

Journées thématiques IBPSA France 2015

« des quartiers à la ville »

ACV à l'échelle des quartiers

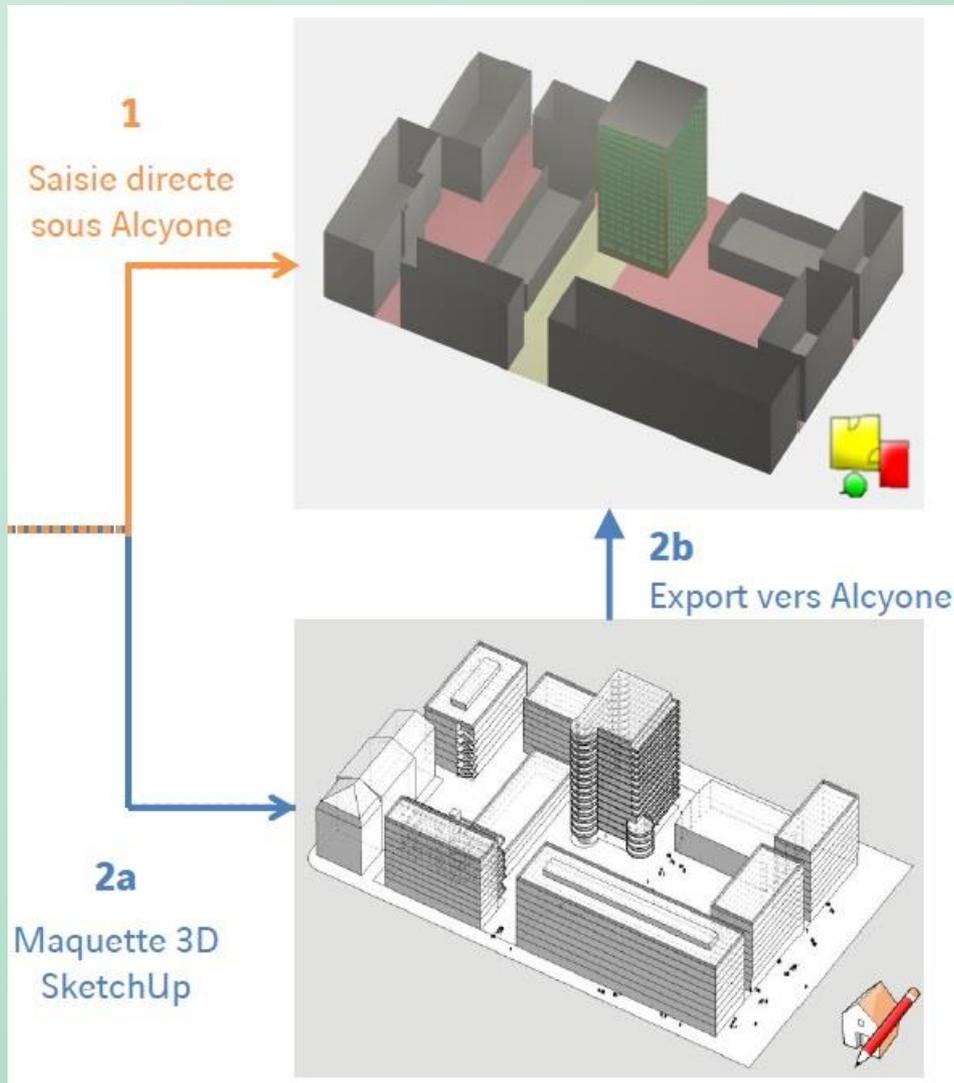
Bruno PEUPORTIER
Mines ParisTech – CES



Objectifs et indicateurs environnementaux

Objectifs de performance	Exemples d'indicateurs performanciers
Protéger le climat	Effet de serre (T eq CO2)
Préserver les ressources énergétiques	Consommation d'énergie primaire (kWh)
Préserver les autres ressources épuisables et limiter les déchets	Epuisement des ressources abiotiques (kg antimoine eq.) Déchets produits (tonnes) Déchets radioactifs (dm3) Consommation d'eau (m3)
Protéger les écosystèmes et la biodiversité	Occupation du sol (m2.an) et transformation du sol (m2) Eutrophisation (kg eq PO43-) Acidification (kg eq SO2) ↓ Dommage à la biodiversité (% d'espèces qui disparaissent)
Réduire les dommages sur la santé humaine	Production d'ozone photochimique (kg eq C2H4) ↓ Dommage à la santé (années de vie perdues)

Modeleurs graphiques



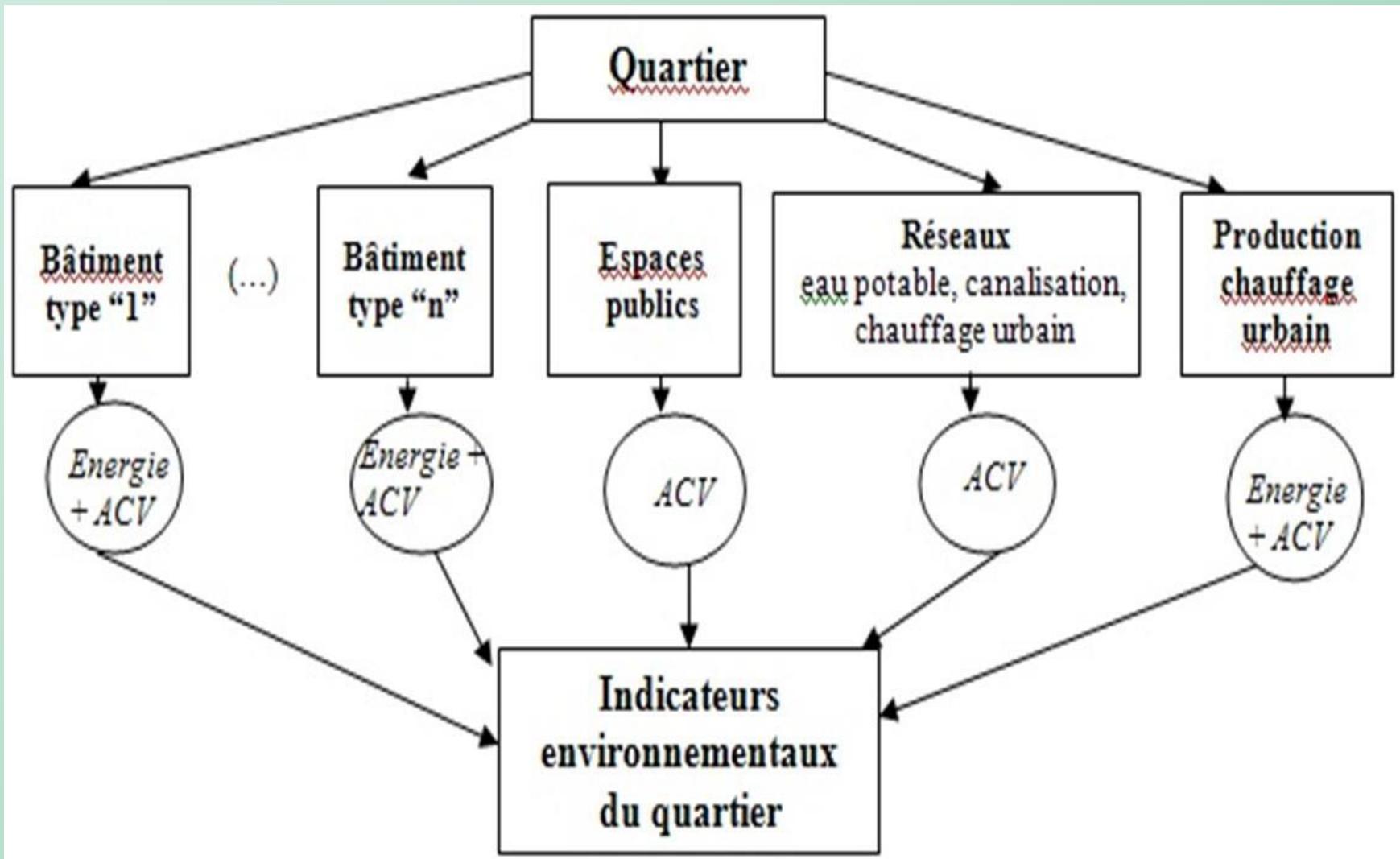
**Modèle 3D des
bâtiments**

**Interactions entre
bâtiments
(masques solaires)**

**Utilisation des sols
(7 types)**

**Liens en cours avec
GBxml**

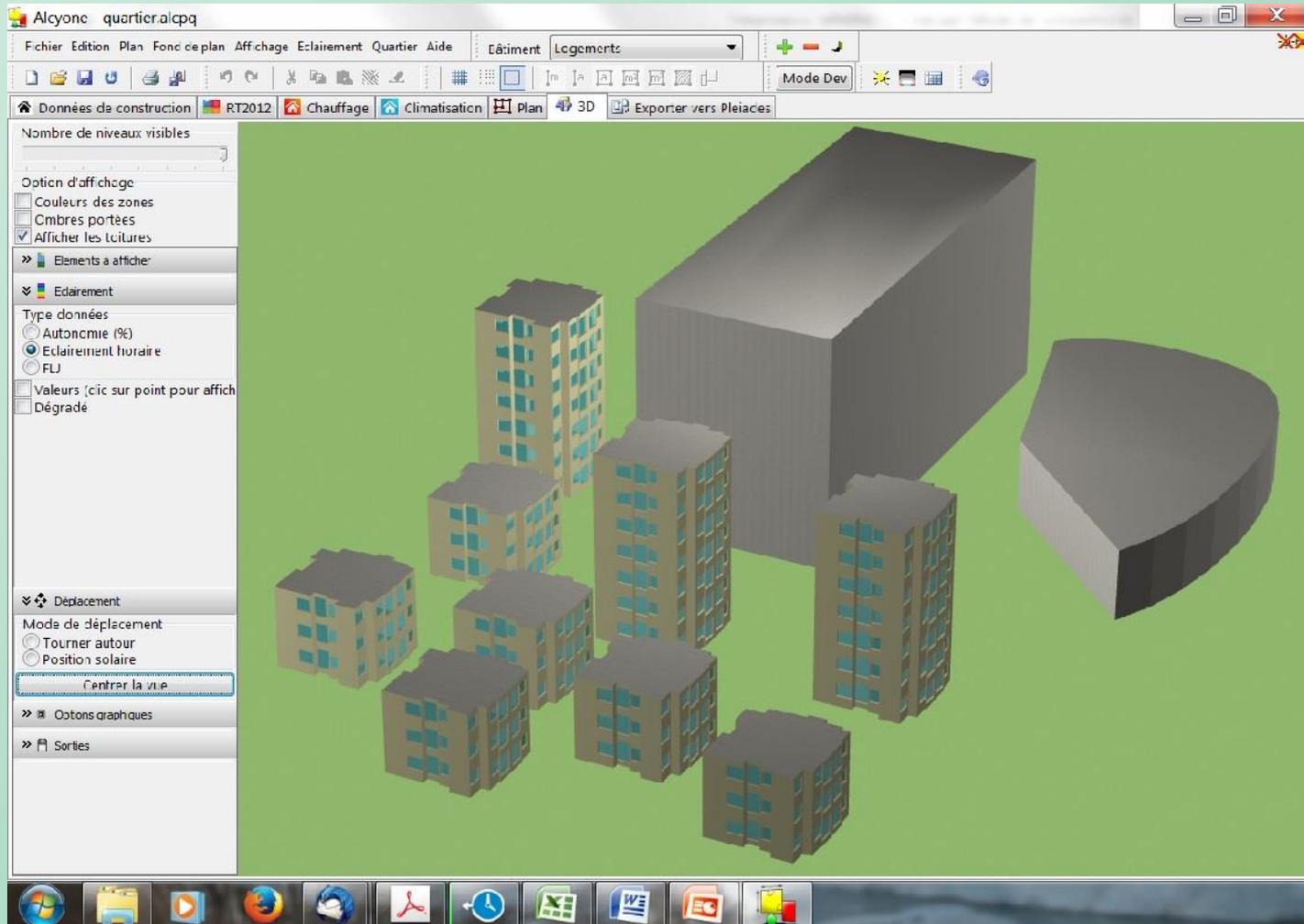
Modélisation du quartier, objets structurés



Exemple, étude d'un ensemble urbain

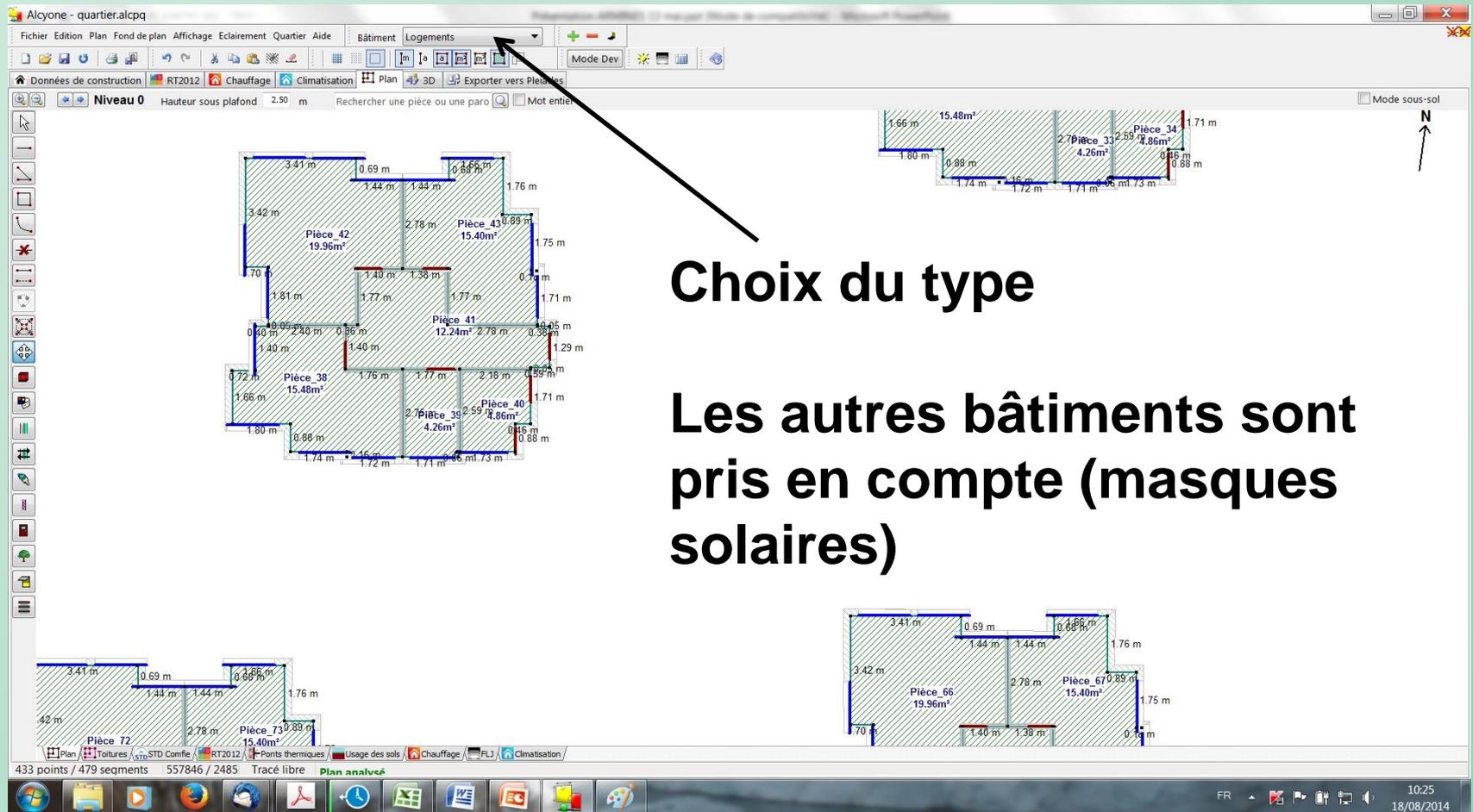
Étape 1 : saisie de la géométrie (ALCYONE)

Exemple : 3 types de bâtiments (logements, bureaux, école)



Saisie graphique d'un ensemble de bâtiments

Saisie de chaque type (2D-3D), exemple : logements



Simplification de la saisie, éléments sémantiques

Attributs des éléments du bâti (parois, fenêtres...) pour chaque type

The screenshot displays the Alcyone software interface for a project named 'Alcyone - quartier.alcpq'. The interface is organized into several sections for defining building elements:

- Jeux de caractéristiques prédéfinis:** Includes buttons for 'Ouvrir le jeu sélectionné', 'Sauver les caractéristiques dans un jeu', and 'Effacer le jeu sélectionné'.
- Composition par défaut des parois:** Lists elements like 'Paroi externe', 'Paroi interne', 'Plancher bas', 'Plancher intermédiaire', and 'Toiture' with their default material types and selection buttons. It also includes options for 'Cloison légère', 'Refend', 'Vide sanitaire', 'Sol', and 'Grenier ventilé'.
- Composition par défaut des portes et des fenêtres:** Defines 'Fenêtres' (Fen bat PVC DV 4.12.4 Bat FBE) and 'Appui' (ITE - appui de fenetre béton). It also sets default dimensions: 'Hauteur de fenêtre par défaut' (1.3 m), 'Largeur de fenêtre par défaut' (1.6 m), 'Allège' (0.9 m), 'Retrait' (0.2 m), 'Hauteur de porte par défaut' (2.04 m), and 'Largeur de porte par défaut' (0.83 m).
- Etats de surface par défaut:** Sets default surface states for 'Face externe', 'Plancher', and 'Toiture externe'.
- Ponts thermiques par défaut:** Defines thermal bridges for 'Plancher haut', 'Plancher inter.', 'Plancher bas', and 'Mur de refend (T)' with their respective U-values and selection options.

Additional parameters on the right include 'Conductivité du sol (λ)' set to 2 W/(m.K), 'Tableau' (ψ), 'Face interne' (α=0.6 ε=0.9 ρ=0.5), 'Plafond' (α=0.6 ε=0.9 ρ=0.7), 'Angle sortant' (Oss Bois - Anqle sortant, ψ 0.11, 135°), and 'Angle rentrant' (Oss Bois - Anqle rentrant, ψ 0.06, 225°).

Liens avec les modèles d'évaluation

- ▶ **1 Exportation vers la simulation énergétique, chaque type séparément ou quartier entier**
- ▶ **Modèle multizones**
- ▶ **2 Transmission des données vers l'ACV**
- ▶ **Comparaison de plusieurs variantes d'un projet, ou d'un projet à des références (évaluation)**

Simulation énergétique, COMFIE

- ▶ **Modèle détaillé, multizones, mais saisie simplifiée**
- ▶ **Temps de calcul réduit par analyse modale**
- ▶ **Validation : BesTest, Agence Internationale de l'Energie, ANR Maison Passive, ANR Fiabilité**
- ▶ **Extension à l'échelle Quartier, masques solaires**
- ▶ **Lien avec l'ACV**

Exemple de validation expérimentale, ANR Fiabilité

- ▶ Maison Béton banché de la plateforme INCAS (INES)
- ▶ Protocole expérimental incluant 6 périodes



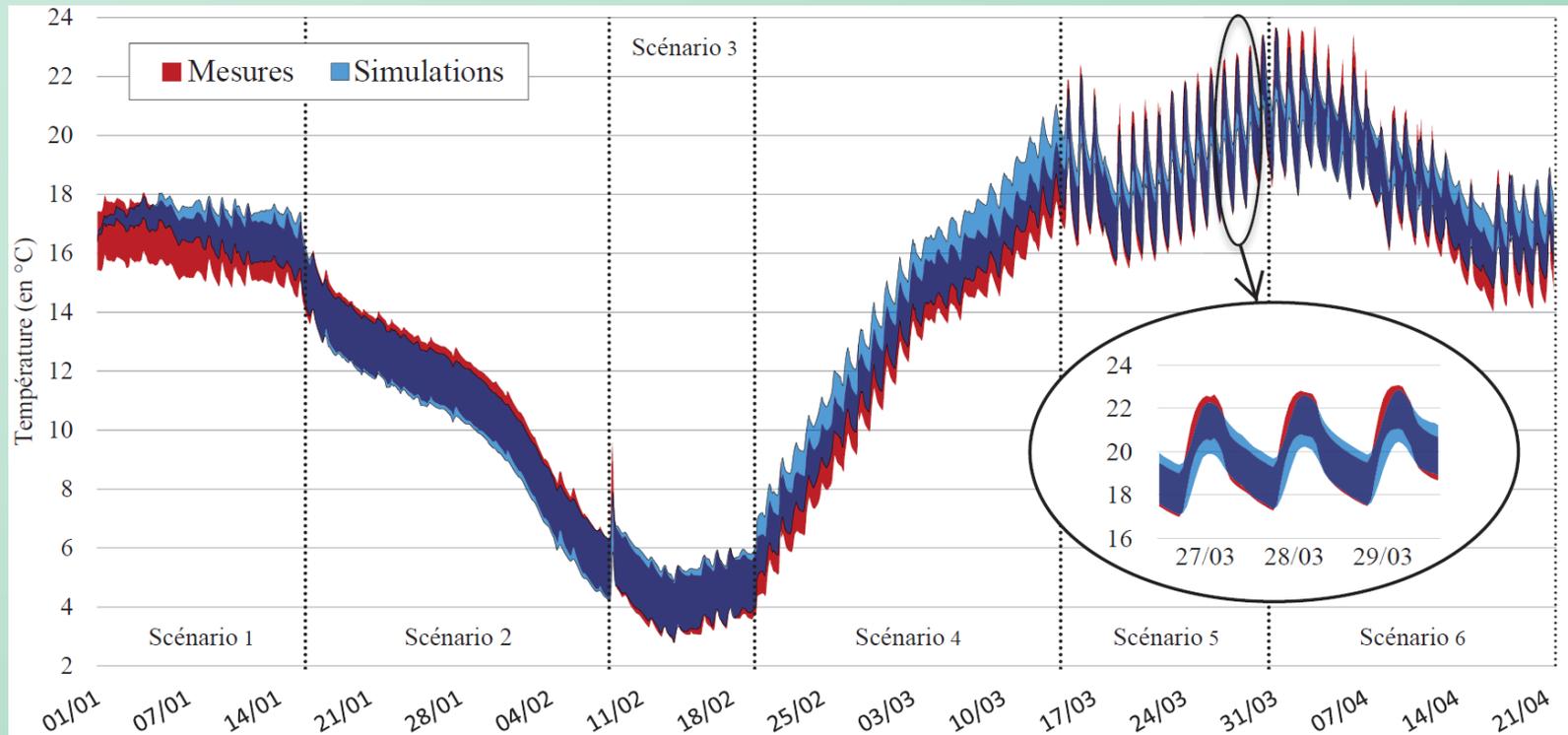
Scénario	1	2	3	4	5	6
Consigne	20°C	Off	Off	24°C	Off	Off
Régime VMC	BP	Off	Off	BP	BP	BP
Débit VMC	110 m ³ /h	0	0	110 m ³ /h	110 m ³ /h	160 m ³ /h
Volets	Fermés	Fermés	Fermés	Fermés	Ouverts	Ouverts
Séparation RDC/R+1	Avec	Avec	Sans	Avec	Sans	Sans

01/01 16/01 09/02 20/02 15/03 31/03 22/04

- ▶ 150 paramètres incertains, 11 retenus (Morris) et caractérisés par une fonction de probabilité
- ▶ Propagation d'incertitude : 91 000 simulations

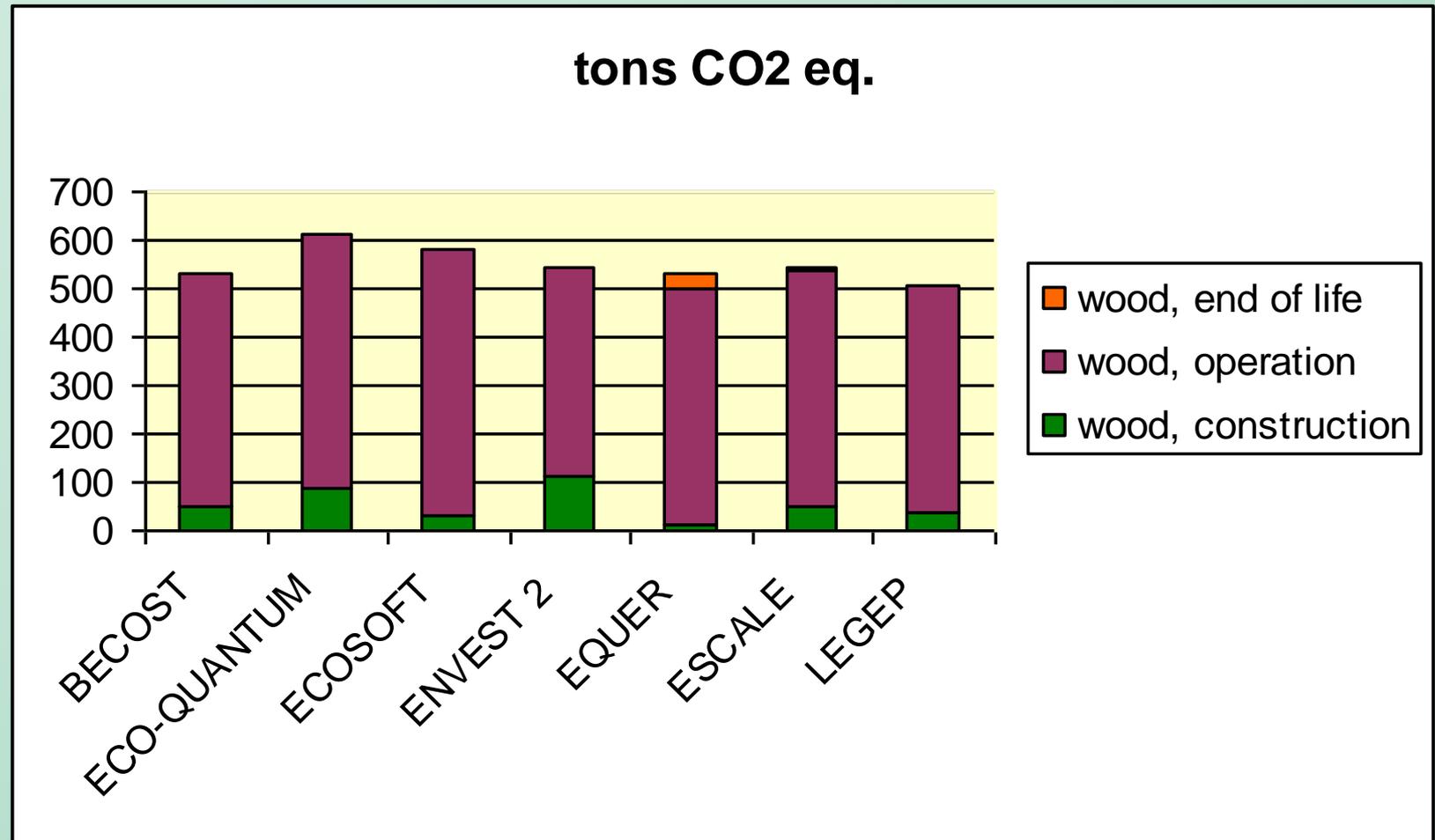
► Distribution des températures simulées

- Bande d'incertitudes à 95% ($\pm 2\sigma$) tracée



► Niveau équivalent à EnergyPlus

Comparaison d'outils ACV européens, PRESCO



Écart \pm 10% sur le cycle de vie

Cf. <http://www.etn-presco.net/>

ACV, intégration des bâtiments

Intégration des différents types de bâtiments dans l'ACV (NovaEquer)

novaEQUER

Fichier Affichage Outils Aide

Bibliothèques Bâtiment Résultats Quartier

Options de test journal INFO effacer voir

Site Bâtiments Espace public Evaluation

Liste des bâtiments

Ajouter au site

Afficher l'impact des éléments au survol

Type	Nombre	Occupants	Surface construite m²	Surface de terrain...	Usage précédent
Logements collectifs // Base	30	1500	1429.90	1429.90	Bâtiments
Bureaux // Base	10	2000	41114.69	41114.69	Bâtiments
Ecole // Base	1	100	5806.67	5806.67	Bâtiments
Total	41	65100	4598...	4598...	

Logements collectifs // Base

Type de bâtiment

Terrain utilisé (m²) 1429.90 Surface construite (m²) 1429.90

Occupants 1500 Période évaluée (années) 80

Utilisation précédente du terrain : Bâtiments

Nombre de bâtiments : 30

Impacts

Logements collectifs // Base

Ensemble

Impact	Construction	Utilisation	Rénovation	Démolition	Total
Effet de serre (100 ans) (t CO2 eq.)	576.34	13 789.74	31.50	36.55	14 434.13
Acidification (kg SO2 eq.)	1 579.82	12 208.48	243.52	263.77	14 295.58
Demande cumulative d'énergie (GJ)	5 425.02	241 395.24	785.22	915.70	248 521.17
Eau utilisée (m³)	6 319.82	8 916.50	306.66	681.73	16 224.72
Déchets produits (t)	283.66	482.52	172.89	3 728.43	4 667.50
Epuisement ressources abiotiques (...)	2 169.68	114 016.23	232.52	394.68	116 813.11
Eutrophisation (kg PO4 eq.)	223.91	1 042.19	38.29	44.30	1 348.69
Production d'ozone photochimique ...	72.56	1 486.02	10.10	7.70	1 576.38
Domage à la biodiversité (PDF.m²....)	4 548.02	30 736.32	786.37	613.68	36 684.40
Déchets radioactifs (dm³)	2.86	37.34	0.23	0.15	40.58
Domage à la santé (DALY)	0.37	4.27	0.04	0.05	4.73
Odeur (Mm³ air)	5 178.60	365 435.06	400.63	1 304.39	372 318.68

Intégration des espaces publics

Intégration des différents espaces publics (rues, espaces verts...)

The screenshot shows the novaEQUER software interface. The main workspace displays a table titled "Liste des espaces publics" with the following data:

Type	Surface m ²	Espace vert m ²	Plan d'eau m ²	Usage précédent
Rue	5000	1000	0	Bâtiments
Total	5000	1000	0	

The right-hand panel shows the configuration for the selected "Rue" type:

- Type: Rue
- Terrain: Surface (m²) = 5000, Imperméabilité (%) = 90
- Espace vert intégré (m²) = 1000, Plan d'eau intégré (m²) = 0
- Usage précédent: Bâtiments
- Opérations d'entretien: Nombre d'entretien espace vert et tonte de gazon / an = 0, Nombre de déneigements / an = 0
- Services publics utilisés: Niveau d'éclairage = Lumière standard, Type d'éclairage = Eclairage au sodium
- Charge d'éclairage (KWh/m²/an) = 4.80
- Eau potable utilisée (l/m²/an) = 9
- Déchets: Déchets collectés (kg/m²/an) = 25, Taux de déchets organiques compostés sur site (%) = 0
- Composition: Durée de vie (an) = 100, Age (an) = 0, Surplus (%) = 10

At the bottom of the interface, a summary table provides the following values:

Total	Valeur
Surface (m ²)	5000
Imperméabilité (%)	90
Déchets traités hors site (kg/an)	125000
Charge d'éclairage (KWh/an)	26160
Charge d'écoulement des eaux usées (l/an)	1820250
Consommation d'eau potable (l/an)	56250

Description des voiries

Open Space Composition

Composition de la couche

extérieur

Nom de la couche	Epaisseur (cm)	Densité (kg/m ³)
Couche de béton bitumineux	8	2350
Couche de mélange gravier/asphalte	14	2350
Couche de mélange gravier/béton	22	2200
Couche vide	0	0
Couche vide	0	0

Ajout périodique à la couche supérieure

Quantité supplémentaire ajoutée tous les ans Epaisseur de l'ajout à la couche supérieure cm

Caractéristiques

Nom

Catégorie

Etape

Procédé

Unité

Impacts

Indicateur	Unité	Valeur
Effet de serre (100 ans)	kg CO2 eq.	0.110340
Acidification	kg SO2 eq.	0.000212
Demande cumulée d'énergie	MJ	0.616367
Eau utilisée	l	1.561913

Intégration des réseaux

eau potable, eaux usées, chaleur, électricité

novaEQUER

Fichier Affichage Outils Aide

Bibliothèques Bâtiment Résultats Quartier

Options de test journal INFO effacer voir

Site Bâtiments Espace public Evaluation

Durée de l'analyse 80 ans

Mix de production de l'électricité de base
Pertes du réseau (%) 0

Nucléaire (%) 78 Hydro (%) 14 Charbon (%) 4 Gaz Naturel (%) 4 Pétrole (%) 0

Distances
Distance site de production/chantier (km) 100
Distance site/décharge de déchets inertes (km) 20
Distance site/incinérateur (km) 10

Eau de pluies
Précipitations (l/m²*an) 800
Ruissellement des plans d'eau (%) 50

Réseau d'eau potable
 Prendre en compte la construction
Longueur du réseau (m) 0 Efficacité du réseau (%) 80

Fonte / fonte ductile Polyéthylène
Constitution des conduites (%)
50 50
100 75
50 40
Durée de vie (ans)
Entretien après (années)

Réseau d'eau usées
 Prendre en compte la construction
Longueur du réseau (m) 0 Durée de vie (ans) 75
Pertes du réseau (%) 3 Entretien après (années) 40

Prendre en compte le réseau de chaleur urbain

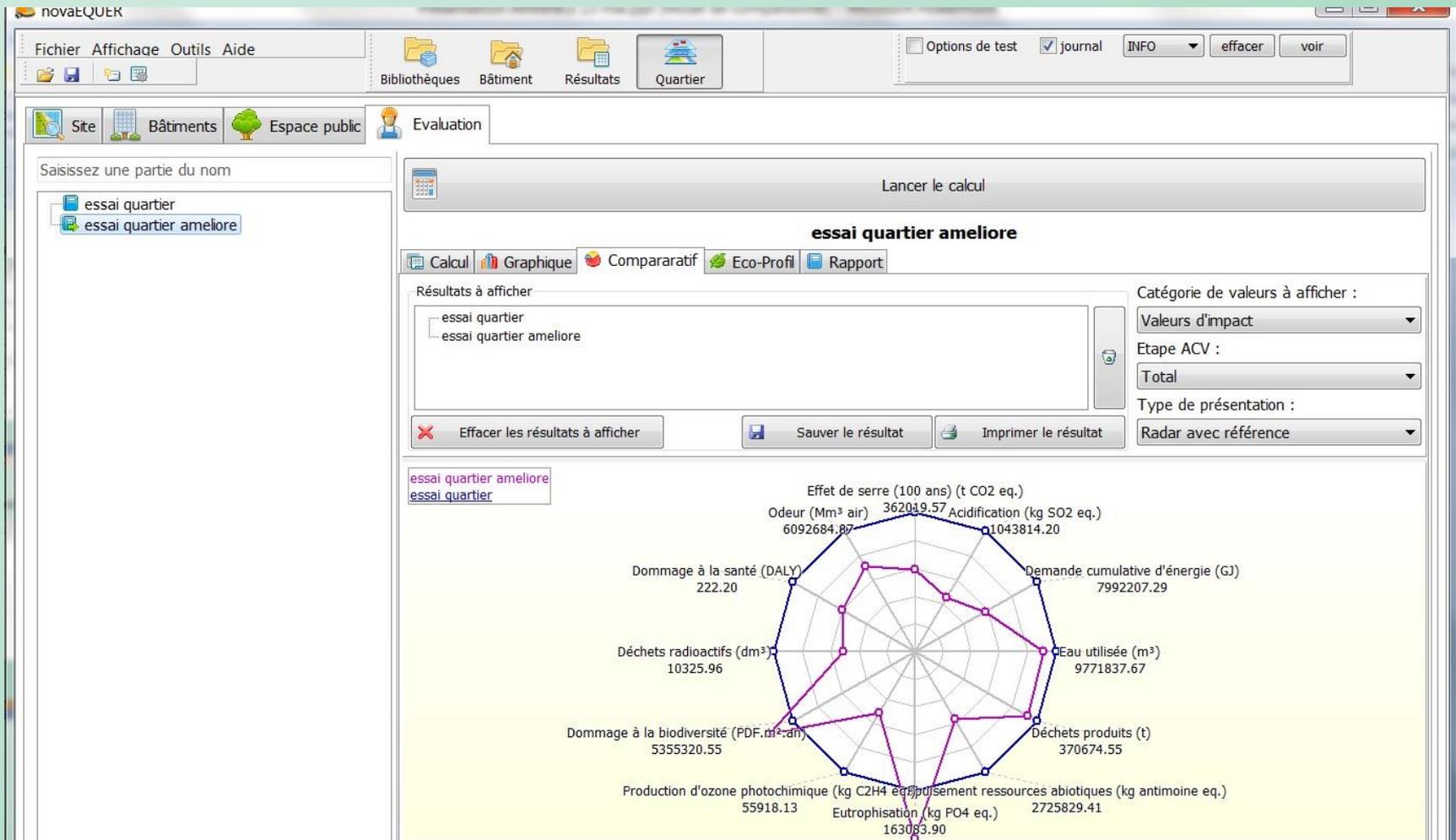
Réseau de chauffage urbain
Pertes réseau chauffage urbain 3 Longueur de réseau de chauffage urbain 1000 m

Production d'eau chaude sanitaire
Déchets 90 % Gaz 0 % Fioul 0 % Electricité 10 % Charbon 0 % Bois 0 % Géothermie 0 %

Production de chauffage
Déchets 50 % Gaz 15 % Fioul 15 % Electricité 0 % Charbon 10 % Bois 0 % Géothermie 0 %

ACV, comparaison de variantes

Exemple de résultat, comparaison de variantes

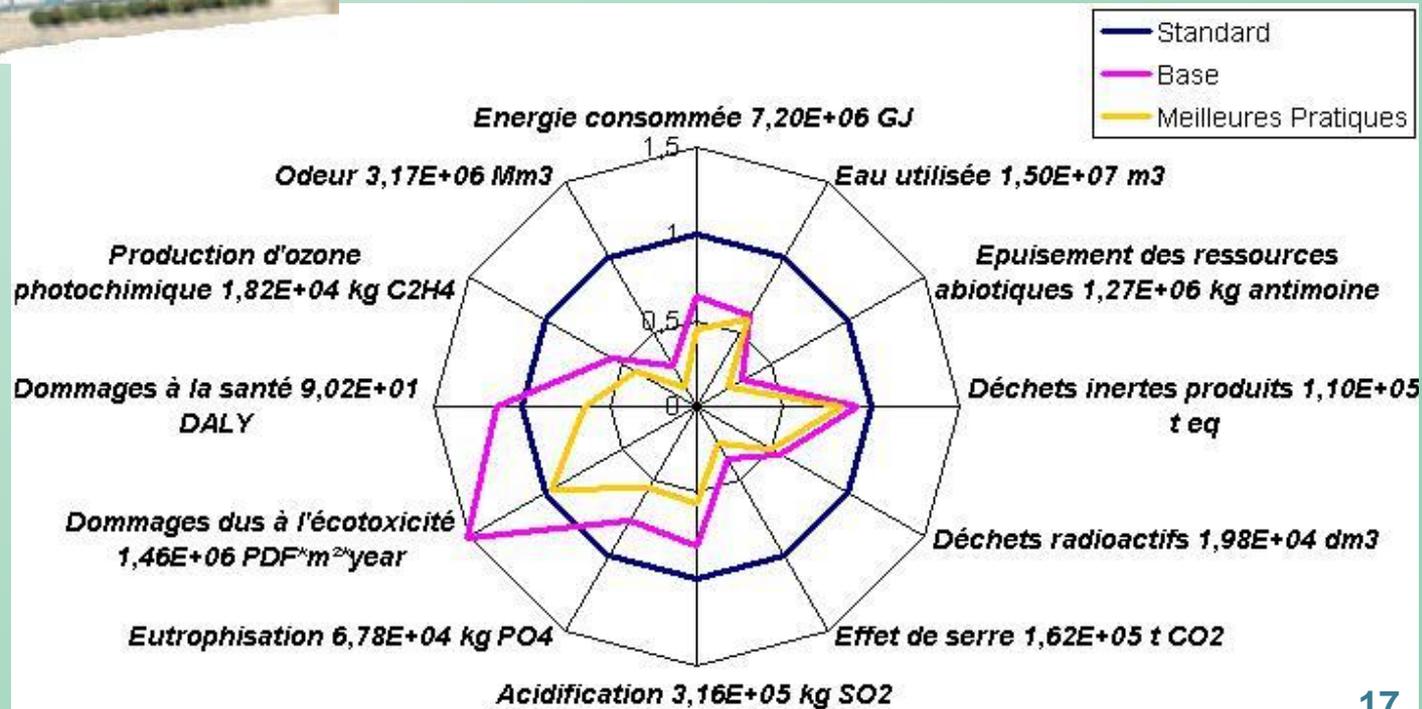


Exemples d'études, Lyon Confluence

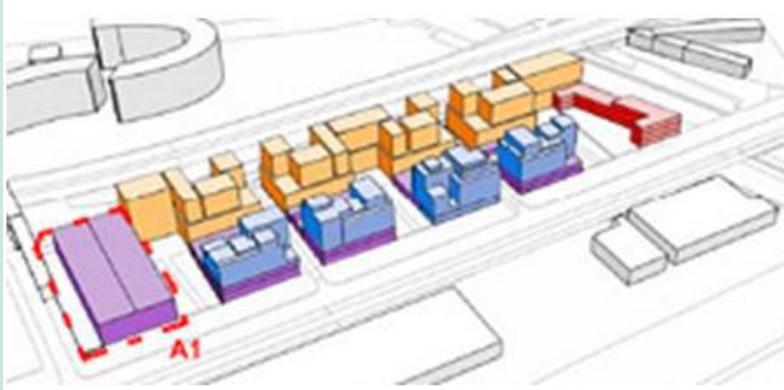


Îlots A, B et C, environ 60 000 m² de logements et 15 000 m² de bureaux, 70 000 m² d'espaces verts, rues, quais...

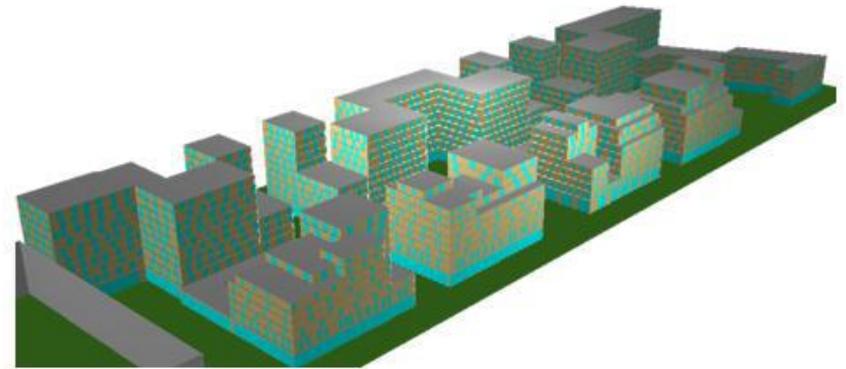
Evaluation du projet, comparaison à une référence RT et aux meilleures pratiques (passif)



Exemples d'études, Paris ZAC Claude Bernard

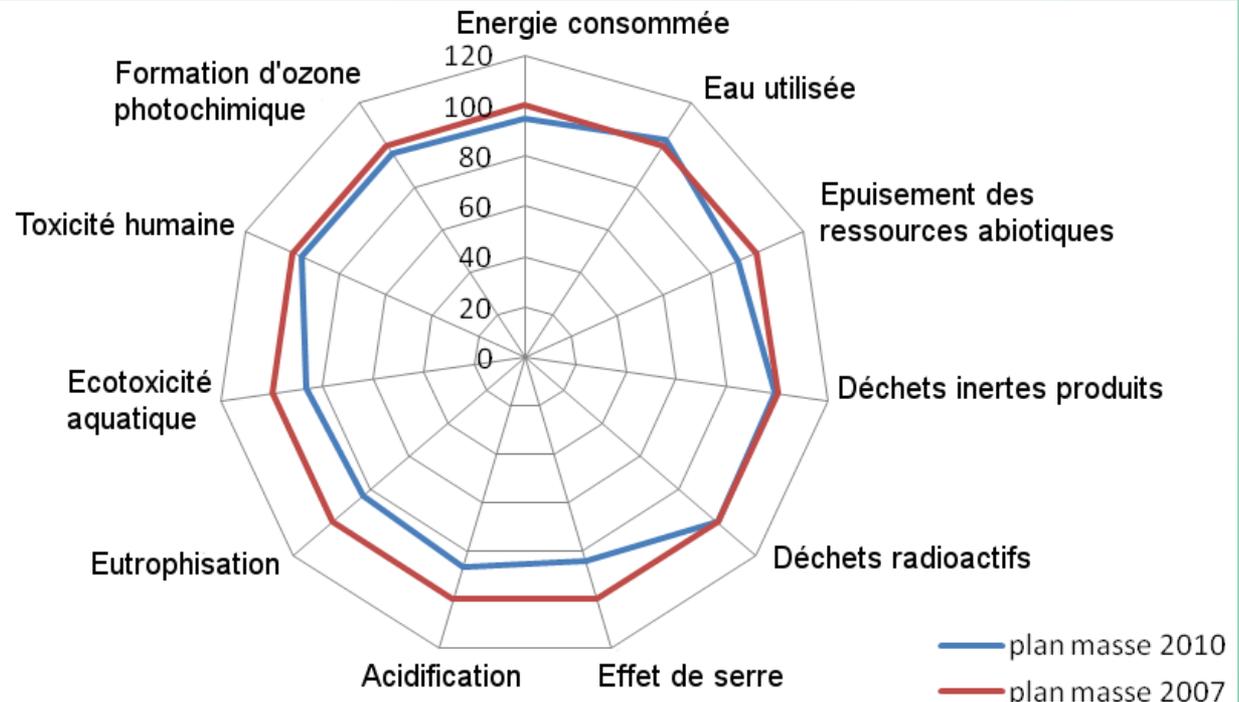


Volumétrie du projet en 2007 (Dussapin-Leclerq)



Vue 3D du plan de masse 2007 modélisé dans ALCYONE

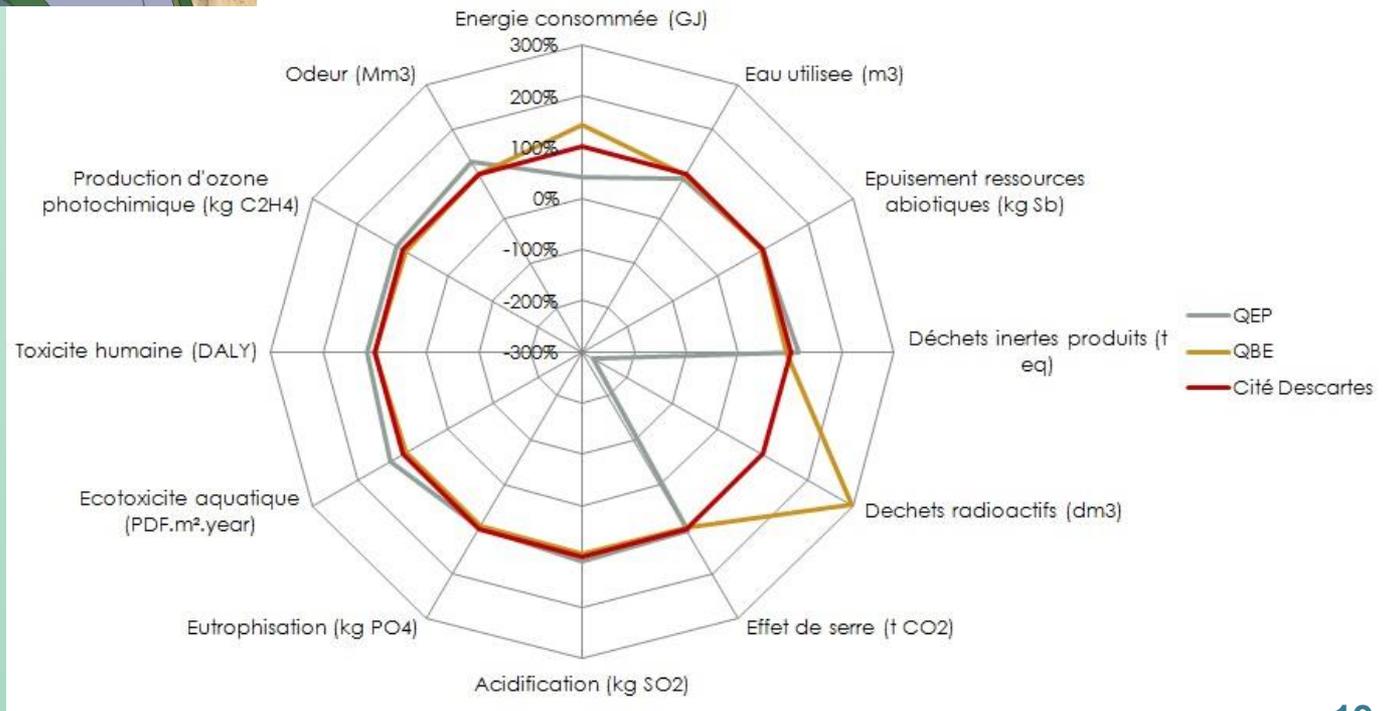
Comparaison de variantes du plan masse, EIVP



Exemples d'études, Cité Descartes



Evaluation d'un projet, comparaison aux meilleures pratiques (passif et énergie positive)



Conclusions et perspectives

- ▶ **Version en beta test d'un outil opérationnel**
- ▶ **Applications : Lyon Confluence, Paris, Cité Descartes**
- ▶ **ACV dynamique : variation temporelle, en particulier mix de production d'électricité (40 à 200 g CO₂/kWh)**
- ▶ **ACV conséquentielle (influence du secteur du bâtiment sur le système d'arrière-plan)**
- ▶ **Lien à développer avec simulation des transports et de l'usage des sols (chaire éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures, ITE Efficacity)**

Merci de votre attention

Versions démo disponibles sur www.izuba.fr