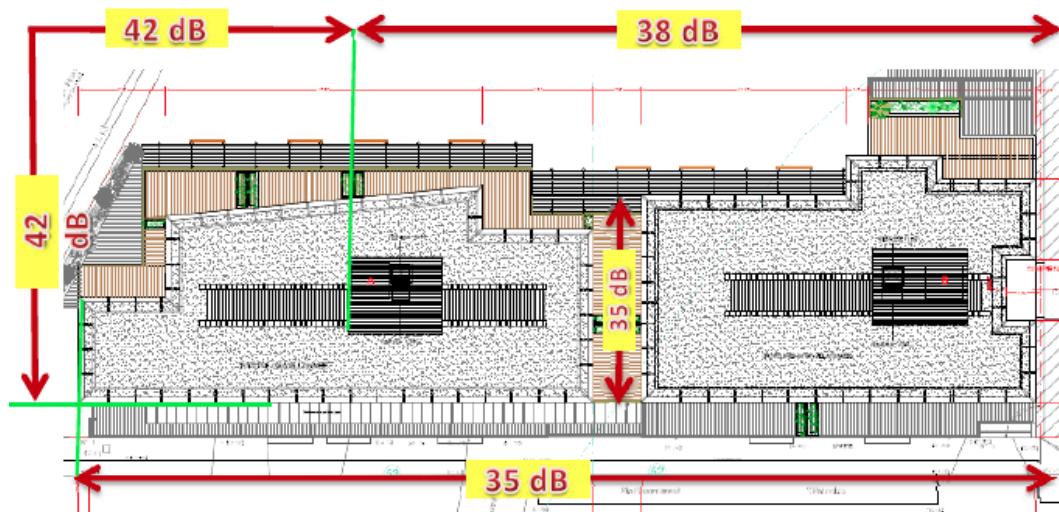


Figure 11: Afaiblissement acoustique des façades, source: étude thermique des façades AT3E

### 3.13) Contraintes et exigences environnementales

#### 3.13.1 – Exigences du projet : NF Logement HQE



Label et certifications : Le projet est soumis aux certifications décrit ci-après : Ainsi l'entreprise devra mettre tous les moyens nécessaires afin d'attendre la certification suivante :

- Certification NF-logements HQE
- Certification NF logements

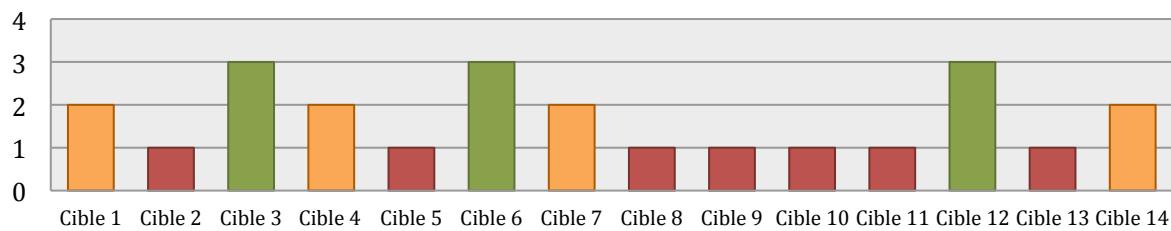
La démarche HQE touche à la fois l'environnement intérieur, celui des futurs usagers, avec des préoccupations de santé et de confort, et l'environnement au sens général, avec des objectifs d'économie de ressources et de réduction des rejets dans l'environnement. C'est une «approche système», qui considère le bâtiment dans toutes ses composantes et sur son cycle de vie. Sa souplesse favorise son adaptabilité à des contextes variés : elle s'applique à tous types de bâtiments, aux travaux neufs et à la réhabilitation ; elle se transpose aisément aux climats tropicaux ; elle se décline aux opérations d'aménagement. La raréfaction des ressources et l'effet de serre d'une part, la demande des usagers de plus de confort et de sécurité d'autre part, deux exigences apparemment contradictoires : le défi que la démarche HQE® tente de relever avec tous les professionnels s'inscrit dans une perspective de développement durable.

La démarche HQE® se structure selon deux volets indissociables :

- le Système de Management Environnemental (SME), colonne vertébrale de la démarche HQE;
- la Qualité Environnementale du Bâtiment (QEB), performance intrinsèque de l'ouvrage, définit selon 14 cibles.

#### Profil visé de la certification NF logement HQE de l'opération rue Jacques Kablé:

Profil HQE de l'opération rue Kable



#### Légende :

|   |                 |
|---|-----------------|
| <span style="background-color: #6aa84f; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> | Très performant |
| <span style="background-color: #ff9933; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> | Performant      |
| <span style="background-color: #c0392b; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> | Base            |

Figure 12: Profil HQE de l'opération "Inova", 1-3-5 rue Jacques Kablé

Le profil définit respecte le nombre minimal de cible exigé selon le niveau de performance :

- 3 cibles au niveau Très Performant,
- 4 cibles au niveau Performant,
- 7 cibles au maximum niveau Base

L'association HQE a ainsi mis sur pied un « référentiel », qui permet de structurer la description de l'environnement pour un bâtiment. C'est le langage commun de la démarche HQE, les « 14 cibles ».

Profil HQE de l'opération rue Jacques Kablé :

| Cible Performance  |    |
|--|----|
| Cible 1 : Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat | P  |
| Cible 2 : Choix intégré des procédés et produits de construction   | B  |
| Cible 3 : Chantier à faibles nuisances                             | TP |
| Cible 4 : Gestion de l'énergie                                     | P  |
| Cible 5 : Gestion de l'eau   | B  |
| Cible 6 : Gestion des déchets d'activité                           | TP |
| Cible 7 : Gestion de l'entretien et de la maintenance              | P  |
| Cible 8 : Confort hygrothermique                                   | B  |
| Cible 9 : Confort acoustique                                       | B  |
| Cible 10 : Confort visuel  | B  |
| Cible 11 : Confort olfactif  | B  |
| Cible 12 : Qualité sanitaire des espaces                           | TP |
| Cible 13 Qualité sanitaire de l'air                                | B  |
| Cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau                              | P  |

Ce profil se définit sur la base du référentiel technique NF logement HQE (version 6.1) et permet de déterminer les performances de l'opération selon trois niveaux : Excellent, Très Bon et Bon pour 6 domaines techniques :

- Confort acoustique
- Confort thermique et ventilation
- Sécurité vis-à-vis du risque d'intrusion
- Accessibilité et adaptation de l'habitat au vieillissement
- Durabilité de l'ouvrage
- Aménagement des cuisines et prédispositions liées aux équipements ménagers.

| Domaine | Acoustique | Thermique | Sécurité | Accéssibilité | Durabilité | Equipements |
|---------|------------|-----------|----------|---------------|------------|-------------|
| Classe  | Bon        | Excellent | Bon      | Bon           | Très bon   | Bon         |

Délivrance de la certification :

La certification est délivrée à l'issue d'audits portant sur le SMO et sur la QEB et s'appuie sur un référentiel technique. Son coût varie en fonction de la surface (Entre 14.000 € HT et 24.000 € HT environ opération standard). Délivrée au cas par cas, si le bâtiment concerné répond aux cibles et performances fixés par le maître d'ouvrage. Moteur de la démarche, celui-ci doit sensibiliser l'ensemble des intervenants. Sans l'adhésion de tous, maître d'oeuvre, entreprises, fabricants et négociants, le résultat risque d'être compromis. Chacun a d'ailleurs tout à gagner à intégrer cet état d'esprit qui se généralise. Pour cadrer la démarche et faciliter sa mise en oeuvre, l'association HQE a défini 14 cibles de performances, réparties en quatre thèmes (éco construction, éco gestion, confort et santé) laissant au maître d'ouvrage le soin de hiérarchiser ses priorités selon les contraintes du chantier. Lorsque le maître d'ouvrage a défini ses cibles, la maîtrise d'oeuvre, associée en amont du projet, choisit les solutions techniques pour atteindre les objectifs. Lors de la consultation des entreprises, ces contraintes leur sont signalées afin qu'elles puissent en tenir compte dans leurs devis.

### 3.13.2 - Impact économique d'un projet HQE

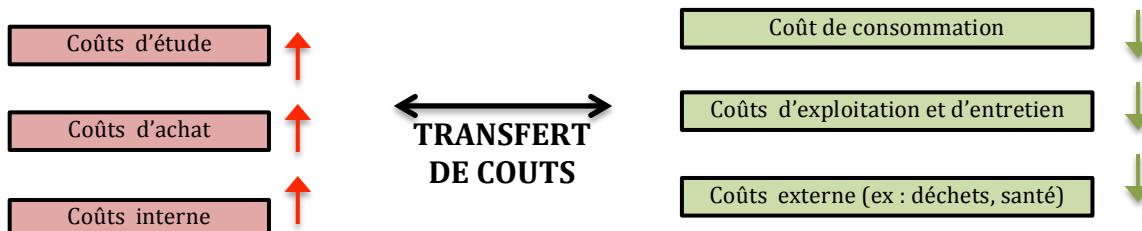
L'investissement initial dans une opération HQE est estimé de 5 à 10% supérieur à celui d'une opération traditionnelle, mais le principe fondamental de la HQE étant la durée, on raisonne en coût global à long terme.

- Pour le maître d'ouvrage : Le coût global comprend le déboursé initial (main d'oeuvre, produits, locations), les coûts de fonctionnement (eau, énergie) et les coûts de maintenance (réhabilitation, renouvellement des équipements) et parfois le coût de déconstruction. Des aides sont accordées pour l'installation des produits réduisant la consommation d'énergie. Des subventions sont consenties par différents organismes (Ademe, Arene) aux maîtres d'ouvrage publics ou sociaux mais ne concernent pas le logement individuel privé.
- Pour le maître d'œuvre : La démarche HQE se traduit par une réflexion plus approfondie sur le chantier, une organisation plus complexe, la sensibilisation des entreprises. Ses honoraires sont généralement augmentés de 2%.
- Pour l'entreprise : La HQE peut se traduire par un allongement des délais de mise en oeuvre. Le tri des déchets est une contrainte supplémentaire. Mais une plus grande concertation avec le maître d'oeuvre évite les reprises et assure un meilleur déroulement du chantier. Face au particulier, la HQE, avec la notion de coût global, est un argument commercial. Les entreprises ont intérêt à s'y intéresser pour ne pas être hors jeu.

Coût global d'une construction :



Démarche qualité environnementale des constructions :



#### 3.4.1 - 14 cibles

L'évaluation de la QEB est un processus qui permet de vérifier si le profil environnemental visé est atteint. Elle est effectuée par les acteurs de l'opération (maître d'œuvre, BET, sous-traitants...) sous la responsabilité du Maître d'Ouvrage.

Cet examen doit se baser sur des éléments justificatifs, qu'ils soient qualitatifs (descriptifs, éléments graphiques...) ou quantitatifs (logiciels, relevés de mesures...). Il incombe donc aux acteurs de l'opération de planifier ces étapes d'évaluations de la QEB au regard de leur propre organisation et contexte.

### 3.13.3 - Cible 3 : « chantier faible nuisances »

Pour répondre à la cible 3, « chantier à faible nuisances », EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS a pour habitude de rédiger un descriptif environnementales en phase de préparation de chantier. Ce descriptif décrit l'ensemble des dispositions environnementales qui vont être mis en œuvre, afin de répondre strictement à la charte « chantier faible nuisance » des pièces marchés. Cette charte vérifie l'ensemble des critères sélectionné par la maîtrise d'oeuvre, afin d'obtenir et de valider la cible 3 en niveau « Très Performant ». Ainsi, la première partie de mon stage consistait à élaborer ce présent rapport, pour l'opération rue Jacques Kablé, décrivant les chapitres suivants :

- Organigramme et responsabilité : Désigne les responsabilités responsabilités du correspondant environnemental du chantier qui a pour but d'organiser dans un premier temps, en phase de préparation, les mesures environnementales du chantier, avec l'aide du service Qualité Sécurité Environnement (QSE) d'EIFFAGE CONSTRUCTION IDF PARIS, de rédiger le plan qualité environnementale, et de veiller à la bonne gestion des déchets au quotidien, et veiller à la bonne gestion des déchets au quotidien (tri, stockage et évacuation des déchets).
- Exigences contractuelles : Décrit l'ensemble des exigences contractuelles environnementales du projet, à savoir ici :
  - La Notice HQE (description des 14 cibles respectant la norme NF Logements HQE)
  - La charte chantier faibles nuisances (cibles 3)
- Energies et ressources : Décrit les dispositions mises en œuvre pour la gestion des cantonnements (déTECTeur de présence, robinets prestos, etc..), du chantier (électrovanne, recyclage eau lavage de benne, etc..) afin de limiter les consommations en électricité et en eaux.
- Estimation des déchets : Estimation du coûts des déchets réaliser par retour d'expériences des différents chantier d'EIFFAGE : Le volume global de déchets est d'environ 15cm de la SHON.
- Gestion des déchets : Désignation des prestataires pour l'évacuation et le traitement des déchets non dangereux, et dangereux. Description du plan d'action mise en œuvre pour le traitement en phase GO, et pour la phase CES, ainsi que pour le tri des déchets des cantonnements. -> Suivi et traçabilité des déchets
- Gestion des produits chimiques : Eiffage Construction Saint-Denis favorise l'utilisation des produits qu'elle a évalués à faible risque pour la santé, suivant la méthodologie de l'INRS, en considérant le temps passé et le milieu dans lequel le produit est utilisé.
- Bruit, poussières et trafic : Trafics routiers, pollutions visuelles, riverains, etc..
- Sensibilisation du personnel : Le personnel de l'entreprise et les sous-traitants sont sensibilisés au travers d'un livret d'accueil, des quarts d'heures sécurité / environnement, etc..
- Accident et réclamations : L'encadrement de chantier établit un compte-rendu d'accident et en fait l'analyse, afin de mettre les moyens nécessaires et appropriés pour éviter que l'accident ne se reproduise.
- Communication aux riverains : Décrit les dispositions mises en œuvre pour les riverains :
  - Panneau environnemental de chantier
  - Boite aux lettres d'information et journal de bord
  - Information riverains
  - Campagne de mesure de bruit

(cf. ANNEXE 05 : Descriptif des dispositions environnementales)

### 3.14) Contraintes et exigences thermiques



#### CCTP N°00 Note liminaire :

« - Exigence Réglementaire RT 2005 (arrêté du 24 Mai 2006)

Option de calcul retenue: BBC EFFIENERGIE

Caractéristiques d'isolation thermique des parois et des équipements de chauffage, ventilation, climatisation, eau chaude sanitaire, éclairage (pour le tertiaire), et de protection solaire, doivent présenter des performances minimales, appelées « garde fou », tel que défini dans les différents manuels s'y rapportant, notamment :

Les entrepreneurs devront dans leur marché les prestations suivantes :

- réaliser le test de perméabilité à l'air du logement témoin et du bâtiment à réception des travaux, et d'en résoudre les problèmes éventuels
- vérifier les performances des produits et équipements mis en oeuvre suivant l'Etude thermique
- vérifier les débits des installations de ventilations
- vérifier les dispositifs de régulation et programmation des installations de chauffage de production d'ECS et de gestion de l'air

#### perméabilité à l'air :

L'entrepreneur du présent lot devra prendre toutes mesures pour assurer une perméabilité à l'air du bâti satisfaisant afin de pouvoir respecter le niveau de performance recherché par le Label BBC :

- **Perméabilité à l'air < 1m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> sous une dépression de 4 Pa, soit 0.7 volume/h sous 50 Pa.**

L'Entrepreneur devra réaliser tous les essais concernant l'étanchéité de l'enveloppe et des réseaux à l'avancement des travaux et ces essais seront consignés sur les fiches d'autocontrôles par l'Entrepreneur.

A mi-travaux un test de perméabilité à l'air sera effectué sur un logement témoin et un test de perméabilité générale.

La valeur doit être inférieure à 1 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en logements collectifs. Cette valeur quantifie le débit de fuite traversant l'enveloppe, exprimé en m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>, sous un écart de pression de 4 Pascals conformément à la RT 2005.

La mesure de perméabilité est effectuée conformément aux règles et processus de la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments édictés par l'Association Collectif Effinergie.

La réception des travaux ne pourra être requise par l'Entrepreneur qu'après approbation de ces résultats par le Certificateur agréé EFFINERGIE. L'Entrepreneur devra reprendre ces ouvrages jusqu'à obtention des résultats et approbation par le Certificateur agréé EFFINERGIE.

Les mesures devront être reportées sur les fiches techniques. Toutes les dépenses autres que la fourniture d'eau, d'électricité et du fluide primaire thermique sont à la charge de l'Entrepreneur. Les matériels choisis par l'Entrepreneur pour les essais devront avoir l'Agrément de la Maîtrise d'oeuvre, d'EFFINERGIE et du Certificateur Agréé. »

Extrait du CCTP N°00 : Note liminaire projet « Inova ».

### 3.15) Objet de l'étude et présentation de ma démarche

#### 3.15.1 - Présentation du TFE

L'étude se fera donc en phase de préparation de chantier sur le projet de construction « Inova » situé dans le 18<sup>ème</sup> arrondissement de Paris mais aussi en phase de début de réalisation des travaux (préparation de la plateforme, voile contre terre, et terrassement généraux). L'objectif de l'entreprise est donc de prévenir, et d'établir une démarche de qualité sur ce chantier au plus tôt afin que l'on puisse valider la valeur d'étanchéité à l'air requise : 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h. En effet, à l'heure actuelle, l'essentiel des chantiers sont concernés par un niveau de performance énergétique « BBC » (d'ailleurs, le niveau BASE de la nouvelle réglementation « RT 2012 » se veut calé sur le même niveau de performance). Les équipes de travaux sont donc confrontées de plus en plus à la problématique d'étanchéité à l'air. Ce phénomène est de plus en plus courant, et deviendra notre quotidien. La chasse aux fuites de chaleur de l'enveloppe est maintenant réglementaire depuis l'adoption de la RT 2012 ; ce qui était donc optionnel (label) deviendra OBLIGATOIRE (conformité du bâtiment). L'obtention d'une valeur conforme de cette perméabilité (le Q4 est le plus souvent calé à 1m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> – cas du logement collectif) n'est pas très difficile en soi, mais les fuites peuvent être aussi diverses que nombreuses et elles concernent TOUS les corps d'états. Le retour d'expérience de la SAS nous montrera que cette problématique doit être préparée suffisamment tôt de sorte à éviter les approches « curatives », qui bien souvent, relèvent d'une découverte tardive de matériels ou matériaux non adaptés, mais aussi d'un défaut de préparation de la part des équipes travaillant sur place (entreprises sous-traitantes pour les lots techniques, mais aussi pour les autres corps d'états en particulier de plâtrerie et de finitions compris gros-œuvre ).

Par la suite, il me semble donc opportun de décrire, dans un premier temps, le contexte réglementaire, ainsi que la problématique d'entreprise actuelle. Ensuite dans un deuxième temps, de définir le label BBC, ces exigences, ainsi que le processus de test d'étanchéité à l'air. Ainsi, on pourra cibler l'ensemble des critères demandés lors des tests de perméabilité qui seront réalisés à la fin des travaux. Enfin, un retour d'expérience des différents chantiers à label BBC sera réalisée afin d'analyser les différentes techniques qui ont été mis en œuvre, ainsi que les différents problèmes qui ont été rencontrés sur l'ensemble des chantiers de la SAS d'EIFFAGE PARIS. C'est à dire, qu'un travail commun avec le service Qualité Sécurité Environnement doit être accomplis afin d'analyser les différentes solutions adoptées, et de mettre au point pour le chantier rue Jacques Kablé une démarche qualité, un protocole, permettant de limiter les infiltration d'air. La présente démarche consistera à élaborer un plan de contrôle, et de qualité sur l'ensemble des logements concernés. Ainsi, nous verrons qu'il est important de cibler les différents points de fuites potentiels de chaque logement, et de définir les interactions possibles entre les sous traitants.

#### 3.15.2 - Objectifs de l'étude

##### Objectif principal :

- Elaborer une démarche permettant de limiter les infiltrations d'air sur l'opération « Inova » rue Jacques Kablé

##### Objectifs secondaires :

- Elaboration du P.Q.E (Plan Qualité Environnement)
- Elaboration du descriptif environnementale HQE
- Consultation des lots suivants : Menuiseries extérieures, Menuiseries intérieures,

Etanchéité, Revêtement de sol dur, Porte de garage, Charpente et couverture, VRD.

- Etude des coûts supplémentaires liées à une opération BBC:

▪ Elaboration d'un retour d'expérience des différentes techniques réalisées pour limiter les infiltration d'air, et des problèmes rencontrés liés à cette infiltration sur l'ensemble des opération BBC de la SAS.



# IV

## CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET PROBLEMATIQUE

- **Introduction**

- Augmentation de la teneur en C02
- Objectif du gouvernement en France
- Secteur du bâtiment en France
- Objectif du Grenelle pour le secteur du bâtiment

- **Reglementation Thermique 2012**

- Historique
- Application
- Exigences de résultats
- Exigences de moyens

- **Problématique**

- Problématique d'entreprise



### III. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

#### A - INTRODUCTION

##### Augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> :

En 2012, la teneur moyenne en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de l'atmosphère terrestre a atteint les plus hauts niveaux jamais enregistrés. D'après le Bulletin sur les gaz à effet de serre publié le 23 novembre par l'Organisation météorologique mondiale (OMM), cette teneur s'établit en effet à 381,2 parties par million (ppm), soit 0,53 % de plus que la valeur de 379,2 ppm relevée en 2011. La hausse de 36 % de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle est imputable en grande partie aux émissions liées à la combustion de combustibles fossiles. Il s'agit aujourd'hui de diminuer les consommations, afin de stopper ce changement climatique.



- Augmentation exponentielle de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et changement climatique accéléré :

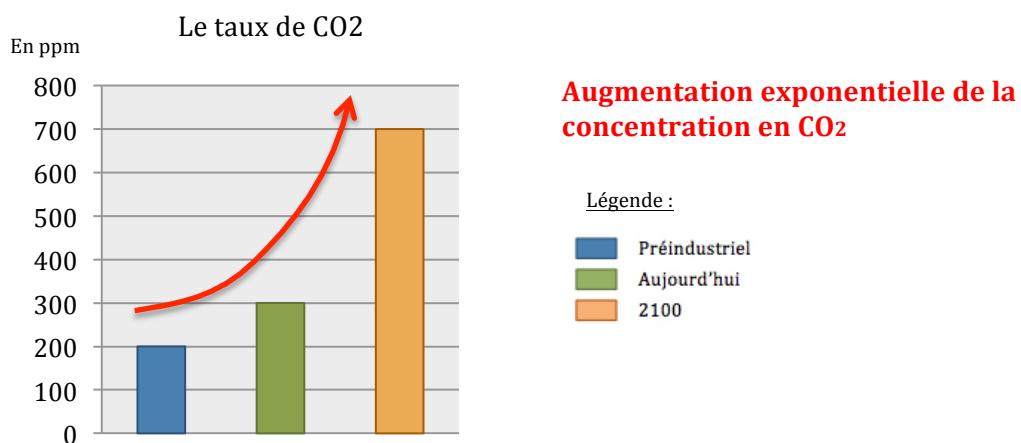


Figure 13: Augmentation du taux en CO<sub>2</sub>, source : Observatoire d'Hawaï

C'est un des enjeux majeurs de notre siècle : freiner, voire arrêter le changement climatique. En effet, le rôle des activités humaines dans le dérèglement climatique, via l'émission de gaz à effet de serre, est aujourd'hui une réalité indéniable. Pendant ce même temps, les ressources fossiles comme le pétrole ou le charbon tendent à s'épuiser pour une consommation toujours plus importante (cf. graphique ci-dessous). Il est donc nécessaire de trouver urgentement les réponses à ces questions.

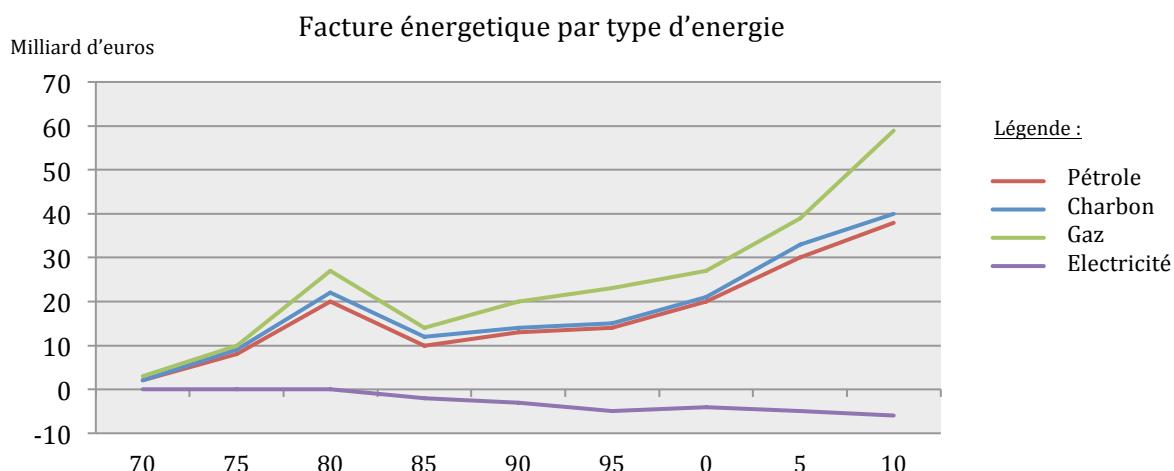


Figure 14: Source: Ministère de l'économie, des finances, et de l'industrie

### Les objectifs du Gouvernement concernant l'énergie en France

Aujourd'hui, avec la tenue du Grenelle de l'environnement en France, le gouvernement s'est désormais engagé vers une politique forte pour réduire nos émissions de gaz à effet de serre et sécuriser les approvisionnements face à des ressources fossiles qui ne sont plus inépuisables.



Cet engagement politique de long terme s'inscrit dans la dynamique collective de l'Union Européenne.

En France, on souhaite diminuer d'un « facteur 4 » les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Pour cela des étapes ont été définies : il faut d'abord diminuer les consommations puis développer les énergies renouvelables pour réduire encore les émissions de gaz à effet de serre de notre production d'énergie.

Pour réaliser cette diminution, il nous reviendrait d'ici 2020 de réduire de 14 % les émissions de gaz à effet de serre (hors systèmes des permis négociables) et de parvenir à produire 23 % de l'énergie consommée à partir de sources d'énergies renouvelables.

Pour atteindre ces objectifs, l'ensemble des secteurs économiques et en particulier le secteur du bâtiment (plus gros secteur de consommation d'énergie) doivent nécessairement revoir leur façon d'évoluer et de se développer.

#### Engagement de la France

##### Objectifs pour 2020

- Diminuer de 20% ces émissions de GES (par rapport à 1990)
- Améliorer de 20% son efficacité énergétique
- Porter à 20% la part d'énergies renouvelables, dans la part de consommation finale

##### Objectifs pour 2050

- Diviser par 4 ses émissions de GES par rapport à 1990

Source : Loi du Grenelle 1 (21/10/08) Engagement , Loi du Grenelle 2 (12/07/10) Application

### Le secteur du bâtiment en France

Le secteur du Bâtiment est aujourd'hui pointé du doigt par les autorités de notre pays. Etant le premier secteur de dépenses énergétiques, il est au centre des campagnes de sensibilisation et de mobilisation faite par l'Etat.

Le Gouvernement a lancé aux professionnels du Bâtiment un défi considérable (le plus grand de son histoire pour certains) : réduire considérablement la consommation d'énergie dans ce secteur et cela, pour plusieurs enjeux.

Le secteur du bâtiment est responsable de 27 % des émissions de CO2 et de 42 % de la consommation d'énergie finale en France.

La consommation énergétique du secteur bâtiment est due principalement au secteur résidentiel (2/3 de la consommation) et au chauffage qui représente 70% de ces consommations d'énergie et la majeure partie des émissions de CO2!

Pour les constructions neuves, grâce aux réglementations thermiques successives, la consommation par m<sup>2</sup> a été divisée par 2 à 2,5 depuis 1975 tandis que la consommation moyenne unitaire a baissé de 37 % depuis 1973.

Repartition des 120M Tonnes annuelles du secteur du bâtiment

| Phase du cycle de vie du bâtiment | % du total national de rejet de CO2 | Poids de la phase du cycle/total 31,8   |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| FABRICATION                       | 5,4                                 | 17%   |
| TRANSPORT                         | 1,4                                 | 4%  |
| CHANTIER                          | 2                                   | 6%  |
| EXPLOITATION                      | 23                                  | 72% <span style="color:red; border:1px solid red; border-radius:50%; padding:2px;">72%</span> |
| TOTAL                             | 31,8                                | 100%  |

Source : Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie

Phase la plus importante

Cependant, les bâtiments les plus consommateurs d'énergie sont ceux construits pendant les « 30 glorieuses », avant la réglementation thermique de 1975. Avec un faible taux annuel de renouvellement du parc de 1%, il restera en 2050 entre 30 et 40% de logements énergivores antérieurs à 1975. Pour rénover et construire des bâtiments respectueux de l'environnement, l'investissement serait près de 1 000 milliards d'euros !

#### Objectif du Grenelle Environnement pour le secteur du bâtiment:

Les engagements tenus par le Grenelle de l'Environnement vont être, certes, très difficilement applicables mais vont faire baisser considérablement le gaspillage énergétique . L'objectif du grenelle est donc de généraliser les **bâtiments basse consommation** (BBC) à l'horizon 2012, et les bâtiments à **énergie positive** à l'horizon 2020.

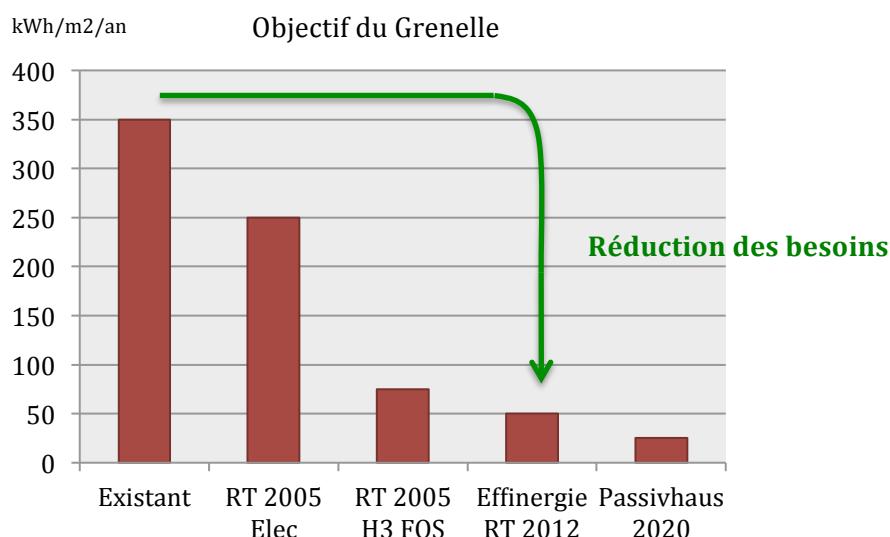


Figure 15: objectif du grenelle, source: site du Grenelle environnement

La généralisation d'un nouveau confort moderne, avec un bâti fortement isolé, une ventilation performante, un niveau d'éclairage naturel élevé, des équipements peu consommateurs d'énergie et intégrant au mieux les énergies renouvelables, est nécessaire pour atteindre les objectifs que s'est fixée la France.

### Un enjeu social : réduire la facture énergétique des ménages :

Les particuliers ont dû subir ces dernières années l'augmentation du coût des énergies fossiles. Ainsi, le prix du fioul domestique a connu une hausse de 59 % de juin 2006 à juin 2007, puis de 28% entre juin 2007 et juin 2008. Ces hausses ont un impact très important sur les ménages les plus pauvres : les dépenses énergétiques représentent près de 15% de leurs revenus, dont environ les 2/3 pour le logement.

L'énergie devient ainsi un facteur aggravant les inégalités sociales de plus en plus fortement : la part des dépenses énergétiques pour les ménages les plus pauvres a progressé de 5 points en 5 ans (de 10 à 15%).

La rénovation du bâtiment existant, en particulier l'isolation et la construction de bâtiments plus économies en énergies permettront de contribuer à la réduction des inégalités sociales face à la hausse des prix de l'énergie.

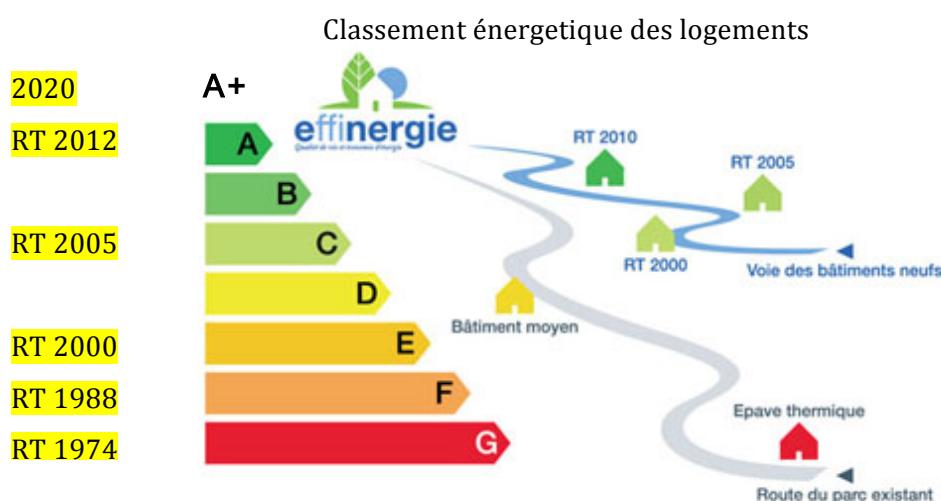


Figure 16: Classement énergétique, source : site du grenelle

### Un enjeu économique :

Le secteur de la réhabilitation du bâtiment représente un chiffre d'affaires estimé à 9,1 Md€ (sans compter les travaux de réhabilitation du parc tertiaire) et a augmenté de 9 % entre 2006 et 2007.

Il emploie près de 100 000 personnes (emplois directs, sans compter le tertiaire ni la construction neuve), en augmentation de 3 % entre 2006 et 2007.

La mise en œuvre d'un grand plan de rénovation des bâtiments pourrait permettre, d'ici 2012, la création de 120 000 emplois directs.

Tous ces challenges sont un point motivant pour encourager la réduction énergétique dans le Bâtiment.

De plus, ce secteur parfois critiqué pour sa lenteur de fonctionnement pourrait très bien jouir d'une image plus prestigieuse et peut-être revenir au premier plan à comparaison des autres secteurs d'activité.

**B – REGLEMENTATION THERMIQUE, RT 2012**

## 1) Historique :



Les orientations retenues à l'issue des tables rondes du Grenelle de l'environnement à l'automne 2007 ont amorcé la mutation écologique de la France. La mise en œuvre des comités opérationnels a permis de définir les voies, moyens et conditions requis pour une entrée en vigueur des conclusions du Grenelle notamment le renforcement de la réglementation thermique dès 2012 pour tous les types de bâtiments qui y sont soumis.

L'ensemble de ce travail sur l'orientation énergétique de la France s'est traduit concrètement par le vote des lois Grenelle I et II. Ces deux lois servent désormais de socle pour l'élaboration de l'ensemble des mesures nécessaire à la mise en place de la politique énergétique de la France, et notamment les principes de la RT 2012.

Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la RT 2012 a pour objectif de limiter la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à un maximum de 50 kWhEP/(m<sup>2</sup>.an) en moyenne, tout en suscitant :

- une évolution technologique et industrielle significative pour toutes les filières du bâti et des équipements,
  - un très bon niveau de qualité énergétique du bâti, indépendamment du choix de système énergétique,
  - un équilibre technique et économique entre les énergies utilisées pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

Afin de répondre à ces différents objectifs, la DHUP a engagé l'élaboration de la RT 2012 depuis l'été 2008. Douze groupes de travail thématiques ont été réunis depuis lors (groupe tertiaire, acteurs du résidentiel, enveloppe, systèmes, etc). Ces groupes de travail thématiques étaient composés d'experts des professions concernées par chaque thème, afin de recueillir et de débattre publiquement des contributions (plus de 500 au total) de chacune des professions quant aux futures exigences et à l'application de la RT 2012.

Entre septembre 2008 et février 2010, 6 conférences consultatives ont permis à la DHUP de présenter périodiquement les avancées des travaux et orientations à plus d'une centaine d'organisations représentatives des acteurs concernés. La conférence du 19 février 2010, a permis d'une part de récapituler l'ensemble des exigences prévues par la RT 2012 et, d'autre part, d'en illustrer les impacts techniques, économiques, énergétiques et environnementaux aussi bien sur la base d'exemples représentatifs qu'au niveau macroscopique.

Depuis lors, le MEEDDM a consolidé les orientations prévues pour cette future réglementation notamment au travers de la finalisation de la loi Grenelle 2.

### 2) Application :

La RT 2012 est applicable à tous les permis de construire :

- déposés à compter du 28 octobre 2011 pour certains bâtiments neufs du secteur tertiaire (bureaux, bâtiments d'enseignement primaire et secondaire, établissements d'accueil de la petite enfance) et les bâtiments à usage d'habitation construits en zone ANRU ;
  - déposés à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2013 pour tous les autres bâtiments neufs à usage d'habitation (maisons individuelles ou accolées, logements collectifs, cités universitaires, foyers de jeunes travailleurs).

Pour les autres types de bâtiments du secteur tertiaire, la RT 2012 sera complétée pour une application prévue au 1<sup>er</sup> janvier 2013.

La RT 2012 est confronté à : - des exigences de résultats.  
- des exigences de moyens.

### 3) Trois exigences de résultat pour respecter la RT 2012:

La réglementation thermique 2012 est avant tout une réglementation d'objectifs et comporte 3 exigences de résultats :

- besoin bioclimatique, **Bbiomax**
- consommation d'énergie primaire, **Cmax**
- confort en été. **Tic< Ticref**
- Quelques exigences de moyens, limitées au strict nécessaire, pour refléter la volonté affirmée de faire pénétrer significativement une pratique (affichage des consommations par exemple).

Les exigences de résultats imposées par la RT2012 sont de trois types :

#### **1) L'efficacité énergétique du bâti : Bbiomax**

L'exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti est définie par le coefficient «Bbiomax» (besoins bioclimatiques du bâti). Cette exigence impose une limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre.

Seuil maximal à ne pas dépasser, Bbiomax correspond à une valeur moyenne modulée en fonction :

- de la localisation géographique (8 zone climatique de la RT 2005)
- de l'altitude
- de la surface moyenne des logements

$$\text{Bbiomax} = \text{Bbiomaxmoyen} \times (\text{Mbgéo} + \text{Mbalt} + \text{Mbsurf})$$

(unité : points/m<sup>2</sup> SHON RT)

#### **BBIOMAXMOYEN : VALEUR MOYENNE DU BBIOMAX DÉFINIE PAR TYPE D'OCCUPATION DU BÂTIMENT ET PAR CATÉGORIE CE1/CE2.**

(CE1 bâtiments dans lesquels il n'est pas nécessaire de climatiser pour garantir un niveau suffisant de confort d'été)

(CE2 = climatisés + en zone H2d ou H3 + altitude inférieure à 400m + en zone de bruit)

|     | Maisons individuelles<br>Logements collectifs | Bureaux          |
|-----|---|------------------|
| CE2 | Bbiomaxmoyen= 80                              | Bbiomaxmoyen=120 |
| CE1 | Bbiomaxmoyen= 120                             | Bbiomaxmoyen=60  |

#### **MBGÉO : COEFFICIENT DE MODULATION SELON LA LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE**

(Conservation du découpage des 8 zones climatiques de la RT 2005)

|     | Maisons individuelles<br>Immeubles de logements collectifs | Bureaux                                  |
|-----|--|--|
| H1a | Mbgéo = 1,2  | si CE1, Mbgéo = 1,1<br>si CE2, Mbgéo = 1 |
| H1b | Mbgéo = 1,4  | si CE1, Mbgéo = 1,2<br>si CE2, Mbgéo = 1 |
| H1c | Mbgéo = 1,2  | si CE1, Mbgéo = 1,1<br>si CE2, Mbgéo = 1 |
| H2a | Mbgéo = 1,1  | si CE1, Mbgéo = 1,1<br>si CE2, Mbgéo = 1 |
| H2b | Mbgéo = 1  | si CE1, Mbgéo = 1<br>si CE2, Mbgéo = 1   |
| H2c | Mbgéo = 0,9  | si CE1, Mbgéo = 0,9<br>si CE2, Mbgéo = 1 |

|     |             |  |
|-----|-------------|--|
| H2d | Mbgéo = 0,8 | si CE1, Mbgéo = 0,8<br>si CE2, Mbgéo = 1,2 |
| H3  | Mbgéo = 0,7 | si CE1, Mbgéo = 0,8<br>si CE2, Mbgéo = 1,2 |

**MBALT : COEFFICIENT DE MODULATION SELON L'ALTITUDE**

(Facteur correctif des données météorologiques selon l'altitude avec 3 niveaux : ? 400m, de 401 à 800m, ? 801m)

|               |  |             |
|---------------|--|-------------|
|               | Maisons individuelles et immeubles de logements collectifs | Bureaux     |
| si alt < 400m | Mcalt = 0  | Mcalt = 0   |
| de 401 à 800m | Mcalt = 0,2  | Mcalt = 0,1 |
| si alt > 801m | Mcalt = 0,4  | Mcalt = 0,2 |

**MBSURF : COEFFICIENT DE MODULATION SELON LA SURFACE MOYENNE DES LOGEMENTS DU BÂTIMENT**

|  | Maisons individuelles                                   | Immeubles de logements collectifs | Bureaux  |
|--|---|-----------------------------------|----------|
| Si la SHORT* < 90m <sup>2</sup>                          | Mbsurf = (Bbiomaxmoyen+45-0.5*SHORT) / Bbiomaxmoyen - 1 | Mbsurf=0                          | Mbsurf=0 |
| Si la SHORT* est comprise entre 90 et 150m <sup>2</sup>  | Mbsurf = 0  | Mbsurf=0                          | Mbsurf=0 |
| Si la SHORT* est comprise entre 150 et 200m <sup>2</sup> | Mbsurf = (Bbiomaxmoyen+45-0.3*SHORT) / Bbiomaxmoyen - 1 | Mbsurf=0                          | Mbsurf=0 |
| Si la SHORT* est supérieure à 200m <sup>2</sup>          | Mbsurf = -0,25  | Mbsurf=0                          | Mbsurf=0 |

\* SHORT : Surface Hors Oeuvre au sens de la RT

**Cas particulier :**

Lorsqu'un bâtiment ou une partie de bâtiment, destiné à être occupé par des personnes, est livré sans équipement de chauffage, il doit respecter les exigences de moyens et respecter l'exigence sur le Bbio.

Les postes de consommation concernés par Bbiomax seraient :

- Le chauffage
- Le refroidissement
- L'éclairage

**2) La consommation énergétique du bâtiment : Cmax**

L'exigence de consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire se traduit par le coefficient « Cepmax », portant sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs). Conformément à l'article 4 de la loi Grenelle 1, la valeur du Cepmax s'élève à 50 kWh/(m<sup>2</sup>.an) d'énergie primaire, modulé selon la localisation géographique, l'altitude, le type d'usage du bâtiment, la surface moyenne des logements et les émissions de gaz à effet de serre pour le bois énergie et les réseaux de chaleur les moins émetteurs de CO<sub>2</sub>. Cette exigence impose, en plus de l'optimisation du bâti exprimée par le Bbio, le recours à des équipements énergétiques performants, à haut rendement.

Les postes de consommation concernés par le Cmax seraient :

- le chauffage
- la production d'eau chaude sanitaire
- le refroidissement
- l'éclairage
- les auxiliaires

5 modulations sur une valeur moyenne de 50 :

$$\text{Cepmax} = 50 \times \text{Mctype} \times (\text{Mcgeo} + \text{Mcalt} + \text{Mcsurf} + \text{McGES})$$

Seuil maximal à ne pas dépasser, Cepmax s'exprimerait en kilowattheures d'énergie primaire par m<sup>2</sup> de surface hors œuvre au sens de la RT (SHORT). Pour donner un ordre de grandeur, une maison individuelle de 110 m<sup>2</sup> SHAB fait 128 m<sup>2</sup> SHORT.

Cepmax serait égale à 50kWhep/m<sup>2</sup>/an modulé en fonction de l'usage, la nécessité de climatiser ou non (CE1 ou CE2), la localisation géographique, l'altitude, la surface moyenne des logements et selon les émissions de GES des énergies utilisées. Un coefficient de modulation pour les immeubles de grande hauteur (IGH), initialement prévu, ne devrait pas figurer dans la RT 2012.

#### **MCTYPE : COEFFICIENT DE MODULATION SELON LE TYPE DE BÂTIMENT ET SELON LA CATÉGORIE CE1/CE2**

(CE1 bâtiments dans lesquels il n'est pas nécessaire de climatiser pour garantir un niveau suffisant de confort d'été)

(CE2 = climatisés + en zone H2d ou H3 + altitude inférieure à 400m + en zone de bruit)

|        | Maisons individuelles et immeubles de logements collectifs | Bureaux    |
|--------|--|------------|
| Si CE2 | Mctype= 1,2  | Mctype= 2  |
| Si CE1 | Mctype= 1  | Mctype=1,2 |

#### **MCSURF : COEFFICIENT DE MODULATION SELON LA SURFACE MOYENNE DES LOGEMENTS DU BÂTIMENT** (donc Mcsurf = 0 en non résidentiel)

Pour les maisons individuelle et les immeubles de logements collectifs : pas encore décidé.

Pour les bureaux : Mcsurf = 0

#### **MCGES : COEFFICIENT DE MODULATION SELON GES**

(uniquement pour le bois et les réseaux de chaleur)

Pour les maisons individuelles les immeubles de logements collectifs :

0,3 en cas de chauffage bois

de 0 à 0,3 en cas de chauffage par RCU selon ses émissions de GES

Pour les réseaux de chaleur, la valeur maximale de la modulation, appliquée pour les réseaux les moins émetteurs de CO<sub>2</sub>, serait au niveau de celle prévue pour le bois-énergie

Pour les bureaux : pas encore décidé

#### Cas particuliers

La RT2012 s'applique aux surélévations ou aux additions de bâtiments existants. Toutefois, si la surélévation ou l'addition a une surface inférieure à 150 m<sup>2</sup> et à 30 % de la surface des locaux existants, elle est uniquement soumise aux exigences définies à l'article R.131-28 du code de la construction et de l'habitation (RT existant élément par élément).

Les principes du Titre V pour les cas particuliers d'opérations ou de systèmes, avec extension aux réseaux urbains, sont reconduits.

### **3) Le confort d'été dans les bâtiments non climatisés : Tic<Ticref**

A l'instar de la RT 2005, la RT 2012 définit des catégories de bâtiments dans lesquels il est possible d'assurer un bon niveau de confort en été sans avoir à recourir à un système actif de refroidissement. Pour ces bâtiments, la réglementation impose que la température la plus chaude atteinte dans les locaux, au cours d'une séquence de 5 jours très chauds d'été n'excède pas un seuil.

Dans l'immédiat, la Température intérieure (Tic) devrait être inférieure à la température intérieure de référence (Ticref)

### **4) Des exigences de moyens :**

En plus des exigences de résultats (besoin bioclimatique, consommation et température intérieure), la RT 2012 devrait comporter des exigences de moyens :

- Obligation de recours aux EnR pour les maisons individuelles,
- de surface minimum de baies, de protection solaire
- de traitement des ponts thermiques,
- des moyens de mesures des consommations, selon les principaux usages pour information des occupants.

▪ **de perméabilité à l'air de l'enveloppe des logements**

### **1) Utilisation obligatoire d'EnR pour les maisons individuelles :**

Le maître d'ouvrage peut choisir l'une des solutions suivantes :

- Produire l'eau chaude sanitaire à partir d'un système de production d'eau chaude sanitaire solaire thermique, doté à minima de 2 m<sup>2</sup> de capteurs solaires, disposant d'une certification CSTBat ou Solar Keymark ou équivalente, d'orientation entre sud-est et sud-ouest et d'inclinaison entre 30°et 60°;

- être raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable et de récupération

- démontrer que la consommation d'énergie Cep d'un bâtiment comprend a minima 5 kWh/m<sup>2</sup>d'énergie primaire produite à partir d'au moins une source d'énergie renouvelable (EnR définies à l'article 19 de la loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement).

En alternative aux solutions précédentes, le maître d'ouvrage peut:

- Recourir à une production d'eau chaude sanitaire assurée par un appareil électrique individuel de production d'eau chaude sanitaire thermodynamique, ayant un coefficient de performance supérieur à un seuil pas encore déterminé;

- Recourir à production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire assurée par une chaudière à micro-cogénération à combustible liquide ou gazeux dont les critères de performances minimales thermiques et électriques ne sont pas encore déterminés

### **2) Obligation de surface minimum des baies:**

L'obligation de respect d'un taux minimal de vitrage de 1/6 de la surface habitable en logement, un moment envisagé, ne devrait pas figurer dans la RT 2012.

### **3) Obligation de traitement en moyenne des ponts thermiques significatifs :**

Le ratio de transmission thermique linéique moyen global des ponts thermiques du bâtiment ne peut excéder 0,28 W/(m<sup>2</sup>.K) et de 0.6 W/(ml.K).

#### **4) Obligation de comptage ou d'estimation d'énergie par usage et d'affichage différencié en logement et en tertiaire:**

Pour les maisons individuelles et les immeubles de logements collectifs :

Comptage ou estimation de la consommation d'énergie de chaque logement (en cas de production collective d'énergie, on entend par énergie consommée par le logement, la part de la consommation totale d'énergie dédiée à ce logement)

Information des occupants, a minima mensuellement, de leur consommation d'énergie dans le volume habitable, par type d'énergie, a minima selon la répartition suivante:

- chauffage,
- refroidissement,
- production d'eau chaude sanitaire,
- réseau prises électriques,
- autres.

En tertiaire :

Comptage par tranche de surfaces :

- Pour le chauffage: par tranche de 400 m<sup>2</sup>ou par tableau électrique ou par étage ou par départ direct;
- Pour le refroidissement: par tranche de 400 m<sup>2</sup>ou par tableau électrique ou par étage ou par départ direct;
- Pour la production d'eau chaude sanitaire. Dans le cas des hôtels, le comptage doit être différencié par tranche de 40 lits;
- Pour l'éclairage: par tranche de 400m<sup>2</sup>ou par tableau électrique ou par étage;
- Pour la cuisson, dans le cas de l'existence d'une cuisine collective ou d'un restaurant;
- Pour le réseau des prises de courant: par tranche de 400m<sup>2</sup>ou par tableau électrique ou par étage;
- Pour les centrales de ventilation: par centrale;
- Par départ direct de plus de 80 ampères.

#### **4) Obligation de traitement de la perméabilité à l'air des logements:**

Si le bâtiment n'a pas fait l'objet de l'application d'une démarche qualité agréée par le ministère en charge de la construction, le bâtiment devrait faire l'objet d'une mesure de la perméabilité à l'air réalisé par des opérateurs autorisés par le ministère en charge de la construction, dans les conditions définies par le ministère en charge de la construction. (certainement sous un débit de fuite "i4" soit une dépression de 4 Pascals)

La perméabilité mesurée devrait être inférieure à:

- 0.6 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de parois déperditives hors plancher bas en maison individuelle,
- 1 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de parois déperditives hors plancher bas en immeuble collectif d'habitation.

**> Les tests de perméabilité à l'air sont donc OBLIGATOIRES pour toutes les opérations sous la RT2012**

## C – PROBLEMATIQUE

### 1) Problématique d'entreprise:

L'opération rue Jacques Kablé est soumise au label BBC effinergie. Sur ce type d'opération BBC, le test d'étanchéité à l'air du bâti est obligatoire.

En effet, le label BBC impose le test de perméabilité sur tous les bâtiments que ce soit logements et tertiaire. Une valeur seuil est à respecter seulement pour les bâtiments de logements. Pour les bâtiments tertiaire, nous n'avons pas de valeur seuil si ce n'est celle ci est prise en hypothèse dans la note de calcul RT ou celle imposée par le Maître d'Ouvrage.

Un test devra donc être réalisé en cours de travaux et à la fin des travaux pour vérifier le critère :  
• « **Perméabilité à l'air < 1m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> sous une dépression de 4 Pa, soit 0.7 volume/h sous 50 Pa** ».

Source : CCTP Note liminaire du dossier marché

Mais il faut savoir, que ce qui n'est pas obligatoire aujourd'hui sur certaines opérations, le sera demain, en effet :

- Aujourd'hui : Les tests de perméabilité à l'air sont obligatoire uniquement sur les opérations de construction **BBC effinergie** (bâtiments résidentiels individuels ou collectifs, et bâtiments non résidentiels). Or le reste des constructions ne bénéficie daucun test à la perméabilité.
- Or, Demain avec la RT 2012 : Comme on a pu le voir dans le chapitre qui précède, **ces tests d'étancheité à l'air du bâti, deviendront obligatoire**. La valeur de référence secale donc sur la valeur actuelle du label BBC.

La problématique est donc d'autant plus importante ! En effet, il est nécessaire pour l'ensemble des équipes travaux de s'informer, et d'établir un plan d'action au plus tôt pour maîtriser ce paramètre, puisque plus tard l'ensemble des bâtiments seront soumis à cette contrainte. Il est donc important de réagir rapidement :

- Tout d'abord, en rédigeant un plan commun pour l'ensemble des équipes travaux de toute la SAS. Notamment par la réalisation d'un ouvrage à qualité surveillée qui a été rédigé par Jérôme DUCABLE (responsable du service QSE, d'Eiffage IDF Paris)
- Mais aussi, au cas par cas, en effet, chaque type d'opération est particulier et doit s'adapter afin que chaque conducteur établisse un additif au P.Q.E (Plan Qualité Environnement), afin d'établir les points à risques du chantier.



# V



## LA PERMEABILITE A L'AIR DES BÂTIMENTS

### ▪ Raison de l'imperméabilisation

- L'hygiène et la santé – la qualité de l'air intérieur
- Le confort thermique et acoustique des occupants
- La facture énergétique
- La conservation du bâti
- La sécurité des personnes à proximité de sites industriels

### ▪ Exigences BBC - Effinergie

- Label BBC
- Définition de l'enceinte étanche
- Test d'étanchéité à l'air : Quelle valeur à respecter
- Nombre de logements testés
- Coûts des tests d'étanchéité à l'air

### ▪ Mesure de la perméabilité à l'air

- Principe de mesure
- Protocole de mesure

### ▪ Points de vigilance

### ▪ Comment la SAS d'ÉIFFAGE doit s'organiser pour y répondre ?

- Etablir un plan d'actions commun
- Moyens organisationnels
- Moyens humains



### III. PERMEABILITE A L'AIR

#### A - RAISON DE L'IMPERMEABILISATION

Pour assurer un bon niveau d'étanchéité à l'air pour un bâtiment, il faut être capable de maîtriser les flux d'air qui circulent à travers des orifices volontaires (bouches de ventilation et entrées d'air) et de limiter les flux incontrôlés, qui peuvent être source de pathologies, d'inconfort, et de gaspillage d'énergie. Il ne s'agit en aucun cas de confiner les occupants dans un « sac plastique », mais au contraire de leur procurer de l'air de qualité en quantité suffisante mais sans excès.

On peut distinguer cinq enjeux principaux liés à l'étanchéité à l'air :

- 1. L'hygiène et la santé – la qualité de l'air intérieur
- 2. Le confort thermique et acoustique des occupants ;
- 3. La facture énergétique ;
- 4. La conservation du bâti ;
- 5. La sécurité des personnes à proximité de sites industriels SEVESO.

#### 1. L'hygiène et la santé – la qualité de l'air intérieur

Pour ventiler correctement les pièces qui en ont besoin, il convient que les arrivées d'air neuf soient maîtrisées. Pourtant, dans les constructions courantes en France, entre un quart et un tiers de l'air neuf provient des défauts d'étanchéité de l'enveloppe.

Par ailleurs, l'air qui transite dans les parois avant de pénétrer dans le logement peut se charger en polluants (fibres, poussière, moisissures, composés organiques volatils, etc.), puis les transférer à l'intérieur. À mesure qu'ils s'encrassent, ces circuits aérauliques peuvent dégrader à plus ou moins long terme la qualité de l'air intérieur.

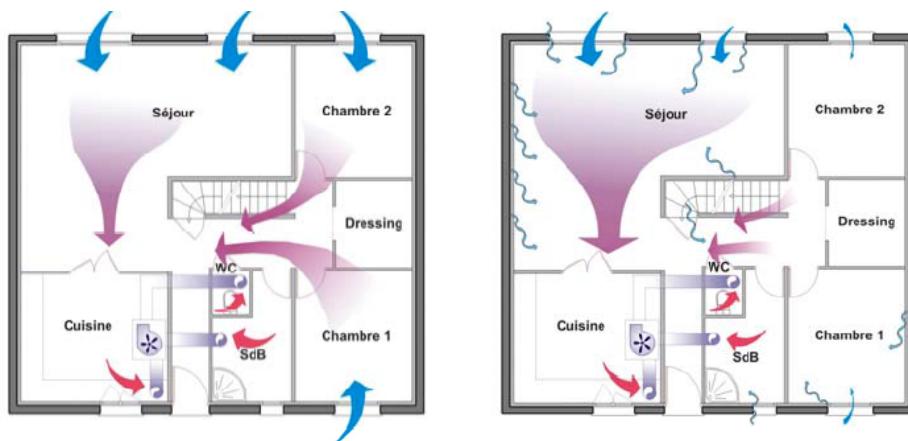


Figure 17: Modification des flux d'air due aux infiltrations. Dans l'exemple de droite, elles engendrent plus de débit dans le séjour et les chambres sont court-circuitées.

#### 2. Le confort thermique et acoustique des occupants

Une mauvaise perméabilité à l'air de l'enveloppe peut altérer le confort des occupants de deux manières :

- D'un point de vue thermique : En période de chauffe, les infiltrations d'air parasite peuvent être source de sensations gênantes (courants d'air, paroi froide, fluctuation de températures, voire une impossibilité de chauffer correctement).
- D'un point de vue acoustique : Une enveloppe perméable compromet l'isolation acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs.

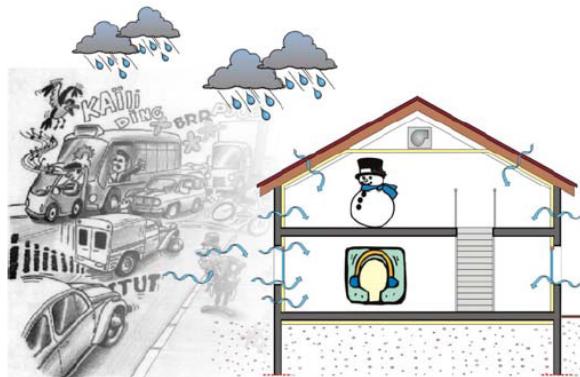


Figure 18: Pénétration d'air froid et de bruit dans une maison perméable

### 3. La facture énergétique

L'existence de trous dans l'enveloppe génère des flux d'air traversant non maîtrisés qui viennent en supplément du renouvellement d'air spécifique dû au système de ventilation. Ce phénomène sera plus ou moins amplifié selon les conditions de vent et le fonctionnement du système de ventilation.

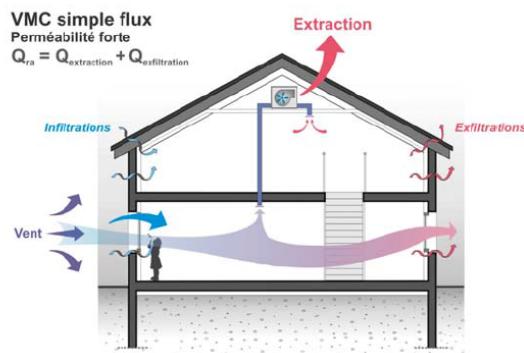


Figure 19: Courant d'air traversant en présence de vent.

En saison froide, ces flux d'air induisent un besoin supplémentaire de chauffage. L'augmentation du débit de renouvellement d'air dû aux infiltrations peut entraîner une augmentation des besoins de chauffage de l'ordre de 10% pour des systèmes de ventilation simple flux, et 25% voire plus, pour des systèmes double flux sur des constructions très perméables. Enfin, certains transferts peuvent affaiblir la performance thermique des parois, si l'air extérieur s'infiltra entre l'isolant et le parement intérieur.

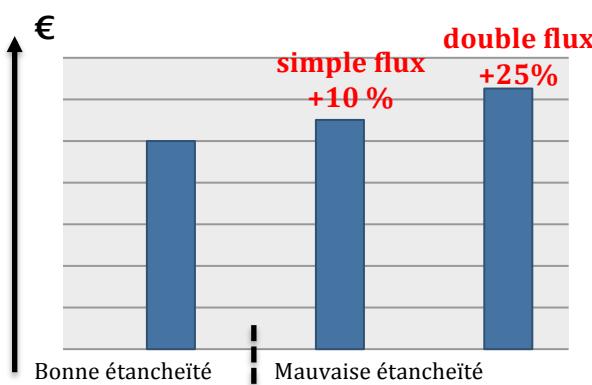


Figure 20: Ordres de grandeurs de l'augmentation des consommations de chauffage.

#### 4. La conservation du bâti

En période de chauffage, l'air exfiltré vers l'extérieur se refroidit en particulier dans l'isolant. Ainsi, son humidité relative augmente. Si au cours de ce parcours le point de rosée<sup>7</sup> est atteint, il y a condensation, ce qui rend l'isolant moins performant et peut engendrer des phénomènes de corrosion et de moisissure des matériaux.

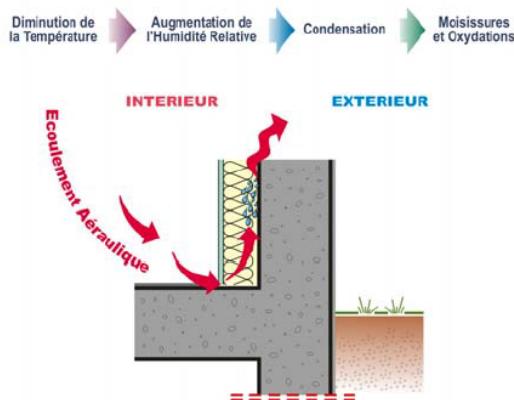


Figure 21: Illustration de la condensation dans les parois.

#### 5. La sécurité des personnes à proximité de sites industriels SEVESO

Dans certains cas particuliers, une excellente étanchéité à l'air de l'enveloppe peut être recherchée afin de mettre à l'abri les personnes en cas de pollution atmosphérique (risques technologiques à proximité de sites SEVESO par exemple) et/ou pour confiner des produits toxiques dans une enceinte maîtrisée.

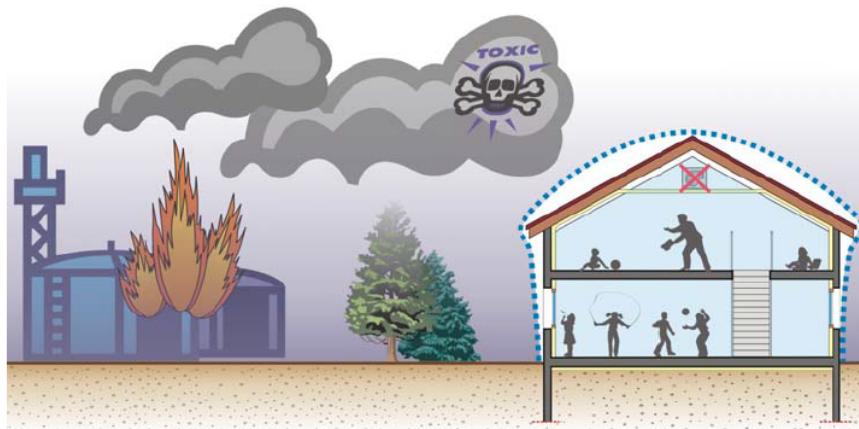


Figure 22: Protection des personnes dans un local confiné en cas de pollution atmosphérique accidentelle.

Grâce à une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments, il est possible d'assurer aux occupants de bonnes conditions d'hygiène et de santé ; d'améliorer leur confort d'un point de vue thermique et acoustique ; de réduire la facture énergétique et les émissions de gaz à effet de serre en limitant le gaspillage d'énergie ; et de diminuer les condensations et les moisissures responsables de dégradations prématuées du bâti. Dans un autre registre, il est possible de mettre à l'abri les personnes en cas de pollution atmosphérique accidentelle à proximité de sites SEVESO.

## B - EXIGENCES BBC EFFINERGIE

### Label BBC

Le label BBC-effinergie® est visé à identifier les bâtiments neufs ou parties nouvelles de bâtiments dont les très faibles besoins énergétiques contribuent à atteindre les objectifs de 2050 : réduire les émissions de gaz à effet de serre par 4.

Il est défini par l'arrêté ministériel du 3 mai 2007. Ce dernier reprend les valeurs définies par le référentiel de l'association EFFINERGIE®, à savoir un objectif de consommation maximale pour les constructions résidentielles neuves fixé à 50 kWhep/m<sup>2</sup>/an.

La reconnaissance du niveau EFFINERGIE® a été officialisée par la signature, le 19 juin 2007, des conventions de partenariat entre EFFINERGIE® et les certificateurs agréés par l'Etat pour la délivrance de la mention BBC-Effinergie. Les constructions neuves peuvent être labellisées BBC-effinergie®, dans le cadre d'une démarche de certification et à partir d'un calcul basé sur la méthode de calcul de la RT 2005.

La réglementation thermique RT 2005 fixe des objectifs de perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment de référence et permet de valoriser une démarche qualité sur l'étanchéité à l'air. Le label BBC-EFFINERGIE® va plus loin dans ses exigences et impose une mesure de la perméabilité à l'air du bâtiment à la réception du chantier.

### Définition de l'enceinte étanche

L'étanchéité à l'air d'un logement doit être obtenue sur tout les côtés d'un logement :

- entre le logement et les parties communes.
- entre chaque logement.
- entre le logement et l'extérieur.

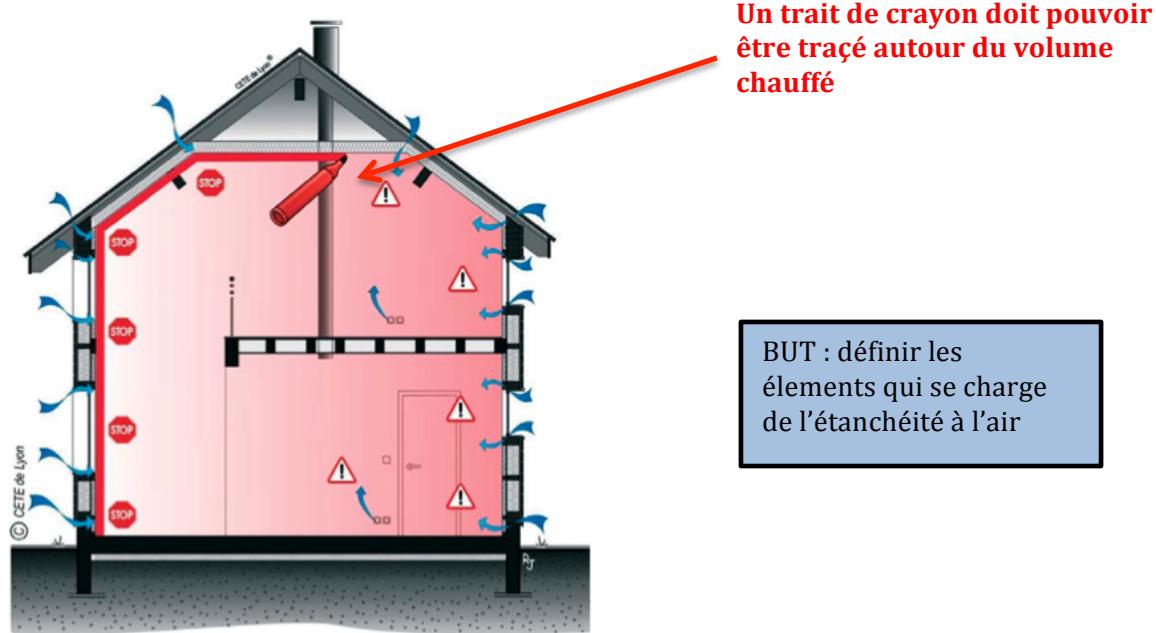


Figure 23: Illustration de l'enceinte étanche.

Indice de perméabilité : Le débit de fuite d'air rapporté à l'aire de l'enveloppe (APF-RT) à la pression d'essai de référence (4 Pa) est exprimé avec le symbole **Q4**. Unités : m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>

Taux de renouvellement d'air : Le débit de fuite d'air rapporté au volume chauffé (V) à la pression d'essai de référence (50 Pa) est exprimé avec le symbole **n50**. Unités : volume/h ou h<sup>-1</sup>

### Test d'étanchéité à l'air : Quelle valeur à respecter ?

Pour les logements à label BBC-Effinergie, le test d'étanchéité à l'air du bâti est obligatoire sur tous les bâtiments (logements et tertiaire). Une valeur seuil est à respecter seulement pour les bâtiments de logements. Tertiaire : pas de valeur seuil si ce n'est celle prise en hypothèse dans la note de calcul RT ou celle imposée par le Maître d'Ouvrage.

|                            | Maisons individuelles                                    |                               | Logements collectifs                                     |                               | Bâtiment tertiaire                                       |                               |
|----------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|
|                            | Q <sub>4</sub><br>(en m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ) | n <sub>50</sub><br>(en vol/h) | Q <sub>4</sub><br>(en m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ) | n <sub>50</sub><br>(en vol/h) | Q <sub>4</sub><br>(en m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ) | n <sub>50</sub><br>(en vol/h) |
| RT 2005<br>(valeur cible*) | 0,8  | 3,1                           | 1,2  | 2,6                           | 1,2  | 2,8                           |
| BBC Effinergie             | 0,6  | 2,3                           | 1  | 2,2                           | Pas d'exigences  |                               |
| Passif                     | 0,16   | 0,6                           | 0,28   | 0,6                           | 0,26   | 0,6                           |

### Valeur à respecter pour des logements en BBC

(\*) La valeur cible est entrée dans la feuille de calcul thermique lorsqu'une procédure qualité est réalisée. Dans les autres cas, la valeur par défaut prise en compte est de 1,3 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en Q4 pour les maisons individuelles et de 1,7 pour m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en Q4 pour les logements collectifs et le tertiaire.

### Nombre de logements testés :

- Pour tout ensemble inférieur ou égal à 30 logements :

mesures sur : 3 logements

ceux dont les valeurs (Pl+PVI) / Shl sont les plus grandes

- Pour tout ensemble supérieur à 30 logements :

mesures sur : 6 logements,

- Logements dont les valeurs (Pl+PVI) / Shl sont les plus grandes;

- + les 3 ou 6 logements doivent être répartis aux niveaux extrêmes et un au moins en niveau intermédiaire.

Toutefois, la mesure peut aussi être effectuée pour le bâtiment entier jusqu'à 10 logements et de hauteur Rdc + 3 niveaux et s'il ne comporte pas d'ascenseur.

|     |  |                |
|-----|--|----------------|
| Pl  | Linéaire de la liaison périphérique des planchers hauts , bas, et intermédiaires avec les autres parois, pris en compte dans le calcul des ponts thermiques  | m              |
| Shl | Surface habitable du logement collectif  | m <sup>2</sup> |
| PVI | Périmètres des baies vitrées, et portes extérieures y compris sur circulation et locaux non chauffés – Linéaire de liaisons des menuiseries et portes sur locaux non chauffés, avec le mur au niveau des tableaux et linteaux, y compris le linéaire des seuils de portes et portes fenêtres | m              |

### Coûts des tests d'étanchéité à l'air ?

En moyenne une intervention coûte en moyenne **650 € par logement** pour une mesure complète d'étanchéité à l'air (mesure en surpression et en dépression) avec recherche de fuite. (fumigène, poire à fumée, etc..)

### **C – MESURE DE LA PERMEABILITE A L'AIR**

La norme pour la mesure de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments est la Norme : NF EN 13829.

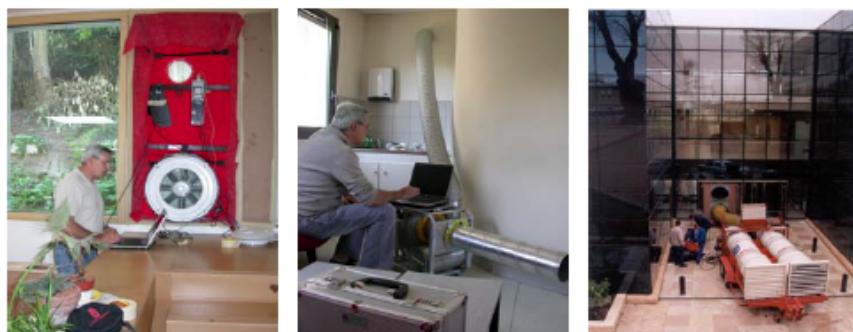
#### **3.1. Principe de mesure**

L'objectif de la mesure est de visualiser les infiltrations d'air parasites et de quantifier la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Pour cela, il faut créer artificiellement une variation de la pression interne du local testé afin de produire une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur génératrice de flux d'air. La méthode retenue par le CETE de Lyon est généralement la dépressurisation progressive du bâtiment testé à l'aide d'un ventilateur selon la norme NF EN 13829 (application Février 2001). Il s'agit d'extraire des volumes d'air connus et de mesurer simultanément les différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur afin d'obtenir une série de couple « débit/dépression ».

#### **3.2. Protocole de mesures**

Pour mesurer la perméabilité à l'air d'un bâtiment, on utilise un équipement spécifique adapté aux différents types de constructions :

Équipement de mise en pressurisation et dépressurisation



##### **Porte soufflante**

« Blower Door® », utilisée pour des bâtiments dont le volume n'excède pas 4000 m<sup>3</sup> pour n50 < 2 vol/h

##### **Perméoscope®**

utilisé pour mesurer la perméabilité de maisons individuelles ou d'appartements dont le volume n'excède pas 1000 m<sup>3</sup>

##### **Banc Grand Volume**

utilisé pour des bâtiments de volume allant jusqu'à 30000 m<sup>3</sup> pour n50 < 2 vol/h

##### **Principe utilisé sur les logements**

Figure 24: Équipement de mesure, Source: CETE Lyon

Le protocole de mesure, utilisé pour les logements est celui de la porte soufflante. C'est celui qu'on décrira ci-après.

#### **3.2.1. Obturation des orifices**

L'objectif est de quantifier uniquement les fuites d'air non maîtrisées. C'est la raison pour laquelle les orifices volontaires (bouches de sorties et entrées d'air) sont colmatés à l'aide de rubans adhésifs imperméables à l'air et/ou de film polyéthylène. Cependant, dans certaines situations, un élément constitutif de l'enveloppe peut être colmaté puis décolmaté (trappe, menuiserie, appareillage électrique, ...) de manière à pouvoir quantifier la contribution de cet élément sur la performance globale de l'enveloppe.

### 3.2.2. Mise en place de la fausse porte

Le principe consiste à remplacer un des ouvrants de l'enveloppe par un dispositif parfaitement étanche, comportant une ouverture connectée à un ventilateur de vitesse variable. Généralement, la porte d'entrée du logement est choisie pour cette technique. On la remplace par une «fausse porte» étanche et adaptable aux différentes dimensions. Le rôle du ventilateur à vitesse variable est d'extraire des volumes d'air connus. Il comporte des diaphragmes permettant de réguler le débit d'air extrait et crée des différences de pression pouvant aller jusqu'à 100 Pa. Un minimum de 50 Pa est recommandé pour effectuer les mesures avec une dérogation possible pour les bâtiments de grand volume (supérieur à 4000 m<sup>3</sup>).

**Remarque : Le défaut de ce principe est que les portes palières des logements ne sont pas testé. Pourtant elles devraient l'être, puisqu'elles participent à l'enveloppe du logement.**

### 3.2.3. Dispositifs de mesure

Quel que soit le dispositif de mesure utilisé par le CETE, il est composé :

- d'un capteur différentiel de pression qui permet de mesurer la différence de pression créée par le ventilateur à travers l'enveloppe du bâtiment ;
- d'un débitmètre qui mesure le débit d'air traversant le ventilateur ;
- d'un micro-ordinateur équipé d'un logiciel permettant d'automatiser les mesures et d'afficher les résultats.

Pour le Banc Grand Volume, le ventilateur de la fausse porte est beaucoup plus puissant. Quant au Perméoscope®, il est, en général, branché directement sur le système de ventilation et non pas sur un ouvrant de l'enveloppe. Cette méthode présente l'avantage d'être beaucoup plus facile à mettre en oeuvre pour certains logements, notamment les locaux peu volumineux.

L'inconvénient est que les essais doivent se limiter à des volumes inférieurs à 1000 m<sup>3</sup>.

Cependant, le CETE de Lyon a conçu un système de fausse porte adaptable à cet appareil.

### 3.2.4. Détection des points de fuite

#### ▪ Thermographie infrarouge

La thermographie infrarouge permet de déterminer et visualiser les températures des parois. Couplée à une dépressurisation du local, la thermographie permet de visualiser localement des infiltrations d'air froid à travers l'enveloppe d'un bâtiment. Lorsque le bâtiment est en dépression et que l'écart de température avec l'extérieur est suffisant (supérieur à 10°C environ), les infiltrations d'air à travers l'enveloppe refroidissent les parois intérieures. Il est alors possible de localiser ponctuellement les zones refroidies anormalement par les infiltrations d'air à travers l'enveloppe. Il faut toutefois rester attentif lors de l'analyse des résultats. En effet, les défauts d'isolation de l'enveloppe (ponts thermiques, absence d'isolation thermique) sont également mis en évidence par la thermographie infrarouge.

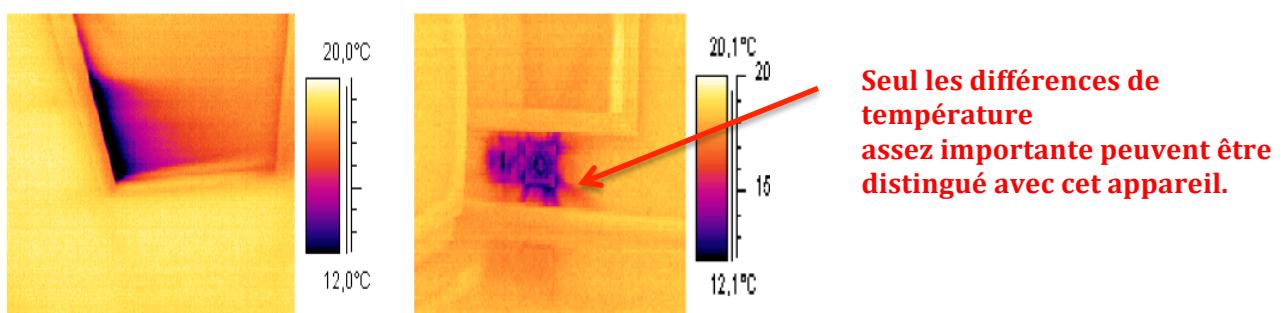


Figure 25: Thermographie infrarouge, trappe et prises électriques.

Cependant, la caméra infrarouge doit être utilisé de façon optimale. Une différence de température devant être mesurée pour repérer les entrées d'air. Si cette différence de température entre l'intérieur et extérieur n'est pas suffisante, alors la fuite n'apparaîtra pas sur la caméra infrarouge. Il existe donc d'autres moyens pour rechercher les fuites (générateur à fumée, anémomètre, etc..)

- **Poire à fumée**

Une manière beaucoup moins coûteuse de détecter les infiltrations d'air consiste à observer à l'aide de fumées visibles, les écoulements aérauliques lorsque le bâtiment est dépressurisé. Pour cela, des poires à fumée vendues dans le commerce sont couramment utilisées.



Figure 26: Poire à fumée

### Localisation de la fuite

- **Par anémomètre :**

Cet appareil mesure le déplacement de l'air à l'endroit de l'infiltration.

- **À la main**

Il est possible de repérer les points de fuite de manière sensitive. En effet, la mise en dépression est suffisamment importante pour qu'on puisse repérer les infiltrations d'air parasites en passant simplement la main devant.

#### 3.2.5. Mesure du débit de fuite

Avant chaque mesure, des données météorologiques nécessaires aux calculs sont relevées (température, vitesse du vent). Pour effectuer l'essai, la vitesse du ventilateur est diminuée par paliers de 10 Pa environ, depuis 70 Pa jusqu'à 10 Pa. A chaque palier, les pressions indiquées par le manomètre sont relevées en conditions stationnaires. On mesure simultanément les différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur et le débit afin d'obtenir une série de couples {débits / dépressions}.

### C – POINT DE VIGILANCE

Ce paragraphe rappelle les points de vigilances en matière de perméabilité à l'air. Un carnet de détails des différents principes est présent sur le site du CETE de Lyon. Basé sur les observations du CETE de Lyon, ce mémento propose de traiter 20 points singuliers dont la fréquence d'apparition des fuites est récurrente.

Les points de vigilances portent notamment sur :

- 1. Liaison mur / plancher bas
- 2. Liaison menuiserie / appui
- 3. Liaison menuiserie / linteau
- 4. Liaison menuiserie / tableau
- 5. Paroi courante
- 6. Traversée de paroi
- 7. Liaison mur / plancher de terrasse
- 8. Liaison mur / toiture inclinée
- 9. Liaison menuiserie / allège
- 10. Liaison mur / toiture inclinée
- 11. Traversée de toiture inclinée
- 12. Plafond de toiture inclinée
- 13. Liaison fenêtre de toiture
- 14. Liaison mur / bloc baie et CVR
- 15. Liaison mur / plancher intermédiaire
- 16. Liaison porte d'entrée linteau
- 17. Liaison porte d'entrée / seuil
- 18. Traversée de plancher bas
- 19. Trappe d'accès gaine technique
- 20. Traversée de plancher intermédiaire

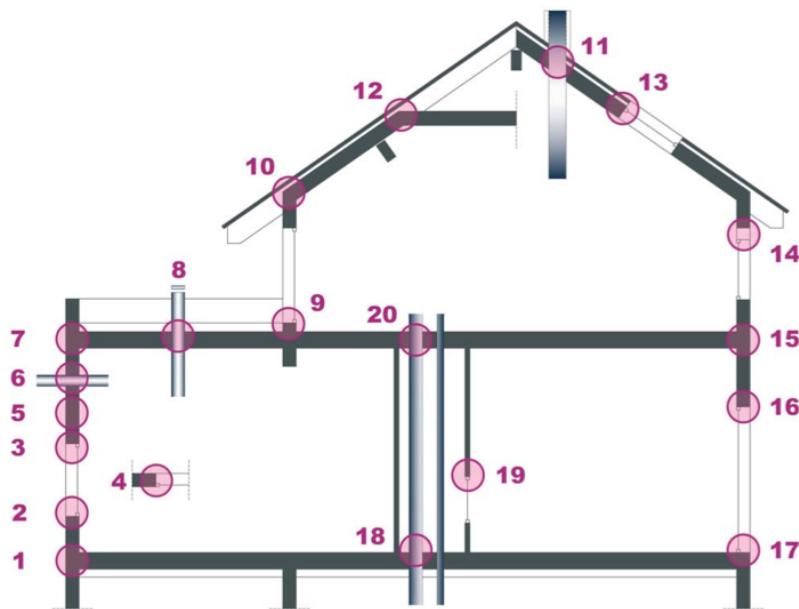


Figure 27: Localisation des points singuliers, source: CETE Lyon

**Le traitement des différents points s'effectuera lors du retour d'expérience.**

## **D – COMMENT LA SAS D'ÉIFFAGE DOIT S' ORGANISER POUR Y REPONDRE ?**

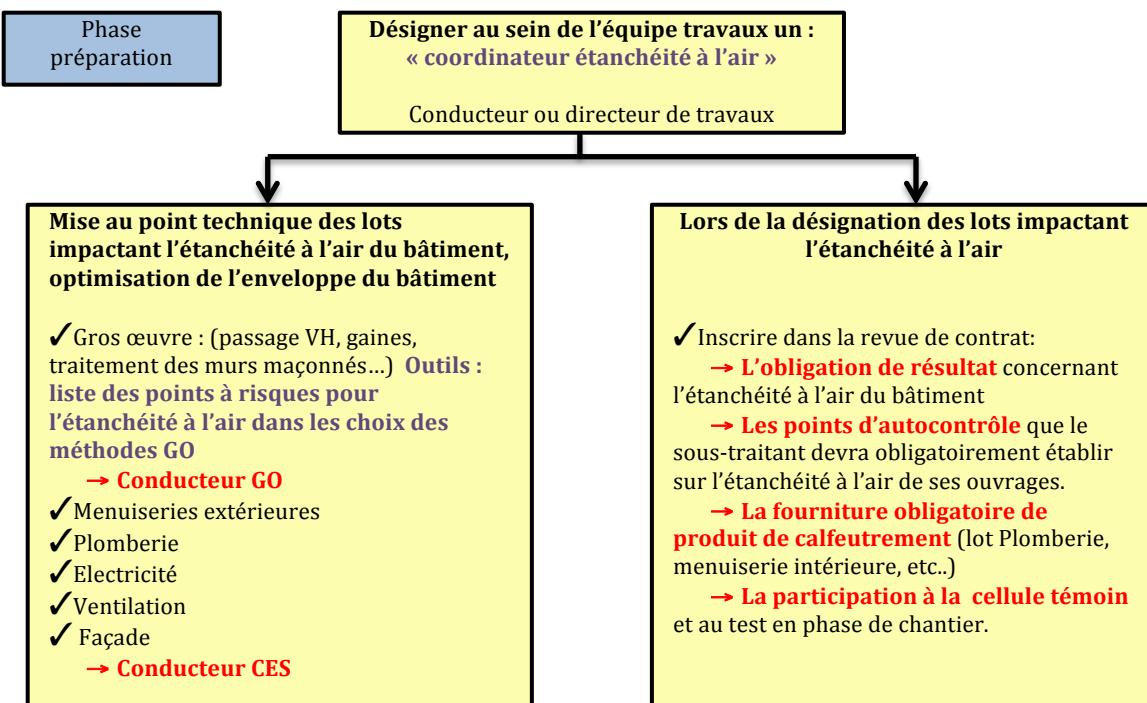
Etablir un plan d'action communs à toute la SAS

Développer une organisation et des compétences visant à maîtriser l'étanchéité à l'air des bâtiments pour anticiper les marchés RT 2012.

- 1. Moyens organisationnels
- 2. Moyens humains

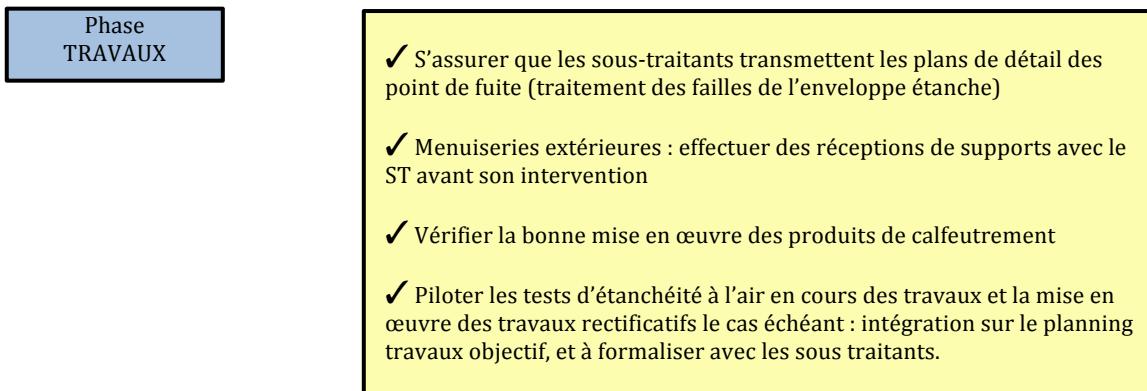
### **1. Moyens organisationnels**

Phase de préparation :



(cf. ANNEXE 06 : Revue de contrat issue du retour d'expérience de l'opération ZAC Cardinet)

Phase travaux :



## 2. Moyens humains :

| Phase<br>TRAVAUX |   |
|------------------|---|
|                  | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Mise en place d'une cellule spécialisée en thermique / énergétique dans la SAS : Jérôme Ducable assisté d'IRD Energétique et si besoin de BET extérieurs – définition des missions de la cellule</li><li>✓ Séance d'information – sensibilisation aux équipes qui démarrent une opération BBC.</li><li>✓ Formation Etanchéité à l'air des bâtiments pour l'encadrement travaux (chef de secteur) et animatrices Qualité Environnement</li><li>✓ Formation RT 2012 pour le personnel du bureau d'étude de prix + encadrement travaux (+animatrices Qualité Environnement).</li><li>✓ Séance d'information des sous-traitants sur chaque chantier BBC.</li><li>✓ Formation de quelques personnes pour la réalisation des tests d'étanchéité à l'air (correspondant énergétique, conducteurs travaux, animatrices Environnement, technicien chantier, .etc... ).</li></ul> |





# VI

## RETOUR D'EXPERIENCE

- **Introduction**
- **Opération ZAC Cardinet**
  - Descriptif de l'affaire
  - Description sommaire des travaux
  - Exigences contractuelles
  - Identification des points de fuites et traitement mis en oeuvre
  - Résultat
- **MASSY Campus**
- **Opération Résidence La Morée**
  - Descriptif de l'affaire
  - Description sommaire des travaux
  - Exigences contractuelles
  - Identification des points de fuites et traitement mis en oeuvre
  - Résultat
- **88 Logements à Achères**
  - Descriptif de l'affaire
  - Description sommaire des travaux
  - Exigences contractuelles
  - Identification des points de fuites et traitement mis en oeuvre
  - Résultat
- **Logement à Saint-Mandé**
- **Enseignement à en tirer**



### III. RETOUR D'EXPERIENCE

#### Introduction

L'objet de ce chapitre est d'établir un retour d'expérience des différentes techniques mises en œuvre sur les chantiers de la SAS, afin d'analyser les différents problèmes les plus récurrents. Et cela, dans le but d'établir un plan qualité pour le chantier rue Jacques Kablé. En effet, comme on a pu le voir dans les chapitres précédent : à l'heure actuelle, l'essentiel des chantiers sont concernés par un niveau de performance énergétique « BBC » (d'ailleurs, le niveau BASE de la nouvelle réglementation « RT 2012 » se veut calé sur le même niveau de performance..). Nous sommes donc tous confrontés à la **problématique d'étanchéité à l'air**. Ce phénomène est de plus en plus courant et deviendra notre quotidien ; la chasse aux fuites de chaleur de l'enveloppe est maintenant réglementaire depuis l'adoption de la RT 2012 ; **ce qui était donc optionnel (label) deviendra OBLIGATOIRE (conformité du bâtiment)**. L'obtention d'une valeur conforme de cette perméabilité (le Q4 est le plus souvent calé à 1m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> – cas du logement collectif) n'est pas très difficile en soi, mais les fuites peuvent être aussi diverses que nombreuses et **elles concernent TOUS les corps d'états**.

Ce retour d'expériences inter-filiales nous montrera que cette problématique **DOIT** être préparée suffisamment tôt de sorte à éviter les approches « curatives », qui bien souvent, relèvent d'une découverte tardive de matériels ou matériaux non adaptés, mais aussi d'un défaut de préparation de la part des équipes travaillant sur place (entreprises sous-traitantes pour les lots techniques, mais aussi pour les autres corps d'états en particulier de plâtrerie et de finitions compris gros-œuvre ). Le retour d'expériences sur le BBC et l'étanchéité à l'air s'organisera autour de 5 opérations de la SAS qui alimenteront mon travail :

- 1. Construction d'un bâtiment de 56 logements BBC et H&E, d'une crèche et de commerces dans la ZAC Cardinet à Paris 17eme** : Il y a déjà eu des tests d'étanchéité à l'air mais d'autres vont être programmés, j'ai notamment pu y assister.
- 2. Construction du siège mondial de Carrefour MASSY CAMPUS, 143 avenue de Paris à Massy – Bâtiments HQE et BBC** : Le chantier n'est qu'en phase infrastructure et vu la taille des bâtiments il ne sortira pas de terre avant l'automne, néanmoins l'encadrement d'EIFFAGE qui gère le pôle CET est en train de rédiger une note méthodologique à destination du client pour expliquer comment nous allons traiter l'étanchéité à l'air des bâtiments.
- 3. Construction d'une pension de famille et de logements sociaux BBC et H&E, Résidence « La Morée » à Sevran au 28 allée des peupliers** : Le retour d'expériences sera d'autant plus intéressant à réaliser sur cette opération que les tests initiaux n'étaient pas bons, car la présence de modules HVA (module préfabriqué de salle de Bain) dans les chambres a compliqué le traitement de l'étanchéité à l'air, tout comme la présence de cloisons légères entre logements. Qualiconsult, l'AMOe Environnement qui suit également l'étanchéité à l'air est en train de voir avec CERQUAL si l'unité d'enveloppe étanche peut être définie comme étant le bâtiment dans son ensemble et non un logement, d'autant que les parties communes sont chauffées.
- 4. Construction de 88 logements BBC et de 2 niveaux de sous sol à Achères** : Des tests ont été effectués et des difficultés ont été rencontrées sur les gaines de ventilations hautes et basse (VH/VB).
- 5. Construction d'un immeuble à Saint-Mandé**

## A - OPERATION ZAC CARDINET



### Descriptif de l'affaire :

Donneur d'ordre : EIFFAGE CONSTRUCTION IDF PARIS

Adresse : Rue Cardinet – 75017 PARIS

CA prévu : 12,500 M€

OS de démarrage: 01 Mars 2011

Livraison : 16 janvier 2013

Travaux neufs

Réhabilitation

Réha+neuf

TCE : Oui

Maître d'ouvrage : PARIS HABITAT

Type de Marché : public

Encadrement :

Marie-France ESCOFFIER, DTx / F. ALBIN, CTx / C. METE, CTx

Patrick DIGOUT, CCh

Effectif GO prévisible :

25 personnes

### Description sommaire des travaux :

- Construction d'un bâtiment en R+8 de 63 logements, avec 2 niveaux de crèche (R+1, et R+2), 2 commerces en RDC, et 2 niveaux de parkings.

### Exigences contractuelles :

**Affaire BBC ?**

**OUI**

**NON**

Valeur d'étanchéité à l'air requise : 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h

### Logements :

**1 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>.h** = exigence du label BBC

**Périmètre du volume étanche** = le logement

Etanchéité à l'air par rapport aux logements mitoyens, à l'extérieur, et aux volumes non chauffés (parties communes, intérieur de gaines).

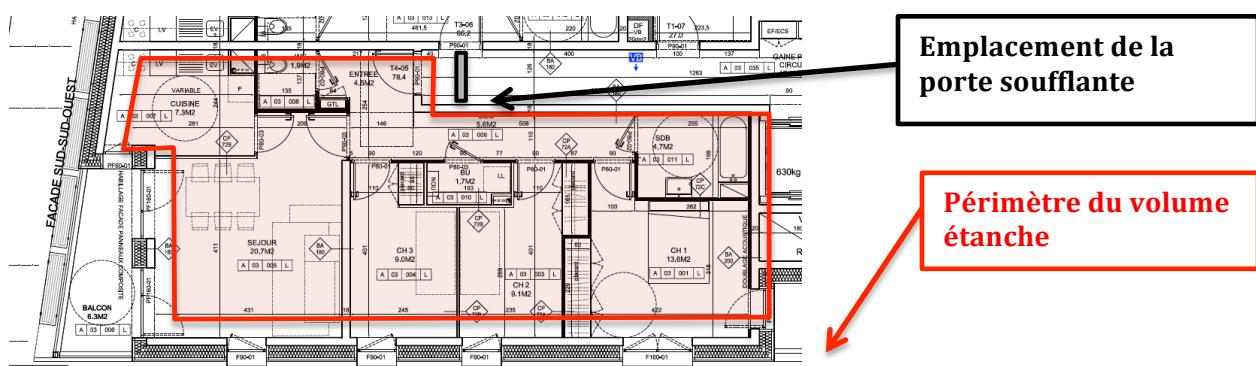
### Crèche :

**0,8 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>.h** = au-delà de l'exigence du label BBC

**Périmètre du volume étanche** = La crèche dans son ensemble

- vis-à-vis de l'extérieur, du parking, des commerces et des parties communes au niveau du RdC

- vis-à-vis de l'extérieur, des parties communes et de l'étage supérieur au niveau du R+1



Plan de l'appartement témoin T04-01 testé.

**Identification des points de fuites avant la mesure :**

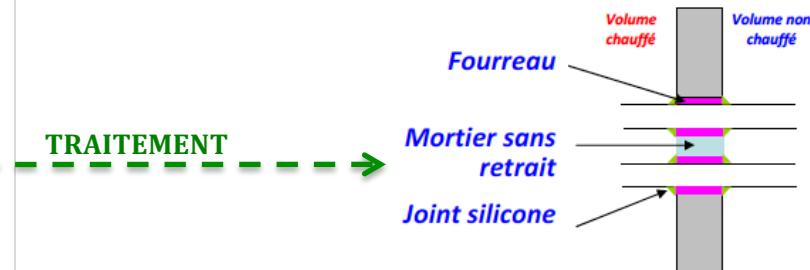
**LOT PLOMBERIE / CVC :**

| Point de fuite identifié   | Traitement  |
|--|---|
| <p><b>Traversées de dalles et Planchers</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaine PVC</li> <li>- Gaine VMC</li> <li>- Evacuations des douches en sous face du plancher considéré :</li> <li>traversée de dalle BA (la conduite d'évacuation est "masquée" par un faux-plafond.</li> </ul> | <p><b>PRINCIPE GENERAL : Traiter le passage des colonnes à travers les dalles et planchers, mais aussi des gaines quelles que soit leur nature :</b></p> <p>1) Réalisation des réservations: privilégier les traversées "unitaires" pour chaque réseau et ajustées au possible (pour permettre le calfeutrement le plus soigné en maçonnerie autour du fourreau (nécessaire pour tout réseau).</p> <p>2) Mise en place d'un fourreau PVC de diamètre immédiatement supérieur au réseau, afin de réaliser un calfeutrement béton ou au mortier zéro retrait.</p> <p>3) Passage du réseau + résilient acoustique type Gainojac dans le fourreau PVC.</p> <p>4) Réalisation de l'étanchéité "souple" au silicone entre le fourreau et le réseau.</p> <p>4bis) Collage d'une membrane EPDM pour les cas des planchers bas et haut des zones chauffées (terrasses techniques béton, plancher haut du R+1 et du sous-sol pour la crèche).</p>  |

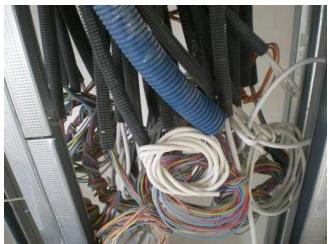
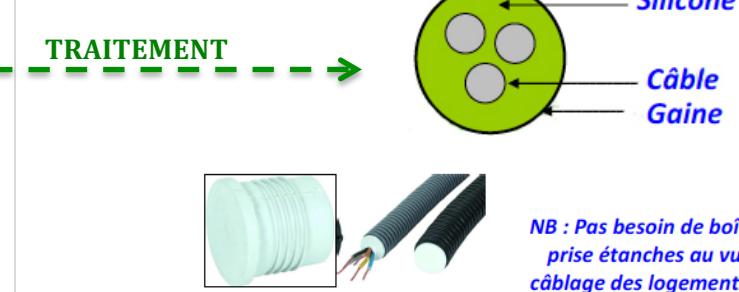
**Prescriptions complémentaires pour le traitement des traversées de dalles et planchers :**

1. Le calfeutrement au plâtre est à déconseiller dans la mesure du possible entre les réseaux et les éléments structurels (planchers et voiles), car NON ETANCHE (retrait et fissuration), et peuvent être source de problèmes d'ordre acoustique (=>risque pour l'obtention de la certification Habitat et Environnement).
2. Réaliser le calfeutrement en dalle le plus tôt possible - avant le passage des cloisons et des gaines techniques.
3. Pour les colonnes déjà réalisées : Mise en place de fourreau sur les colonnes, au niveau de la réservation: protection acoustique Gainojac, puis deux demi-fourreaux autour de la colonne, solidarisés par bande verticale.
  - Coffrage et remplissage de la réservation.
  - Réalisation de l'étanchéité "souple"

**LOT PLOMBERIE / CVC :**

| Point de fuite identifié  | Traitement   |
|---|--|
| <p><b>Traitement des traversées de voiles et cloisons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Passage de l'arrivée d'eau froide , ECS et Chauffage depuis le palier vers les logements,</li> <li>- Sortie des bouches de ventilation en façade.</li> <li>- Traversées de cloisons de types placostil et préfabriquées en plâtre : arrivées de réseau plomberie à traiter.</li> </ul>  | <p>1) Les réseaux entrants dans une zone "chauffée" doivent traverser les voiles et dalles au travers de fourreaux (à la charge du lot technique), UNITAIRES , dont l'étanchéité devra être contrôlée.</p> <p>2) Traitement au joint silicone côté intérieur du parement visible (si possible) sinon face visible.</p> <p>3) Il existe des fourreaux cylindriques et rectangulaires. Reprendre ces réservations pour sceller un fourreau de diamètre immédiatement supérieur à celui de la bouche d'entrée d'air.</p>  |

**LOT ELECTRICITE :**

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <p><b>Adduction de réseaux dans les logements :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Encastrements des arrivées de réseau dans le logement considéré</li> <li>2) Réseaux encastrés en dalle</li> </ol>  | <p>1) Etancher au Silicone entre cable et gaines, sur le palier (dernière boîte de raccordement ou gaine encastrée) et A L'INTERIEUR du logement côté GTL (entre fourreau d'encastrement et cable, avant d'entrer dans le tableau électrique).</p> <p>=&gt; AUTOCONTROLE à mettre en place obligatoirement par l'électricien.</p> <p>2) Contrôler la disposition des fourreaux à couler en dalle : les fourreaux doivent être suffisamment espacés pour permettre le bon écoulement du béton autour de chacun et éviter la création de voies de circulation d'air.</p>  <p><i>NB : Pas besoin de boîtier de prise étanches au vue du câblage des logements, sauf si une prise était déplacée sur une gaine étanche.</i></p> <p><i>Autre solution : bouchons étanches à placer sur les gaines.</i></p> |

Démarche qualité spécifique à mettre en place :

1. Repérer les boitiers de raccordement en dalle et en façade. Faire parvenir un plan CFO et CFA pour matérialiser les "brèches" dans le volume chauffé.
2. Traiter les pots d'encastrement des arrivées de réseau élec systématiquement : passages dans les voiles/cloisons ajustés aux encastrements, enduits des contours des pots étanches, injection de silicone dans les fourreaux annelés pour assurer la jointure avec les câbles.
3. Vérifier l'absence de fourreaux non utilisés (par exemple les fourreaux d'encastrement en voile, non raccordés convenablement aux pots de centre des logements,...).
4. Assurer le suivi des modifications des plans techniques au droit des façades (non doublées) afin d'anticiper le mode de traitement des encastrements réalisés (déplacés) à posteriori.

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <b>Gaines pour le photovoltaïque</b>  | Réservations à valider par l'électricien (contraintes coupe-feu, passages, visibilité...).  |
| <b>Alimentation des volets roulants</b><br><br>Les volets roulants sont prévus électriques ; les alimentations de ces volets sont prévus depuis le logement, vers le coffre placé en extérieur<br>==> risque potentiel de fuite d'air.<br><br>Niveaux hauts : Les boitiers de raccordement électrique des coffres de volets roulants sont disposés : côté intérieur.<br>Niveau bas : Les boitiers de raccordement électrique des coffres de volets roulants sont disposés : côté extérieur ==> "mauvaise" position du point de vue de l'étanchéité à l'air. | De manière systématique :<br>- Traiter au niveau du pot d'encastrement sur le voile de façade (EXTERIEUR) : étancher au silicone la sortie du cable d'alimentation : entre cable et gaine encastrée (et entre gaine encastrée et pot encastré si nécessaire) ;<br>- Traiter le boîtier de raccordement ("INTERIEUR" : sans doute le pot de centre de la pièce contenant le châssis et son VR, ou à l'intérieur du tableau GTL) : étancher au silicone entre le cable. |

**LOT MENUISERIES EXTERIEURES:**

| Point de fuite identifié  | Traitement   |
|---|--|
| <b>Etanchéité à l'air entre le précadre et le voile béton :</b><br><br>Le joint comprimande utilisé n'est pas adapté. | Utiliser un comprimande type "à cellule fermée" imprégné étanche à l'air type ILMOD TRIO de chez ILLBRUCK.<br>Respecter les préconisations de pose<br><br><br><b>TRAITEMENT</b> →  |

**LOT MENUISERIES INTERIEURES :**

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <b>Portes d'arrivée</b> (escalier et entrée) du palier d'étage de la crèche | Ces portes, délimitant le volume de la crèche, doivent posséder une caractéristique thermique et comporter un seuil comprimé étanche (détalonnage habituel des portes à proscrire).<br>- Vérifier les spécifications du CCTP. En cas d'absence de spécification, faire appel au titulaire du lot. |

**LOT GROS ŒUVRE / MACONNERIE:**

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <b>Reprises de bétonnage</b> pour les voiles constituant l'enveloppe du logement.   | Bouchage au mortier sans retrait (parexlanko 730 ou 731 selon la finition souhaitée).   |
|   | <p style="text-align: center;"><b>Mortier sans retrait parexlanko 731</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TRAITEMENT</b> ➔</p>  |
| <b>Rebouchage des trous de banche.</b>  | Le bouchage est fait en 2 fois avec un mortier sans retrait.  |
| <b>Gaines VB VH palières</b> passant dans les logements (préfas).                   | Mise en place d'une bande adhésive (type TESCON) aux droits des jonctions voiles/conduit et plancher/conduit.   |
|  | <p style="text-align: center;"><b>Bandé adhésive type TESCON</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TRAITEMENT</b> ➔</p>          |

**Résultat des premières mesures :**

Un essai a été réalisé sur l'appartement témoin en fin de gros œuvre avec les menuiseries extérieures de poser. (voir **Annexe 07** : rapport de perméabilité)

Résultat de l'essai : **Q4Pa\_surf = 0,57 m3/(m2h)**. << 1 m3/(m2h), La valeur est donc encourageante par rapport aux objectifs fixés.

**B - BOULOGNE NACARAT****Descriptif de l'affaire :**

Donneur d'ordre : EIFFAGE CONSTRUCTION IDF PARIS

Adresse : Avenue Emile Zola BOULOGNE BILLANCOURT

CA prévu : 7 M€

OS de démarrage: 04/01/10

Livraison : 15/07/2011

Travaux neufs Réhabilitation Réha+neuf 

TCE : Oui

Maître d'ouvrage : NACARAT

Type de Marché : Privé

Encadrement :

R.MULLER C.Secteur, J.B ORANGE CdT, C. FEZANS CdT,

Effectif GO prévisible : 20

**Description sommaire des travaux :**

- Construction de 58 logements BBC pour le compte du promoteur NACARAT avenue Emile Zola à Boulogne Billancourt

**Exigences contractuelles :****Affaire BBC ? OUI** Valeur d'étanchéité à l'air requise : m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h**Logements :****1 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>.h** = exigence du label BBC**Périmètre du volume étanche** = le logement

Etanchéité à l'air par rapport aux logements mitoyens, à l'extérieur, et aux volumes non chauffés (intérieur de gaines). La circulation étant chauffée

**Localisation des anomalies constatées lors de la recherche de fuite:**

|  | Anomalies constatées |
|--|----------------------|
| Infiltrations en partie courante         | ×                    |
| Liaisons périphériques (paroi, mur, etc) | ×                    |
| Menuiseries                              | ×                    |
| Elements traversant les parois           | ×                    |
| Trappe d'accès                           |                      |
| Trappe de visite                         |                      |
| Appareillages                            |                      |
| Liaisons parois ouvrant                  |                      |
| Autres                                   |                      |

**Identification des points de fuites principales et traitement mis en oeuvre:**

**LOT GROS ŒUVRE :**

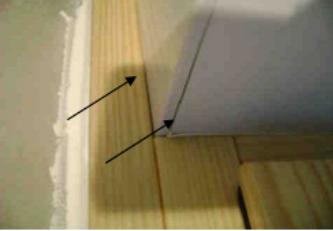
| Point de fuite identifié  | Traitement   |
|---|--|
| <b>Infiltrations en partie courante</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuites repérées au travers de l'encaustique en fond de la gaine technique</li> <li>- Fuites au niveau des trous de banche (même rebouché)</li> </ul>    | Utilisation du béton sans retrait  |
| <b>Liaisons périphérique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liaison entre la chape ciment intérieure et le voile de façade extérieur, au droit de la bande acoustique de désolidarisation</li> <li>- Fuite en périphérie des menuiseries au droit de toute continuité d'étanchéité à l'air</li> </ul>  | Défaut dans le cordon silicone au niveau de certain montant de la fenêtre<br>- Altération du béton au niveau de l'appui de la fenêtre du séjour, par lequel traverse un fourreau électrique (apparent) |
| <b>Reprise bétonnage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuite au niveau des reprises de bétonnage</li> <li>- Fuites relativement importantes relevées depuis le palier au droit des liaisons périphériques des éléments préfabriqués de maçonnerie fermant la gaine VB</li> </ul>                      |  |

Les points à traiter sur un logement :

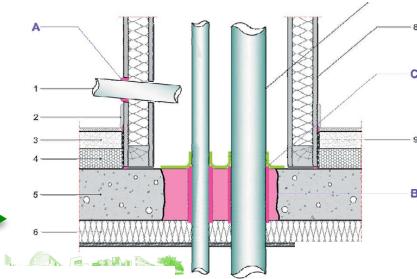
- Pieds et haut de voile
- Trou de banche
- Jonction avec gaine de ventilation le cas échéant
- Seuils de fenêtres
- Joints de parpaings (mur maçonnés à éviter de manière général en BBC)

**Attention à ne pas faire avancer le lot cloisons trop vite !**

LOT MENUISERIE:

| Point de fuite identifié   | Traitement                            |
|--|---------------------------------------|
| <b>Coffre de volet roulant</b><br>- Leger passage d'air constaté au niveau des raccords plastiques<br> | Prévoir des coffres étanche à l'air ! |

LOT PLOMBERIE /CVC:

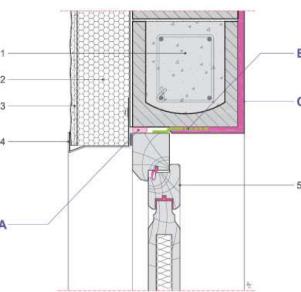
| Point de fuite identifié  | Traitement   |
|---|--|
| <b>Element traversant la paroi et le sol</b><br>- Fuite à la traversé des évacuation et de ventilation, dans les gaines techniques<br> | Pour des raisons d'accessibilité, les défauts d'étanchéité à l'air les plus significatifs se situe en fond de gaine, derrière les tuyaux d'évacuation en PVC et gaine galvanisée en PVC.<br> |

Les points à traiter sur un logement :

- Passage des réseaux dans les planchers et les voiles.

L'apposition autour des réseaux d'un simple résiliant en mousse de 2-3mm + 1 joint silicone est largement insuffisant. A remplacer par des collerète en élastomère EPDM.

**LOT MENUISERIE EXTERIEURE:**

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <b>Liaison menuiserie / Linteau</b><br>- Mauvaise étanchéité à l'air<br> | Prévoir le joint étanche à l'air.<br> |

Les points à traiter sur un logement :

- Vérifier le classement AEV des menuiseries, A=4 pour les opérations BBC
- Analyser la continuité de l'encadrement béton autour de la fenêtre et apposer des calfeutrements spécifiques
- Une mise au point tardive avec l'architecte sur les menuiseries est pénalisante : Sur boulogne, la côte des seuils de fenêtre n'était pas connue au coulage, ils ont donc été réalisé après -> poste de déperdition
- Coffre de volets intérieurs : les menuiseries ne pouvant pas être fixé par le haut, un jour de 15mm est toléré, ce qui constitue un gros poste de déperditions. -> l'étanchéité des coffres doit systématiquement être traitée.
- Attention au stockage des menuiseries sur le chantier : une dégradation peut engendrer des fuites entre le dormant et l'ouvrant (pas le cas sur boulogne et menuiserie de bonne qualité MC France)

**C - RESIDENCE LA MOREE****Descriptif de l'affaire :**

Donneur d'ordre : EIFFAGE IDF PARIS  
 Adresse : 28 avenue des peupliers, SEVRAN  
 CA prévu : 9,400 M€  
 OS de démarrage: 26 Juin 2011  
 Livraison : 26 Aout 2013

Travaux neufs Réhabilitation Réha+neuf 

TCE : Oui

Maître d'ouvrage : Adoma

Type de Marché : privé

Encadrement :

F. FOULON, DTx / F. LAGUILLON, CTx / F. DONAZAN, CTx

M. FREITAS Cch

Effectif GO :

15

**Description sommaire des travaux :**

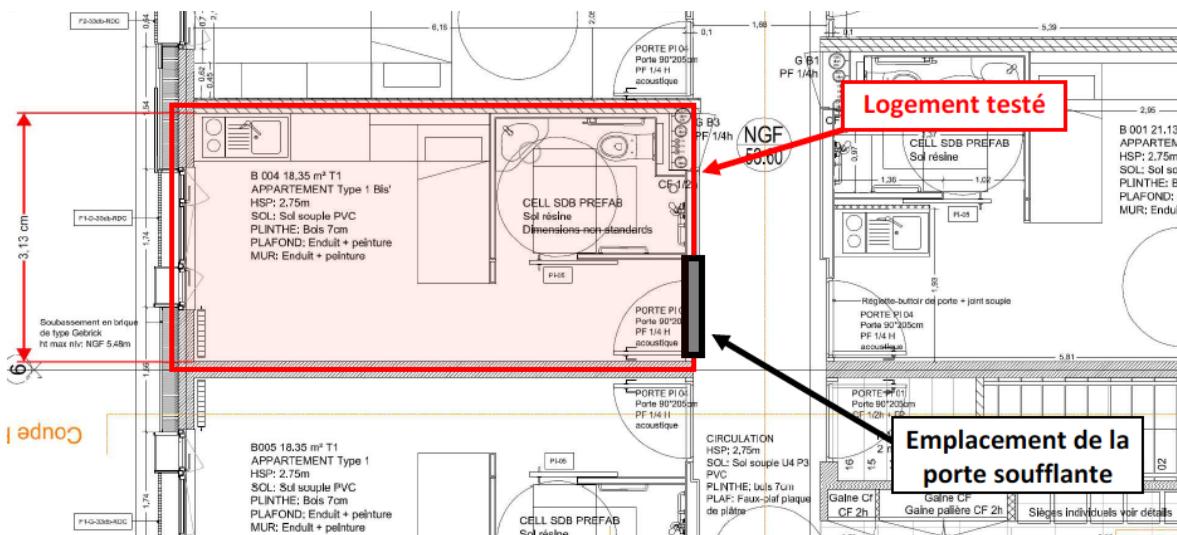
- L'opération consiste en la démolition de deux logements sociaux existants et en la construction de 173 logements répartis sur 5 bâtiments :
  - Phase 1 : démolition d'une partie du bâtiment A existant et construction des nouveaux bâtiments B et C (R+2).
  - Phase 2 : démolition des bâtiments A et B existants et construction des nouveaux bâtiments A (R+4), D et E (R+3).

**Exigences contractuelles :**Affaire BBC ? **OUI**  NON 

Valeur d'étanchéité à l'air requise : 1 m³/m².h

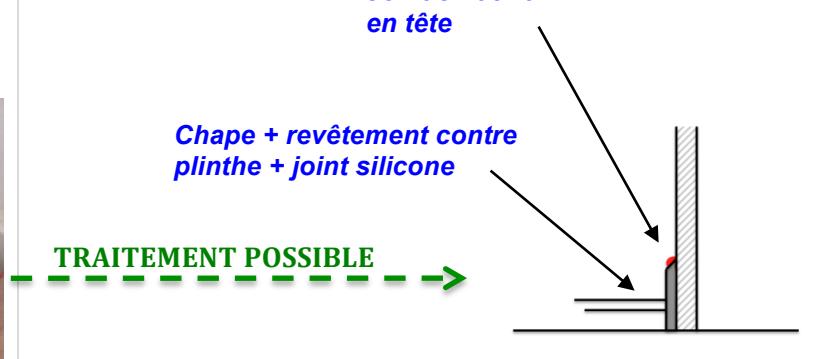
**Logements :****1 m³ / m².h** = exigence du label BBC**Périmètre du volume étanche** = le logement

Etanchéité à l'air par rapport aux logements mitoyens, à l'extérieur, et aux volumes non chauffés (intérieur de gaines). La circulation étant chauffée

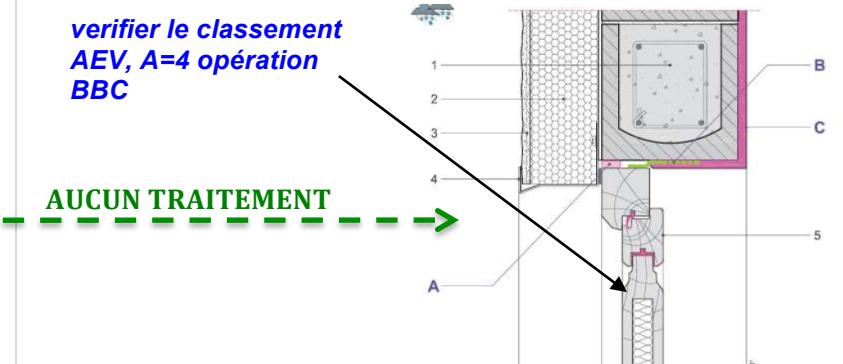


Identification des points de fuites principales et traitement mis en oeuvre:

**LOT CLOISON / DOUBLAGE:**

| Point de fuite identifié  | Traitement   |
|---|--|
| <p><b>Infiltrations constatées en pied de doublage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pied du doublage mis en place derrière la salle de bain</li> <li>- Pied de doublage mis en place entre le logement et les circulations communes</li> </ul> <p>Localisation : pièce de vie</p>  | <p>Delimitation d'un logement normalement en voile béton ou mur maçonneré, l'utilisation de doublage entre les logements et les parties communes est à exclure ! car non permeable à l'air si mal traité. C'est un problème de conception, et non de réalisation.</p> <p><b>Joint silicone en tête</b></p> <p><b>Chape + revêtement contre plinthe + joint silicone</b></p> <p><b>TRAITEMENT POSSIBLE</b></p>  |

**LOT MENUISERIES EXTERIEURES:**

| Point de fuite identifié   | Traitement  |
|--|---|
| <p><b>Infiltrations au niveau de la parcloses de la menuiserie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltrations sont présentes aux jonctions entre 2 parcloses dans les angles</li> </ul> <p>Localisation : pièce de vie</p>  | <p>Problème de conception, toujours vérifier le classement de la menuiserie -&gt; classement AEV (air eau vent), A=4 pour les opérations BBC.</p> <p><b>verifier le classement AEV, A=4 opération BBC</b></p> <p><b>AUCUN TRAITEMENT</b></p>  |

| Point de fuite identifié | Traitement      |
|--------------------------|-----------------|
| TAN Vincent B3           | Page 78 sur 127 |

**Liaison mur/menuiserie**

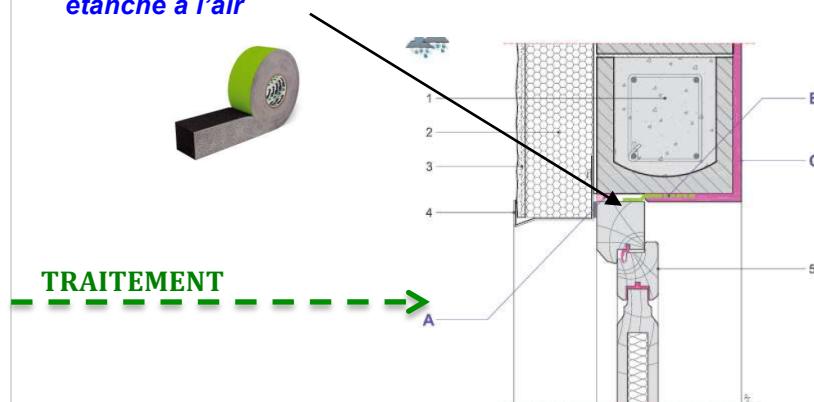
- Infiltrations d'air constatées entre le mur et la menuiserie.  
Quelques défauts du joint silicone laissent l'air s'infiltrer

Localisation : pièce de vie



Utiliser un comprimande type "à cellule fermée" imprégné étanche à l'air type ILMOD TRIO de chez ILLBRUCK

**Pose de la menuiserie avec joint étanche à l'air**

**LOT MENUISERIES INTERIEURES :**

| Point de fuite identifié   | Traitement  |
|--|---|
| <b>Liaison paroi porte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltrations importantes entre la paroi et la porte d'entrée. L'espace réduit entre le voile et le châssis métallique ne permet pas un bon contact entre ces 2 éléments, laissant apparaître des défauts d'étanchéité à l'air.</li> <li>- infiltrations importante entre la cloison et le châssis métallique de la porte palière</li> </ul>  | <p>Mettre un joint silicone au pourtour du châssis des deux côtés (intérieur et extérieur)</p> <p><b>Joint silicone</b></p> |

**LOT ELECTRICITE :**

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <b>Tableau Electrique</b><br><br>Infiltrations importantes au niveau du tableau électrique vers la gaine technique. Celui-ci a été obturé lors de la mesure de perméabilité, cependant, l'ensemble des fourreaux des prises et des interrupteurs, ramenait de l'air dans ce tableau depuis la gaine technique sur le palier  | Mettre un joint silicone à l'intérieur des fourreaux, ou de la mousse polyuréthane. |

**LOT PLOMBERIE :**

| Point de fuite identifié   | Traitement                |
|--|---------------------------|
| <b>Evacuation des eaux usées</b><br><br>Infiltrations importantes entre la canalisation et la cloison située derrière la cabine de la salle de bains. Le trou permettant le passage de la canalisation étant partiellement rebouché, laisse abondamment l'air s'infiltrer vers la gaine technique.  | Calfeutrement à effectuer |

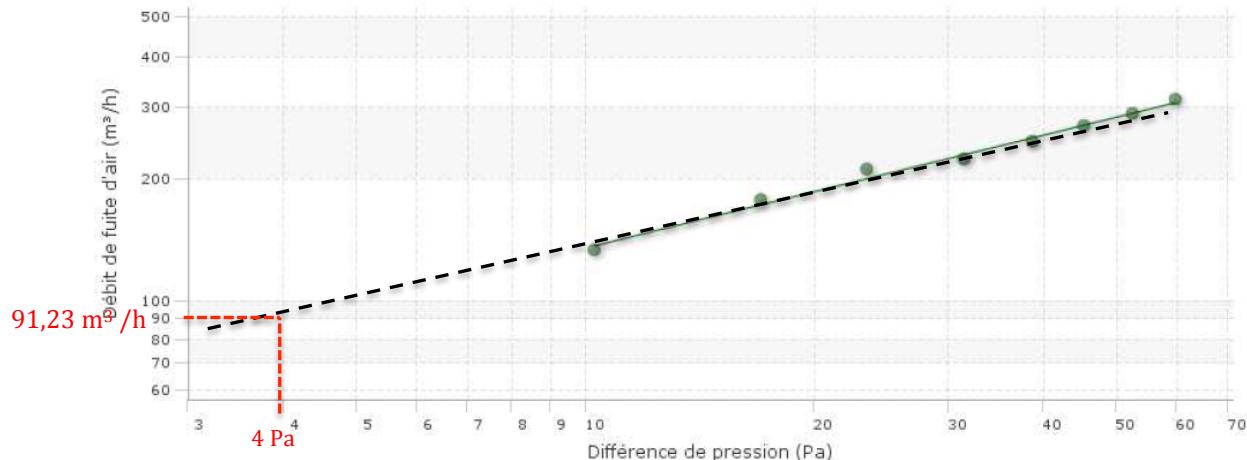
Résultat de la première mesure (réalisé sur le témoin):

Données de l'essai : SHAB = 18,35 m<sup>2</sup>

Volume chauffé : 50,65 m<sup>3</sup>

Surface de paroi froide hors plancher bas Atbât = 8,64m<sup>2</sup>

Courbe de débit de fuite lors l'essai :



Obtention du Q4 :

$$Q4 \text{ Pasurf} = \frac{\text{débit de fuite sous } 4\text{ Pa}}{\text{Surface de paroi froide hors plancher bas}} = \frac{91,23}{8,64} = 10,56 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

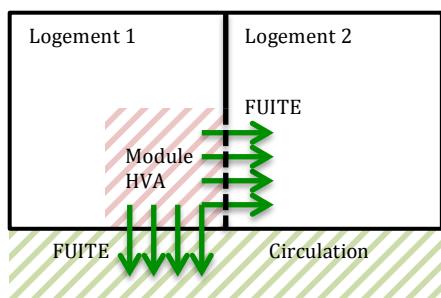
Le test de perméabilité a donné: **Q4-pasurf = 10,56 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) >> 1 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)**

**La valeur est bien supérieur à la valeur requise fixé à la réception. Toutefois cette valeur n'est pas représentative puisque la majorité des fuites d'air constatées sont présentes entre le logements et les circulations communes ! Or celles-ci sont chauffées, et donc ne représente pas de déperditions thermiques.**

Pourquoi le résultat est aussi élevée ?

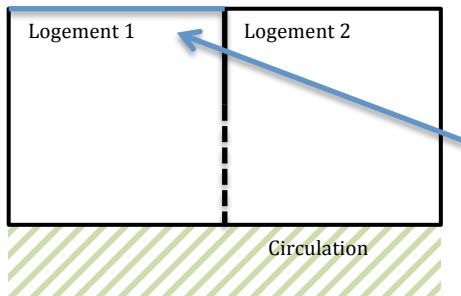
Les principales causes d'un tel résultat sont :

- 1. Présence d'un module de Salle de Bain préfabriqué HVA non étanche, communiquant avec :
  - le logement voisin
  - la circulations



**Pose des Modules HVA lors de la phase GO : On n'aperçoit aucun voile béton entre les logements.**

- 2. Les logements testés sont des logements de pension. Donc chaque studio, possède une surface de paroi froide très petite (ici 8,64m<sup>2</sup>) ! En effet, seule la surface de paroi donnant sur l'extérieur est considérée comme une paroi non chauffée, puisque la circulation est chauffée. Donc le débit de fuite est divisé par une valeur plus petite. donc on obtient un Q4 plus élevé.



**Surface de paroi froide :**  
8,64m<sup>2</sup>

$$Q4 \text{ Pasurf} = \frac{\text{débit de fuite sous } 4\text{Pa}}{\text{Surface de paroi froide hors plancher bas}}$$

### Que faire ?

D'après le CETE de Lyon, la mesure par échantillonage sur les chambres (logement par logement) n'est pas adéquat, (ici, on est dans une pension de famille, on est à la limite du tertiaire). Pour mesurer la perméabilité à l'air, une autre méthode peut être appliquée : soit sur l'ensemble du bâtiment, soit par échantillonage (groupe de logements). L'organisme certificateur a confirmé le test sur l'ensemble du bâtiment.

**-> Un nouvel essai a donc été programmé pour tester l'ensemble du bâtiment.**

### **Nouvelle mesure sur l'ensemble du bâtiment (réaliser le 19 Juillet 2012) :**

L'ensemble du bâtiment ne pouvant pas être tester dans son ensemble. En effet, le niveaux RDC est indépendant dans le programme du niveau R+1, et R+2. Le test a donc été fait dans un premier temps. La porte souflante ne peut donc pas mettre en dépression la deuxième partie du bâtiment. Il faudra donc faire 2 tests : (1 test « RDC », 1 autre « R+1/R+2 »)

Premier essai : échantillonage des logements RDC, et des logements R+1,R+2

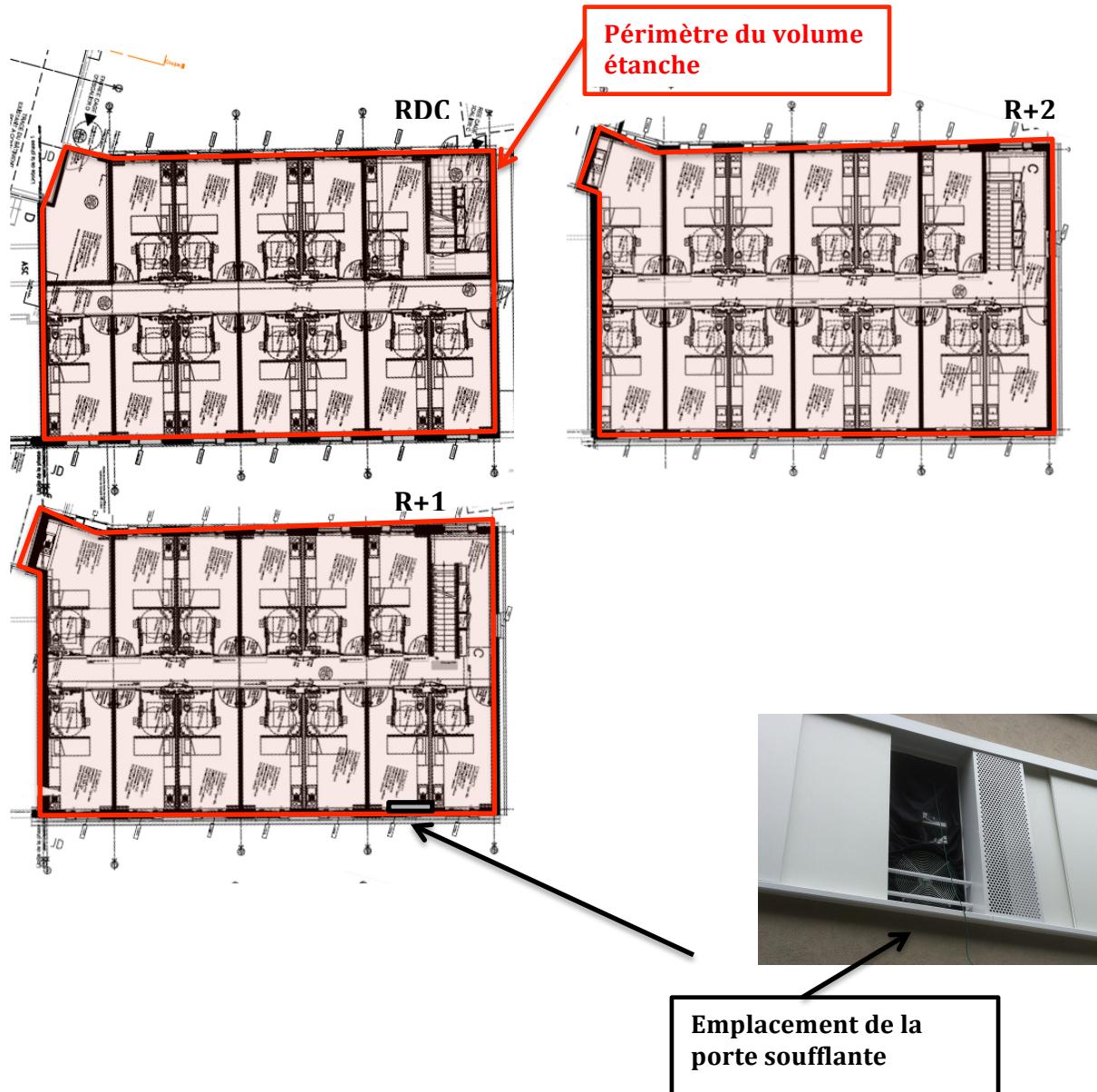
- 1<sup>er</sup> test : Résultat **Q4-Pasurf = 2,88m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) >> 1 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>)**
- 2<sup>ème</sup> test : Résultat : non effectué (car 1<sup>er</sup> test non conforme)

### **LOT PLOMBERIE / MACONNERIE:**

| Point de fuite identifié   | Traitement  |
|--|---|
| <p><b>Traitement des traversées de fourreaux de voiles vers les escaliers des logements R+1, R+2</b></p> <p>- Passage de nombreuse gaine, et de fourreaux du RDC au R+1, R+2</p> | <p>- Vu l'importance des fuites, le traitement est inutile, il faut donc impérativement tester l'ensemble du bâtiment. La solution la moins coûteuse a été de supprimer une cloison entre le RDC, et l'escalier RDC qui accède à la seconde partie du projet en R+1, R+2. Pour pouvoir mettre en dépression l'ensemble du bâtiment.</p> <p><b>Abattement de la cloison</b></p> <p><b>TRAITEMENT</b></p> |

Deuxième essai : Changement de stratégie : Test sur l'ensemble du bâtiment RDC, R+1, et R+2

A l'issu du premier test, et vu les résultats obtenus 2,88 (toujours supérieur à 1), il a donc été prévu d'abattre la cloison entre les deux projets. Pour le deuxième essai, la porte a été placé au premier étage.



#### Résultat des mesures :

Le rapport est présent en [Annexe 08](#)

Résultat de l'essai :  $Q4Pa_{surf} = 0,66 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ . << 1  $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ .

La valeur est donc encourageante par rapport aux objectifs fixés.

**D - 88 LOGEMENTS BBC, ACHERES****Descriptif de l'affaire :**

Donneur d'ordre : EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT DENIS

Adresse : ZAC de la petite Arches ILOT 1, ACHERES

CA prévu :

OS de démarrage: 01/02/2011

Livraison : 31/08/2012

Travaux neufs  Réhabilitation  Réha+neuf 

TCE : Oui

Maître d'ouvrage : SCI ACHERES PETITE ARCHE

Type de Marché : Privé

Encadrement : F. MARCEL ChS, M. VANONDAHY DTx, V. TAING CTx  
MONTEIRO ChC

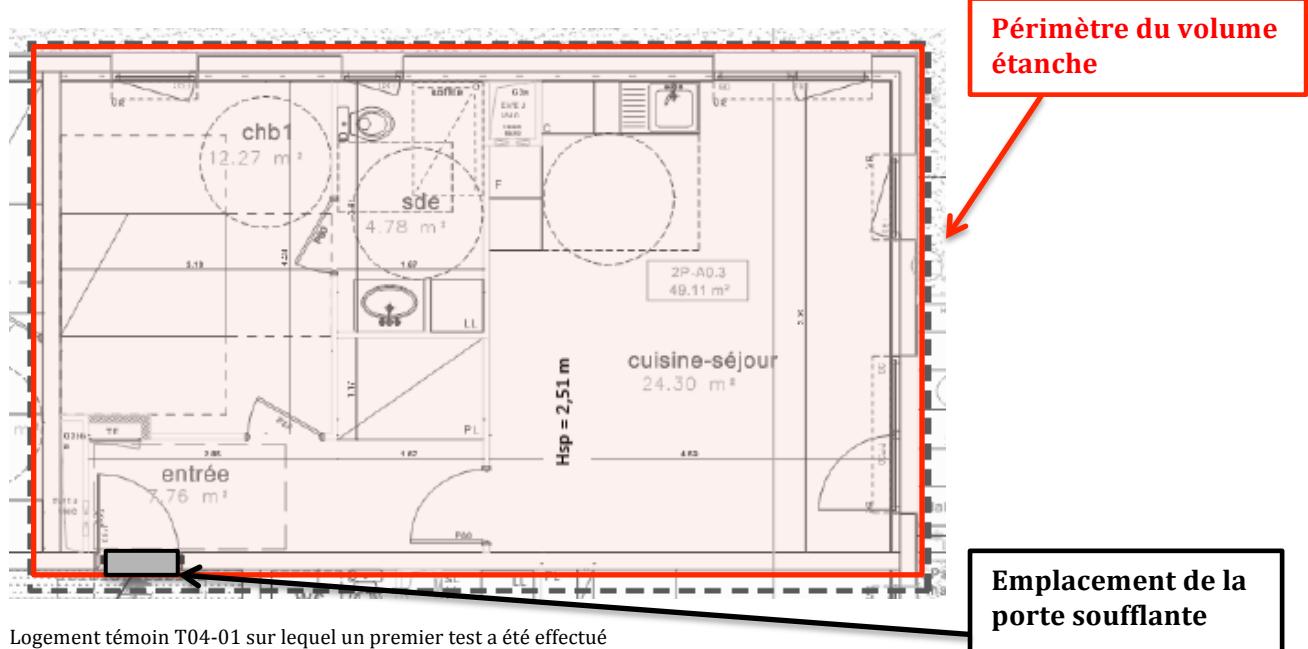
Effectif GO : 18

**Description sommaire des travaux :**

- L'opération consiste en la réalisation d'un immeuble de 88 logements sur 2 niveaux de sous-sol.

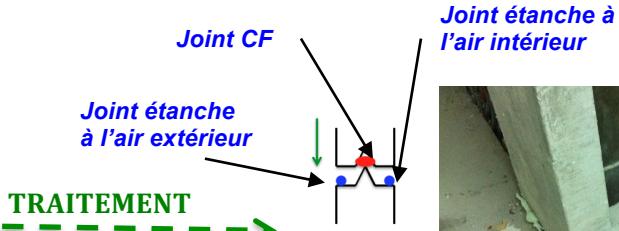
**Exigences contractuelles :**Affaire BBC ? **OUI**  NON Valeur d'étanchéité à l'air requise : 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h**Logements :****1 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>.h** = exigence du label BBC**Périmètre du volume étanche** = le logement

Etanchéité à l'air par rapport aux logements mitoyens, à l'extérieur, et aux volumes non chauffés (intérieur de gaines, circulations)



### Identification des principaux problèmes:

#### GROS ŒUVRE :

| Point de fuite identifié  | Traitement  |
|---|---|
| <b>Gaine VH et VB préfa</b><br>- Le traitement des gaines préfabriquées est souvent difficile. (jonction difficile à traiter) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traiter les jonctions entre 2 gaines préfabriquées. (1)</li> <li>Joint coupe Feu + joint étanche à l'air.</li> <li>- Traiter la jonction entre le mur/gaine (2)</li> <li>- Traiter la jonction entre le plafond / gaine (3)</li> </ul> <p>=&gt; 3 points de fuites possibles</p>  |
| <b>1) Jonction entre 2 gaines préfabriquées</b><br>Les gaines viennent par élément préfabriqué de 2,50m de hauteur            | Joint étanche à l'air intérieur impossible à faire dans le cas des VH .Possibilité de traiter à la mousse expansive ou à la bande adhesif type TESCON.  |
|    |    |
| <b>2) Jonction entre la gaine préfabriquée et le mur</b>  | Possibilité de traiter à la mousse expansive ou à la bande adhesif type TESCON.   |
|    |   |

**Nota :** Les gaines de ventilation haute, et de ventilation basse sont obligatoire pour des logements de 3<sup>ème</sup> famille B.

Différence des coûts d'une gaine VH/VB en préfabriqué, et en staff : Pour la pose d'une gaine standard de 0,40x0,60 et de 2,50 de hauteur.

#### - Gaine préfabriquée :

##### Avantages/inconvénients :

| Avantage                                       | Inconvénient  |
|--|---|
| + Savoir faire ECSD<br>+ coûts moins important | - Mise en oeuvre (parfois mal implanté)<br>- Multiplication des point de fuites potentiels<br>- Traitement des jonctions plus difficile, et souvent impossible. |

##### Coûts :

| Désignation            | Unité | Quantité | PU   | Montant HT  |
|------------------------|-------|----------|------|-------------|
| Fourniture de la gaine | Ml    | 2,50     | 100  | 250         |
| Pose de la gaine       | h     | 4        | 35,5 | 142,5       |
| Joint étanche          | ml    | 7        | 5    | 35          |
|                        |       |          |      | 427,5 euros |

#### - Gaine Staff :

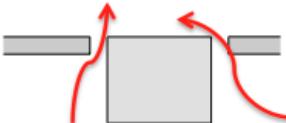
##### Avantages/inconvénients :

| Avantage  | Inconvénient            |
|---|-------------------------|
| + Mise en œuvre (car sous traité)<br>+ Traitement des jonctions étanche à l'air | - légerement plus chère |

##### Coûts :

| Désignation                          | Unité | Quantité | PU | Montant HT |
|--------------------------------------|-------|----------|----|------------|
| Fourniture et pose de la gaine staff | M2    | 2x2,50   | 90 | 450        |
|                                      |       |          |    | 450 euros  |

**Conclusion :** Les Gaine en staff sont plus adaptée au logement BBC, puisque cela évite les nombreux points de fuites liés à la mise en œuvre des gaines préfabriquées.

| Point de fuite identifié   | Traitement   |
|--|--|
| <b>Jonction d'élément structurel</b><br>- entre deux voiles perpendiculaire (aucun traitement)<br>- reprise de GO<br><br>exemple:<br> | Plus on multiplie les reprises du GO, plus il y a de risque au niveau de l'étanchéité à l'air. Il faudra veiller à une bonne mise en oeuvre du GO. Les reprises doivent être effectuer avec un béton fibré (mortier sans retrait).<br><br>Il faut donc penser à une conception différente pour la perméabilité. Sur le chantier ci joint (Dionysia à Saint-Denis), on s'aperçoit que la gaine de ventilation donne directement sur la circulation, une réservation a donc été créer sur toute la hauteur du voile. Le principal risque c'est de multiplier les fuites à cet endroit, et ce même après calfeutrement!<br><br>risque de fuite avenir:<br> |

### **ELEMENT TRAVERSANT LA FAÇADE :**

| Point de fuite identifié   | Traitement   |
|--|--|
| <b>Prise extérieure</b><br> | - Mise en place de silicone ou de la mousse expansive. L'ensemble des fourreaux donnant sur le volume extérieur doivent être opturés |

Résultat des mesures après le:

Le rapport est présent en **Annexe 09**

Résultat de l'essai : **Q4Pa\_surf = 0,61 m3/(m2h)**. << 1 m3/(m2h).

La valeur est donc encourageante par rapport aux objectifs fixés.

Surface équivalente de fuite A1 (Cd=0,6)\* : 41 cm<sup>2</sup>

\*Soit un orifice de 7,24 cm de diamètre

**E - SAINT MANDE****Descriptif de l'affaire :**

Donneur d'ordre :

Adresse :

CA prévu :

OS de démarrage:

Livraison :

Travaux neufs Réhabilitation Réha+neuf 

TCE : Oui

Maître d'ouvrage : CARREFOUR

Type de Marché :

Encadrement :

Effectif GO prévisible :

**Description sommaire des travaux :**

■

**Exigences contractuelles :****Affaire BBC ?****OUI** NON Valeur d'étanchéité à l'air requise : m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h

## **F – CONCLUSION DU RETOUR D'EXPERIENCE**

### **Modélisation des fuites par importance :**

D'après le retour d'expérience que j'ai pu effectuer au sein de ces différents chantiers, on remarque des problèmes qui sont souvent récurrents. Par exemple, les réseaux techniques (traversée de plancher / dalle / voiles / façades, et gaines techniques) représente les ¾ des fuites d'air d'un logement, ou encore le problème d'étanchéité des menuiseries qui représente tout de même 1/5 des fuites d'air. Il est donc nécessaire de développer en phase de préparation une démarche spécifique afin d'éviter ces problèmes.

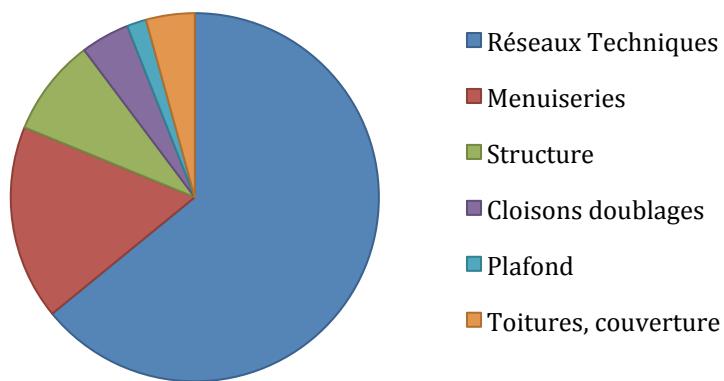


Figure 28: Principales sources de fuite d'air dans les logements.

### **Importance d 'établir une démarche qualité :**

**=> Nécessité de développer sur le chantier une démarche qualité spécifique.**

1. Détermination des logements les plus contraignants.
2. Identifier les points de fuite potentiels sur l'enveloppe des logements. -> plan de contrôle
3. Prévoir les modes opératoires et matériaux spécifiques à mettre en oeuvre, plans de détail à l'appui .
4. Réaliser les réceptions de supports entre lots concernés (GO menuiseries par exemple).
5. Contrôler la conformité et la bonne mise en oeuvre des produits de calfeutrement.
6. Réaliser des tests d'étanchéité à l'air en cours de travaux, pour identifier les points de fuite et réaliser les travaux rectificatifs le cas échéant.



# VII



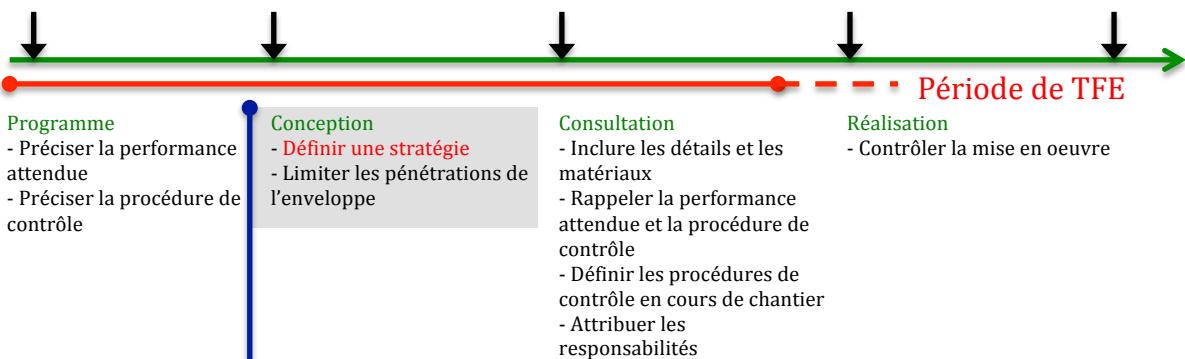
## **ANALYSE DES RISQUES DE L'OPERATION KABLE**



### III. ANALYSE DES RISQUES DE L'OPERATION KABLE

#### Démarche à suivre :

Nous avons vu qu'il est important d'établir une démarche de qualité afin d'éviter tout problème de conception. L'étanchéité à l'air de l'enveloppe doit DONC être comprise comme un système programmé, conçu, mis en œuvre avec précaution, et dont l'efficacité est vérifiée en cours de chantier et à la réception. La figure ci-dessous rappelle les principes clés de la démarche en insistant sur la sensibilisation des acteurs à chaque étape, afin d'éviter tout problème d'étanchéité.



#### Conception / Définir une stratégie :

- 1. Identifications des logements les plus contraignant afin de déterminer l'ensemble des risques liées à la perméabilité.
- 2. Lister les points de fuites potentiels.
- 3. Etablir un plan de contrôle pour chaque fuite identifié, ainsi qu'un plan de phasage des sous-traitants.

L'objet de ce chapitre, sera donc de faire l'analyse de risque de l'opération rue Jacques Kablé, afin d'établir le protocole de phasage concernant la perméabilité.

#### 1. Détermination des logements les plus critiques :

##### Pour tout ensemble supérieur à 30 logements :

mesures sur : 6 logements,

- Logements dont les valeurs (Pl+PVI) / Shl sont les plus grandes;
- + les 3 ou 6 logements doivent être répartis aux niveaux extrêmes et un au moins en niveau intermédiaire.

Toutefois, la mesure peut aussi être effectuée pour le bâtiment entier jusqu'à 10 logements et de hauteur Rdc + 3 niveaux et s'il ne comporte pas d'ascenseur.

|     |  |       |
|-----|--|-------|
| Pl  | Linéaire de la liaison périphérique des planchers hauts , bas , et intermédiaires avec les autres parois, pris en compte dans le calcul des ponts thermiques   | m     |
| Shl | Surface habitable du logement collectif  | $m^2$ |
| PVI | Périmètres des baies vitrées, et portes extérieures y compris sur circulation et locaux non chauffés – Linéaire de liaisons des menuiseries et portes sur locaux non chauffés, avec le mur au niveau des tableaux et linteaux, y compris le linéaire des seuils de portes et portes fenêtres | m     |

Aucune nomenclature des menuiseries extérieures n'ayant été fournis dans le dossier marché : un travail de synthèse et de conception a été effectué afin de déterminer les hauteurs, et les largeurs des baies.

## **Elaboration de la nomenclature des menuiseries extérieures**



Le travail de conception qui a été réalisé les premiers mois de stage, doit respecter les contraintes architecturales du projet, ainsi que la réglementation thermique et acoustique. Enfin, une étude préliminaire pour respecter les contraintes C+D. A la suite de la détermination des baies,

Cage A :

| Etage | Logement | Pl<br>m | Shl<br>m <sup>2</sup> | PVl<br>m | Pl x Shl / PVl<br>m <sup>2</sup> |
|-------|----------|---------|-----------------------|----------|----------------------------------|
| R+6   | A61      | 36      | 32                    | 16       | 72                               |
| R+6   | A62      | 106     | 84                    | 58       | 153                              |
| R+6   | A63      | 42      | 29                    | 16       | 76                               |
| R+6   | A64      | 28      | 92                    | 25       | 103                              |
| R+6   | A65      | 46      | 92                    | 40       | 105                              |

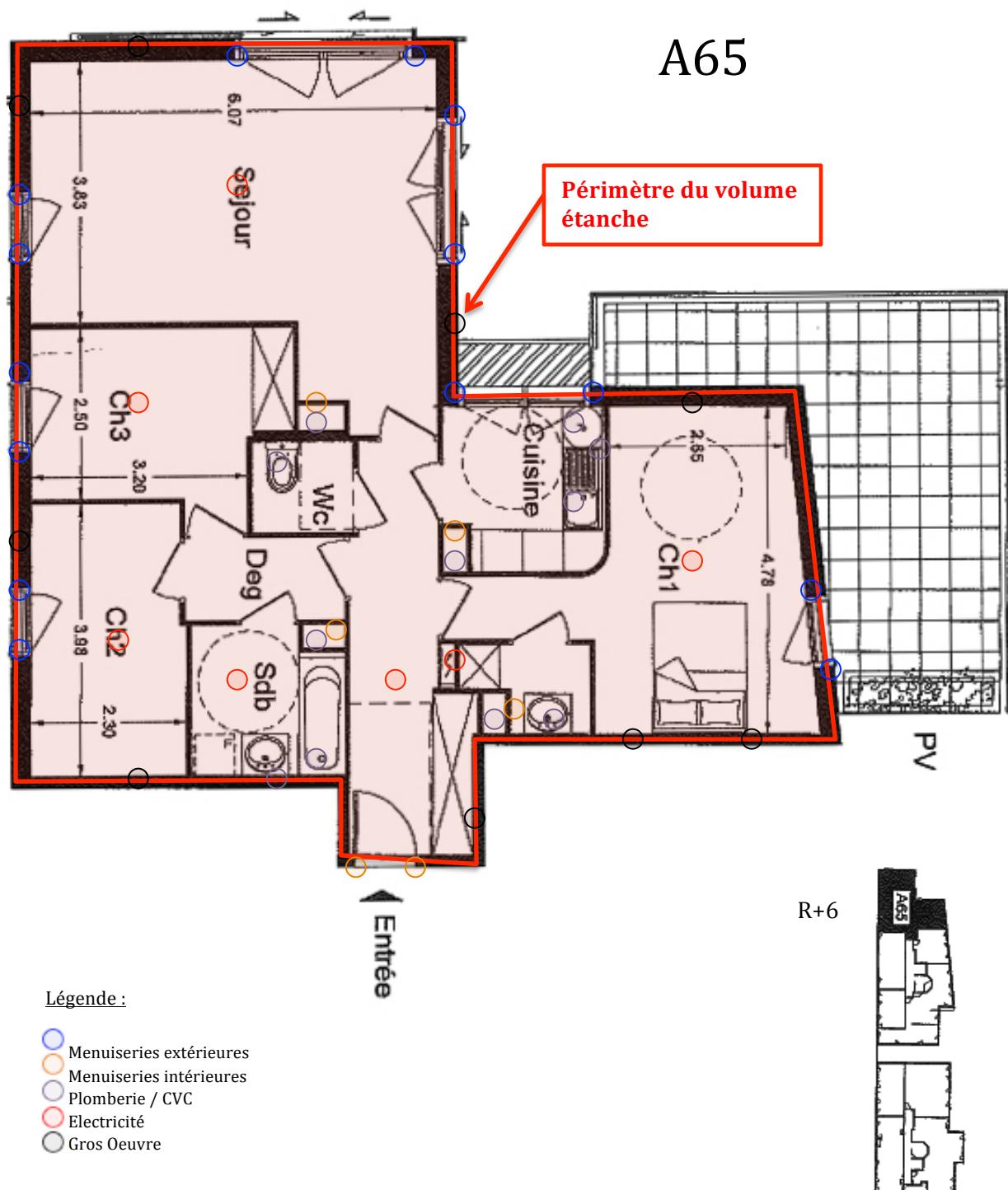
Cage B :

| Etage | Logement | Pl<br>m | Shl<br>m <sup>2</sup> | PVl<br>m | Pl x Shl / PVl<br>m <sup>2</sup> |
|-------|----------|---------|-----------------------|----------|----------------------------------|
| R+6   | B61      | 50      | 32                    | 16       | 100                              |
| R+6   | B62      | 100     | 32                    | 35       | 91                               |
| R+6   | B63      | 43      | 46                    | 30       | 66                               |
| R+6   | B64      | 38      | 83                    | 50       | 63                               |
| R+6   | B65      | 26      | 45                    | 12       | 97                               |

Les logements les plus susceptible d'être testés sont les logements suivants :

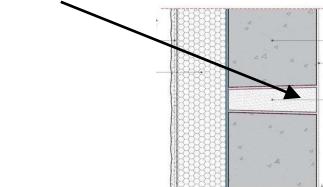
- A65
- A64
- A61
- B65
- B61
- Logement témoin

## 2. Identification des points de fuite potentiels sur le logement A65:



### 3. Analyse des risques :

#### 1. STRUCTURE

| Point de fuite identifié  | Traitements   | Contrôle  | Lot | Figure                           |
|---|---|---|-----|----------------------------------|
| <b>Trous de banche</b><br>Localisation :<br>Paroi courante Mur BA   | Finitions GO systématiques:<br>rebouchage soigné des trous au mortier sans retrait.   | <b>Autocontrôle en fin de gros œuvre, et réception des corps d'états</b>        | GO  | <a href="#">Annexe 11</a><br>1.1 |
|    | <b>Mortier sans retrait</b><br>  |   |     |                                  |
| <b>Finitions GO</b><br>Localisation :<br>Liaison Menuiserie / Linteau<br>Liaison Menuiserie / Tableau<br>Liaison Menuiserie / Appui | Importance des tolérances dimensionnelles et de la planéité notamment au niveau des réservations de menuiseries.<br><br>Pose en tunnel -> D'autant plus important   | <b>Autocontrôle des finitions GO avant la pose des menuiseries extérieures.</b> | GO  | <a href="#">Annexe 11</a><br>1.2 |
|   |   |   |     |                                  |
| <b>Liaison Mur-mur, mur-dalle, mur-dalle haute, mur poteau, mur poutre</b><br>Localisation : Jonction d'éléments structurels        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'une chape pour assurer une parfaite planéité au droit du mur, et obtenir un joint étanche.</li> <li>- Ebavurage des ouvrages : le raccordement entre deux éléments doit être propre et maîtrisé.</li> <li>- Calfeutrement entre élément structurel</li> </ul>  | <b>Autocontrôle des finitions GO</b>  | GO  | <a href="#">Annexe 11</a><br>1.3 |
|    |   |   |     |                                  |
| <b>Réservation pour les réseaux et conduits techniques</b><br>Localisation : Gaines techniques                                      | A réaliser en phase de gros œuvre : intégration des fourreaux au coulage.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Repérage et dimensionnement des réservations nécessaires</li> <li>- Réservations ajustées aux réseaux : il faut réaliser un passage sous fourreaux des réseaux techniques. (voir chapitre Réseaux techniques ci-après)</li> </ul> <p>En cas d'impossibilité des réservations totales sont réalisés.</p> | <b>Auto-contrôle avec les plans d'exécution Plomberie / CVC.</b>                | GO  | <a href="#">Annexe 11</a><br>1.4 |
|    |   |   |     |                                  |

Les photographies ont été prises sur différents chantiers à l'issu du retour d'expérience.

## 2. RESEAUX TECHNIQUES

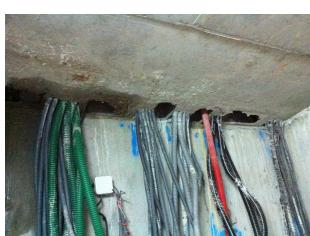
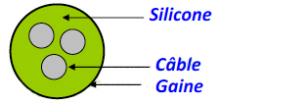
### 2.1 Généralités :

| Point de fuite identifié  | Traitements  | Contrôle  | Lot                            | Figure                  |
|---|--|---|--------------------------------|-------------------------|
| <p><b>Traversée de plancher / dalle / voile / façade par les conduits et réseaux</b></p> <p>exemple : gaine technique dans tous les logements</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systématiser la mise en place d'un fourreau de diamètre immédiatement supérieur au réseau pour réaliser une réservation</li> <li>- Privilégier les traversées « unitaires » pour chaque réseau et ajustée au possible, pour permettre le calfeutrement le plus soigné autour du fourreaux</li> <li>- Passage du réseau et des protections éventuelles (acoustique par exemple)</li> <li>- Réalisation de l'étanchéité souple au silicone entre le fourreau et le réseau.</li> </ul> <p><b>voir principe et phasage des gaines techniques ci après</b></p>  | <p>-Il est important d'avoir un fourreau adapté au réseau, ceci permet de mieux contrôler le volume à calfeutrer avant le passage du réseau.</p> <p>- Le calfeutrement au plâtre est à déconseiller dans la mesure du possible entre les réseaux -&gt; non étanche car (retrait et fissuration), et peut être source de problème d'ordre acoustique</p> | GO,<br>électricité,<br>PV, CVC | <b>Annexe 11</b><br>2.1 |
| <p><b>Sortie de conduit en terrasse béton</b></p> <p>Les terrasses représentent une paroi importante pour la perméabilité à l'air. Leur traversée est à surveiller particulièrement, y compris au droit des souches de ventilation et des réseaux électriques</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'un fourreau de diamètre immédiatement supérieur au réseau pour réaliser une réservation, afin de réaliser un calfeutrement béton au mortier sans retrait.</li> <li>Privilégier les traversées « unitaires » pour chaque réseau et ajustée au possible</li> <li>- Passage du réseau et des protections éventuelles (acoustique par exemple)</li> <li>- Réalisation de l'étanchéité souple au silicone entre le fourreau et le réseau.</li> <li>- Pose d'une membrane EPDM en collerette ajustée et relevée en sous-face de dalle et d'une collerette ajustée et compatible avec les relevés d'étanchéité extérieur</li> </ul>  | <p>-Il est important d'avoir un fourreau adapté au réseau, ceci permet de mieux contrôler le volume à calfeutrer avant le passage du réseau.</p> <p>- indispensable</p> <p>- indispensable</p>  | GO,<br>électricité,<br>PV, CVC | <b>Annexe 11</b><br>2.2 |

## 2.1 Généralités (suite):

| Point de fuite identifié   | Traitements   | Contrôle  | Lot                      | Figure                  |
|--|---|---|--------------------------|-------------------------|
| <b>Trappes d'accès de gaines techniques</b><br><br>Localisation : gaines techniques                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de trappes étanches sur les colonnes tel que décrit dans le CCTP. La mise en place doit être soigné (joint en silicone sur le pourtour) pour garantir l'étanchéité de l'ensemble trappe-colonne.</li> </ul> <p>Figure : 2.3 Fiche technique de la trappe COMEC, perméabilité à l'air</p>  | <b>Finitions à faire avant la peinture</b>  | Menuiserie intérieure    | <b>Annexe 11</b><br>2.3 |
| <b>Réseaux coulés en dalle</b><br><br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacer les différents fourreaux pour permettre le bon écoulement du béton autour de chacun, sinon une ségrégation du béton peut apparaître.</li> <li>- Les fourreaux doivent être continus sur l'intégralité de leur parcours. Chaque jonction peut-être source de fuite.</li> </ul>  | <b>Lors de la mise en œuvre vérifier le bon espacement des fourreaux (5cm environ)</b><br><br><b>- A la mise en œuvre surveiller ces éléments</b> | GO, électricité, PV, CVC | <b>Annexe 11</b><br>2.4 |

## 2.2 Réseaux Electrique :

| Point de fuite identifié   | Traitements   | Contrôle   | Lot         | Figure                  |
|--|---|--|-------------|-------------------------|
| <b>Raccordement au tableau électrique</b><br><br>Toutes les arrivées concessionnaires (EDF, téléphone, etc), antenne TV, interphone arrivent à cet endroit.<br>Localisation : Créer une fuite du logement jusqu'au tableau électrique. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effectuer un repérage visuel sur chantier des fourreaux « entrants » dans le volume contrôlé.</li> <li>- Injecter de la mousse polyuréthane dans les fourreaux ou du silicone</li> </ul>  <div style="text-align: center;"> <br/> <br/> <i>Autre solution : bouchons étanches à placer sur les gaines.</i> </div> | <b>Repérer les câbles à traiter par un code couleur ou autre, identifier clairement les câbles qui traversent l'enveloppe du volume contrôlé</b> | Electricité | <b>Annexe 11</b><br>2.5 |

|   |   |   |             |                         |
|---|---|---|-------------|-------------------------|
| <b>Elément encastrer en cloison</b><br>Principal problème : l'élément étanche des cloisons est le parement. Il y a donc un risque de fuites lorsque l'on franchit celui-ci par un encastrement. Les pots étanches ne sont utiles que dans le cas de cloisons « creuses » ou poreuses, en périphérie du volume contrôlé<br><br>Exemple : encastrement de pots électriques étanches | - Détail des localisations et dimensions requises pour les pots encastrés en cloison : à transmettre au lot cloisons/doublage.<br>- Les pots étanches sont munis de membranes au niveau des entrées de fourreaux : percer la membranes à la perceuse<br>- injection de silicone dans les fourreaux à l'intérieur du pot | <b>Les saignées réalisées dans les cloisons doivent être maîtrisées.</b><br><br><b>- Cette opération doit être formalisée sur le chantier</b> | Electricité | <b>Annexe 11</b><br>2.6 |
| <b>Spot encastré au plafond</b><br>Principal problème : le spot représente une saignée de l'enveloppe étanche.  | - Il existe des spots étanches. La mise en œuvre doit de toute façon être très soigné   | Sans objet  | Electricité | <b>Annexe 11</b><br>2.7 |

### 2.3 Réseaux Plomberie :

| Point de fuite identifié                 | Traitements   | Contrôle  | Lot                                 | Figure                  |
|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------|
| <b>Réseaux de distribution terminale</b> | - Les réseaux doivent être unitaire et ajustées<br><br>- Réaliser un joint silicone pour assurer l'étanchéité entre le réseau et la cloison | <b>Avant la réalisation d'un parement de finition</b><br><br><b>Finition à réaliser avant la pose des terminaux de plomberie en sortie de réseaux</b> | Plomberie<br>Cloisons,<br>Doublages | <b>Annexe 11</b><br>2.8 |

| Point de fuite identifié  | Traitements  | Contrôle                 | Lot       | Figure                           |
|---|--|--------------------------|-----------|----------------------------------|
| <b>Evacuation d'EU sous soffite</b><br>Les dévoiements de réseaux sont généralement cachés par une soffite mais peuvent être source de fuites dissimuler des jonctions à traiter. | - Traiter la traversée de dalle, avant la pose de la soffite | Avant pose de la soffite | Plomberie | <a href="#">Annexe 11</a><br>2.9 |

## 2.4 Réseaux CVC :

| Point de fuite identifié     | Traitements  | Contrôle  | Lot | Figure                            |
|------------------------------|--|---|-----|-----------------------------------|
| <b>Piquage sur colonne</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas d'un conduit tubé : soigner la découpe des raccords avec les conduits horizontaux qui mènent aux bouches de ventilations déportées sur la colonne.</li> <li>- Traiter le raccordement par une bande adhésive étanche à l'air.</li> </ul>  | A contrôler sur site.   | CVC | <a href="#">Annexe 11</a><br>2.10 |
| <b>Bouche de ventilation</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traiter la traversée de la cloison par le réseau amené vers la bouche : joint silicone à réaliser sur le pourtour</li> <li>- Traiter le raccordement de la bouche au conduit horizontal de la liaison : étanchéité par joint à emboitement, par exemple.</li> <li>- Utiliser une manchette rigide de raccordement : classique ou à joint, selon le type de bouche.</li> <li>- Le jointement entre la bouche de ventilation et le parement de la cloison doit être étanche.</li> </ul> | <p>Avant pose de la bouche de ventilation</p> <p>- contrôle du matériel semi-flexibles</p> <p>- les conduits semi flexibles sont susceptible de se déchirer</p> <p>- le traitement vise à interdire toute circulation d'air non maîtrisée avec le vide derrière cloison (volume non contrôlé)</p> | CVC | <a href="#">Annexe 11</a><br>2.11 |

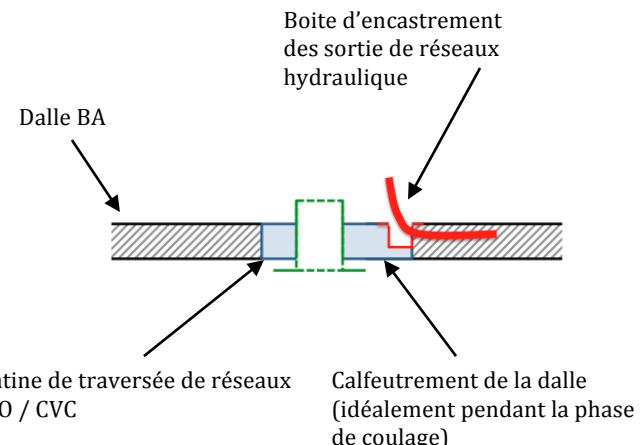
## 2.5 Elaboration du phasage des gaines techniques :

### Phase 1 :

#### 1) Dalle béton coulée

Nota : Les incorporations techniques ont été réalisés par le CET conformément à leur plan d'exécution de gaine technique

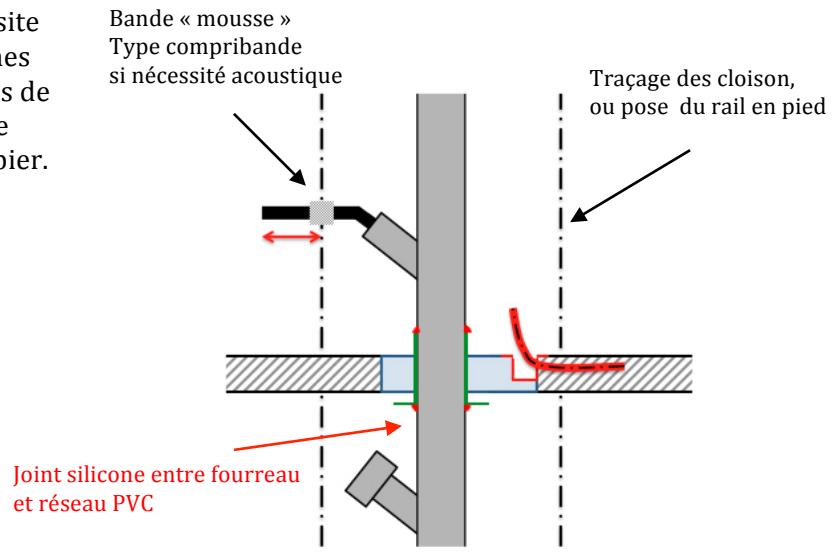
- > platine / fourreaux de traverse de dalle
- > Boite de sortie de réseaux hydraulique (chauffage, ecs, efs)



**Phase 2 :**

2) Traçage des axes des cloisons sur site (pour vérifier l'implantation des Gaines techniques et des réseaux) si les plans de plomberie ont été validés, cette phase est entièrement à la charge du plombier.

3) Réalisation des colonnes

**Phase 3 :**

3) Réalisation du cloisonnement en plâtre de la gaine technique.

Ces gaines sont généralement de type alvéolaire ou sur ossature.

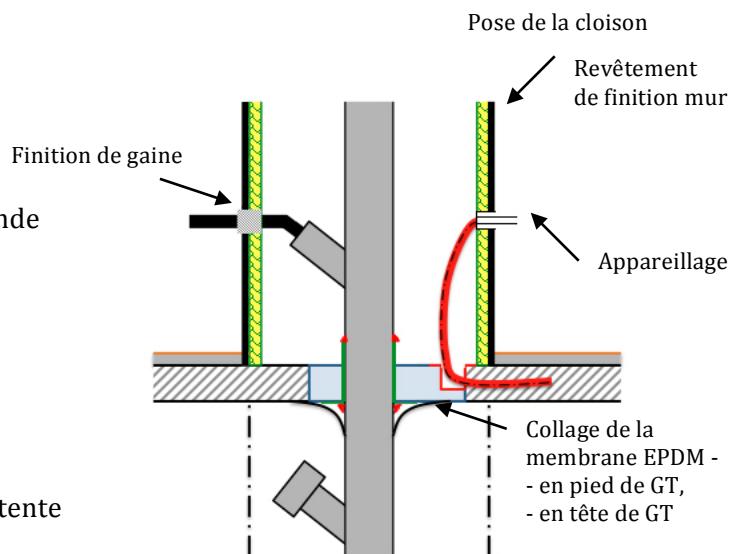
-> s'assurer de la pose d'un joint comprimé en pied de cloison (sous le parement)

4) Effectuer les finitions plâtre :

- Bande entre plaque et module
- Bande sur le plafond
- Bande sur voile

5) Calfeutrement des saignés autour des attente

6) découpe et pose de trappes de gaines

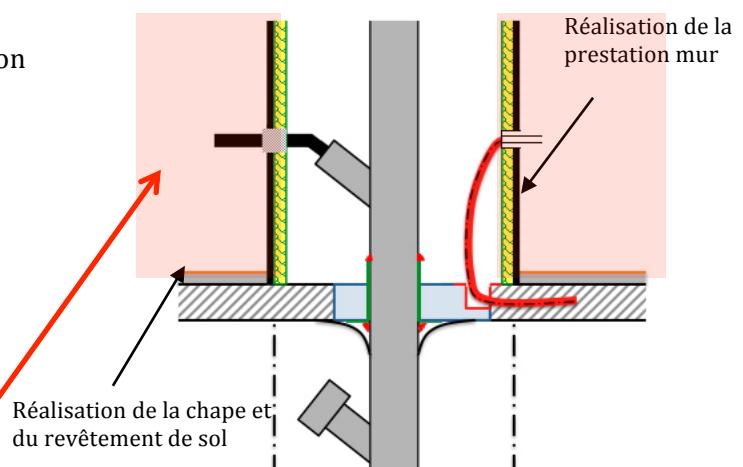
**Phase 4 :**

7) Réalisation des antennes de distribution ou d'évacuation

8) Réalisation de la chape

9) Réalisation de la prestation sol, et de la prestation mur

10) Appareillage sanitaire.



**Volume étanche**

### 3. MENUISERIES EXTERIEURES

#### 3.1 Généralités :

| Point de fuite identifié | Traitements   | Contrôle                     | Lot                            | Figure                  |
|--------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| <b>Généralités</b>       | <p>1) Veiller à la qualité du GO : assurer la parfaite planéité de l'appui de la menuiserie et le respect des tolérances dimensionnelles.</p> <p>2) Finition GO : ébavurage, calfeutrement au mortier sans retrait</p> <p>3) Contrôle de la qualité des châssis à la réception</p> <p>4) Réalisation d'un joint en mousse comprimée et imprégnée de résine de classe 1 (type compribande) sur tout le contour de la menuiserie. Accompagner ce joint par la mise en place de cales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'un joint souple en silicone ou en mastic acrylique, sur le contour du châssis, côté intérieur et extérieur</li> </ul> | <b>A contrôler sur site.</b> | GO,<br>Menuiseries extérieures | <b>Annexe 11</b><br>3.1 |

#### 3.2 Dispositions particulières :

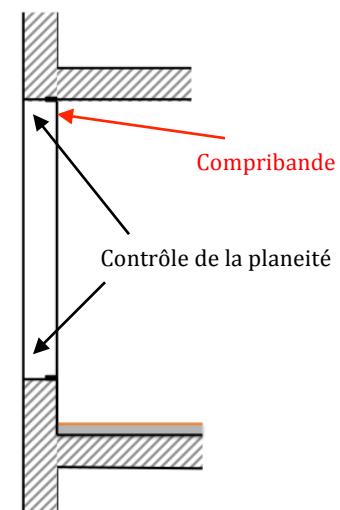
| Point de fuite identifié  | Traitements   | Contrôle  | Lot                                | Figure                  |
|---|---|---|------------------------------------|-------------------------|
| <b>Pose en tunnel sur mur BA</b>  | - Traiter le raccordement entre le dormant et le mur brut : réaliser le jointement à l'aide d'une membrane non-tissée adhésive posée sans tension sur le contour de la menuiserie | <b>Pose de la membrane sur le GO, autocontrôle des finitions avant pose du parement ou tout autre élément camouflant cette source de fuite. Cette membrane doit être une prestation du lot menuiserie</b> | Menuiseries extérieures            | <b>Annexe 11</b><br>3.2 |
| <b>Entre le précadre et le mur BA</b><br><br>Dans les cas où, les châssis ne reposent pas directement sur l'allège béton.<br><br>Localisation T11, et T12 | - Traiter la jonction entre le précadre et le mur.  | <b>Voir plan d'exécution</b>  | Menuiseries extérieures            | <b>Annexe 11</b><br>3.3 |
| <b>Brise soleil orientable extérieur à manivelle</b><br><br>Possibilité d'une fuite au niveau de la manivelle.  | - Prévoir un joint silicone   | <b>A chiffrer par un des lots (menuiseries extérieures ou storiste), ne pas l'oublier puisque interface entre deux lots.</b>  | Menuiseries extérieures / Storiste | <b>Annexe 11</b><br>3.4 |

### 3.3 Elaboration du phasage des menuiseries extérieures:

#### **Phase 1 :**

- 1) Veiller à la qualité du GO : assurer la parfaite planéité de l'appui de la menuiserie et le respect des tolérances dimensionnelles.  
-> reprise du GO si besoin

- 2) Pose du joint compribande



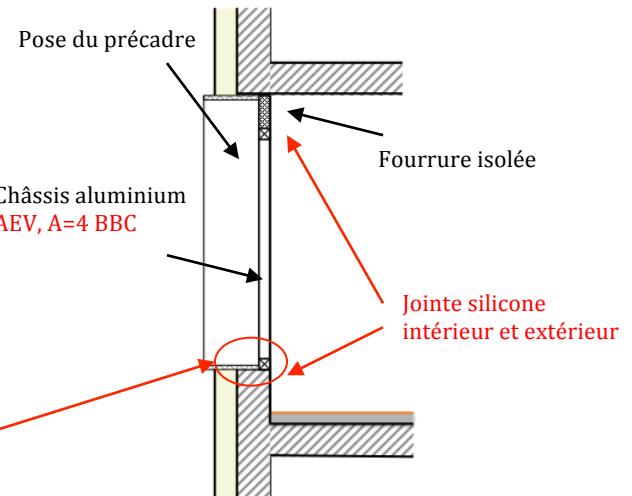
#### **Phase 2 :**

- 3) Pose du précadre de l'intérieur (certains précadre se poseront de l'extérieur puisque plus grand que la réservations)

- 4) Pose de la fourrure isolée + châssis sur le compribande.

- 5) Réalisation du joint étanche à l'air des deux côtés de la menuiserie.

Nota : Conception différente des détails architectes :  
la menuiserie extérieure ne sera pas posée sur le précadre mais directement sur l'allège béton

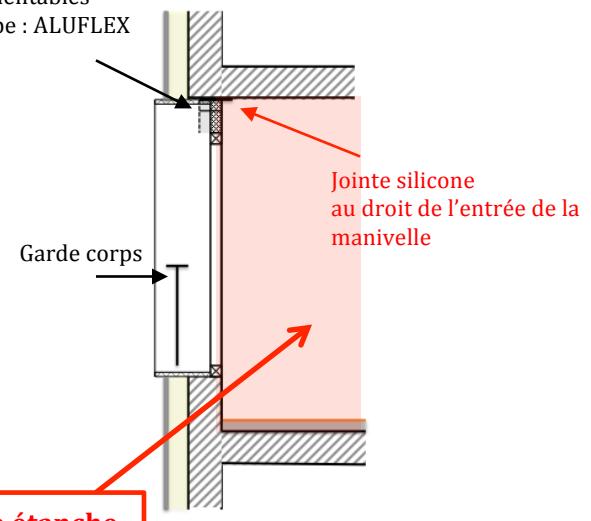


#### **Phase 3 :**

- 6) Pose du brise soleil orientable type ALUFLEX avec pose de la manivelle

- 7) la jonction fourrure isolée / mécanisme de la manivelle se fera par un joint silicone

- 8) mise en place du garde corps



#### 4. MENUISERIES INTERIEURES

| Point de fuite identifié | Traitements  | Contrôle                                   | Lot                     | Figure                  |
|--------------------------|--|--|-------------------------|-------------------------|
| <b>Huisserie banchée</b> | Bien vibrer le béton au droit des huisseries banché pour éviter toute ségrégation, et pour une bonne étanchéité.   | A contrôler par le chef d'équipe           | GO                      | <b>Annexe 11</b><br>4.1 |
| <b>Porte palière</b>     | 1) Réalisation de la chape pour effectuer une bonne planéité du sol au niveau du jointement avec l'huisserie ou le seuil<br>2) Pose d'un seuil à la suisse. Respect de la hauteur maximale d'accessibilité<br><br>-> Si la pommelle est rapportées sur l'huisserie cela génère des fuites (met en communication l'intérieur de l'huisserie avec l'extérieur du volume contrôlé. Il faut combler les vides au droit de ces éléments par du joint silicone ou mousse polyuréthane. | A contrôler lors des consultations.        | Menuiseries intérieures | <b>Annexe 11</b><br>4.2 |
| <b>Trappes de gaines</b> | - voir réseaux techniques  | Contrôler le produit, et la mise en œuvre. | Menuiseries intérieures | <b>Annexe 11</b><br>4.3 |

#### 5. CLOISONS / DOUBLAGES / PLATRERIES

| Point de fuite identifié   | Traitements                                 | Contrôle   | Lot  | Figure                  |
|--|---|--|------|-------------------------|
| <b>Pose de cloisons, doublages, plafonds</b><br>- Attention à ne pas poser les doublages et les plafonds trop vite ! Trop souvent, le calfeutrement est mal fait , et il y a des présences de fuites invisible -> obliger de déposer | - Prévoir un contrôle en phase d'avancement | Fiches d'autocontrôle, et de fermeture de bon de fermeture de faux plafond pour les pièces indiqué | ECSD | <b>Annexe 11</b><br>5.1 |

#### 4. Analyse du CCTP :

Le projet est assez bien rédigé en ce qui concerne la perméabilité à l'air mais quelques points reste à préciser :

- LOT 06 : Menuiserie extérieure : Ajouter une mention particulière concernant la membrane (en plus des joints imprégnés) des châssis extérieurs. Si celle ci est achetée, cela permettra une meilleur étanchéité.
- LOT 08 : Cloisons / doublage : Ajout d'un joint silicone entre la baie et le doublage
- LOT 14 : Electricité : prévoir le chiffrage de la mousse expansée pour occulter les ouvertures sur la lames d'air autour des boites ou équipements ayant nécessité le percement de la cloison.
- LOT 16 / 17 : Plomberie/CVC : Toute la partie sur les réseaux est à spécifier au droit des traversées de planchers et voile béton : Privilégier la traverser sous fourreau (à mettre en place au coulage du béton , et pose d'un joint souple silicone entre le réseau et le fourreau) au dessus mais aussi en dessous. La membrane élastomère en sous face de dalle est vivement conseillé. Une spécification particulière doit être émis dans le contrat de sous traitance : la réalisation des plans de gaines techniques doit se faire au plus tôt afin d'éviter les reprises de coulage.

Dans tous les cas, pour les consultations d'entreprises, et la désignation de celle ci, une mention particulière concernant la perméabilité devra être fait dans l'annexe 07 du contrat de sous traitance :

- Obligation de résultat.
- Obligation de moyens.



# VIII



## APPLICATION EN PHASE DE PREPARATION

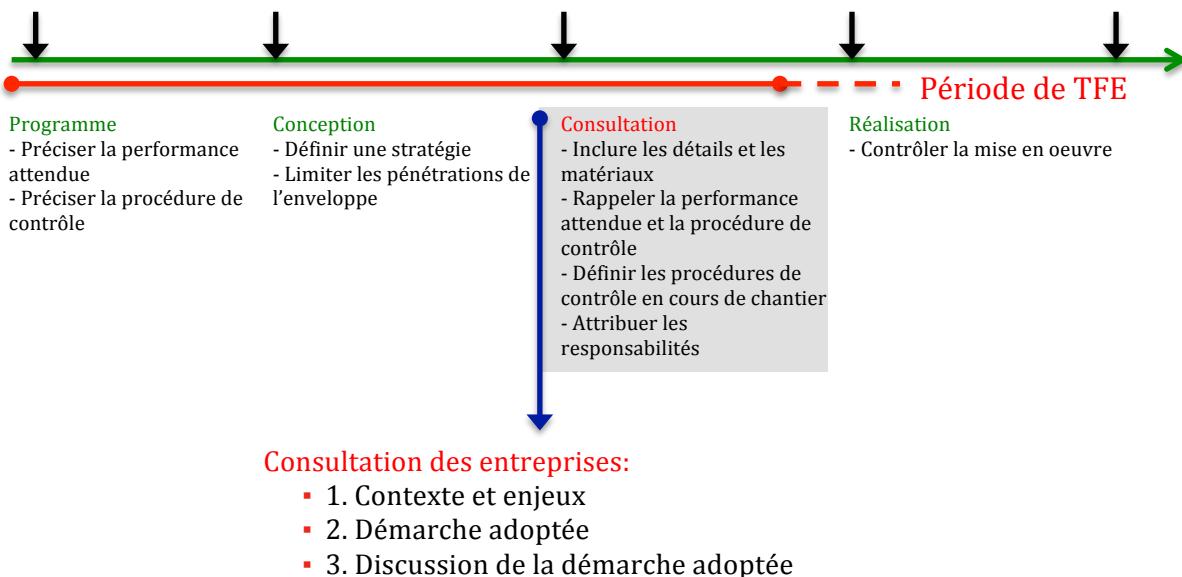


## II. APPLICATION EN PHASE DE PREPARATION

### A. DE LA CONCEPTION A LA CONSULTATION

#### Démarche à suivre :

L'analyse de risque liées à la perméabilité à l'air qui a été effectué est primordial afin de bien concevoir le projet dès le départ. La phase de préparation est donc une phase à ne pas négliger dans la phase des travaux. Elle permet d'établir des méthodes de travaux, et de bien se préparer vis à vis des travaux à mettre en œuvre. (cf. **Annexe 12** : Check liste de préparation de chantier) Concernant la perméabilité, la phase de consultation des entreprises est importante puisqu'une bonne sensibilisation dès cette étape, permet la bonne réalisation des travaux. La figure ci-dessous rappelle les principes clés de la démarche :



L'objet de ce chapitre, sera donc de voir l'importance de la phase de consultation dans la démarche de perméabilité, mais aussi les principaux enjeux pour l'entreprise générale.

### B. CONSULTATION

#### 1) Contexte et enjeux :

##### La sous-traitance en entreprise générale :

L'entreprise générale de bâtiment, par définition, prend généralement en charge l'ensemble des travaux tous corps d'état jusqu'à la livraison. Une seule entreprise ne pouvant pas maîtriser l'ensemble des corps de métiers, elle se consacre en général, pour ce qui est des travaux propres, sur son métier de base qui est très souvent le gros œuvre. Elle sous-traite toutefois quasi systématiquement les travaux particuliers comme les fondations spéciales ou le terrassement et assez fréquemment une partie des travaux ordinaires tels que le ferrailage, l'étalement ou le coulage des planchers. Concernant les corps d'états architecturaux, les travaux sont toujours sous traités. Il est donc indispensable de bien traiter ces différents lots afin que la réalisation se fasse pour le mieux.

Il est répandu que les marges obtenues par les entreprises générales sont souvent réalisées par la sous-traitance des travaux, notamment en corps d'état architecturaux. C'est par ailleurs une des raisons pour laquelle beaucoup d'entreprises répondent uniquement aux appels d'offres de marché tous corps d'états et ne font jamais de projet en corps d'états séparés. Cette idée prend effectivement tout son sens dans le contexte actuel où nous sommes obligés de baisser nos offres de prix pour obtenir des marchés qui se font de plus en plus rares. C'est pourquoi étant donné que les coûts des travaux propres sont quasi incompressibles, il va de soi que la seule manière de réaliser des marges est de compter sur la baisse de prix, au même titre que nous, des entreprises sous-traitantes.

**Importance de la phase de consultation :**

Dans ce contexte où l'obtention des meilleurs prix pour les prestations à sous-traiter est primordiale pour le bon aboutissement financier du projet, la phase de consultation et de négociation des marchés de sous-traitance prend alors une dimension très importante. Il est en effet nécessaire de traiter les marchés le plus finement possible de manière à limiter les imprévus et d'obtenir les meilleurs prix pour chaque prestation. Nous n'hésitons alors pas à scinder les marchés en plusieurs parties, l'envergure du projet nous le permettant, ce qui implique de définir parfaitement les limites de prestations.

L'aboutissement des consultations consiste en l'attribution à des entreprises spécialisées de l'ensemble des prestations à réaliser au marché. Cette finalité impose une définition précise de l'ensemble des travaux à réaliser, en conformité avec le marché traité avec le maître d'ouvrage, cela passant par une étude approfondie de ses pièces constitutantes. Cette phase constitue la première prise de connaissance en exécution des lots architecturaux à réaliser. C'est pourquoi elle est une étape primordiale. On doit alors y réaliser les mises au point techniques et lever les déficits de conception.

**Objectifs et attentes :**

Les corps d'états architecturaux sont divisés en différents lots correspondants au différents corps de métiers. Certains lots en phase de préparation, sont plus prioritaire que d'autres, notamment la Plomberie, l'électricité, l'étanchéité, et la menuiserie intérieure, puisque c'est les lots qui vont intervenir en premier. Mais les lots comme la menuiserie extérieure, la serrurerie, ou encore l'étanchéité, ne sont pas à négliger puisque ce sont des lots qui impacte directement sur le gros œuvre (exemple : Les dimensions des châssis déterminent les réservations du GO, et la commande des mannequins). L'objectifs secondaire du TFE a été de consulter les lots suivants :

- LOT 02 : Charpente
- LOT 03 : Couverture
- LOT 04 : Etanchéité
- LOT 06 : Menuiserie extérieure
- LOT 10 : Menuiserie intérieure
- LOT 18 : Porte de garage
- LOT 19 : Aménagement extérieur

Sachant que les autres lots ont été consulté par le conducteur de travaux des Corps d'états secondaire : Guillaume ESNOL, j'ai donc participé aux différentes consultations, afin de définir les entreprises, et de définir les moyens qu'il mettront en œuvre non seulement pour la perméabilité, mais pour l'ensemble des mises au points techniques du projet.

**2) Démarche adoptée :**

Cette partie consiste en la description de la démarche que j'ai pu adoptée pour mener à bien les consultations des entreprises de second œuvre. Elle définit les étapes, illustrées par des exemples, permettant d'aboutir à l'établissement des marchés de sous-traitance.

Afin de pouvoir acheter des prestations à des entreprises, il est indispensable de définir dans les moindres détails.

**2.1 Etude du dossier de consultation des entreprises :**

Afin de pouvoir acheter des prestations à des entreprises, il est indispensable de définir dans les moindres détails ce que l'on doit au marché. L'ensemble des pièces constitutives du marché appartient au « dossier marché » .

**Principales pièces du DM :**

- Acte d'engagement (calendrier prévisionnel, dates jalons... )
- Cahier des Clauses administratives Particulières (CCAP), et annexes (Ordre de priorité des pièces marché)

- Marché et PC :
  - Attendus du PC
  - Arrêté du permis de construire
- Rapport d'études :
  - Etude Acoustique des façades
  - Etude Thermique
  - Rapport de pollution des sols établis par GEOLIA
  - Rapport de sol GEOLIA mission G12
  - Evaluation HQE (remarque liés à la certification)
- Pièces complémentaires :
  - Notice Notaire
  - Plans de vente
  - RICT du bureaux de contrôle
  - Décomposition du Prix Global Forfaitaire (DPGF)
- Cahiers des Clauses Techniques Particulières (CCTP)
- Carnet de détails
- Marché et PC
- Pièces graphiques :
  - Plans Architecte
  - Plans géomètre
- Les documents techniques, normes, règlements, règles de calcul édités par le CSTB à la date du dépôt du Permis de construire.

*Importance de l'ordre de priorité des pièces marché.*

Les différences pièces constitutantes du dossier marché possèdent un ordre de prévalence bien défini. Cet ordre est décrit dans le « Cahier des Clauses Administratives Particulières » CCAP. Celui ci est très important du fait qu'il soit fréquent que certaines pièces se contredisent. Il est alors indispensable de toujours respecter la pièce qui prévaut de manière à être en totale conformité contractuelle et réglementaire. Il est ainsi nécessaire de prendre connaissance de l'ensemble des pièces et de bien noter leur ordre d'importance. La notice notaire est souvent prioritaire par rapport à l'ensemble des pièces, puisque contractuelle avec les acquéreurs.

Les documents pouvant souvent interférer avec les descriptifs de chaque lot, les Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP), sont notamment les comptes rendus des différents bureaux d'études, à savoir :

- RICT
- Evaluation de la certification HQE NF LOGEMENT
- Etude thermique
- La notice Acoustique

En effet, ces documents ne sont pas toujours bien intégrés dans le CCTP. Or ces pièces prévalent sur ces derniers et imposent souvent des contraintes supplémentaires, ce qui oblige à réaliser un travail de synthèse approfondi.

Par exemple : Contradiction entre le plan et la certification NF Logement HQE : La certification prescrit et oblige une desserte des locaux poubelles vers l'extérieur. Or le projet ne prévoit pas de local donnant sur la rue. Les remarques contradictoires des pièces font l'objet de fiche question au client. Suite à quoi, une dérogation a été émise à CERQUAL (certificateur du label) pour la sortie de ces locaux. La demande a ensuite été validée, sous réserves de prévoir un revêtement U4P4E3C2 sur le cheminement des bacs, à l'intérieur du hall, et de rapprocher le local un maximum de la porte d'entrée du bâtiment.

## **2.2 Prospection des entreprises :**

Parallèlement à l'étude des dossiers, une des premières étapes de la consultation consiste à lancer les appels d'offres aux entreprises pour les différents lots. Cette démarche s'effectue en plusieurs étapes :

### **1. Choix des entreprises à consulter**

Les entreprises susceptibles d'être consultée sont répertoriées dans une liste de référentiel qualité de l'entreprise. Une présélection se fait ensuite par la consultation de l'avis du directeur de travaux sur les entreprises avec qui il a déjà travaillé dans le cas où il aurait eu avec elles des problèmes en exécution afin d'écartez les entreprises peu fiables.

### **2. Etablissement des dossiers de consultation :**

Dans un premier temps, nous remettons aux entreprises un dossier assez simple comprenant le descriptif (CCTP), et les éventuels additifs du lot concerné, un quantitatif réalisé par un métreur, et un jeu de plan pour les lots nécessitant une étude approfondie. J'ai réalisé que plus tard le quantitatif comporte souvent des erreurs, il donc nécessaire de vérifier les métrés.

### **3. Contact des entreprises :**

Etant donné le nombre d'entreprise à consulter (une dizaine par lots soit une bonne centaine au total), il est nécessaire d'avoir une bonne organisation dans la gestion de ces contacts et du suivi de l'avancer des consultations. Un fichier répertoriant par lot l'ensemble des entreprises consultées et comprenant leurs coordonnées ainsi que l'historique et l'état des consultations.

Exemple de Tableau de consultation des entreprises pour le lot ME :

| Entreprise  | Responsable                     | Téléphone      | Fax            | Date Appel | Date relance         | Délai    | Date de remise       | Commentaire   |
|---|---------------------------------|----------------|----------------|------------|----------------------|----------|----------------------|---|
| <b>FPMI</b><br>37 rue malherbe<br>45590 PIUSEAUX                    | M. COUTURIEUX                   | 02.32.82.75.70 | 02.32.82.75.00 | 29.03.12   |                      |          |                      | - Pas d'aluminium   |
| <b>LEUILLET</b><br>Z.A<br>Belleplace<br>36400 LA CHATRE             | M. LEUILLET                     | 02.54.48.16.19 | 02.54.06.04.43 | 28.04.12   | 29.04.12<br>19.05.12 | 20 Jours | 15.09.12             | - Reunion Mi Juillet<br>- Murs rideaux<br>- Pas de châssis bois |
| <b>ATS</b><br>ZAC des Grands Près<br>14160 DIVES SUR MER            | M. NAIM<br>M. GAUDE (chiffreur) | 02.54.48.16.19 | 02.54.48.16.19 | 27.03.12   | 05.04.12             | 20 Jours | 20.05.12<br>10.06.12 | - Murs rideaux  |
| <b>PACOTTE ET MIGNOTTE</b><br>17 rue de la Brot<br>21074 DIJON      | Mme. CHARNET                    | 02.54.48.16.19 | 02.54.48.16.19 | 27.03.12   |                      |          |                      | - Murs rideaux  |
| <b>GREGOIRE</b><br>Z.I de la Croix Blanche<br>91700 ST GENIEVE      | M. MILHEIRO                     | 02.54.48.16.19 | 02.54.48.16.19 | 27.03.12   | 05.04.12             | 20 Jours | 20.05.12             | - Pas de pose   |
| <b>BHF DELAPLACE</b><br>Z.I de la Croix Blanche<br>91700 ST GENIEVE | M. BRKA                         | 03.22.90.32.54 | 03.22.90.32.00 | 30.03.12   | 05.04.12             | 20 Jours | 25.05.12             | - Occultation   |
| <b>MINCO</b><br>Parc industrie<br>44194 CLISSON                     | M.GOMEZ                         | 02.40.33.56.60 | 02.40.06.63.31 | 30.03.12   |                      |          |                      | - Mixte alu bois  |

\* Pour raison de confidentialité, les offres de prix ne seront pas mentionné dans le tableaux

Etant donné que les entreprises consultées ne sont pas toujours très rigoureuse, il était très important d'adopter une procédure très rigoureuse de notre côté afin d'obtenir dans les meilleurs délais les différentes offres.

#### 4. Mises au point techniques avec les entreprises :

Après l'envoi des dossiers aux entreprises commence une phase d'échange avec celle-ci concernant les prestations à chiffrer. Ces échanges peuvent se faire par téléphone mais nous incitons en général dans la mesure du possible les responsables d'étude des entreprises à venir sur le chantier, cela pouvant par ailleurs représenter une preuve d'un certain investissement de l'entreprise dans le projet, ce qui est un réel point positif pour la suite. Ces rencontres et échanges téléphoniques permettent de détecter les points sur lesquels nous manquons d'informations ou de détails. En effet, il existe fréquemment des « zones d'ombres » dans la description des travaux à effectuer. Cela nous permet ainsi de lister ces problèmes afin de lever chaque interrogation par la recherche des informations nécessaires.

Par exemple : Pour le lot menuiserie extérieure, aucune nomenclature des menuiseries extérieures était dans le dossier marché, il a fallu créer une nomenclature à l'aide de peu de détails qu'on avait des façades, sans quoi, il était alors impossible pour le lot menuiserie extérieure de nous chiffrer la prestation, puisqu'aucune dimension des châssis était indiquée.

Elaboration de la nomenclature :

| Carnet de détails :<br>MENUISERIES EXTERIEURES ALUMINIUM   |  | EIFFAGE CONSTRUCTION<br>SAINT DENIS   |   |
|--|--|---|---|
| Nota : Métrés réalisés sans nomenclature ni détails.   |  |   |   |
| Type : 1<br>Porte fenêtre<br>100x 210<br>12 unités Batt. A-B 35 dB<br>3 unités Batt. A-B 38 dB<br>3 unités Batt. A-B 42 dB | Type : 1'<br>Porte fenêtre<br>100x 215<br>2 unités Batt. B 38 dB   | Type : 2<br>Porte fenêtre<br>290 x 210<br>4 unités Batt. A-B 35 dB<br>2 unités Batt. A-B 38 dB<br>1 unité Batt. A-B 42 dB   | Type : 2'<br>Porte fenêtre<br>290 x 215<br>1 unité Batt. B 38 dB<br>voir FICHE QUESTION N°1   |
| Type : 4<br>Fenêtre<br>100x 177<br>1 + 1 unité Batt. B-A-B<br>35 dB  | Type : 5<br>Fenêtre<br>100x 200<br>12 unités Batt. A-B 35 dB   | Type : 6<br>Fenêtre<br>290x 200<br>4 unités Batt. A-B<br>35 dB  | Type : 7<br>Porte fenêtre<br>290x 225<br>3 unités Batt. A-B 35 dB<br>35 unités Batt. A-B 38 dB<br>4 unités Batt. A-B 42 dB                                |
| Type : 8<br>Porte fenêtre<br>100x 225<br>6 unités Batt. A-B 35 dB<br>23 unités Batt. A-B 38 dB<br>8 unités Batt. A-B 42 dB | Type : 8'<br>Porte fenêtre<br>100x 220<br>2 unités Batt. A-B 35 dB<br>8 unités Batt. A-B 38 dB<br>3 unités Batt. A-B 42 dB                     | Type : 9<br>Fenêtre<br>90x 140<br>4 unités Batt. A-B 35 dB  | Type : 10<br>Fenêtre<br>100x 200<br>32 unités Batt. A-B 35 dB   |
|  |  | Type : 11<br>Fenêtre<br>VOIR DETAIL, >=140<br>code 150  |   |
|  |  | Remarque : cotations hors tout  |   |
| MATRICE D'OUVRAGE<br>BOWFONDS MARIGNAN<br>79 rue de villiers<br>93532 Levallois-Perret                                     | MATRICE D'OUVRAGE<br>ARCHITECTE SELARL MILET<br>CHARTEUR<br>11, rue des Acacias<br>75003 PARIS<br>Tel : 01.42.74.72.72<br>Fax : 01.42.74.79.64 | SOCIÉTÉ D'INGÉNIERIE CET<br>Inscrutable à la différencier à<br>24, rue de la Garenne<br>92190 VILLENEUVE-LA-GARENNE<br>Tel : 01.45.52.36.20<br>Fax : 01.45.52.75.74 | Construction de 73 Logements, de commerces, d'équipement public et de parkings en sous sol à Paris.<br><br>CARNET DE DÉTAILS<br><br>07 MAI 2012<br>IND: B |
| TAN Vincent, ESNOL Guillaume   |  |   |   |
| Page 1 / 4   |  |   |   |

Figure 29: Nomenclature des menuiseries extérieures réalisée au cours du TFE

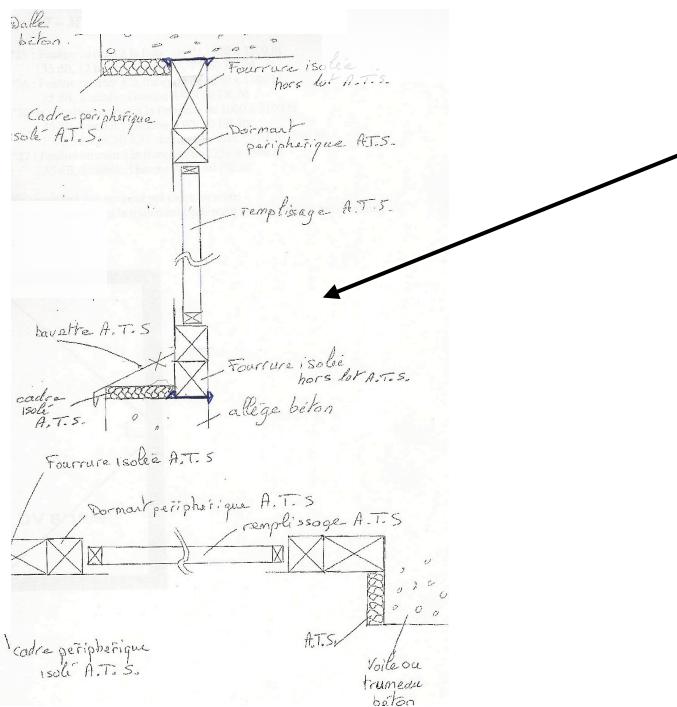
Cette nomenclature tient compte des contraintes acoustiques (selon l'affaiblissement des façades), mais aussi de la contrainte thermique des châssis, et de la réglementation C+D imposé. En effet, l'architecture du projet tient compte d'un C+D égal à 0,60m pour les bâtiments de 3ème famille A, et de 0,80 pour la cage B (3ème famille B) pour une masse combustible inférieur à 25. Il a donc fallu faire une étude préliminaire concernant la réglementation C+D, afin de voir si toutes les menuiseries étaient conforme à cette règle (cf. **Annexe 13** : Nomenclature des châssis et extrait de l'étude préliminaire concernant le C+D).

Or un travail de synthèse a permis de s'apercevoir d'un gros problème, en effet, l'isolant extérieur préconisé dans le CCTP a une masse combustible supérieur à 25M, 2 solutions étaient alors préconisées, sachant qu'aucun produit ne pouvait atteindre les performances requises dans l'étude thermique. On a donc envisagé 2 solutions :

- Solution 1 : Soit on augmente les allèges pour respecter la réglementation C+D, impacte sur la dimension des châssis. En effet, la réglementation

- Solution 2 : Soit on diminue la masse combustible, en diminuant l'épaisseur du produit. Une autre solution a été envisagée, c'était de passer sous la réglementation IT 249, qui préconisait d'autres techniques mise en œuvre. Mais la solution qui a été retenue par le maître d'ouvrage et par l'architecte est la solution n°2, à savoir de diminuer la masse combustible à 12cm sur l'ensemble de la façade NORD, et sur la façade EST, après confirmation du bureau d'étude thermique. Le travail de recherche d'information auprès du maître d'ouvrage est donc très important et indispensable. Enfin, la mise au point technique peuvent porté sur des points particuliers, à savoir la réalisation de détails concernant la perméabilité. J'ai porté une attention particulière à l'étanchéité à l'air dans les différents lots et à sa mise en œuvre. En effet, si la prestation est chiffrée et bien détaillé dès la phase de consultation, alors on limitera les problèmes en phase de réalisation. Non seulement il faut sensibiliser les entreprises à l'obligation de résultat, mais aussi à l'obligation de moyens pour que chaque point de fuite potentiel soit traiter de la façon la plus fiable possible.

#### Exemple de détails réalisé par l'entreprise ATS lors des consultations :



**Détail issu du mémoire technique élaboré à partir l'entreprise ATS, lors des consultations**

#### 5. Recherche d'information auprès du maître d'ouvrage :

Le projet n'est jamais défini à l'origine dans les moindres détails. Il est cependant indispensable dans la phase d'exécution de disposer de l'ensemble des éléments nécessaires à la réalisation des travaux dans le respect de la volonté du client. Cette phase de mise au point permet alors d'aller chercher les informations concernant les incertitudes auprès du maître d'ouvrage. Afin que les choses soient bien définies et immuables, il est indispensable de procéder à ces demandes d'informations de manière formelle. La procédure à respecter est de formuler ces interrogations sous forme de « Fiche Question » selon un modèle prédéfini. Cela permet d'obtenir des réponses « officielles » pouvant être directement intégrées et prenant ainsi un caractère contractuel.

## 2.3 Traitement des offres et établissement des tableaux comparatifs

Une fois les principales mises au point techniques réalisées, les entreprises remettent leurs offres de prix. Ces devis étant régulièrement incomplets et présentés de manières différentes, il était indispensable de les enregistrer dans un tableau, permettant à la fois une analyse de l'offre, et une bonne comparaison de l'ensemble des offres.

Le tableau comparatif s'avère être un outil indispensable du fait des multiples applications qu'il apporte dans l'analyse des offres, il permet notamment :

- de repérer les prestations non comprises dans les offres.
  - de distinguer les différentes solutions proposées par les entreprises.
  - de détecter les sujétions particulières préconisées par une entreprise et à recommander aux autres.
  - de repérer les écarts sur les plans qualitatif et quantitatif
  - de réaliser une analyse financière détaillé (cf. partie « étude de prix et établissement des marchés)

#### L'élaboration d'un tableau comparatif :

Le tableau comparatif se réalise en décomposant de manière détaillé les différentes prestations à effectuer. Le modèle du tableau est prédefinit dans le référentiel qualité de l'entreprise. La décomposition se fait selon les articles du CCTP, eux même détaillé en différentes postes. Elle suit la décomposition du prix global forfaitaire (DPGF) du lot concerné, ce qui permet de confronter aux offres les budgets prévus pour chaque poste.

## Budget      Entreprises consultées

Une fois les colonnes du déscriptif et des budgets alloués réalisées, débute l'enregistrement des offres. Cette opération peut-être très simple comme très fastidieuse. En effet, certaines entreprises répondent directement selon le quantitatif fournit, ce qui rend dans ce cas la décomposition de leurs prix assez facile, mais par ailleurs reflète souvent une étude peu approfondie... D'autres entreprises réalisent de coutume une réelle étude du projet et de ce fait émettent leur propre décomposition, celle-ci pouvant être différente de la notre. La difficulté est alors d'intégrer leur offre selon la même décomposition que les autres, de manière à pouvoir par la suite comparer le prix. L'intégration de ces offres est cependant très intéressante car elle permet d'avoir d'autres interprétations, concernant le qualitatif comme le quantitatif, que celle du mîtreur ayant réalisé le quantitatif sur lequel nous nous sommes basés à l'origine.

#### **Recadrage des offres par étude comparative :**

Les offres des entreprises comportent des singularités du fait des différentes interprétations que ces dernières font, lors de leur étude du dossier. Ces divergences sont quasi-systématiquement effectives au niveau des quantités, et peuvent aussi concerter la définition de la prestation en elle-même, du fait d'imprécision dans la description de celle-ci.

#### **2.4 Phase de négociation**

Une fois les phases de recadrage et la première étude de prix réalisées, nous invitons les entreprises se positionnant le mieux à nous rencontrer afin de discuter des prix qu'ils nous ont proposés. Etant donné que la décision finale revient au chef de projet et au chef de secteur, mon rôle était alors d'orienter les entreprises dans la révision de leurs offres de prix.

Nous leur donnons alors grossièrement les efforts globaux à réaliser et les aiguillons sur les principaux postes sur lesquels ils doivent travailler. Les écarts de prix peuvent être dus à différents facteurs :

- Soit l'entreprise n'est pas spécialisé dans le type de prestation concernée, auquel cas elle n'a pas de bon prix au niveau de ses fournisseurs et a un coût de main d'œuvre trop élevé du fait qu'elle ne soit pas habituée à réaliser la pose
- Soit elle propose une solution qui peut faire l'objet d'une optimisation des coûts , par exemple lorsqu'elle chiffre la marque citée en référence au CCTP qui n'est souvent pas la moins couteuse, des solutions « équivalente », ou « similaire », peuvent être adoptée. Par exemple, avec l'entreprise BHF de la place, une variante des Brises soleils orientables a été demandée.
- Soit elle a tout simplement exagérée la marge qu'elle s'est attribuée.

Une fois l'ensemble des éléments transmis, l'entreprise revoit alors son offre et nous transmet une nouvelle offre de prix en vue de la désignation.

#### **2.5 Désignation**

Lorsque nous avons reçu les nouvelles offres de prix des entreprises, la décision finale appartient au chef de projet et au chef de secteur. Notre rôle est alors de les conseiller dans leur choix. Nous avons alors tendance lorsque qu'il y a plusieurs dossiers équivalents, à soutenir les entreprises qui se sont le plus inverses dans l'étude du projet, nous montrant ainsi leur réel intérêt pour l'opération.

Une fois le choix établit, nous convoquons l'entreprise pressentie pour d'une part leur demander de réaliser un effort financier supplémentaire, et d'autre part discuter de la réalisation et notamment du planning d'exécution et des moyens à mettre en œuvre.

L'entreprise nous donne alors sa dernière offre de prix et nous passons un accord de principe oral en attendant l'établissement du contrat de sous-traitance.

# IX



## CONCLUSION



### III. CONCLUSION

Suite à ma formation et à mes différentes expériences en entreprises, ma volonté d'engager ma carrière professionnelle dans la conduite de projet, c'est confirmé. En effet, à la fin de mon stage de deuxième année, que j'avais réalisé en tant que conducteur de travaux chez EIFFAGE CONSTRUCTION en phase de réception, ma détermination pour ce métier était établie. C'était donc avec beaucoup de conviction et de motivation que j'ai rejoint une nouvelle fois, cette entreprise puisque mon stage de deuxième année c'était très bien déroulé. Mais il me semblait opportun et impératif de voir une phase différente d'un projet.

C'est pourquoi, lors de ce TFE, il m'a été confié de réaliser toutes les démarches qu'on doit impérativement effectuer en phase de préparation. J'ai donc pu comprendre que cette phase était relativement déterminante pour les travaux. Non seulement, elle permet de bien se préparer, et d'appréhender au mieux la phase de réalisation, mais elle est la transition avec les études réalisées en amont. Le réel enjeux de ce TFE était donc d'intégrer non seulement les contraintes environnementales mais aussi les contraintes techniques sur un projet de 73 logements situé dans un site relativement dense et contraignant. J'ai donc été amené particulièrement à m'interresser à la problématique de perméabilité à l'air des bâtiments qui sera obligatoire pour les constructions avenir. L'étude de cette problématique était donc nécessaire, puisqu'elle constituait pour l'entreprise et pour l'équipe travaux une réelle base de travail, afin de comprendre au mieux les problèmes d'étanchéité les plus récurrent, et qui sont bien trop souvent négligés dès la phase de conception. Il était donc important pour ce projet, de procéder à une analyse des risques, pour que la phase de réalisation se déroule correctement. Pour cela, j'ai assisté à différents tests de perméabilité à l'air sur plusieurs opérations, dans des contextes à chaque fois très différent, et à des périodes de travaux toujours distinctes. Et cela m'a permis de réaliser que bien souvent, on se retrouve face aux mêmes problèmes de conception. En effet, j'ai pu m'apercevoir que les gaines techniques représentaient plus des ¾ des fuites d'un logement. Il était donc réellement important de déterminer un phasage de ces gaines techniques. La phase de préparation, et de consultation des entreprises est donc une phase déterminante, puisqu'elle participe à l'élaboration des principes de mise en œuvre. C'est donc au travers de ce retour d'expérience, que j'ai pu comprendre les réels enjeux d'aujourd'hui. En effet, la réalisation de cette analyse sera une véritable aide à la réalisation de projet BBC, et permettra de mieux cerner les problèmes d'étanchéité. Il est impératif de réaliser des constructions puisqu'à terme l'ensemble des entreprises de construction devront intégrer cette problématique. Cette expérience, s'est donc avérée réellement enrichissante. Et ce projet de fin d'étude conclue ma formation d'ingénieur ESTP, qui m'a permis, de part la qualité de ses enseignements, et de part les expériences en entreprises que j'ai pu avoir, de débuter dans les meilleures conditions ma carrière professionnelle, en tant qu'ingénieur de travaux chez EIFFAGE CONSTRUCTION Saint-Denis.



# X



## BIBLIOGRAPHIE



### III. BIBLIOGRAPHIE

Liens utiles:

<http://www.rt-batiment.fr>

<http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr>

Le centre d'études techniques de Lyon fait partie du réseau technique du Ministère de l'environnement, du développement durable des transports et du logement (MEDDTL). Il possède une expertise en matière d'étanchéité à l'air et a publié plusieurs guides et carnets de détail à télécharger sur leur site.

<http://www.effinergie.org/site/Effinergie/>

Règles et informations nécessaires à l'obtention du label BBC effinergie

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/06\\_07\\_2010\\_-\\_Generalisation\\_des\\_batiments\\_a\\_basse\\_consommation.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/06_07_2010_-_Generalisation_des_batiments_a_basse_consommation.pdf)

Document de présentation de la RT2012

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP\\_final\\_RT2012.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP_final_RT2012.pdf)

Dossier de presse de la présentation de la RT 2012



# XI



## TABLE DES ILLUSTRATIONS



### III. TABLE DES ILLUSTRATIONS

|   |     |
|---|-----|
| Figure 1: Implantations d'EIFFAGE et en Europe, source : www.eiffage.com .....        | 16  |
| Figure 2: EIFFAGE en quelques chiffres, source : www.eiffage.com.....                 | 16  |
| Figure 3: Organigramme de la SAS d'EIFFAGE IDF Paris.....                             | 17  |
| Figure 4: Organisation d'EIFFAGE CONSTRUCTION SAINT-DENIS .....                       | 18  |
| Figure 5: Situation du projet "Inova" , 1-3-5 rue Jacques Kablé .....                 | 23  |
| Figure 6: Topographie du site.....  | 24  |
| Figure 7: Perspective du projet "Inova" .....   | 24  |
| Figure 8: Organigramme du chantier "Inova" .....                                      | 27  |
| Figure 9: Répartition du trafic ferroviaire à proximité du projet .....               | 28  |
| Figure 10: Plan du PH RDC.....  | 29  |
| Figure 11: Afaiblissement acoustique des façades .....                                | 29  |
| Figure 12: Profil HQE de l'opération "Inova", 1-3-5 rue Jacques Kablé.....            | 30  |
| Figure 13: Augmentation du taux en CO2, source : Observatoire d'Hawai .....           | 39  |
| Figure 14: Source: Ministère de l'économie, des finances, et de l'industrie .....     | 39  |
| Figure 15: objectif du grenelle, source: site du Grenelle environnement.....          | 41  |
| Figure 16: Classement énergétique, source : site du grenelle.....                     | 42  |
| Figure 17: Modification des flux d'air due aux infiltrations.....                     | 53  |
| Figure 18: Pénétration d'air froid et de bruit dans une maison perméable .....        | 54  |
| Figure 19: Courant d'air traversant en présence de vent.....                          | 54  |
| Figure 20: Ordres de grandeurs de l'augmentation des consommations de chauffage. .... | 54  |
| Figure 21: Illustration de la condensation dans les parois .....                      | 55  |
| Figure 22: Protection des personnes dans un local confiné en cas de pollution .....   | 55  |
| Figure 23: Illustration de l'enceinte étanche.....                                    | 56  |
| Figure 24: Equipement de mesure, Source: CETE Lyon .....                              | 58  |
| Figure 25: Thermographie infrarouge, trappe et prises électriques. ....               | 59  |
| Figure 26: Poire à fumée .....  | 60  |
| Figure 27: Localisation des points singuliers, source: CETE Lyon.....                 | 61  |
| Figure 28: Principales sources de fuite d'air dans les logements.....                 | 89  |
| Figure 29: Nomenclature des menuiseries extérieures.....                              | 111 |