

**La méthode CQHE**  
**CONCEPT QUALITE HABITAT ENERGIE**

---

# Concept Habitat TIKOPIA



## 1 INTRODUCTION

Architecture Studio, QUILLE (entité de BYEFE <sup>(1)</sup>), ECO CITES et ALTO inventent le « concept habitat TIKOPIA », à l'instar des habitants de cette île <sup>(2)</sup> qui ont su préserver leur environnement très restreint pour vivre durablement.

Le sujet C.Q.H.E. proposé par le P.U.C.A. est à la fois passionnant et incontournable. Il rejoint les thèmes de recherche poursuivis respectivement par les membres de l'équipe. L'équipe affiche une motivation totale, des références convaincantes, un projet ambitieux (et nécessaire) pour promouvoir un habitat urbain de très haute qualité architecturale et technique. L'équipe est rompue au travail de conception concourante <sup>(3)</sup> - Architecture Studio et BYEFE réalisent et ont réalisé plusieurs opérations majeures, dans la cadre de procédures de conception-réalisation ou de partenariat public privé.

Une double volonté anime l'équipe : d'une part celle d'étudier et modéliser le « concept habitat TIKOPIA » pour parvenir aux meilleurs résultats de performances et d'autre part celle de réaliser des opérations références, sur des sites où l'ambition pourra pleinement s'afficher.

L'équipe propose une réflexion et un concept autour de la « mini tour d'habitat » qui par sa nature intrinsèque (densité, compacité) constitue le socle de la très haute performance énergétique.

Le concept s'élabore à partir du thème de la ventilation naturelle. Les performances visées, en termes d'énergie finale, sont supérieures aux niveaux actuels les plus exigeants en Europe. Le « concept habitat TIKOPIA » a aussi l'ambition de réunir les qualités environnementales permettant une évaluation favorable selon les référentiels les plus forts.

Pour conduire les diverses études de modélisation, l'équipe fera appel à des expertises extérieures complémentaires.

Le dossier propose une étude économique permettant d'identifier les marges de manœuvre pour sur-investir au profit de l'économie d'énergie, de la qualité environnementale et du confort.

Le « concept habitat TIKOPIA » s'intègre aux divers contextes urbains en proposant une mixité d'usage (bureaux et (ou) commerces) et d'habitat (privé ou social).

TIKOPIA ou RAPA NUI <sup>(4)</sup> ? ..... La réponse est dans l'annexe 8.1.

(1) BYEFE : BOUYGUES Entreprises France EUROPE

(2) TIKOPIA est une île du pacifique (voir l'annexe 8-1)

(3) Conception concourante : processus itératif, mutuel, réunissant simultanément architectes, ingénieries de maîtrise d'œuvre et d'entreprises, pour concevoir un projet

(4) RAPA NUI : habitants de l'île de Pâques (voir l'annexe 8-1)

## 2 COMPOSITION DE L'EQUIPE

### ARCHITECTURE :

AS.ARCHITECTURE-STUDIO

10, rue Laculée, F75012 PARIS  
Tél: 01 43 45 18 00 - Fax: 01 43 43 81 83  
E-mail : [as@architecture-studio.fr](mailto:as@architecture-studio.fr)

Laurent-Marc FISCHER, Pablo BOISIER, Victor KORKMAZ, architectes

Architecture-Studio définit l'architecture comme "un art engagé dans la société, la construction du cadre de vie de l'homme" dont les fondements se basent sur le travail en groupe et le savoir partagé, la volonté de dépasser l'individualité au profit du dialogue et de la confrontation, transformant l'addition des savoirs individuels en un potentiel créatif démultiplié.

ARCHITECTURE STUDIO s'est vu décerner

- l'Equerre d'Argent et le Prix Aga Khan pour l'Institut du Monde Arabe à Paris,
- le Losange d'Argent pour un immeuble de logements rue Domrémy à Paris,
- le Prix Acier d'Or pour le Siège Social de Wison Chemical à Shanghai.
- Les Lauriers de la construction Bois 2006, le Prix Observ'ER, bâtiment tertiaire 2006 (Concours Habitat solaire, habitat d'aujourd'hui 2005-2006) pour le Collège HQE Guy Dolmaire à Mirecourt.

ARCHITECTURE STUDIO est partie prenante de l'initiative Entreprises et Construction Durable 2005 animée par Utopies [www.constructiondurable.com](http://www.constructiondurable.com) & [www.utopies.com](http://www.utopies.com)

### INGENIERIE :

QUILLE

- Direction technique de QUILLE :

4, rue Saint-Eloi 76172 ROUEN Cedex  
Tél: 02 35 14 48 48

Alain VASSAL : directeur technique BYEFE E-mail : [alain.vassal@quille.fr](mailto:alain.vassal@quille.fr)

Frédéric GAL : génie thermique E-mail : [frederic.gal@quille.fr](mailto:frederic.gal@quille.fr)

Thierry FLEURANCE : développement durable E-mail : [thierry.fleurance@quille.fr](mailto:thierry.fleurance@quille.fr)

Philippe ANDREU SABATER pilotage général E-mail : [philippe.andreu-sabater@quille.fr](mailto:philippe.andreu-sabater@quille.fr)

La recherche et l'innovation, véritables moteurs de la performance, prennent une place capitale dans la stratégie de développement du groupe BOUYGUES Construction. Parmi les 11 thèmes de R&D suivis deux sont pilotés sous la responsabilité et l'expertise de la Direction Technique de QUILLE en synergie avec l'ensemble des filiales BYEFE :

**Thème Construction durable :** Energie et environnement (tertiaire, habitat), Indice de construction durable, bâtiment d'habitation à énergie positive, engagement sur les consommations, bilan carbone de bâtiments d'habitation, etc ...

**Thème Construction virtuelle :** Travail collaboratif, liens conception et analyse, maquette numérique, participation au projet européen INPRO et aux projets nationaux de l'ANR.

BOUYGUES Construction, représentée par QUILLE, est partie prenante de l'initiative Entreprises et Construction Durable 2005 animée par Utopies [www.constructiondurable.com](http://www.constructiondurable.com) & [www.utopies.com](http://www.utopies.com)

Les filiales France Europe de BOUYGUES Construction font partie de l'équipe dans la perspective de la réalisation d'opérations expérimentales sur l'ensemble du territoire national :

**DV Construction, GTB Construction, NORPAC, PERTUY Construction, GFC Construction et QUILLE.**

- ECO CITES

9 bis rue Jules César  
75 012 Paris  
Tél : 01 40 02 02 00  
Fax : 01 40 02 02 01  
E-mail : [ec@ecocites.com](mailto:ec@ecocites.com)  
Gabriel VENOT

# ECO • CITÉS

ECO CITES utilise la Qualité Environnementale comme un outil permettant de limiter les impacts de la construction sur l'environnement et d'assurer le confort des utilisateurs. ECO CITES remplit ces objectifs dans tous ses projets et met au premier plan dans ce projet ambitieux, la gestion et l'efficacité énergétique au service des utilisateurs, que ce soit en terme de diminution de la facture énergétique ou de confort et de bien être.

ECO CITES considère le travail sur la Qualité Environnementale comme une exigence nécessaire pour la réussite d'un projet d'architecture contemporain, c'est pour cette raison qu' ECO CITES et ARCHITECTURE-STUDIO ont travaillé sur plusieurs projets qui explorent cette démarche. Le centre de recherche de développement et de qualité Danone Vitapole à Palaiseau, le collège Guy Dolmaire à Mirecourt, l'Ecole des Beaux-Arts et d'Architecture de la Réunion et le Fort numérique d'Issy-les-Moulineaux sont les projets exemplaires de cette collaboration.

Les méthodes de travail et l'organisation nécessaire à la réussite d'un tel projet sont déjà acquises, ce qui en fait la force de l'équipe.

Fort de ses expériences, ECO CITES saura s'adapter aux spécificités du projet pour produire un travail issu des réflexions transversales avec tous les partenaires du projet.

- ALTO Ingénierie

7, allée Newton - 77420 CHAMPS SUR MARNE  
Tél: 01 64 68 18 50 - Fax: 01 64 68 17 29  
E-mail: [alto@alto-ingenierie.fr](mailto:alto@alto-ingenierie.fr)  
Jean-Pierre MOUILLOT



« Engagés depuis 10 ans pour la qualité environnementale du bâtiment, nous avons aujourd'hui totalement intégré cette dimension à tout notre processus d'études et pour toutes nos missions :

- Approche élargie de l'ingénierie au travers du développement durable tout en renforçant notre nécessaire spécialisation.
- Implication le plus en amont possible des projets, notamment par le recours aux outils de simulation numérique.
- Développement de l'activité "physique du bâtiment et des systèmes".

### L'ENVIRONNEMENT A TRAVERS LA SIMULATION NUMERIQUE

Pour les bâtiments et à l'échelle des territoires, ALTO Ingénierie développe l'étude de projets dans le cadre de la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale), dans laquelle les thèmes de la gestion de l'énergie, du confort hygrothermique et du confort visuel sont fondamentaux. Avec une forte préoccupation pour la conception des bâtiments, leur fonctionnement, la maîtrise de leurs coûts d'exploitation et de maintenance, nous apportons aux maîtres d'ouvrage des prestations spécialisées pour garantir la maîtrise globale de l'impact environnemental de leurs projets. Pour ce faire, nous recourons à l'utilisation de codes de calculs et d'outils de simulation numérique du comportement des bâtiments et des systèmes. Ces logiciels permettent d'améliorer la Qualité Environnementale des ouvrages, d'optimiser leurs performances énergétiques, de réduire les coûts d'exploitation du bâtiment, tout en garantissant le confort des occupants. Cette activité d'ALTO Ingénierie est soutenue par l'ANVAR (Agence Française de l'Innovation).

Les partenaires extérieurs éventuels sont indiqués dans le chapitre 5.

### 3 ARGUMENTAIRE DU CONCEPT HABITAT TIKOPIA

#### 3.1 LA DENSITE URBAINE, PREMIER ACTE DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE

La vie d'un bâtiment est ponctuée de plusieurs étapes énergivores : sa construction, son utilisation, sa déconstruction. Le calcul de l'énergie consommée pour l'ensemble de ce cycle est appelé énergie grise. Il est possible d'influer sur les consommations de chacune de ces étapes et notamment sur l'étape utilisation en proposant des bâtiments intégrant des concepts bioclimatiques permettant de consommer moins

Mais le bâtiment peut également être source d'énergie et ainsi avoir un impact "positif" sur le cycle énergétique. Pour cela notre projet intégrera une production d'énergie renouvelable.

A l'échelle de la ville, le bâtiment joue un rôle dans l'organisation et la densité urbaine.

Nous allons donc devoir travailler sur l'ensemble de ces thèmes et plus particulièrement, la consommation d'énergie lors de la vie du bâtiment, la production énergétique in situ et essayer de part la typologie de projet de l'intégrer au mieux dans la problématique urbaine.

En effet nous pensons qu'un certain niveau de densité associé à un confort urbain de la Ville va permettre de limiter la consommation d'énergie (transports, chauffage, pertes en lignes....) tout en permettant des relations sociales et économiques fortes. Cela va donc dans le sens de notre objectif, limiter les consommations d'énergie et les émissions de Gaz à Effet de Serre (G.E.S.)

Une étude de **G. Haugton et C. Hunter** (*The sustainable cities* - Jessica Kingsley Publishers – 1996) démontre les éléments suivants :

- La dispersion des activités urbaines modifie les besoins en transport : la distance des trajets peut faire varier de plus de 130% la demande d'énergie ;
- La densité ou l'agglomération des destinations peut économiser 20% d'énergie, principalement en facilitant le transport en commun ;
- La construction de routes nécessite plus d'espace que le rail et coûte jusqu'à huit fois plus cher ;
- Dans les centres-villes, la vitesse moyenne des voitures est de 20 km/h à Londres, 18 km/h à Paris et de 7 à 8 km/h à Athènes.

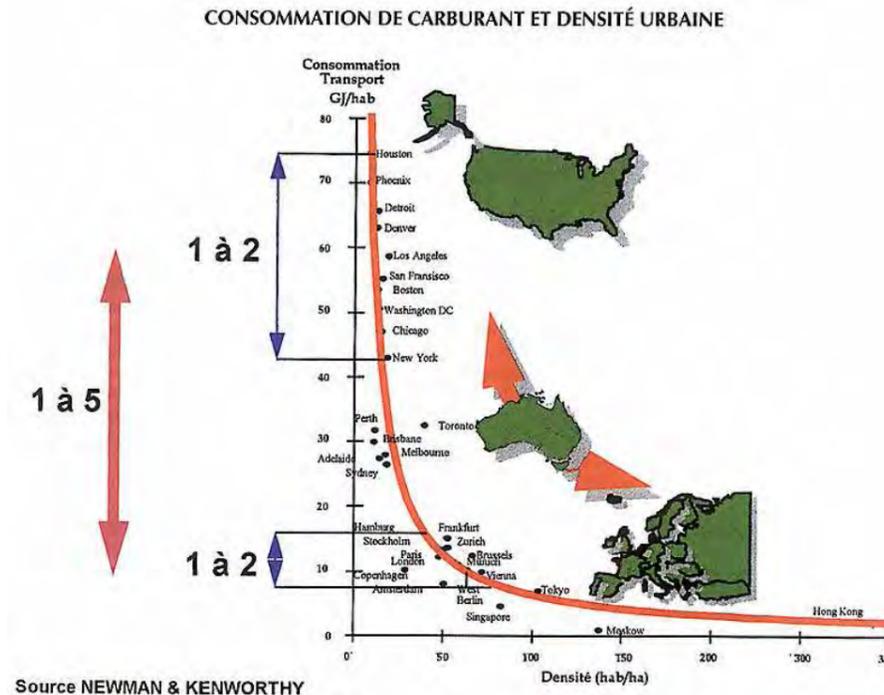
Voici un autre exemple d'étude réalisée en Suisse qui montre le lien entre la densité urbaine et les déplacements :

	Centre des villes	Agglomérations	Campagne
<b>Indicateurs de mobilité</b>			
Nombre de déplacements par jour	3,5	3,6	3,7
Déplacement journalier (en km)	31,8	39,8	41,2
<b>Choix de mode de transport</b>			
Transports non motorisés	50,8	42,9	43,1
Transports individuels motorisés	33,9	44,8	48,4
Transports publics	13,8	10,3	5,9
Autres	1,5	2	2,5

Source : Office fédéral de la statistique - Office fédéral du développement territorial - 2001 - La mobilité en Suisse - Résultats du micro-recensement 2000 sur le comportement de la population en matière de transports. Berne et Neuchâtel.

Ces études et éléments nous guident vers une mode de construction qui va dans un sens de densification de l'espace urbain.

Voici une autre étude qui montre la relation entre la consommation de carburant et la densité urbaine. Plus la densité urbaine d'une ville est élevée plus la consommation de carburant est faible, et cette relation évolue selon une échelle logarithmique. C'est pour faciliter la compréhension et la lecture des différences que sont précisées sur la gauche du graphe une échelle de 1 à 2 et 1 à 5.



Conclusion :

La densification de l'habitat est une des solutions à la limitation des consommations énergétiques pour les transports. Il semble, en effet, incontournable pour faire face aux besoins de déplacements urbains de lier plus directement morphologie du bâti et fonctionnement de la Ville. Ces dernières années ont été celles de la "ville résidentielle étalée", celle de la maison individuelle, des centres commerciaux périphériques et d'un lieu de travail toujours aussi urbain, l'automobile servant de lien entre ces trois pôles. Une densification raisonnée de l'habitat et des services de transport renforcés et diversifiés préfigure sans doute l'évolution à venir.

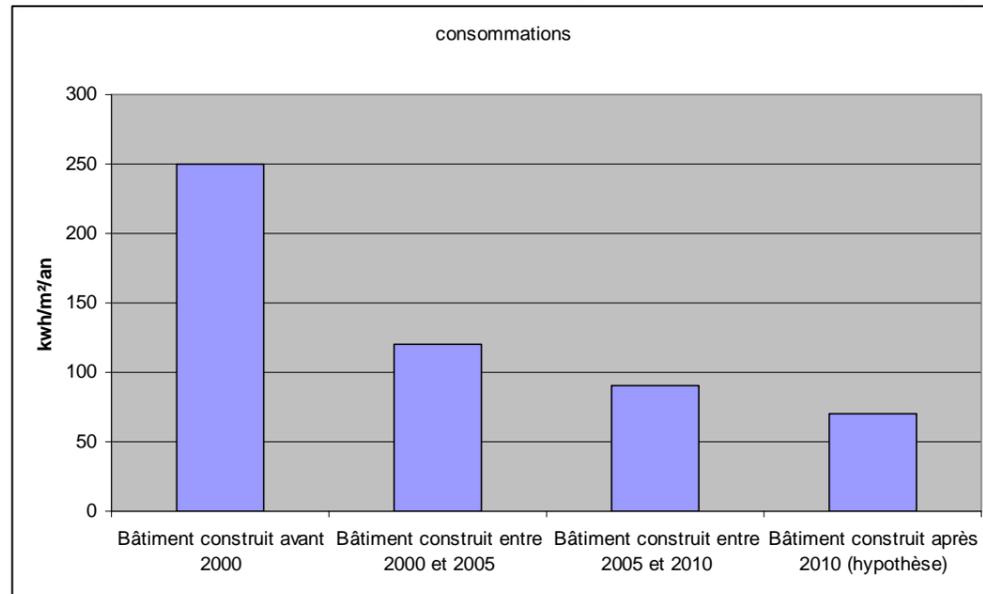
Nous proposerons donc une typologie d'habitat permettant de densifier la Ville et d'éviter l'étalement urbain. Il doit être noté que la densité de l'habitat, sa compacité, sont également facteur de mutualisation et d'optimisation des puissances installées des systèmes de production d'énergie.

#### 3.2 PERFORMANCES ET OBJECTIFS EN TERMES DE CONSOMMATION

Après avoir vu qu'il fallait construire une typologie de bâtiment favorisant la densification urbaine et économe en énergie, nous avons réalisé un benchmark des consommations énergétiques des bâtiments existants en France et des concepts de bâtiment énergétiquement performants en Europe.

Benchmark (1) des consommations des logements :

Voilà les consommations en kWh/m<sup>2</sup>/an en Chauffage + ECS (2) pour des bâtiments de logements en France en fonction de leur date de construction et des réglementations thermiques en vigueur.



Quels sont les labels européens performants pour le logement neuf?

	SUISSE MINERGIE	SUISSE MINERGIE P	Allemagne Label Passiv House	DANEMARK Label habitat très basse énergie
Chauffage			15 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /an	15 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /an
Chauffage + ECS		9 à 12 kWh/m <sup>2</sup> /an		
Chauffage + ECS + Ventilation	42 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /an	30 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /an	30 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /an	30 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> /an

Nous voyons donc que l'objectif le plus ambitieux, dans ces pays pilotes sur la démarche de maîtrise de l'énergie, est de 30 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an (kWh<sub>th</sub> : kilowatt heure en énergie finale). Ces objectifs sont probablement réservés à des projets exemplaires et ne peuvent pas être considérés comme courants.

Pour compléter l'étude notons que le label EFFINERGIE prévoit un objectif situé entre 30 et 50 kWh/m<sup>2</sup>/an en fonction du lieu géographique pour chauffage / ventilation / ECS

Avant de fixer notre objectif global à atteindre, il convient de définir notre objectif de production d'« énergies renouvelables ».

La consommation globale finale prendra alors en compte la production des EnR (3).

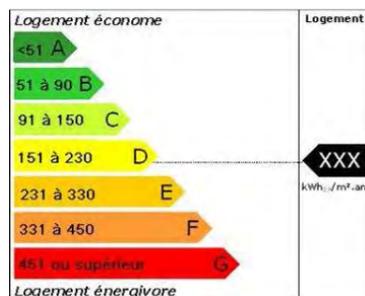


Diagramme EFFINERGIE

- (1) Benchmark : étude de marché, étude comparative,
- (2) ECS : Eau chaude sanitaire
- (3) EnR : Energie renouvelable

**3.3 OBJECTIFS DE PRODUCTION DU CONCEPT HABITAT TIKOPIA VIA LES ENERGIES RENOUVELABLES**

Concernant la production électrique, la loi de 2005 invite à **augmenter de 50% la production d'électricité à partir des énergies renouvelables**. Pour cela, différentes sources d'énergie pourront se développer.

A l'échelle globale, quelles sont les possibilités ?

Les capacités hydrauliques ont déjà quasiment atteint leur maximum. L'utilisation de la biomasse, est très intéressante en cogénération afin d'obtenir un rendement global (électrique + thermique) plus élevé que celui résultant d'une production par filière séparée.

Pour la pile à combustible qui fonctionne à l'hydrogène, même si son fonctionnement propre n'est pas polluant, le gros problème est aujourd'hui la production de l'hydrogène. En effet la production d'hydrogène est très énergivore, de plus elle se fait à partir de gaz naturel qui est émetteur de GES. Enfin, notons, que l'éolien et le photovoltaïque ont des perspectives de développement très prometteuses et qu'ils peuvent en outre être déclinés ponctuellement.

Pour la production d'énergie renouvelable, nous nous fixerons un objectif chiffré sur le solaire thermique ainsi qu'un autre objectif qui portera sur le solaire photovoltaïque et / ou sur l'éolien. En effet notre concept habitat TIKOPIA inclut un support EnR en toiture qui sera équipé en fonction de la localisation du projet. En effet la production EnR de ce support sera éolienne si le site a un potentiel intéressant et / ou solaire photovoltaïque.

Une étude d'optimisation sera réalisée sur chaque site pour déterminer de quelle nature sera le panier EnR.

Nous étudierons aussi l'utilisation d'une cogénération (biomasse) pour combler les besoins d'ECS l'hiver et produire de l'électricité mais nous ne fixerons pas d'objectif car actuellement cette technologie n'est pas mature (Cf. Projet BEDZED<sup>1</sup>), et c'est prendre un risque trop important que de s'engager sur un objectif concret.

Objectif chiffré pour les EnR :

\* Nous produirons 50 % des besoins en annuel, en ECS à l'aide des panneaux solaires thermiques. Il faudra donc prévoir environ 3 ou 4 m<sup>2</sup> de panneaux par appartement (cela dépendra du lieu géographique du site).

\* Nous ajouterons à cette production un objectif de 5 kWh/m<sup>2</sup>/an qui sera produit par notre support EnR.

Objectif chiffré global du projet :

Rappelons que les objectifs très performants Européens sont à 30 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an.

Nous nous fixerons un objectif de 15 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an, répartis suivant les postes :

- Consommation d'ECS 30 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an
- Consommation chauffage 5 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an
- Production ECS 15 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an
- Production support EnR 5 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an

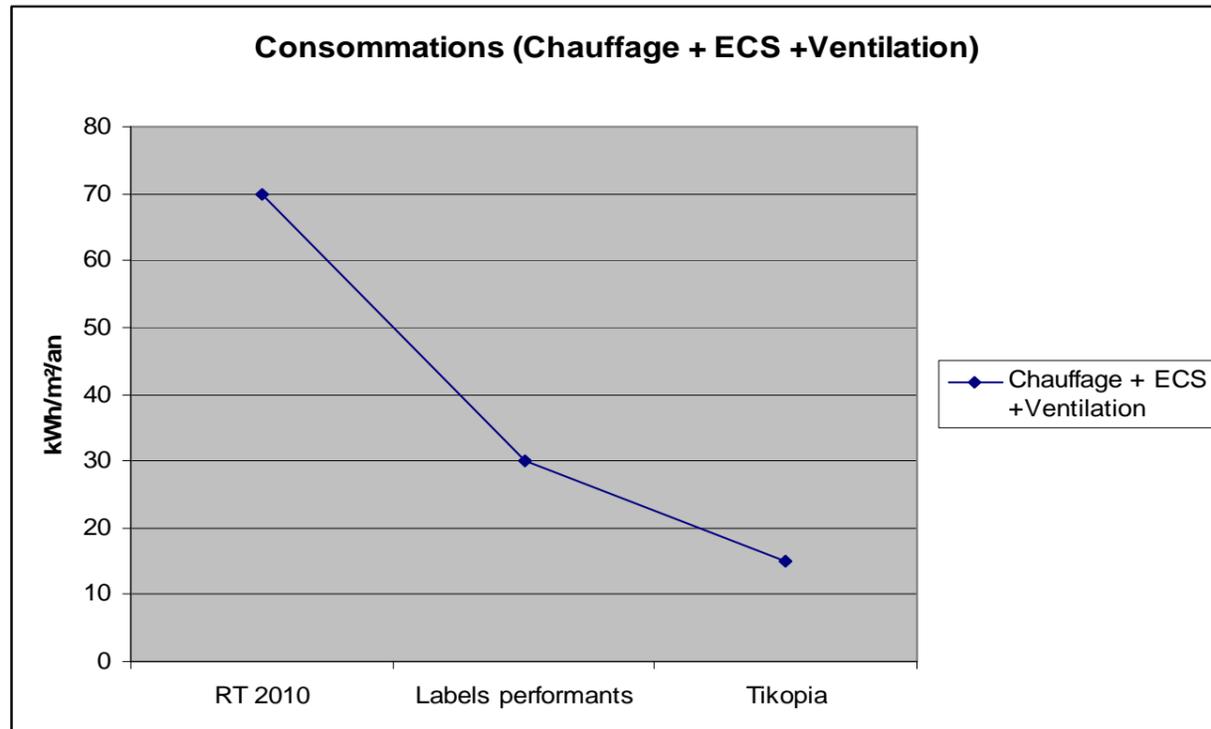
**Soit un total de consommation de 15 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>/an.**

<sup>1</sup> Quartier Londonien de 82 logements et d'une zone de bureau construit en 2002, qui n'émet pas de Gaz à Effet de Serre. La production d'Eau Chaude sanitaire avait été envisagée à l'aide d'une cogénération bois mais dans les faits elle n'a jamais fonctionné et a été remplacée par une chaudière gaz.

Cette performance représente la moitié des objectifs fixés par les labels Européens les plus performants. Cela nous semble donc être un objectif très ambitieux mais raisonnable qui peut constituer une base réglementaire à l'horizon 2025.

### Conclusion

TIKOPIA est un concept habitat qui favorise la densification urbaine, qui limite au maximum les consommations d'énergie du bâtiment et qui produit un maximum d'énergie renouvelable. Pour ce faire nous avons travaillé sur la réalisation d'une mini-tour de logements qui a pour objectif énergétique une consommation maximale de 15 kWh<sub>ef</sub>/m<sup>2</sup>/an pour le chauffage /ECS et la ventilation.



### 3.4 PRISE EN COMPTE DE LA SANTE ET DU CONFORT DES HABITANTS ET UTILISATEURS

#### Confort visuel : vues depuis et sur le bâtiment

L'ambiance visuelle créée dans les pièces du bâtiment est indissociable du bien être des utilisateurs. En effet, ceux-ci doivent bénéficier d'un accès à la lumière du jour et à des vues sur l'extérieur. Ainsi, lorsque le contexte, dans lequel sera inséré le bâtiment, sera connu, des études en Facteur de Lumière du Jour seront menées pour s'assurer que les locaux bénéficient d'un éclairage naturel optimal (notamment pour les pièces de vie : cuisine, séjour).

Le dimensionnement des vitrages sera particulièrement soigné, il permettra d'assurer l'accès à la lumière naturelle et aux vues sur l'extérieur. Un dispositif de brise soleil intégré viendra cependant apporter du confort en été afin de limiter les apports de chaleur excessifs. Les balcons en façade Sud, renforceront également le côté confort visuel. La future implantation du bâtiment tiendra compte des potentielles ombres portées des ouvrages alentours : un accès optimum à la lumière du jour sera ainsi assuré.

#### Qualité de l'air intérieur – le syndrome des bâtiments malsains

L'Homme passe près de 90% de son temps dans des espaces fermés, qui sont généralement plus pollués que l'extérieur, car l'air y est très peu renouvelé. C'est pourquoi, notre équipe porte une attention particulière à cet aspect. Les matériaux d'intérieur seront choisis sur des critères prouvant leur faible impact sur l'environnement (énergie grise) et montrant qu'ils ont de faibles émissions en COV, phtalates et formaldéhyde. Ces aspects seront scrupuleusement observés pour les revêtements de sol, mur et plafond. Cependant, il sera également indispensable d'assurer une bonne ventilation des pièces. Ainsi, le système de ventilation permettra un renouvellement d'air approprié assurant ainsi la qualité de l'air. (3)

#### Confort des espaces intérieurs

Le confort des utilisateurs sera assuré par une bonne gestion hygrothermique. Cela passe donc par des niveaux de température déterminés qui prennent également en compte la notion d'économie d'énergie. La ventilation des pièces fait également partie des aspects à prendre en compte. C'est pourquoi, notre équipe propose la mise en place d'une gestion automatisée de l'ensemble de ces critères (GTC) qui permettra de faire des économies d'énergies et d'être réactif aux différents paramètres qui influent sur le confort des utilisateurs (climat, taux de CO2).

Le confort acoustique sera également très soigné, et prendra en compte toutes les spécificités d'un tel ouvrage à travers l'isolation des planchers et l'isolation entre différents logements et entre pièces d'un même logement (chambre/pièce de vie). Un des objectifs du modèle est d'atteindre un confort d'été de façon naturelle, sans climatisation artificielle.

### 3.5 REFERENTIELS D'EVALUATION - I.C.D. INDICE DE CONSTRUCTION DURABLE

L'ICD est un outil développé par Bouygues Construction. Cet outil d'évaluation permet de dresser le profil environnemental dans une logique de coût global des projets de nos clients.

Depuis Septembre 2006, la société Losinger filiale suisse de Bouygues, a déployé l'usage de ce logiciel sur 15 projets :

- en « évaluation » lorsque le projet était déjà développé,
- comme « aide à la construction » en développement de projet.

L'expérience étant concluante, et parce qu'il n'existait pas d'équivalent en France, BOUYGUES Construction a décidé d'adapter cet outil aux normes et aux régions climatiques françaises. Cet Indice, développé à l'aide du référentiel H&E (1) du Cerqual, est en cours de test sur plusieurs opérations en FRANCE et va être opérationnel en Septembre 2007.

Il s'agit d'un questionnaire à choix multiples de 121 questions portant sur la société, l'économie et l'environnement (2).

En se référant à la certification H & E,  
 En développant la dimension Energie,  
 En intégrant en amont la conception,  
 En recourant à des produits « verts »,  
 En raisonnant en coût global,

(1) H&E : Habitat et Environnement

(2) Outil d'évaluation – voir l'annexe 8.5

(3) Rapport 2003 de l'OCDE « Pour des bâtiments écologiquement viables » Selon ce rapport « il a été démontré que le niveau de polluants à l'intérieur des logements est deux fois et demie voire 100 fois plus élevé qu'à l'extérieur ».

### 3.6 TROUVER UN PROLONGEMENT DANS L'INDUSTRIALISATION, LES TECHNOLOGIES NOUVELLES ET LES MATERIAUX NOUVEAUX

Le niveau de performance recherché devient très dépendant (vulnérable) des performances de la mise en œuvre. La conception détaillée recherchera toute forme d'industrialisation dans la réalisation de l'ouvrage. Notamment le sujet de la perméabilité à l'air des parois sera conduit en processus qualité : définition des solutions techniques, définition de la mise en œuvre, définition des performances, définitions des mesures de performances, formation des personnels, définition de l'autocontrôle et du contrôle externe, etc...

Exemple : la valeur de base du coefficient de perméabilité est de 1,7 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de façade dans la RT 2005. Par une série de mesures (Blower test) Bouygues a démontré que la perméabilité de ses constructions est inférieure à la valeur de référence (1,2 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de façade).

Par ailleurs, l'un des enjeux de la démarche concourante est de permettre une recherche directe – via l'entreprise et les industriels – de nouvelles technologies et de matériaux nouveaux.

### 3.7 MARGES DE MANŒUVRE FINANCIERES

L'un des freins au développement de « la construction durable » ou de la « construction à très haute performance énergétique » tient dans le fait que les surcoûts induits (et nécessaires) sont supportés par l'investisseur (public ou privé) alors que les bénéfiques (supérieurs aux surinvestissements) profitent uniquement aux utilisateurs. Dans le logement social, les surcoûts d'investissement – éventuellement partiellement diminués par des avantages fiscaux ou des subventions – ne peuvent être totalement répercutés dans le loyer puisque celui-ci est réglementairement plafonné. Le locataire est donc le seul bénéficiaire des économies sur l'énergie. Pour les opérations de logements en promotion privée, seul le cas du propriétaire occupant permet de globaliser investissement et exploitation et donc de consacrer la démarche de surinvestissement en vue de réaliser des économies d'énergie. Pour le cas où l'occupant du logement n'est pas le propriétaire du logement, on peut cependant imaginer des dispositions locatives originales permettant un sur-loyer (par rapport au marché) en échange d'une garantie sur la dépense énergétique.

Le principe du surinvestissement (raisonnable) est la base économique de notre projet. Il doit être noté que l'intégration des objectifs énergétiques, dès l'origine de l'opération, contribue à diminuer intrinsèquement les surcoûts par une meilleure gestion des fonctions de chaque élément de la construction.

Pour comparaison nous prenons une opération de référence caractérisée comme suit :

- RT 2005,
- nouvelle réglementation pour l'accessibilité
- réalisée dans un milieu urbain,
- d'un minimum de 40 logements collectifs avec parking en sous-sol (1 place par logement) et surfaces annexes significatives (6 à 8% de la SHa (4)),
- présentant une qualité architecturale exigeante (contraintes issues d'un règlement de ZAC par exemple),
- Pour une opération en accession à la propriété : coût des travaux de 1500 à 1600 € HT / m<sup>2</sup> de surface habitable (valeur juin 2007), VRD (3) compris, soit un prix de vente de 2 900 à 3 100 € TTC / m<sup>2</sup> habitable (parking compris).
- Pour une opération de logement social : coût des travaux de 1300 à 1500 € HT / m<sup>2</sup> de surface habitable (valeur juin 2007), VRD (3) compris, soit un prix de revient de 2000 € TTC / m<sup>2</sup> habitable (parking compris – TVA à 5,5%).

Dans une première approche sommaire, les marges de manœuvre pour surinvestir dans la perspective d'un bilan énergétique beaucoup plus favorable et d'une plus grande qualité globale (santé, confort, environnement) sont synthétisées dans les tableaux ci-après.

Scénario pour des logements en accession : Pour une opération de logements en accession, cette étude montre qu'un surinvestissement de 25% est envisageable tout en maintenant un prix de vente du marché actuel. Les études ultérieures (étude de marché notamment) permettront de caler le curseur entre « surinvestissement » et prix de vente. Il s'agira notamment de définir le montant du sur-investissement minimum à consentir pour parvenir à l'objectif recherché. Une dernière marge de manœuvre est envisageable dans l'augmentation du prix de vente ce qui paraît envisageable compte-tenu de la qualité offerte

Poste de gisement (1)	Surinvestissement en € / m <sup>2</sup> habitable (travaux)	Prix de vente en € TTC / m <sup>2</sup> ha
Montant de base	1 600 € HT	<b>3 100 € (TVA 19,6%)</b>
Economies d'énergie induites par les systèmes et solutions adoptées	+ 150 € HT	+ 245 €
T.V.A. à 5,5 %	+ 100 € HT	-175 €
Exonération de T.F.P.B. (2)	+ 70 € HT	0
Majoration de C.O.S. de 20 %	+ 25 € HT	0
GLOBAL	<b>1 945 € HT</b>	<b>3 170 € (TVA 5,5%)</b>

Scénario pour des logements sociaux : Pour une opération de logements sociaux, les marges de manœuvres sont moins importantes. (Le logement social bénéficiant déjà de l'exonération de TFPB (2) et de la TVA à 5,5%). La possibilité de surinvestissement est plus faible. L'augmentation du prix de revient est compensée par une majoration du loyer.

Poste de gisement (1)	Surinvestissement en € / m <sup>2</sup> habitable (travaux)	Prix de revient en € TTC / m <sup>2</sup> ha
Montant de base	1 400 € HT	<b>2 000 € (TVA 5,5%)</b>
Economies d'énergie induites par les systèmes et solutions adoptées	+ 150 € HT	+ 180 €
Subventions	+ 90 € HT	- 115 €
Majoration de C.O.S. de 20 %		- 30 €
GLOBAL	<b>1 640 € HT</b>	<b>2 035 € (TVA 5,5%)</b>

Les calculs relatifs à chaque poste étudiés figurent dans l'annexe 8-6.

D'autres optimisations seront à étudier lors du montage financier des opérations. On peut citer les prêts « développement durable » à taux bonifié, l'approche des choix des matériaux, et des équipements, par le calcul du « temps de retour » en coût global (action à envisager avec EXPRIMM filiale de BOUYGUES, comme elle est conduite actuellement notamment sur le P.P.P. de l'hôpital de CAEN – Pôle femmes enfants hématologie). L'hypothèse de la baisse du coût des technologies de l'énergie renouvelable est également à prendre en compte.

En termes de bénéfice il conviendra aussi de tenter de mesurer d'autres gains indirects sous l'angle du confort, de la santé notamment.

### 3.8 MIXITE D'HABITAT ET D'USAGE

Le « concept habitat TIKOPIA » s'intègre aux divers contextes urbains en proposant une mixité d'usage (bureaux et (ou) commerces dans les niveaux bas) et d'habitat (privé ou social). Il est destiné à des opérateurs privés (avec vente de logements sociaux en VEFA(5)) ou bailleurs sociaux. Les habitants sont des personnes seules (étudiants ou personnes âgées) ou vivant en familles. Ils sont propriétaires occupants ou locataires.

(1) Les calculs relatifs à chaque poste étudiés figurent dans l'annexe 8-6.

(2) T.F.P.B. Taxe foncière sur la propriété bâtie

(3) VRD : travaux de voiries, réseaux et divers

(4) SHa : Surface habitable

(5) VEFA : Vente en l'état futur d'achèvement

## 4 ESQUISSE SUPPORT DE LA MODELISATION

### 4.1 CONCEPT BUILDING PREAMBULE

Le modèle est le support de réflexion et de conception conjointes : urbaines, architecturales, techniques et financières.

L'équipe multidisciplinaire considère en amont les problématiques environnementales liées au bâtiment et son usage :

- à l'échelle de la planète, une décroissance de l'impact négatif global de la construction
- à l'échelle de la ville, le modèle privilégie la densification en milieu urbain
- à l'échelle du bâtiment, la compacité de l'enveloppe et la mixité de solutions énergétiques
- à l'échelle de l'utilisateur, la souplesse et un confort inhérent à l'habitat spécifique

Comment penser à l'objet construit dissocié de son contexte géographique, économique, social ?

Et cet objet comment construit-il à son tour la ville ?

Dans ce processus itératif, un modèle abstrait a pour vocation d'être à son tour modelé par l'ensemble des informations d'un site et en particulier de ses habitants, ayant pour but d'améliorer le milieu urbain dans lequel il doit s'insérer.

La première économie d'énergie est celle que l'on ne consomme pas : la quantité de matière mise en œuvre dans la construction doit diminuer, et la technicité de sa mise en œuvre doit augmenter.

### 4.2 « PANIER » DE TECHNIQUES PASSIVES INTEGREES DANS LES COMPOSANTS DU BATIMENT

Les principales dispositions architecturales et techniques trouvent leur genèse par une réflexion sur la ventilation naturelle : les consommations des auxiliaires ne cessent de croître et le confort d'été est un élément important de la conception des futurs bâtiments.

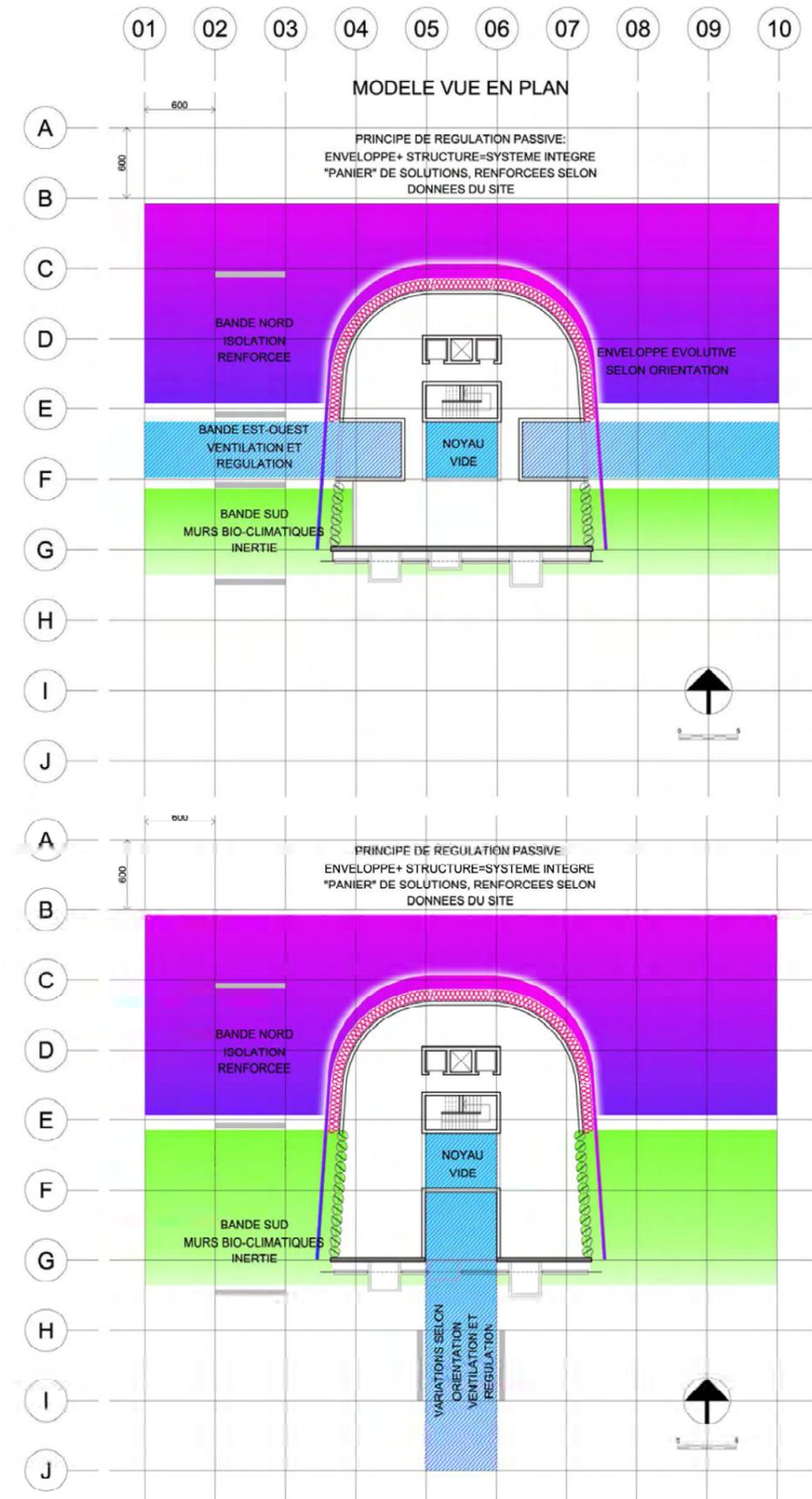
C'est pour cela que notre recherche se construit à partir d'un vide, un « arbre » à ventiler le bâtiment autour duquel s'articulent les espaces d'habitation.

Cette colonne centrale de ventilation permettra l'été, de créer un tirage naturel et ainsi de rafraîchir les pièces en contact avec ce conduit naturel. Des espaces « tampon » mettent en relation le conduit central avec l'extérieur permettant de réguler la quantité et température des apports d'air neuf.

Par l'effet Venturi, un balayage des logements sera assuré et on permettra ainsi un déstockage de la chaleur en travaillant sur l'inertie.

Notre démarche est de mener une réflexion profonde sur les différents composants du bâtiment afin de démultiplier leur rôle traditionnel, trop souvent mono orienté, en attribuant à chacun d'entre eux une charge environnementale capable de créer des systèmes vertueux.

Par exemple, une structure ne devrait donc pas être seulement « porteuse », elle assume aussi une fonction acoustique, de protection solaire, d'inertie, d'échange thermique, selon sa morphologie et sa disposition spatiale. Associée encore à d'autres composants du bâtiment (enveloppe, couverture, réseaux...), ces qualités peuvent former des systèmes intelligents passifs. La notion de « l'accessoire » dans le bâtiment, n'ayant qu'une finalité spécifique et déterminée (faux plafond, plinthe, baffle acoustique, habillage...), devrait évoluer.



En plan, autour de « l'arbre à ventiler », l'enveloppe est compacte pour minimiser le périmètre en interface avec l'extérieur. Côté Sud, une façade climatique verticale, côté Nord un développé en guise de manteau complète la forme aérodynamique.

En coupe, la mini-tour présente un dos arrondi au Nord et un plan coupé au Sud. Cette disposition vise à diminuer l'ombre portée, et ainsi la densification aérée et ensoleillée de la ville. Des retraits à hauteur de 18m permettent des alignements avec des bâtiments plus bas sans rompre la continuité urbaine.

Dans un premier temps, le « building concept » associera les interfaces naturelles des composants du bâtiment afin d'exploiter leur potentiel environnemental par des systèmes passifs :

#### **Mur climatique :**

Une épaisseur de façade ventilée apporte inertie, accumulation, restitution, échange.....

Le projet privilégie une grande façade exposée Sud afin de capter et restituer naturellement l'énergie selon les besoins des saisons et des journées dans les locaux de vie.

#### **Arbre de ventilation :**

Au cœur du bâtiment, le régulateur, tampon thermique, et vecteur de ventilation naturelle....

Les fonctions liées à l'usage des locaux sont réparties autour de ce noyau vide de façon à balayer les appartements depuis les locaux nobles vers les locaux humides, l'extraction l'air se fait naturellement et les apports sont tempérés par les espaces « tampon ». A noter que l'arbre de ventilation constitue par ailleurs un puits de lumière.

#### **Manteau évolutif :**

L'enveloppe du bâtiment apporte une isolation performante au Nord, protégeant le bâtiment et le découvrant progressivement dans son développé. De plus, cette enveloppe continue servira de récupérations des eaux pluviales afin d'alimenter arrosage et appareils sanitaires.

### 4.3 DIVERSIFICATION DES ENERGIES ET PRODUCTION EnR

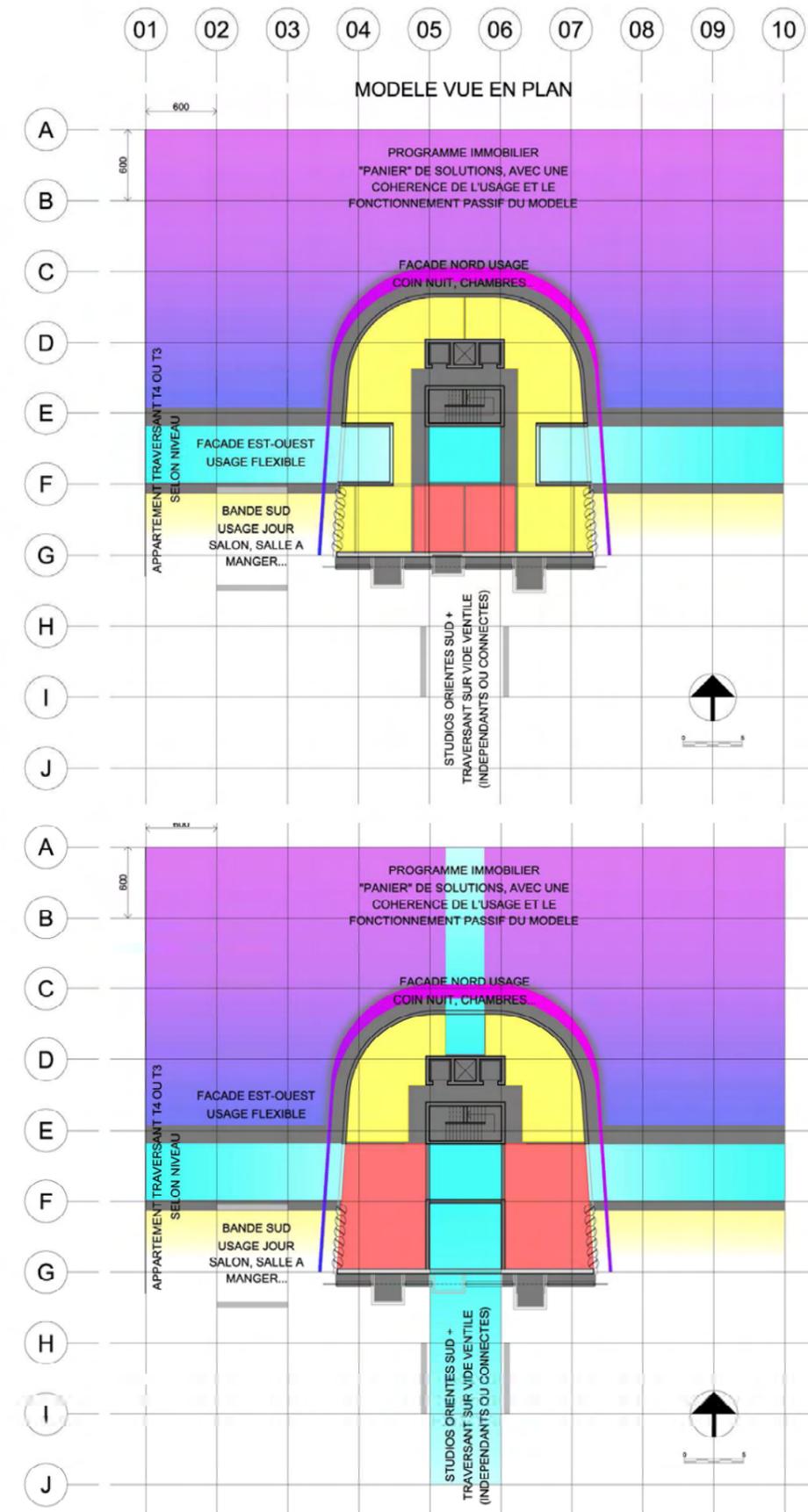
Le projet fera appel aux techniques passives d'économie d'énergie évoquées ; mais il utilisera aussi les énergies renouvelables pertinentes selon les caractéristiques du futur site.

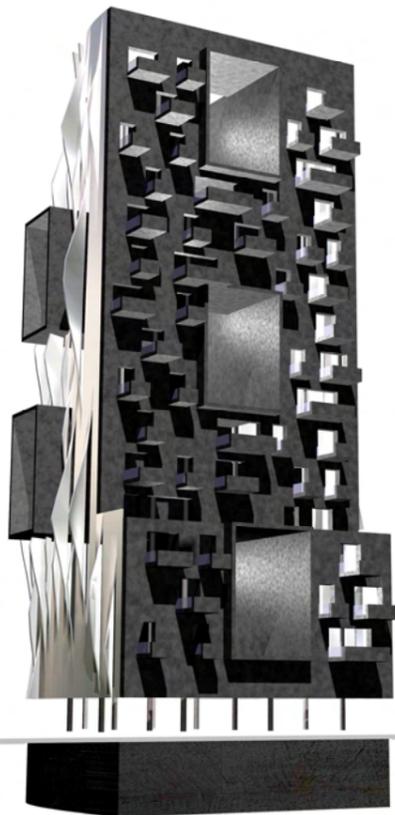
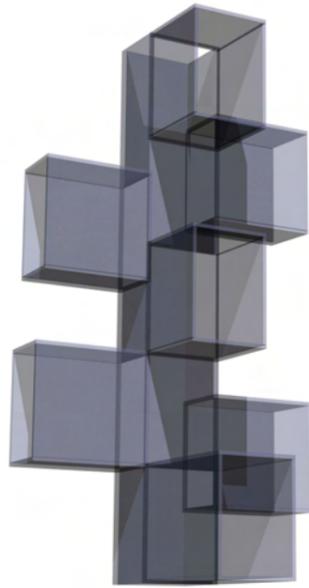
Dans cette approche et dans le souci de réplcation du modèle, un support d'EnR couronne l'objet construit. Nous envisageons cet « **Enertop** » susceptible de porter des éoliennes, du solaire thermique, du solaire photovoltaïque sans miser sur une seule ressource, mais de façon inclusive. La diversification de production permet, au fil des évolutions des saisons et des conditions climatiques, d'avoir un apport d'énergie disponible.

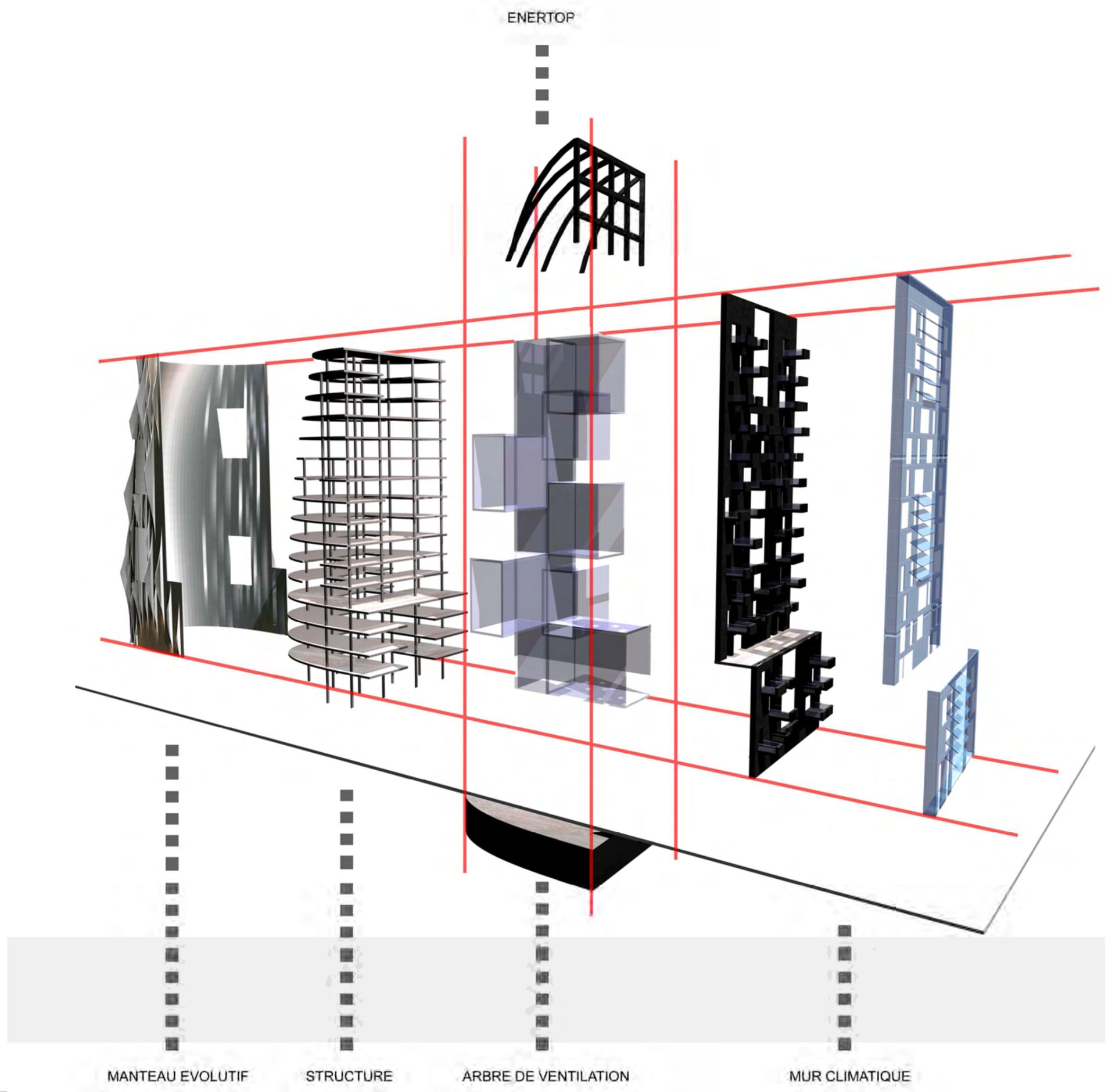
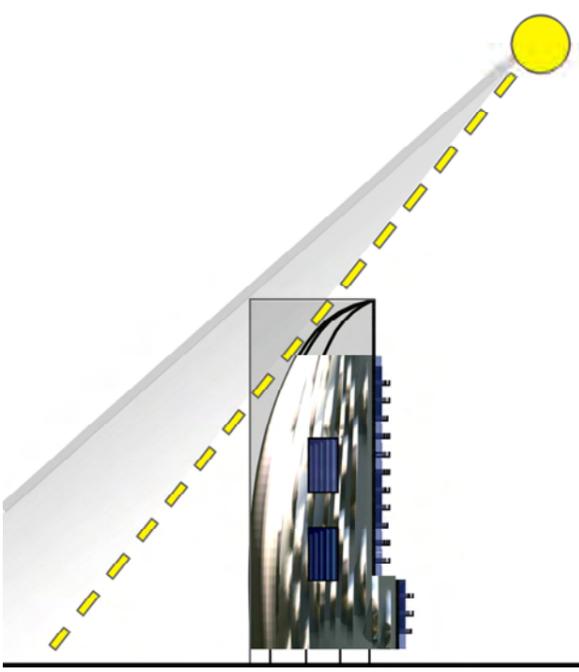
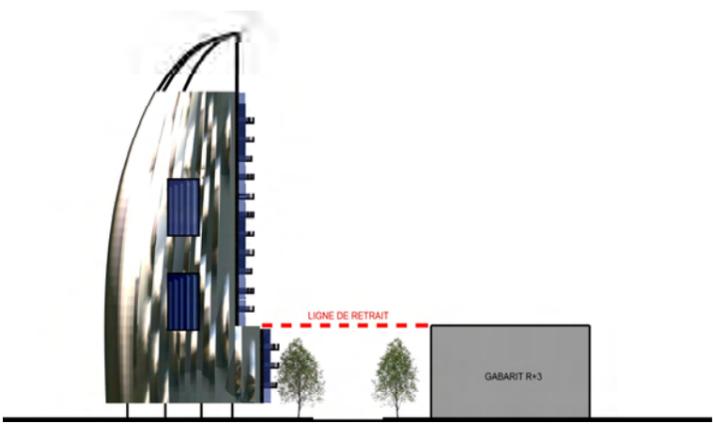
### 4.4 COHERENCE AVEC LES USAGES PROPOSES, MIXITE DES PRODUITS IMMOBILIERS PROPOSES

Comment concilier la compacité avec l'usage ? Trop souvent un bâtiment compact est mal éclairé ou mal ventilé naturellement. C'est pourquoi la notion de « traversant » est reprise comme un fil conducteur. Les logements, indifféremment de leur taille, sont toujours en contact avec l'arbre ventilé. La distribution privilégie des bandes d'usage cohérentes avec les systèmes passifs.

Le type de logements est diversifié, du logement de quatre pièces au studio. La modularité des espaces permet au studio, au gré de son usage, de devenir soit une pièce indépendante dans un volume, soit une pièce communicante avec ce volume, suivant l'évolution d'une famille dans le temps (séquences de croissance, maturité et vieillesse des habitants).







## 5 NOTE SUR LA METHODE DE TRAVAIL

### 5.1 PHASES DE DEVELOPPEMENT

L'équipe a déjà une pratique commune...

L'une des principales raisons qui a motivé l'initiative de nous réunir (Architecture Studio, Eco-Cités et QUILLE-Bouygues Entreprise France Europe) réside dans le fait de nous connaître et de nous faire confiance. Nos pratiques communes et déjà anciennes sont les garanties de l'efficacité de notre travail durant les 6 mois de ce développement. Nous avons déjà pu éprouver nos méthodes de travail durant de longs développements de projets

- en procédure de conception – réalisation :  
Centres de détention CP 4000 (2003 – 2004),  
Hôpital du CHI d'EVREUX (2005 – 2007)
- et en procédure de partenariat public privé :  
Pôle Femme Enfant Hématologie du CHU de CEAN (2005 – 2007).

Durant les études des hôpitaux, nous avons notamment collaboré sur des outils de plateforme d'échange de documents (Project Center, ou e Room). Par ailleurs nous avons travaillé avec un nouvel outil de gestion de projets : Code book (cf document en annexe « un outil plein de promesses ! »)

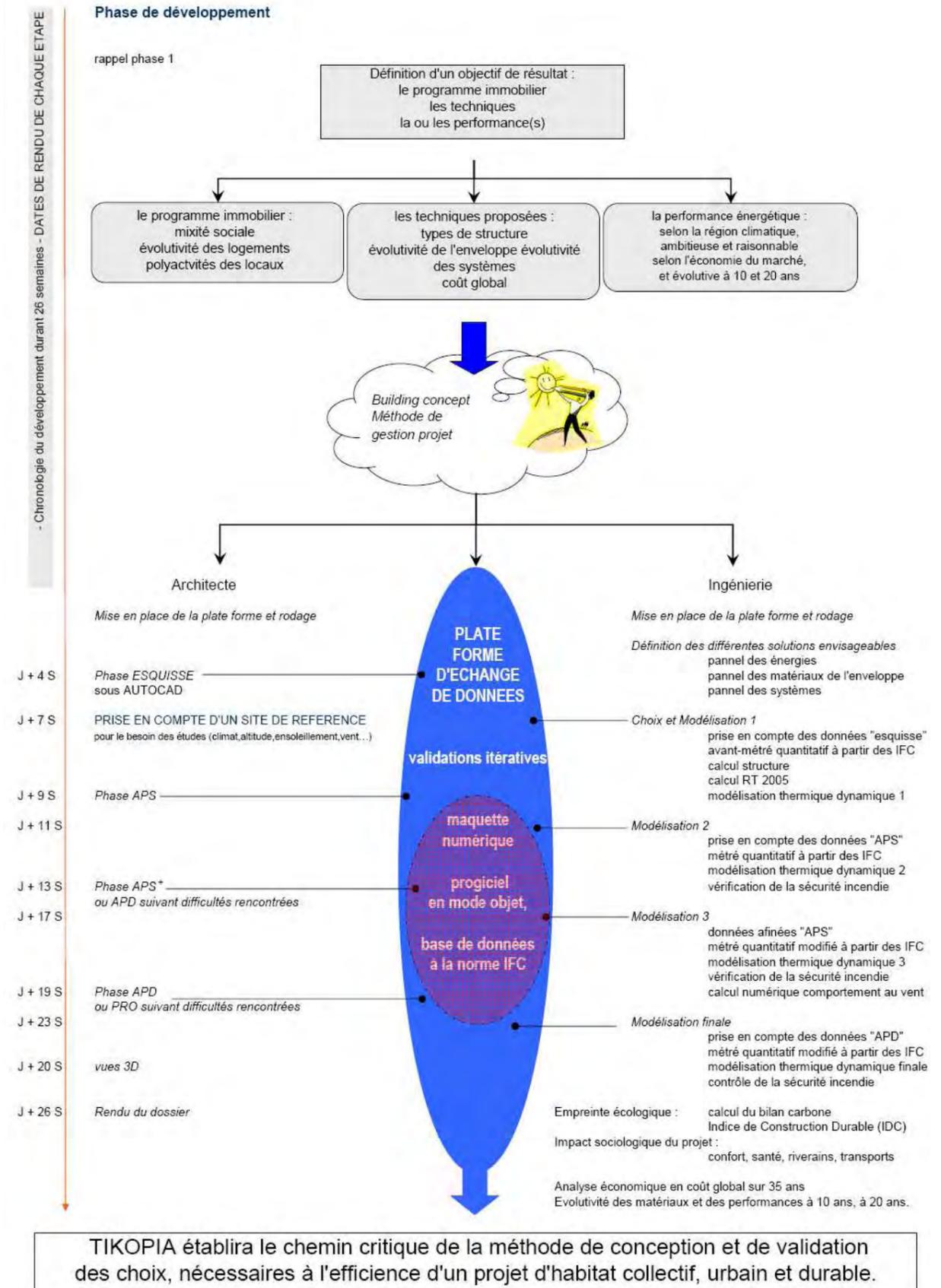
Cet outil nous a permis une avancée certaine sur la voie de l'outil de maquette numérique du bâtiment, mettant en évidence la difficulté de travailler avec des développeurs ayant peu de moyens et le marché de l'édition de logiciel trop fragmenté.

D'autres expérimentations en cours telle que l'utilisation du logiciel REVIT (cf. annexe 8-9 LA CONSTRUCTION VIRTUELLE : les nouvelles technologies au service de nos projets) conduisent Bouygues Construction à se donner l'objectif d'une conception en « Tout Numérique ».

### 5.2 ORGANIGRAMME DE LA METHODE DE TRAVAIL

#### Méthode de travail et mode de validation envisagés pour les étapes de la phase de développement de TIKOPIA

L'échelle verticale située à gauche de l'organigramme est exprimée en semaines.



### 5.3 PARTENARIATS EXTERIEURS

ARCHITECTURE Studio, ALTO Ingénierie, la direction technique de QUILLE et Eco-Cités constituent le noyau de l'équipe de conception concourante. Des prestataires ou organismes extérieurs seront sollicités pour conduire des études spécifiques touchant aux diverses réglementations ou aux modélisations thermiques.

Par exemple, nous envisageons de solliciter :

Le C.S.T.B. (Centre scientifique et technique du bâtiment) pour des questionnements sur le désenfumage, l'aérodynamisme urbain, le mouvement de l'air dans les logements, etc ... Le C.S.T.B. nous a donné un accord de principe pour une participation en phase de développement, pour les sujets de sa compétence.

- Le C.E.T.I.A.T. : Centre technique des industries thermiques et aérodynamiques
- L'INSA (Institut national des sciences appliquées) de ROUEN pour des simulations de l'écoulement aérodynamique autour des bâtiments virtuels ainsi que dans l'arbre de ventilation.  
Il s'agit :

1) de modéliser la géométrie extérieure du bâtiment en 3D d'après le projet défini par Architecte Studio avec le logiciel 3D [CATIA]. Puis de modéliser la géométrie de l'arbre de ventilation passive en 3D avec ce même logiciel.

2) Après raffinement du bâtiment et utilisation d'un logiciel de maillage [GAMBIT], de découper en « petits cubes » les espaces autour de TIKOPIA, puis les espaces dans l'arbre de ventilation.

- 3) Enfin la modélisation est réalisée en trois temps :
- modélisation du vent autour de la mini tour, à l'aide du logiciel de simulation numérique 3D : [FLUENT], pour établir les conditions limites à l'extérieur de l'enveloppe,
  - report de ses conditions au droit des ouvertures de l'arbre de ventilation passive des conditions extérieures et analyse du comportement des flux,
  - concernant la modélisation de l'effet pariéto-dynamique de la façade sud, il s'agit de poser les hypothèses de températures de surface de celle-ci pour simuler le chauffage de l'air par rayonnement au travers du vitrage et d'analyser les flux produits.

### 5.4 SITES PROPOSES POUR LES EXPERIMENTATIONS

L'équipe est mobilisée pour élaborer le concept habitat TIKOPIA. Elle agit aussi dans la perspective d'aboutir sur des réalisations qui s'approcheront au plus près des objectifs envisagés et validés par le concept. Ces réalisations permettront de tester différentes situations climatiques et urbaines. Pour ces opérations expérimentales, les filiales « France Europe » de BOUYGUES Construction (1) pourront proposer des opérateurs (sociaux ou promoteurs privés) et des sites à fort enjeu, permettant la mise en valeur du concept.

A ROUEN par exemple, la ZAC Luciline, en bord de SEINE, permet d'envisager un signal urbain très fort en même temps qu'une exploration environnementale exceptionnelle (simple proposition pour illustrer le propos précédant et qui n'a pas été soumise aux décideurs de la ville de ROUEN).

(1) Filiale France Europe de BOUYGUES Construction : DV Construction, GTB Construction, QUILLE, NORPAC, PERTUY Construction, GFC Construction.

## 7 REFERENCES DE L'EQUIPE

# ECO • CITÉS

ECO CITES utilise la Qualité Environnementale comme un outil permettant de limiter les impacts de la construction sur l'environnement et d'assurer le confort des utilisateurs. ECO CITES remplit ces objectifs dans tous ses projets et met au premier plan dans ce projet ambitieux, la gestion et l'efficacité énergétique au service des utilisateurs, que ce soit en terme de diminution de la facture énergétique ou de confort et de bien être.

ECO CITES considère le travail sur la Qualité Environnementale comme une exigence nécessaire pour la réussite d'un projet d'architecture contemporain, c'est pour cette raison qu' ECO CITES et ARCHITECTURE-STUDIO ont travaillé sur plusieurs projets qui explorent cette démarche. Le centre de recherche de développement et de qualité Danone Vitapole à Palaiseau, le collège Guy Dolmaire à Mirecourt, l'Ecole des Beaux-Arts et d'Architecture de la Réunion et le Fort numérique d'Issy-les-Moulineaux sont les projets exemplaires de cette collaboration.

Les méthodes de travail et l'organisation nécessaire à la réussite d'un tel projet sont déjà acquises, ce qui en fait la force de l'équipe.

Fort de ses expériences, ECO CITES saura s'adapter aux spécificités du projet pour produire un travail issu des réflexions transversales avec tous les partenaires du projet.

Références d' ECO CITES :

2006, ECO CITES est choisi pour assurer le rôle d'assistant à maîtrise d'ouvrage dans le cadre de la restructuration du quartier parisien d'Ourcq Jaurès (19<sup>ème</sup>).

Mission : assister le MO pour la conception d'un quartier durable de la phase programme en passant par la phase étude/travaux jusqu'à la réception puis l'utilisation des ouvrages.

Objectifs : obtenir un quartier durable à haute efficacité énergétique et améliorer le cadre de vie et le confort des habitants.

Moyens utilisés : pour assurer la création d'un quartier durable, la démarche HQE a été suivie en mettant l'accent et en étant beaucoup plus performant que les objectifs fixés en terme de gestion des énergies. ECO CITES a réalisé une étude énergétique qui a analysé plusieurs scénarii énergétiques tant d'un point de vue performance que coût global ou diminution de la facture énergétique pour les futurs habitants (géothermie à l'échelle du quartier ou par lot, solaire thermique).

2007, ECO CITES assiste le Conseil Général des Hauts de Seine pour la création d'un bâtiment culturel à énergie positive : bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme.

Mission : assister le MO pour la réalisation d'un projet ambitieux sur le plan énergétique de la phase programme en passant par la phase étude/travaux jusqu'à la réception puis l'utilisation de l'ouvrage.

Objectifs : obtenir un bâtiment avec de très faibles consommations énergétiques associé à un bilan énergétique positif (la part consommée < la part produite in situ).

Moyens utilisés : ECO CITES a travaillé sur des concepts bioclimatiques permettant d'avoir de très faibles consommations énergétiques et a étudié plusieurs scénarii énergétiques (géothermie/photovoltaïque, éolien/photovoltaïque) permettant d'obtenir un bilan énergétique positif sur l'année.

- ALTO Ingénierie



### ▪ Etudes et Recherches

#### ETUDE SUR LE DIMENSIONNEMENT DE LA VENTILATION NATURELLE

2005 - 2006

Projet ADEME - AVEMS

Co-traitants : CSTB – CETIAT – LEPTAB – CERMA – BBS Slama – Tribu Energie – BET Choulet - ALTO Ingénierie.

#### SIMULATION NUMERIQUE POUR L'UTILISATION DES ENR EN LOGEMENTS

2002

Mission d'ALTO Ingénierie : Etude & Recherche pour la validation des modules de simulations numériques d'énergies renouvelables sur Ca-Sis.

#### ETUDE & RECHERCHE SUR LES LOGEMENTS SOCIAUX EN COTE D'IVOIRE

1998 - 2000

Mission d'ALTO Ingénierie : Conception de logements individuels en bande. Optimisation des bâtiments pour la recherche d'un confort optimal permettant d'éviter la climatisation.

#### ETUDE & RECHERCHE SUR LES LOGEMENTS SOCIAUX EN GUYANE

1999

Mission d'ALTO Ingénierie : Application des résultats obtenus en Côte d'Ivoire pour des logements situés à Cayenne en Guyane. Réponse au concours Europandom.

Pour en savoir plus : <http://www.alto-ingenierie.fr>

Maître d'ouvrage	Conseil Général des Vosges
Architecte mandataire	Architecture-Studio
Architecte Associé	O. Paré
BET	Choulet, Sylva Conseil, BETMI
Acoustique	AVA
Economie	Lucigny et Talhouet
Signalétique	Gavrinis
Mission	de base MOP + EXE
Surface	10 000 m <sup>2</sup>
Coût	10,4 M€S
Concours	1999, lauréat
Livraison	2004



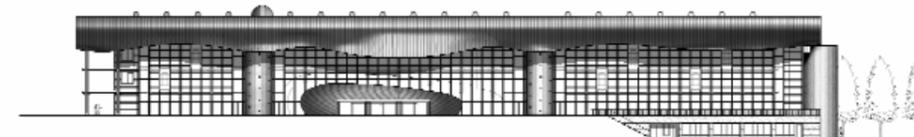
Prix Prix Observ'ER "bâtiment tertiaire" 2006  
 Concours "Habitat solaire Habitat d'aujourd'hui 2005-2006"  
 Les Lauriers de la Construction Bois 2006 "Bâtiment collectif"

Programme : Collège HQE et structure bois pour 800 élèves comprenant des locaux pédagogiques, un centre de documentation et d'information, un terrain sportif, un observatoire astronomique, cinq logements de fonction, un restaurant de 300 couverts.

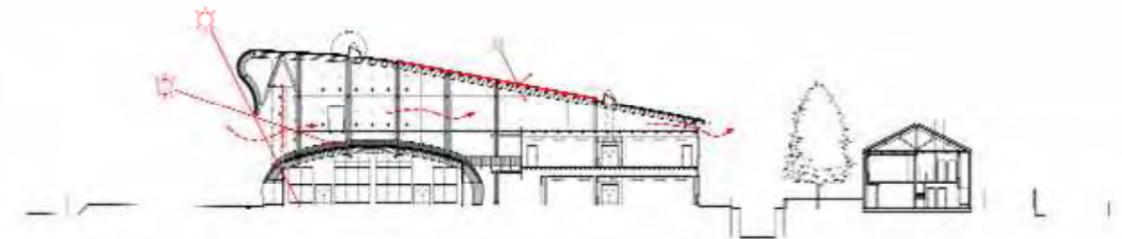
Le projet possède une image unitaire forte, lisible dans son environnement urbain et naturel par sa monumentalité douce. Il est ouvert, accueillant et humain par la qualité de ses espaces, par la chaleur du bois.

En hiver, le volume d'air intérieur est réchauffé par le rayonnement solaire à travers la façade vitrée. En été, de grands panneaux vitrés s'ouvrent, permettant ainsi une ventilation naturelle efficace qui, avec l'effet " parasol " de la toiture, protègent de la chaleur.

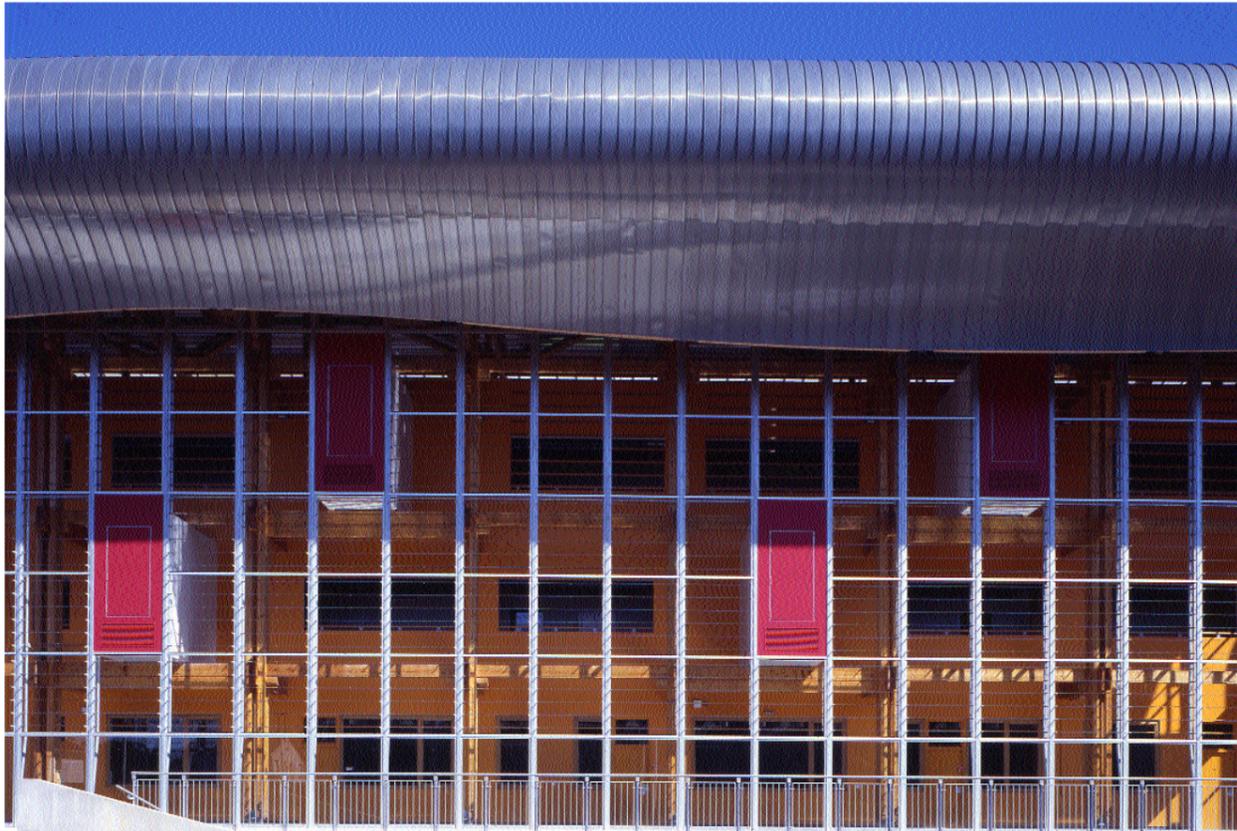
Sous l'aile de cette grande toiture, le projet s'organise comme un village pédagogique avec un cadre de vie ouvert sur la nature. Des volumes orthogonaux regroupant les locaux par type d'enseignement ou de services ponctuent l'espace.

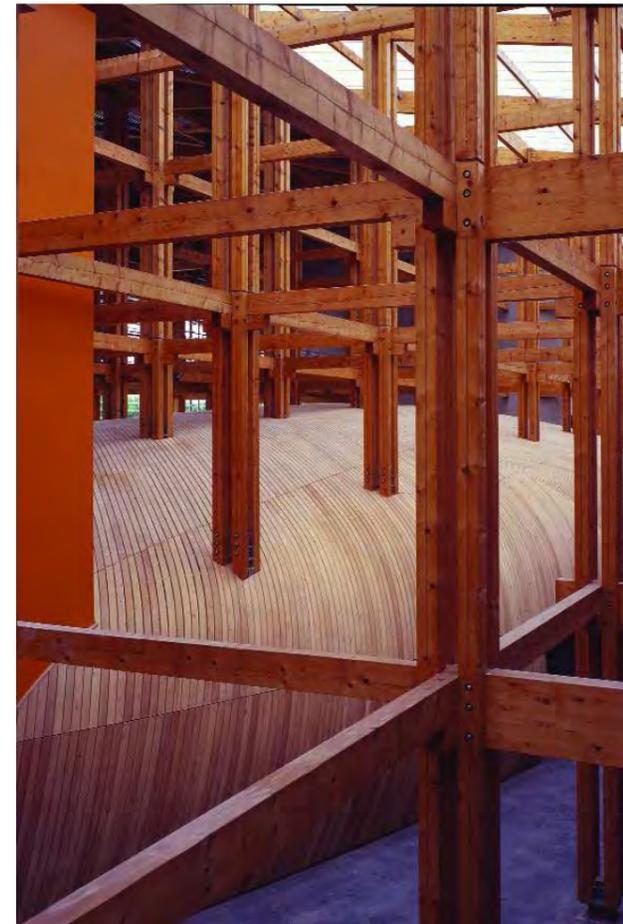


0 20m



0 10m





## AS.ARCHITECTURE-STUDIO

Martin Robain - Rodo Tisnado - Jean-François Bonne - Alain Bretagnolle - René-Henri Arnaud - Laurent-Marc Fischer - Marc Lehmann - Roueïda Ayache

ARCHITECTES - URBANISTES

10, rue Lacuée 75012 PARIS Tel. +33 1 43 45 18 00 Fax : +33 1 43 43 81 43 [as@architecture-studio.fr](mailto:as@architecture-studio.fr) [www.architecture-studio.fr](http://www.architecture-studio.fr)

ARCHITECTURE STUDIO regroupe autour de 8 architectes associés, des architectes, urbanistes, designers, des architectes d'intérieur et des économistes de différentes nationalités. C'est cette dimension collective qui génère la dynamique du groupe.

Pour nous, l'architecture est d'abord une chose sociale résultant autant de conflits que de consensus. L'architecture est le produit du dialogue contradictoire des intérêts économiques, culturels, sociaux qui s'inscrivent dans un certain projet.

Cette volonté de dépasser l'individualité, ce choix du métissage, de la confrontation et du dialogue, définit la philosophie d'ARCHITECTURE STUDIO. Cette détermination intellectuelle de « laisser ouvertes les blessures des possibilités » (Kierkegaard) implique qu'avant de rentrer dans tout projet, il faut essayer d'être libre de toute préconception stylistique ou technique et rester ouvert aux suggestions du contexte. Cette démarche est au cœur même du processus qui se veut itératif et abstrait mais aussi organique et concret.

ARCHITECTURE STUDIO s'est constitué sur la base d'une volonté intellectuelle d'ouverture et de philosophie du groupe pour une architecture de groupe. Notre équipe s'est constituée progressivement : 1973 Martin ROBAIN - 1976 Rodo TISNADO - 1979 Jean-François BONNE - 1989 Alain BRETAGNOLLE et René-Henri ARNAUD - 1993 Laurent-Marc FISCHER - 1998 Marc LEHMANN - 2001 Roueïda AYACHE

L'écriture architecturale se veut sans cesse renouvelée dans ses modalités d'expression par l'approche collective et la nature diverse des projets.

Nous travaillons sur différents types de programme en nous appuyant sur un réseau de partenaires techniques, financiers et de consultants spécialisés en France et dans le monde.

L'agence, certifiée ISO 9001 en 2005, couvre un vaste champ de réalisations allant du grand équipement public au design d'objets en passant par le logement ou l'aménagement intérieur. Le champ de ses interventions ne cesse de s'ouvrir tant au niveau de la nature des projets que du point de vue géographique.

ARCHITECTURE STUDIO, agence reconnue en France et à l'étranger, a réalisé de nombreux projets dans des secteurs variés comme des hôpitaux, des bureaux, des sièges sociaux, des hôtels, des logements, des complexes sportifs et commerciaux, des bâtiments d'enseignement (écoles, collèges, lycées, universités), des bâtiments institutionnels, des équipements culturels (musées, théâtres, opéras) et des programmes d'aménagement urbain.

ARCHITECTURE STUDIO s'est vu décerner

- l'Équerre d'Argent et le Prix Aga Khan pour l'Institut du Monde Arabe à Paris,
- le Losange d'Argent pour un immeuble de logements rue Domrémy à Paris,
- le Prix Acier d'Or pour le Siège Social de Wison Chemical à Shanghai.
- Les Lauriers de la construction Bois 2006, le Prix Observ'ER, bâtiment tertiaire 2006 (Concours Habitat solaire, habitat d'aujourd'hui 2005-2006) pour le Collège HQE Guy Dolmaire à Mirecourt.

De nombreuses publications présentent nos réalisations dans la presse nationale et internationale et nous participons à des expositions de nos projets.



### Martin ROBAIN - Architecte associé

Architecte D.P.L.G. diplômé de l'École Nationale des Beaux-Arts de Paris en 1969 - Fondateur d'Architecture Studio en 1973. Cofondateur de l'A.F.E.X. (Architectes français à l'export), de l'A.P.O. (Institut Européen de la Maîtrise d'œuvre), du Syndicat de l'Architecture. Membre de jurys nationaux et internationaux pour des concours d'architecture et d'urbanisme. Professeur invité de plusieurs Universités notamment celles de Xian et Dalian en Chine, de l'Université du Texas à Austin, de l'École d'architecture de Montréal.



### Rodo TISNADO - Architecte associé

Architecte diplômé de la Faculté d'Architecture de l'Université Nationale d'Ingénierie de Lima, Pérou en 1964. Architecte associé depuis 1976. Cofondateur de l'A.P.O. (Institut Européen de la Maîtrise d'œuvre). Membre de jurys nationaux et internationaux pour des concours d'architecture et d'urbanisme. Professeur à l'École d'architecture de Paris-Val-de-Seine. Professeur invité de plusieurs Universités notamment celles de Virginie du Nord, du Texas à Austin et de Montréal.



### Jean-François BONNE - Architecte associé

Architecte D.P.L.G. diplômé de l'École nationale des Beaux-Arts de Paris en 1975 - Urbaniste D.I.U.P. diplômé de l'Institut d'Urbanisme de Paris en 1976 - Architecte associé d'Architecture Studio depuis 1979. Cofondateur de l'A.P.O. (Institut Européen de la Maîtrise d'œuvre). Membre de jurys nationaux et internationaux pour des concours d'architecture et d'urbanisme. Professeur à l'École d'architecture de Paris-La Défense et à l'École Spéciale d'Architecture - E.S.A.



### Alain BRETAGNOLLE - Architecte associé

Architecte D.P.L.G. diplômé de l'École d'Architecture de Paris Malaquais en 1985. Architecte associé depuis 1989. Président de l'A.P.O. (Institut Européen de la Maîtrise d'œuvre). Conseiller régional d'Ile de France à l'ordre des architectes. Professeur à l'École Spéciale d'Architecture - E.S.A. - Membre de jurys nationaux et internationaux pour des concours d'architecture et d'urbanisme.



### René-Henri ARNAUD - Architecte associé

Architecte D.P.L.G. diplômé de l'École d'Architecture Paris La Villette en 1985 - Architecte associé depuis 1989. Cofondateur de l'A.P.O. (Institut Européen de la Maîtrise d'œuvre). Membre de jurys nationaux et internationaux pour des concours d'architecture et d'urbanisme. Professeur à l'École Spéciale d'Architecture - E.S.A., à l'École d'architecture Paris-La Défense, à l'École d'Architecture Paris-Val-de-Seine.



### Laurent-Marc FISCHER - Architecte associé

Architecte D.P.L.G. diplômé de l'École d'Architecture Paris Belleville en 1989. Membre de l'Institut des Conseils en Environnement du Bâtiment (ICEB). Architecte associé depuis 1993. Professeur invité à l'Université du Texas, Austin - U.S.A. Cofondateur, administrateur, Vice-président de l'AFEX. (Architectes français à l'export). Architecte à l'I.F.A.P.O. (Institut Français d'Archéologie du Proche Orient). Participation à de nombreuses conférences sur les problématiques de l'environnement et de la Haute Qualité Environnementale.



### Marc LEHMANN - Architecte associé

Architecte D.P.L.G. diplômé de l'École d'Architecture et d'Urbanisme de Bordeaux en 1989. Architecte associé depuis 1998. Membre de jurys nationaux et internationaux pour des concours d'architecture et d'urbanisme.



## Références de QUILLE

Dans le secteur de la construction et plus spécialement de l'habitat, les thèmes de la H.Q.E. (Haute Qualité Environnementale) et du développement durable ont été introduits principalement par l'Etat. C'est notamment le Ministère du logement et plus précisément son «laboratoire d'expérimentation» le P.U.C.A. (Plan Urbanisme Construction Architecture) qui a pris l'initiative de stimuler la filière du logement social pour l'innovation dans ces domaines. Depuis 1996 QUILLE a accompagné ce mouvement. Après plusieurs opérations expérimentales, QUILLE a adopté un management global Q.S.E. Aujourd'hui QUILLE maîtrise un ensemble de techniques pratiques et efficaces au service du logement y compris en réhabilitation.

[1996](#), le P.U.C.A. lance son premier concours H.Q.E.

QUILLE prend l'initiative de constituer une équipe (opérateur, architecte) autour d'un projet de logements à Grand-Couronne. Le contenu expérimental concerne la qualité de l'air dans les logements eu égard au contexte de pollution de l'air.

[2001](#), le P.U.C.A. lance le concours V.U.D. (Villas Urbaines Durables).

Il s'agit de promouvoir des projets d'habitats individuels, mixtes (social et privé) et élaborés dans l'objectif du développement durable. QUILLE prend l'initiative de sensibiliser la ville de ROUEN à l'intérêt d'une telle opération dans le cadre de la transformation du site de la caserne Pélissier à ROUEN. Le projet « Les Villas Pélissier » est élaboré par LOGISEINE, Atelier des Deux Anges et QUILLE et proposé au PUCA. Il figure parmi les 14 lauréats nationaux. Le contenu expérimental porte sur une conception architecturale volontariste pour l'individualisation du logement, la qualité de l'éclairage actuel, « l'effacement » du stationnement, l'apport de solutions végétales (toitures terrasses) etc.

[2002](#), les expérimentations issues du programme du P.U.C.A. sont portées à la connaissance d'un public plus large de décideurs.

Les élus de PONT-AUDEMER envisagent de conduire une démarche globale de « développement durable » pour le renouvellement urbain ou le développement de trois quartiers : Les Etangs, l'Europe et la friche UCASEN. QUILLE est lauréate d'une consultation lancée par l'opérateur SILOGE et visant à conduire des opérations H.Q.E. (neuf et réhabilitation) dans les perspectives définies par les élus. La principale évolution de ce programme, par rapport aux expérimentations précédentes, est la mise en œuvre d'une information publique pour permettre une plus grande sensibilisation.

[2003](#), QUILLE intègre la fonction globale Q.S.E. (Qualité Sécurité Environnement) par la nomination d'un Directeur Q.S.E.

[2004](#), pour le compte de la ville des MUREAUX, QUILLE réalise l'Hôtel de ville et met en œuvre des solutions techniques particulièrement innovantes, faisant de cet édifice une véritable référence H.Q.E. et technologique. L'opération a obtenu du CSTB le premier certificat national H.Q.E. pour un bâtiment tertiaire.

[2005](#), une organisation complète Q.S.E. se met en place avec comme perspective l'obtention de la certification environnement suivant la norme ISO 14001 pour le premier trimestre de l'année 2008.

[2007](#), BOUYGUES Construction lance ACTITUDES, la « démarche de développement durable » du groupe. QUILLE décline au quotidien cette démarche en 7 axes et 42 actions concrètes. Extrait du discours d'Yves GABRIEL (PDG de BOUYGUES Construction) le 6 février 2007 devant tous les managers de BOUYGUES Construction : « Notre engagement dans cette voie est devenu une nécessité, et plus personne ne peut encore penser qu'il s'agit d'un simple phénomène de mode. Vous aurez d'ailleurs noté que ce sujet a pris une nouvelle dimension en s'invitant dans la campagne présidentielle française. Les attentes vis-à-vis des grandes entreprises comme la nôtre ont considérablement évolué. Aujourd'hui, les consommateurs, les clients, les collaborateurs, les citoyens s'attendent à ce que les acteurs économiques prennent en compte les grandes problématiques de nos sociétés modernes. Les enjeux auxquels nous sommes désormais confrontés dépassent largement le cadre strict et traditionnel de nos activités ».

### La direction technique de QUILLE

#### **De la conception à la réalisation, une expertise technique vraiment évolutive**

Avec 125 ingénieurs et techniciens, l'offre technique de Quille (filiale de BOUYGUES Entreprises France Europe) s'inscrit dans une démarche globale et évolutive. Chaque jour, nos équipes assurent des missions en conception et réalisation avec pour objectif une maîtrise totale des risques technico-économiques, un respect des normes de sécurité, de qualité et de l'environnement, et la passion de placer la Technique de l'entreprise à la pointe de l'innovation. Leurs compétences à forte valeur ajoutée sont présentes dans les missions de Gros œuvre Génie Civil et Bâtiment, la Mécanique et Electricité, l'Architecture second œuvre et le Management de projet.

## 8 ANNEXES

### 8.1 L'ÎLE DE TIKOPIA

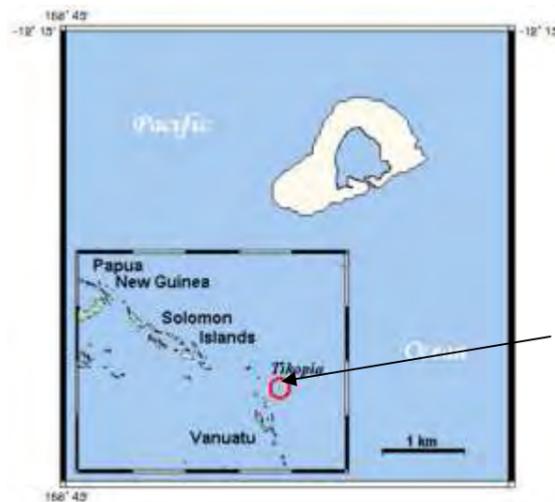
TIKOPIA est une île du pacifique de 5 km<sup>2</sup>, haute de 380 m, située dans l'archipel des îles Salomon (Polynésie) au Nord du Vanuatu.

Les habitants de cette île ont su gérer leur environnement et leur autonomie. Ils contrôlent leur démographie et l'élevage, conscients que leurs ressources sont limitées. D'autres îliens, comme les RAPA NUI, habitants de l'île de Pâques, ont disparu en quelques siècles, après s'être livrés à une déforestation à outrance pour produire toujours davantage de têtes sculptées et se livrer à des guerres tribales.

Les habitants de TIKOPIA ont récupéré l'eau de pluie, maîtrisé la croissance de leur cheptel, enfouis leurs réserves alimentaires pour échapper aux tempêtes dévastatrices depuis plus de 3000 ans.

Cette expérience vertueuse nous a inspirés quant au choix d'un nom d'opération « exotique ».

Pour l'anecdote, la recherche de la forme exogène de notre Building Concept, nous a permis de constater une similitude étrange avec la baie intérieure de TIKOPIA formée par un volcan éteint !

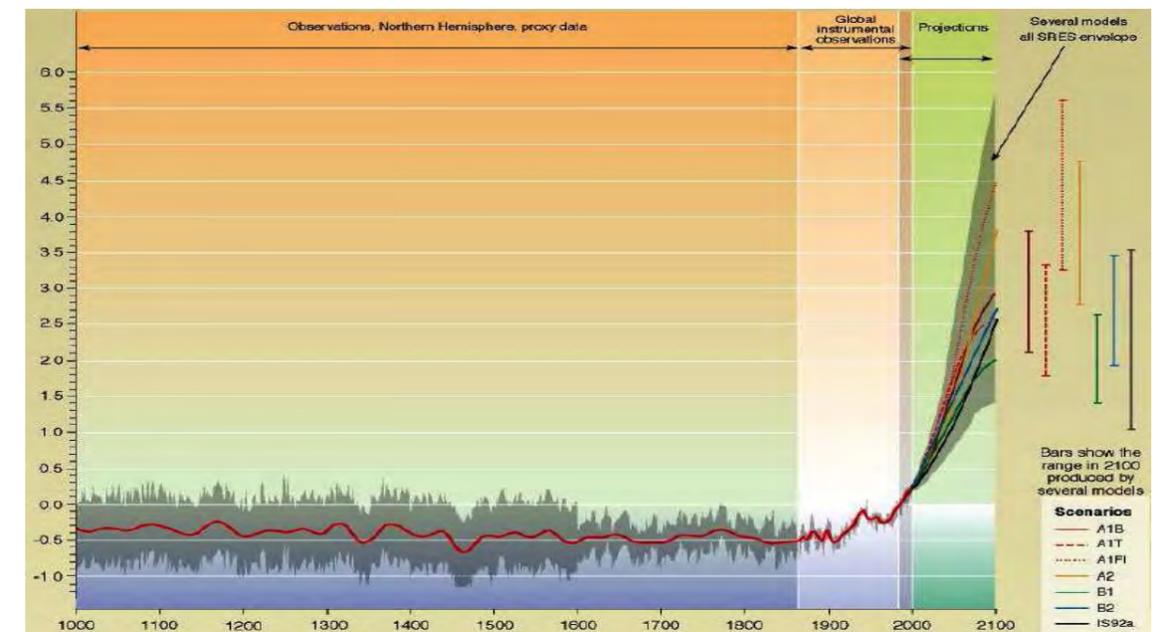


### 8.2 LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Une prise de conscience collective est en train de s'opérer au niveau mondial et la lutte contre le changement climatique commence à se mettre en place. Même si cette prise de conscience nous laissait insensibles nous ne devons pas oublier que les ressources fossiles ne sont pas disponibles en quantité infinie et qu'il faut donc les économiser. Nous allons donc inscrire notre projet dans cette démarche de réduction des gaz à effet de serre et de limitation des consommations d'énergie.

Pourquoi se préoccuper des émissions de gaz à effet de serre ?

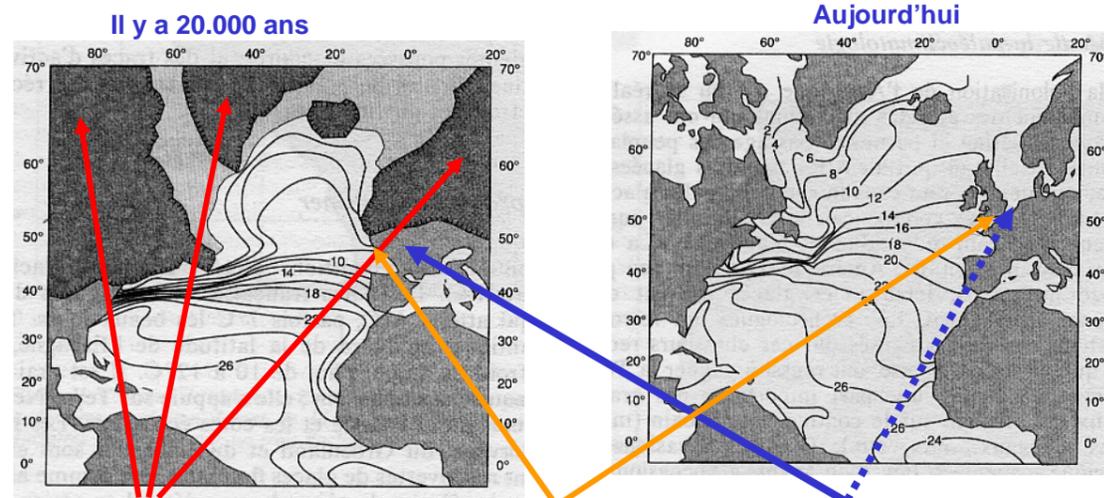
Voici les évolutions des températures d'après le GIEC<sup>2</sup>.



Quelles vont être les impacts de cette évolution ?

Voici la différence entre la dernière ère glaciaire et actuellement où seulement 5°C de moyenne sépare ces deux périodes. Alors que nous prévoyons une augmentation de température de 2 à 4°C avec des scénarios raisonnables.

<sup>2</sup> Le GIEC est ouvert à tous les pays membres de ces deux organismes et compte des centaines d'experts du monde entier, issus des universités, des centres de recherche, des entreprises, des associations de défense de l'environnement ou d'autres organismes. Le GIEC est donc une association de pays : ses membres sont des nations. Les personnes y siégeant sont accréditées par leur propre gouvernement et ont pour mandat « d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme ».



**Période glaciaire :** d'immenses glaciers, épais de plusieurs km, recouvrent l'Amérique et l'Europe du nord. Le sol de la France est gelé en permanence, et inapte aux cultures

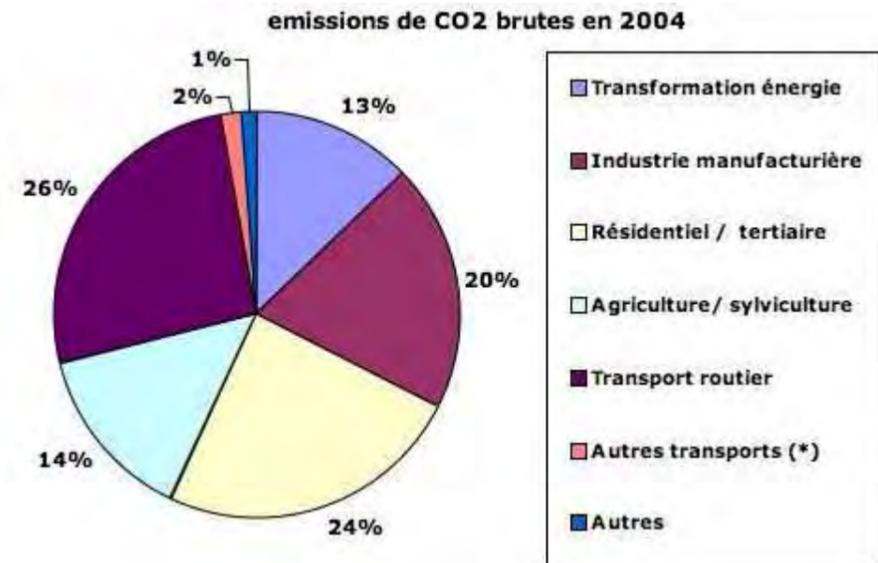
**Période glaciaire :** la température de l'Europe est plus basse de 8 à 10 °C mais celle des tropiques a peu varié

**Période glaciaire :** on passe à pied sec de France en Angleterre : la mer est plus basse de 120 mètres !

La planète n'a jamais connu de telles températures, la situation est donc inédite. Mais nous pouvons penser que le réchauffement climatique aura les impacts suivants :

- Impact sur les **écosystèmes** (affaiblissement, disparition, déplacement)
- Augmentation du **niveau des océans**
- Évolutions des **courants marins** → Climats régionaux
- Modification des **phénomènes extrêmes** (pics de chaleur, précipitations intenses, sécheresses...)
- Impacts directs sur la **santé humaine** (déplacement des zones endémiques...)
- ...
- ⚠ Avec une **amplitude** qui dépendra de nos **émissions**
- ⚠ Et nous ne pouvons pas prévoir toutes les **mauvaises surprises** possibles : la situation est **inédite**

Afin d'agir il est important de connaître la provenance de ces émissions de gaz à effet de serre. D'où proviennent les émissions de gaz à effet de serre ?



Répartition par activité des émissions de CO2 seul en France. Il s'agit des émissions brutes, c'est à dire que les puits ne sont pas pris en compte (cela signifie essentiellement que les bénéfices liés à l'exploitation forestière, qui conduit à de la séquestration de carbone dans les arbres transformés en produits durables, ne sont pas imputés à l'activité agricole, qui comprend aussi la sylviculture).

On remarque que la première source en France est représentée par les transports, avec 27%, qui est en outre la source qui croît le plus actuellement.

Le bâtiment représente lui 24 % des émissions de CO2.

(\*) le transport aérien international n'est pas pris en compte, car aux termes du protocole de Kyoto les émissions découlant du transport international aérien ou maritime ne sont pas affectées aux totaux nationaux.

Source : CITEPA

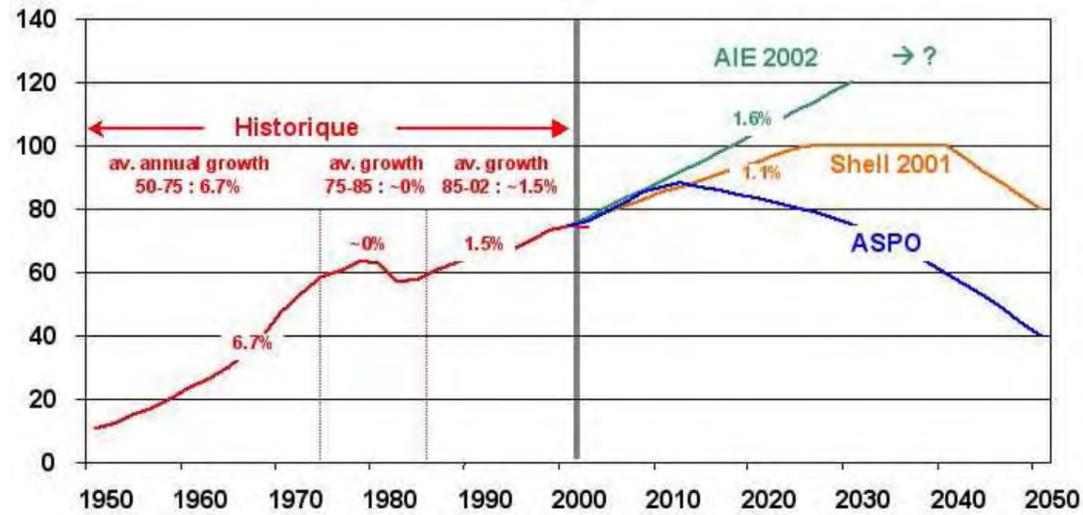
Il faut donc agir sur le transport et sur l'efficacité énergétique des bâtiments afin de réduire les émissions de CO2.

### 8.3 LA PROBLEMATIQUE ENERGETIQUE

Dans un monde fini, nous savons que les ressources ne sont pas éternelles. Les champs pétrolifères (comprenant le pétrole, le gaz et le charbon) se sont constitués à partir de la décomposition de la biomasse (végétaux et animaux) pris dans les sédiments il y a environ 500 millions d'années. Leur dégradation suivie de leur transformation par l'activité biomécanique (pression et chaleur souterraine, oxydation, action bactérienne) est très lente et incompatible avec l'augmentation toujours croissante des activités humaines.

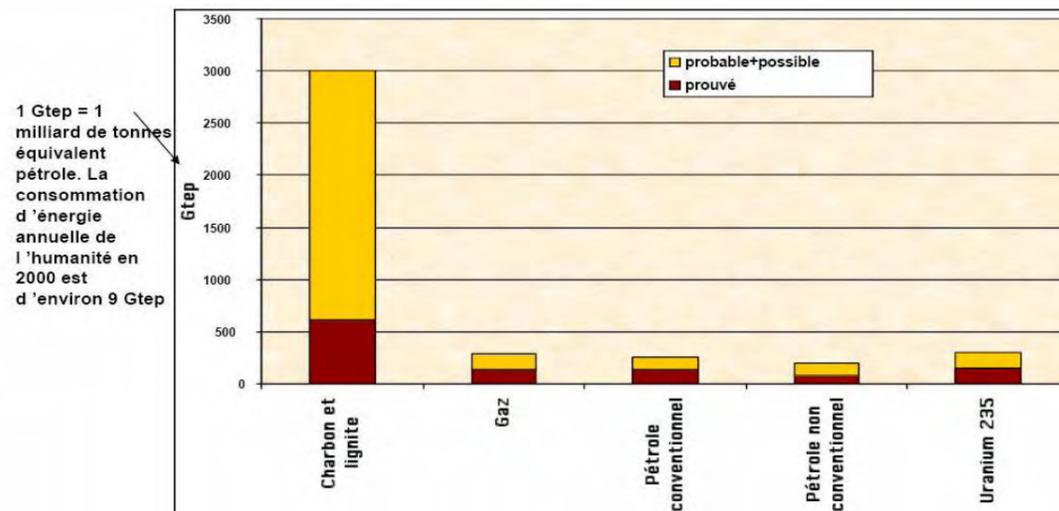
Il y a plus de 50 ans, le géologue King Hubert travaillant pour la Shell Oil Company développa la théorie de la pénurie des ressources d'énergie fossile. Selon Hubert, les taux de production de pétrole et de gaz augmentent jusqu'à atteindre un pic pour retomber ensuite rapidement suite à l'épuisement des réserves.

A quand le pic de production du pétrole ?



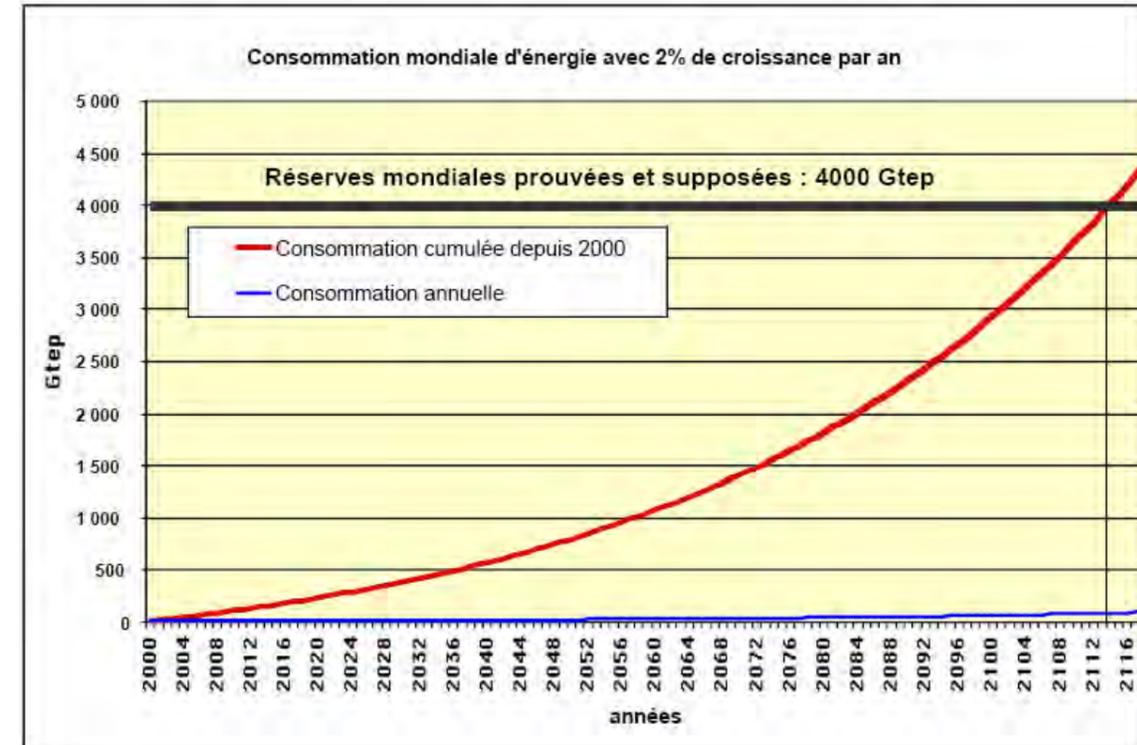
Prédiction du maximum de la production pétrolière mondiale selon les sources. Le scénario de l'AIE, basé sur la simple prolongation de la demande, ne semble pas possible selon de nombreux opérateurs pétroliers. Source : TOTAL (2004)

Mais il n'y a pas que le pétrole et nous devons donc nous préoccuper des autres énergies. Quelles sont les réserves possibles et prouvées ?



Total des réserves prouvées : 800 Gtep, avec les supposées 4000 Gtep  
Source IFP

Si on additionne toute cette énergie nous arrivons à la courbe suivante :



Sans parler de fin du pétrole, la raréfaction de cette énergie va engendrer une augmentation des coûts si la demande en énergie ne diminue pas.

Les points de vue du réchauffement climatique et de la problématique énergétique sont sans équivoques il faut donc agir afin de limiter les consommations énergétiques.

## 8.5 OUTIL D'EVALUATION DU PROJET I.C.D.

### 8.4 VARIATION DU PRIX DE L'ENERGIE FOSSILE

Extrait du rapport d'orientation de la commission énergie du Centre d'analyse stratégique intitulé « Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020 – 2050 - Perspectives de l'offre et de la demande mondiale » (avril 2007)

#### 1.4.2.1 Pétrole

Avant le premier choc pétrolier, le pétrole était l'énergie dominante, autant pour la production d'électricité que pour le transport. Aujourd'hui, le pétrole reste quasiment sans alternative dans le transport. En revanche, il joue un rôle de plus en plus marginal dans la production d'électricité. Cependant, le pétrole demeure la source d'énergie d'ajustement pour l'ensemble du système énergétique, c'est pourquoi le plafonnement éventuel de la production de pétrole, à court et moyen terme, représente un enjeu majeur pour l'ensemble du secteur énergétique et, au-delà, pour l'économie mondiale.

Les perspectives d'évolution des prix peuvent être présentées au travers de deux hypothèses.

#### • Hypothèse 1

A court terme, le prix réagit comme une commodité selon un équilibre offre/demande, sous le contrôle de l'OPEP devenue très vigilante sur les évolutions à la baisse. Les cinq prochaines années devraient connaître une certaine détente résultant de l'ajout récent de capacités de production. Ensuite, survient une période d'incertitude correspondant au pic de production des pays non OPEP. Puis, au-delà de 2020-2030, le prix devrait être dirigé en fonction des substituts (CTL, GTL, BTL).

Tableau 10 : Scénarios d'évolution du prix du pétrole

Horizons	Caractéristiques	Fourchette de prix (\$ 2006)
2006 - 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ralentissement économique mondial.</li> <li>Arrivée de nouvelles capacités de production et de raffinage.</li> </ul>	50 à 100 \$
2015 - 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'OPEP devra faire la preuve de son potentiel minier, technique et financier, voire organisationnel et politique afin de pallier le plafonnement irréversible de la production hors OPEP même en tenant compte des innovations technologiques les plus pointues.</li> </ul>	100 à 150 \$ <sup>25</sup>
Au-delà de 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cette période ne peut être envisagée que sous l'angle des substituts. La satisfaction de la demande de carburants reposera sur un mix faisant intervenir d'autres énergies primaires : charbon, gaz naturel, biomasse.</li> <li>En première approche, le prix du pétrole sera donc essentiellement déterminé à long terme par le coût marginal le plus élevé parmi les différents substituts.</li> <li>Des épisodes de forte volatilité des prix dans une fourchette de 50 à 200 \$ doivent être envisagés sous l'effet des saturations et des excès périodiques de capacités de production.</li> </ul>	<p>Un équilibre de long terme de 100 \$</p> <p>Volatilité forte dans une fourchette de 50 à 200\$</p>

Source : IFP 2006

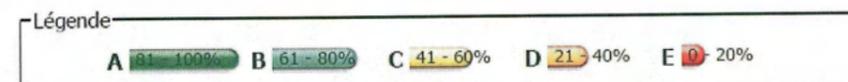
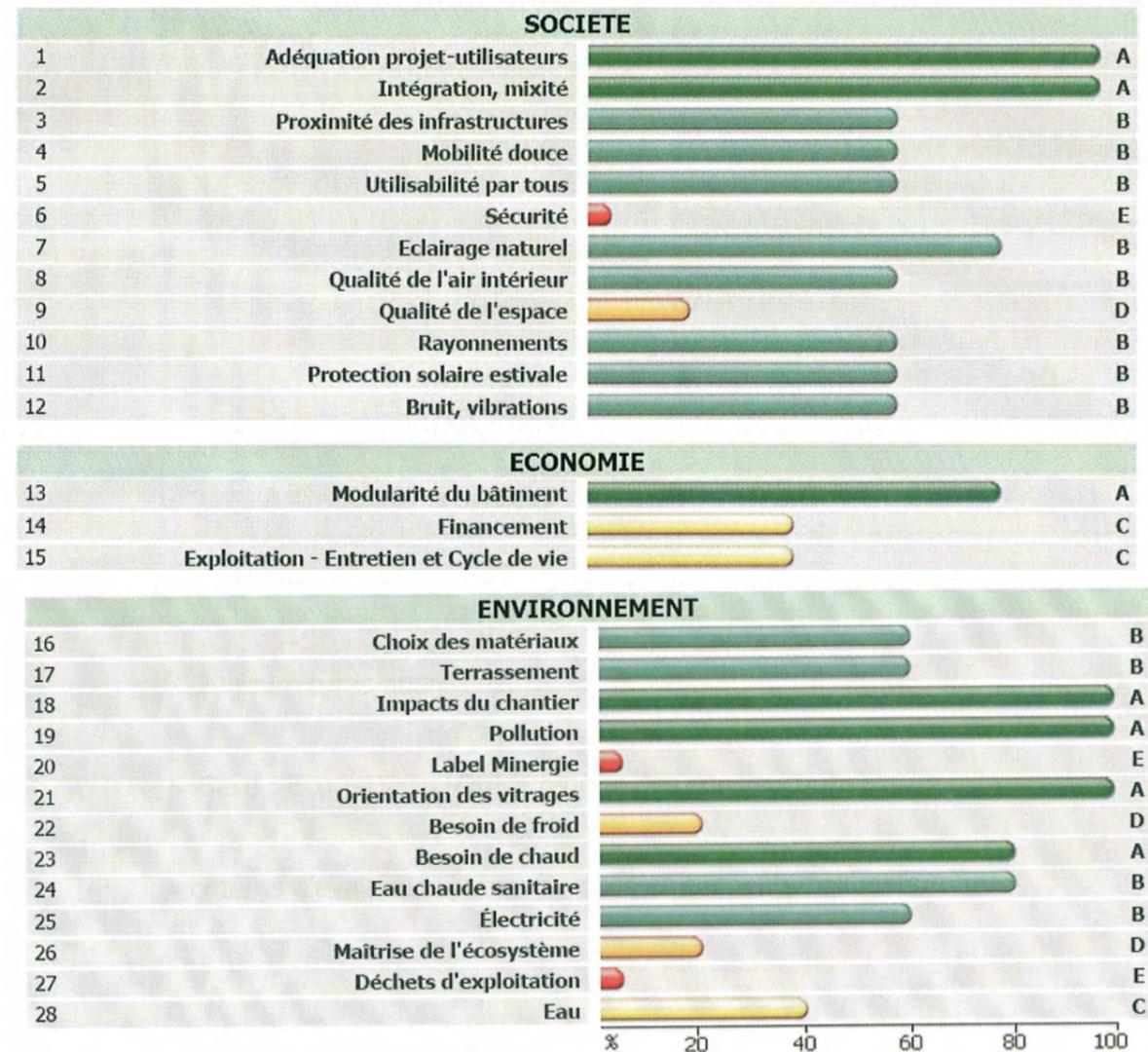
#### • Hypothèse 2

L'observation du passé et les caractéristiques du secteur (investissements en perspective de cycle haut de prix, désinvestissements en période de prix bas) montrent un comportement cyclique des prix. Celui-ci se superpose à une tendance haussière liée, d'une part, à une demande d'énergie qui augmente tendanciellement avec la croissance, et d'autre part, à la raréfaction progressive des ressources et des matières premières.

L'évolution des prix passés prolongée par les hypothèses du tableau 10, montrerait une succession de cycles haut et bas caractérisés par une demi période d'environ 15 à 20 ans.

### Tableau de bord – présentation des résultats de l'évaluation

Informations	
Version :	Logement - 1.1
Date de création :	23/06/2006 09:33:31
Type de bâtiment :	Logement
Rempli par :	Chongjun Jiang



## 8.6 ETUDE DES MARGES DE MANŒUVRE FINANCIERES

Dans une première approche sommaire, les marges de manœuvre pour surinvestir dans la perspective d'un bilan énergétique beaucoup plus favorable et d'une plus grande qualité globale (santé, confort, environnement) sont les suivantes.

- les économies d'énergie induites par les systèmes et solutions adoptées

Par rapport aux objectifs de la RT 2005, notre concept permet d'envisager une économie annuelle de 4000 kwh par an pour un appartement de 65 m<sup>2</sup> de surface habitable (170 € TTC par an). Selon les hypothèses de variation du prix de l'énergie fossile (le gaz pour notre exemple) la marge de manœuvre correspondante pour surinvestir peut être très importante. Le tableau ci-après correspond à l'hypothèse d'un amortissement du surinvestissement sur une durée de 30 ans, ce qui est tout-à-fait cohérent avec le « caractère passif » qui caractérise en grande partie notre concept.

Le résultat obtenu est très fortement influencé par les hypothèses de variation du prix de l'énergie fossile. Nul ne peut définir avec certitude la variation du prix de l'énergie fossile dans les prochaines décennies. Ce que l'on peut observer c'est la forte variation depuis 2003 avec notamment comme incidence sur le prix du gaz une variation annuelle de 7% depuis cette date. (Voir en annexe les scénarii d'évolution du prix du pétrole envisagés par l'institut français du pétrole en 2006)

Hypothèse de variation annuelle du prix du gaz	+ 6%	+ 10%	+ 14%
Sur investissement correspondant (en coût de travaux)	140 € HT / m <sup>2</sup> ha 9000 €HT par logt	220 € HT / m <sup>2</sup> ha 14000 €HT par logt	400 € HT / m <sup>2</sup> ha 26000 €HT par logt

Même en prenant l'hypothèse de ne consacrer que 50% du gain au surinvestissement (pour laisser l'autre partie du gain à l'occupant du logement) les valeurs constituent un gisement très important représentant entre 5 et 15 % du coût de construction de référence. En théorie, il est donc économiquement justifié de surinvestir d'une valeur de l'ordre de 150 € HT / m<sup>2</sup> de surface habitable pour parvenir à notre objectif (soit environ 10% du coût de référence).

- la fiscalité : T.V.A. à 5,5% au lieu de 19,6%

L'hypothèse d'une T.V.A. à 5,5% pour les bâtiments « HQE » a été clairement évoquée lors de la dernière campagne électorale par le nouveau Président de la république. « En mettant la TVA à 5,5 % sur les produits propres, on diminue leur prix et on incite les Français à en acheter. Pareil pour le bâtiment : je proposerai la TVA à taux réduit à 5,5 % pour tous les bâtiments qu'on appelle HQE (haute qualité environnementale). » Cette hypothèse (qui reste à être confirmée) correspond à une possibilité d'investissement supplémentaire de 200 € HT / m<sup>2</sup> habitable. Si l'on prend l'hypothèse que cet avantage fiscal doit aussi profiter au prix de vente, on peut retenir une capacité de surinvestissement de 100 €HT (50%).

- la fiscalité : exonération de TFPB (taxe foncière sur la propriété bâtie) pendant 15 ans

Le décret n°2005-1174 du 16 septembre 2005 fixe les « critères de qualité environnementale exigés des constructions pour bénéficier de l'exonération de taxe foncière sur les propriétés bâties ». Notre concept respectera ces critères. Le gain de TFPB pendant 15 ans (500 € par an environ en valeur actuelle) correspond à un potentiel de surinvestissement en coût de travaux de 70 € HT / m<sup>2</sup> habitable.

- la majoration de densité (C.O.S. majoré de 20%) prévue pour les opérations « HQE » permet un bonus envisageable pour le surinvestissement de l'ordre de 25 € HT / m<sup>2</sup> ha, ou un équivalent en diminution du prix de vente de l'ordre de 30 € TTC / m<sup>2</sup> ha.

- les subventions

Les collectivités locales (région, département, communautés d'agglomérations) ont engagé (ou vont engager) des politiques pour favoriser le développement des opérations de logements sociaux ambitieuses en termes de développement durable. Une hypothèse de subvention moyenne de 15 000 € par logement est réaliste. L'hypothèse d'un partage à 50/50 entre le surinvestissement et la baisse du prix de revient est à retenir. La valeur résultante du surinvestissement possible est de 90 € HT / m<sup>2</sup> ha.

Dans une première approche sommaire, les marges de manœuvre pour surinvestir dans la perspective d'un bilan énergétique beaucoup plus favorable et d'une plus grande qualité globale (santé, confort, environnement) sont synthétisées dans les tableaux ci-après.

Scénario pour des logements en accession : Pour une opération de logements en accession, cette étude montre qu'un surinvestissement de 25% est envisageable tout en maintenant un prix de vente du marché actuel. Les études ultérieures (étude de marché notamment) permettront de caler le curseur entre « surinvestissement » et prix de vente. Il s'agira notamment de définir le montant du sur-investissement minimum à consentir pour parvenir à l'objectif recherché. Une dernière marge de manœuvre est envisageable dans l'augmentation du prix de vente ce qui paraît envisageable compte-tenu de la qualité offerte

Poste de gisement (1)	Surinvestissement en € / m <sup>2</sup> habitable (travaux)	Prix de vente en € TTC / m <sup>2</sup> ha
Montant de base	1 600 € HT	3 100 € (TVA 19,6%)
Economies d'énergie induites par les systèmes et solutions adoptées	+ 150 € HT	+ 245 €
T.V.A. à 5,5 %	+ 100 € HT	-175 €
Exonération de T.F.P.B. (2)	+ 70 € HT	0
Majoration de C.O.S. de 20 %	+ 25 € HT	0
GLOBAL	1 945 € HT	3 170 € (TVA 5,5%)

Scénario pour des logements sociaux : Pour une opération de logements sociaux, les marges de manœuvres sont moins importantes. (Le logement social bénéficiant déjà de l'exonération de TFPB (2) et de la TVA à 5,5%). La possibilité de surinvestissement est plus faible. L'augmentation du prix de revient est compensée par une majoration du loyer.

Poste de gisement (1)	Surinvestissement en € / m <sup>2</sup> habitable (travaux)	Prix de revient en € TTC / m <sup>2</sup> ha
Montant de base	1 400 € HT	2 000 € (TVA 5,5%)
Economies d'énergie induites par les systèmes et solutions adoptées	+ 150 € HT	+ 180 €
Subventions	+ 90 € HT	- 115 €
Majoration de C.O.S. de 20 %		- 30 €
GLOBAL	1 640 € HT	2 035 € (TVA 5,5%)



## Laurent-Marc FISCHER

architecte associé

Né le 10.11.1964 à Paris

Architecte D.P.L.G.  
diplômé de l'Ecole d'Architecture Paris Belleville en 1989

Inscrit à l'Ordre des architectes n°18800  
Membre de l'Institut des Conseils en Environnement du Bâtiment (ICEB)

Architecte associé d'Architecture Studio depuis 1993

## REALISATIONS

Hôpital Sainte Marguerite Marseille	2004-2007
Théâtre "le Quai" Angers	2003-2007
Polyclinique AHNAC Divion	2003-2007
Agrandissement du siège AXA Private Equity Paris	2004-2006
Centre commercial Leroy Merlin Bois d'Arcy	1997-2006
Ecole Supérieure d'Art Clermont-Ferrand	2001-2005
Centre hospitalier Bobigny	2000-2005
Lycée Professionnel Jacques Brel Choisy le Roi	1999-2005
Centre d'affaires "La City" Besançon	1988-2005
Nouvelle usine de biscuits du Groupe Danone Suzhou, Chine	2003-2004
Collège Guy Dolmaire Mirecourt	2001-2004
Service de Psychiatrie du Centre hospitalier Arras	1999-2004
Trois établissements pénitentiaires Oise, Seine et Marne et Var	1999-2004
Siège social et laboratoires de la Société Wison Shanghai, Chine	2002-2003
Ecole des Douanes Tourcoing	1999-2003
Schéma directeur - Centre hospitalier Sainte Anne Paris	2001-2002
Centre de recherche de développement et de qualité Danone Vitapole Palaiseau	2000-2002
Centre hospitalier Sainte Anne, aménagement des Pavillons Ferrus - Joffroy Paris	1997-2001

Centre Hospitalier Universitaire Caen	livraison prévue en 2009
Nouvel Hôpital Evreux	livraison prévue en 2009
Maison d'arrêt Saint-Denis - La Réunion	Livraison prévue en 2008
Cité des Sciences & Techniques Chongqing, Chine	livraison prévue en 2008
Stade couvert régional et CRAF Liévin	livraison prévue en 2007
Siège Social du Groupe Casino Saint-Etienne	livraison prévue en 2007
Quartier Parc Marianne Montpellier	livraison prévue en 2007
Immeuble de logements – ZAC Marianne Montpellier	livraison prévue en 2008
Parc technologique Saint-Jean-Bonnefonds	livraison prévue en 2007
Fondation Onassis, Maison des arts et des lettres Athènes, Grèce	livraison prévue en 2007

## CONFERENCES

"Développement durable" Master Développement Durable, Université de Paris Dauphine, Paris	France, mars 2006
Salon International Green Building Challenge 2005, Tokyo	Japon, septembre 2005
"Terre et ciel" Ecole d'Architecture de Rennes	France, mai 2005
"La Fabrique du projet : le Collège HQE Guy Dolmaire à Mirecourt (Vosges) par Architecture-Studio" & "Wonderland Productions : une maison en Bretagne", Maison de l'Architecture	France, 2004
"Hightech/lowtech" le bois matériau durable pour des architectures respectueuses de l'environnement. Bois massif et haute qualité environnementale pour le nouveau collège de mirecourt" dans le cadre des "Grands ateliers de l'Isle d'Abeau, Villefontaine	France, 2004
"Rôle du Maître d'oeuvre dans la conception d'un bâtiment HQE - Présentation d'un collège HQE", dans le cadre de la formation continue des l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris	France, 2004
Conférence dans le cadre des Journées nationales développement durable et constructions publiques organisées par le Ministère de l'Equipement, Paris	France, 2004
"Le collège bois HQE de Mirecourt dans les Vosges et Le centre de recherche Danone Vitapole à Palaiseau", dans le cadre de la matinée d'information "Bois construction et environnement" du CNDB, Paris	France, 2004
"Les critères de choix des matériaux dans le bâtiment", table ronde dans le cadre de la "Journée Technique Matériaux", La Défense, 4	France, 2003
"Maîtres d'ouvrage, entrepreneurs, maître d'oeuvre : quelle redistribution des rôles ?", table ronde dans le cadre de la Conférence "Partenariats publics-privé" organisée par le Groupe Le Moniteur, Fischer, Paris	France, 2003



Pablo BOISIER PONS

architecte

Né le 04 décembre 1968

- Diplôme de « master of Arts Interactive Multi Media MAIMM », ENSCI Ecole Nationale Supérieure de Création Industrielle, Les Ateliers.
- Diplôme d'Architecture, Pontifica Universidad Catolica de Chile.

Espagnol : langue maternelle  
 Anglais : niveau professionnel

Chef de projet

## REALISATIONS ET ETUDES GRANDS PROJETS

### Architecture-Studio (Paris, depuis 1998)

Médipôle de Koutio  
 Nouméa - Concours

Nouvel hôpital  
 Evreux - Etudes et chantier

Hôpital de psychiatrie Sainte-Marguerite  
 Marseille – Etudes et chantier

Collège HQE Guy Dolmaire  
 Mirecourt – Etudes et chantier

Centre d'affaires  
 Hambourg, Allemagne - Etudes

Exposition Universelle 2010  
 Shanghai, Chine - Etudes

Bâtiment de logements  
 Hambourg, Allemagne - Etudes

Polyclinique AHNAC  
 Divion – Etudes et chantier

Médiathèque  
 Béziers - Etudes

### Participation individuelle ou collective de concours

Projets et réalisation de design et d'architecture : Boutiques, Stands d'exposition, siège, show room Yamaha en Lquique

1996 - 1997

Musée des beaux arts  
 Santiago – Biennale d'Architecture

1996

Maisons individuelles en bois (projet sélectionné pour la publication de la 10<sup>e</sup> biennale d'architecture)

Chili 1994 - 1995

Design des mobiliers (projets sélectionné pour l'Exposition Biennale Intérieure)  
 Belgique 1994 - 1995

Ambassade du Chili à Washington (en collaboration, projet mentionné) 1994

Bibliothèque universitaire (en collaboration avec Mathias Klotz)  
 Santiago, Chili 1993 - 1995

Centre de gastronomie (équipe Agence De Groote)  
 Santiago Chili 1991 - 1992

Centre culturel Estacion Mapocho (en collaboration) 1991

### Autre activité professionnelle

Professeur assistant  
 Université Finis Terrae, Université Catolica de Chili 1995 - 1997

### Agence H + B Design (1997 - 1998)

Pavillon du Chili, Expo Lisbonne 98  
 Lisbonne, Portugal – Conception et montage du Pavillon

## 8.8 TABLEAU DES ETUDES – Direction technique QUILLE

Documents à produire		Mois 1	Mois 2	Mois 3	Mois 4	Mois 5	Mois 6
<b>0 Modélisation projet base</b>							
Définition de la méthodologie	définition de la méthode et planning prévisionnel						
validation de la répartition des tâches	proposition pour mois 1	—					
Définition de la référence	dossier de plans + note de définition de la base		—				
simulation thermique dynamique	hypothèses standard de fonctionnement		—				
	modèle géométrique et zonage		—				
	simulation thermique dynamique suivant étude type		—				
<b>1 Impact de l'Architecture</b>							
Orientation	(études suivant séquentiel type)		—				
% des surfaces vitrées	(études suivant séquentiel type)		—				
organisation des logements	plans modifiés + études suivant séquentiel type		—				
loggias	plans modifiés + études suivant séquentiel type		—				
serres	plans modifiés + études suivant séquentiel type		—				
<b>2 Impact du bâti</b>							
isolation intérieure	(études suivant séquentiel type)		—				
rupteurs de balcon	(études suivant séquentiel type)		—				
isolation répartie	(études suivant séquentiel type)		—				
vitrage triple	(études suivant séquentiel type)		—				
<b>3 Systèmes</b>							
double flux avec récupérateur statique	(études suivant séquentiel type)		—				
double flux thermodynamique	(études suivant séquentiel type)		—				
puits canadien	(études suivant séquentiel type)		—				
PAC sur géothermie avec plancher chaud	(études suivant séquentiel type)		—				
<b>4 Productions intégrées</b>							
ECS solaire	(études suivant séquentiel type)		—				
Photovoltaïque	(études suivant séquentiel type)		—				
éolien	(études suivant séquentiel type)		—				
cogénération bois	(études suivant séquentiel type)		—				
<b>5 Systèmes expérimentaux</b>							
cloisons à changement de phase	étude spécifique uniquement sur confort d'été		—				
<b>6 Synthèse 1ere étape</b>							
Tableau de synthèse des résultats						—	
Choix des solutions cumulées pour études 2eme phase						—	
<b>7 Etude des solutions mixtes</b>							
Etude solution 1						—	
Etude solution 2						—	
Etude solution 3						—	

**Explication :** Nous allons dans un premier temps tester et simuler le concept du bâtiment au niveau thermique. Nous allons ensuite tester des solutions techniques afin de trouver un assemblage cohérent à notre démarche.

## 8.9 LA CONSTRUCTION VIRTUELLE – FICHE DE PRESENTATION

CONSTRUCTION VIRTUELLE

# LA CONSTRUCTION VIRTUELLE

## LES NOUVELLES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE NOS PROJETS

**Anticiper les risques et les conflits au moyen d'une maquette numérique et de simulations**

**Avantages et profits identifiés**

La technologie existe dans l'industrie aéronautique et automobile. Voilà ce qu'elle apporte à l'utilisateur isolé

- Modèle géométrique global en 3 dimensions**
  - cohérence des données
  - coordination des métiers
  - intégration du cycle de vie complet du BTP
  - échanges de données facilités (Certification ISO)
- Visualisation en 3 D**
  - meilleure compréhension
  - outils de communication
  - niveau de détails adaptable à l'utilisateur
- Vue adaptées à chaque métier**
  - architecte
  - structure et CET
  - méthodes
  - travaux
  - maintenance
- Synthèse performante**
  - alerte d'incohérences
  - détection de conflits
  - aide à la coordination
  - gain de productivité en conception et en exécution
- Aide à la décision**
  - simulations de conception (acoustique, thermique, foule)
  - simulations d'offres (métrés, coûts, délais)
  - simulations de production (planning, phasages, approvisionnement)
  - meilleure organisation des données (conception paramétrique)
- Sans oublier la génération automatique de plans 2D pour l'exécution**

**Nos axes de travail et de R&D**

Comment intégrer les nouvelles technologies dans nos métiers pour travailler en équipe ?

**Les groupes de réflexions aujourd'hui**

- R&D Entités
- R&D BYCN
- Pôle Informatique Technique (PIT)
- Projets de recherche

**OUTILS**  
matériels, logiciels, normes d'échange

**MÉTHODES**  
travail paramétrique, découpage du modèle

**PROCESSUS**  
intégration dans les processus actuels (validations, approbations, gestion versions), collaboration synchrone et distribuée (plusieurs équipes travaillent simultanément sur la même maquette)

**ORGANISATION**  
nouvelles fonctions, coordinateur de maquette numérique, nouvelles habitudes, revue de conception et de maquette

**CULTURE**  
valorisation du secteur de la construction, impact sur l'image de Bouygues Construction, implication nécessaire de nos partenaires et sous-traitants

**Contacts**  
Pierre Benning  
Tél : 01 30 60 23 70  
p.benning@bouygues-construction.com

Jean-Michel Dupuyds  
Tél : 01 30 60 35 14  
jm.dupuyds@bouygues-construction.com

**FORUM R&D 2007**  
pour l'innovation