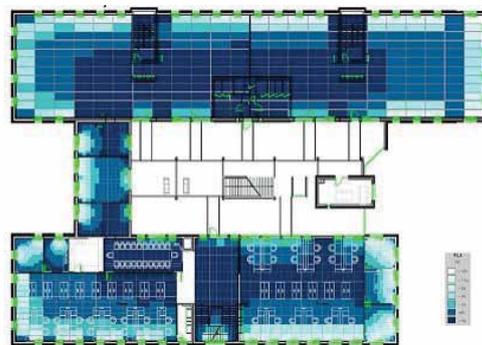


« Partager ce que l'on sait  
et apprendre du savoir des autres »



## DOSSIER

# Utilisation des outils de simulation dans le cadre d'une conception environnementale des bâtiments

- Thématiques étudiées
- Principaux outils de simulation
- Points de vigilance
- Logiciels de simulation thermique dynamique et de calcul thermique réglementaire : différences et ressemblances ?
- Limites et perspectives

Centre d'échanges et de ressources pour la qualité environnementale des bâtiments et des aménagements en Rhône-Alpes

Ce livret présente le dossier technique VAD dédié à l'utilisation des outils de simulation dans le cadre d'une conception environnementale des bâtiments, réalisé dans le cadre du groupe de travail « Outil » de Ville et Aménagement Durable (VAD). Il ne reflète donc que le point de vue des membres de ce groupe.

Les dossiers les plus sollicités par les adhérents VAD sont édités en livret

Ville et Aménagement Durable anime plusieurs groupes de travail regroupant ses membres sur les thèmes : outil, enveloppe, référentiel, réhabilitation, aménagement, évaluation, RT2012.

En première page : évaluation de l'éclairage naturel sur la Cité de l'Environnement à Saint Priest (Atelier Thierry Roche, Tribu)

## SOMMAIRE

1) INTRODUCTION	03
2) APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	03-04-05
3) POINTS DE VIGILANCE	06
3.1. Une aide à la conception	
3.2. Une approche comparative	
3.3. L'importance du choix des données d'entrée	
3.3. L'importance de la qualification du professionnel	
3.4. Le choix du logiciel approprié	
4) LOGICIELS DE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE ET DE CALCUL THERMIQUE RÉGLEMENTAIRE : QUELLES DIFFÉRENCES ET RESSEMBLANCES ?	07
5) CONCLUSION	07

## 1) INTRODUCTION

Lors de la réalisation de bâtiments à faibles consommations d'énergie et performants sur le plan de la qualité des ambiances et des impacts sur l'environnement, de nouveaux enjeux émergent : confort d'été, qualité d'air intérieur, consommation d'énergie pour la construction (énergie grise), pérennité des performances dans le temps, etc.

Le concepteur doit donc pouvoir optimiser les choix de conception dans le cadre des objectifs du projet et en tenant compte de l'ensemble des enjeux environnementaux.



Pour cela, il peut s'appuyer sur des logiciels de simulation.

S'ils sont des outils puissants, ces logiciels peuvent aussi perdre tout leur sens s'ils sont mal utilisés, utilisés au mauvais moment ou encore utilisés par des acteurs qui ne font pas partie intégrante de l'équipe de conception.

Par ailleurs, les études liées à l'utilisation de ces outils sont complexes et nécessitent une expertise et un temps de réalisation conséquent.

Il est donc important de préciser le cadre méthodologique d'utilisation de ces outils.

## 2) APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Le tableau présenté en pages 4 et 5 a pour objectif de :

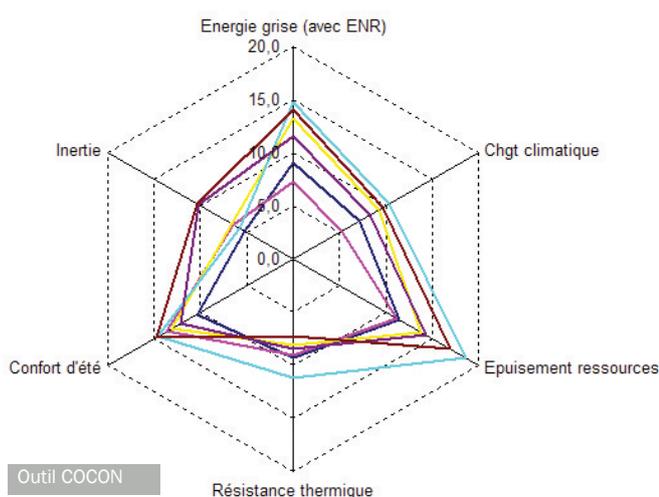
- donner un aperçu des principales thématiques étudiées par le bureau d'étude en charge de la qualité environnementale et nécessitant l'utilisation d'outils de simulation, à savoir :

- >> Consommations énergétiques et confort
- >> Énergies renouvelables
- >> Calcul réglementaire / label
- >> Matériaux,

- lister les principaux outils associés à ces thématiques,

- mettre l'accent sur les points de vigilance liés à l'utilisation de ces outils,

- identifier le moment propice à la réalisation des différentes études et le temps à y passer.



### GRUPE DE TRAVAIL « OUTIL » DE VAD

Mis en place en 2011, ce groupe a pour objectif d'apporter un éclairage méthodologique à l'utilisation des outils de simulation environnementale des bâtiments et de réaliser des études comparatives de logiciels (simulation thermique dynamique, éclairage naturel, etc.).

#### Participants

- Olivier Zanni (TRIBU)
- Fawaz Maamari (SOFT ENERGY)
- Ingrid Guillerminet/Amélie Mariller (KATENE)
- Lise Breyton (HOLIS CONCEPT)
- Miroslava Lavandier (ARCHITECTE)
- François Vallet (ENERVAL)
- Marie Boyer (ETAMINE)

#### Plus d'informations

Portail internet de VAD :  
[www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org)  
rubrique « groupe de travail Outil ».

*Le temps à passer sur chaque étude peut être très variable puisque fonction des caractéristiques du projet. Ainsi les valeurs présentées dans le tableau sont indicatives.*

*Par ailleurs, elles n'incluent pas le temps de récolte des données qui peut être conséquent.*

Thèmes	Sous-thèmes (indicateurs)	Enjeux	Exemples d'outils	Points de vigilance - Remarques
Consommations énergétiques et confort	<b>Consommations énergétiques</b> (consommation chauffage, ECS, ventilation,...)	Limiter les consommations énergétiques	Logiciels de STD : TRNSYS, Pleiade+Comfie, DesignBuilder, KoZiBu ou boîte à outils internes	Etre vigilant sur les données d'entrée et les interprétations des résultats
	<b>Confort d'été</b> (nombre d'heures d'inconfort)	Limiter les périodes d'inconfort en été	Logiciels de STD : TRNSYS, Pleiade+Comfie, DesignBuilder, ...	Etre vigilant sur les données d'entrée et les interprétations des résultats
	<b>Facteurs solaires</b> (FS)	Intégrer cette donnée dans la STD (influence sur le confort d'été, visuel, l'optimisation des consommations)	Parasol, Audiance	A calculer uniquement lorsque produit ou dispositif architectural particulier
	<b>Masques / ombres portées</b>	Vérifier la conception du plan masse (assurer un ensoleillement min sur les façades, limiter les nuisances sur le voisinage) et intégrer cette donnée dans la STD	Sketchup, Carnaval, Simcad	Etape incontournable en phase esquisse, dans une approche bioclimatique
	<b>Isolation du bâti</b> (Ubat)	Minimiser les besoins d'énergie pour le chauffage et le rafraîchissement	Logiciels : Climawin, Kalibat,... ou boîte à outils internes,	
	<b>Eclairage naturel</b> (Facteur de lumière de jour, autonomie d'éclairage naturel)	Assurer un confort visuel et limiter les besoins d'éclairage artificiel	Dial europe, Relux, Daysim, Dialux, Dial+	Simulations d'éclairage naturel pour dimensionnement des surfaces vitrées et couplage avec la STD pour prise en compte dans consommations / confort d'été
Energies renouvelables	<b>Photovoltaïque</b> (m <sup>2</sup> capteurs, productivité)	Déterminer l'optimum technico-économique de l'installation solaire	Calsol Pvgis Pvsyst	Confier l'étude à un BE spécialisé. Masque : selon la localisation du projet et du champ photovoltaïque l'influence des masques connus ou à venir peut être déterminante pour la productivité de l'installation. Les simulations doivent en tenir compte.
	<b>Solaire thermique</b> (m <sup>2</sup> capteurs, productivité)	Déterminer l'optimum technico-économique de l'installation solaire	Tecsol, Solo	Confier l'étude à un BE spécialisé Masque : Idem PV Pour la simulation, prendre en compte des scénarii de consommation les plus réalistes possibles de manière à éviter surdimensionnement et surchauffes estivales.
Calcul réglementaire / Label	<b>Conformité à la réglementation thermique en vigueur</b> (Cep, labels BBC,...)	Valider la conformité à la réglementation thermique et aux labels réglementaires	Climawin Perrenoud	Consommations obtenues par les logiciels de calcul thermique réglementaire ne s'adaptant pas à la réalité du projet
	<b>Calcul Passif</b> (Besoins chauffage, refroidissement,...)	Valider la conformité au label Passiv Haus	PHPP	Méthodes de calcul, surfaces de référence, usages pris en compte, coefficients de conversion d'énergie finale en énergie primaire, ...différents de ceux utilisés pour les calculs thermiques réglementaires français. Double calcul nécessaire.
	<b>Calcul Minergie</b> (consommation chauffage, ECS, ventil,...)	Valider la conformité au label Minergie	Lesosai	Méthodes de calcul, surfaces de référence, usages pris en compte, coefficients de conversion d'énergie finale en énergie primaire, ...différents de ceux utilisés pour les calculs thermiques réglementaires français. Double calcul nécessaire.
Matériaux*	<b>Matériaux</b> (énergie grise, changement climatique, épuisement des ressources,...)	Limiter l'impact environnemental des solutions constructives	Elodie, Inies, Kbob, Cocon, Equer	- Simulations à ne pas utiliser pour prédire le bilan global d'un bâtiment mais pour comparer différents choix de matériaux ayant des propriétés voisines. - Attention à la fiabilité des bases de données

ESQ <i>Comparaison "rapide" de variantes basées sur des scénarios de projets</i>	APS <i>Optimisation de la conception</i>	APD <i>Suite de l'optimisation de la conception</i>	PRO <i>Mise à jour de la conception</i>	Chantier
- précalcul avec des boîtes à outils internes ( <i>min. 0,5 j</i> ) ou par expérience sur d'autres projets similaires <b>L'utilisation de logiciels de STD à ce stade n'est généralement pas pertinente car la définition du projet n'est pas assez aboutie.</b>	- calcul par STD ( <i>mini 5-10 j selon complexité du projet, nombre de paramètres à optimiser, logiciel utilisé...</i> )	si nécessaire : - validation choix APS ( <i>2-3 j</i> )		
sans logiciel mais par : - choix bioclimatique - expérience sur d'autres projets similaires	calcul par logiciels de STD			
	calcul des facteurs solaires ( <i>1-2 j</i> ) et prise en compte dans la STD			
pré-détermination des ombres portées, des masques ( <i>min 0.5 j</i> )	détermination des masques et ombres portées et prise en compte dans la STD ( <i>temps inclus dans le temps de la STD</i> )			
précalcul avec des boîtes à outils internes ( <i>min 0.5 j</i> ) ou avec des logiciels	calcul avec des boîtes à outils internes ou avec des logiciels ( <i>2 j</i> )		Calcul définitif ( <i>temps inclus dans temps calcul réglementaire</i> )	Complément des résultats de calcul par des mesures d'étanchéité à l'air et des contrôles par thermographie IR
précalcul sur quelques locaux représentatifs ( <i>min. 0.5 j</i> )	calcul plus approfondi sur quelques locaux représentatifs ( <i>env. 1 à 2 j</i> ) et impact sur la performance du bâti et la consommation énergétique	mise à jour des calculs pour prendre en compte des variantes permettant l'amélioration du FLJ ou selon décisions sur les solutions de gestion, de protection solaire, les couleurs des parois, ... ( <i>2-5 j</i> )		
pré-dimensionnement ( <i>min. 0,5 j</i> )	prédimensionnement et dimensionnement par BE spécialisé	dimensionnement par BE spécialisé	mise à jour du dimensionnement par BE spécialisé	
pré-dimensionnement ( <i>min. 0,5 j</i> )	prédimensionnement et dimensionnement par BE spécialisé	dimensionnement par BE spécialisé	mise à jour du dimensionnement par BE spécialisé	
- sur la base de ratios internes (tableau Excel interne) - pré-calcul avec logiciels si obligatoire ( <i>2-3 j</i> )	précalcul sur l'ensemble du projet ( <i>2-3 j</i> )		calcul sur l'ensemble du projet pour valider l'obtention du niveau de performance recherché ( <i>3-5 j</i> )	mise à jour des calculs si label visé en fonction des produits mis en œuvre effectivement ( <i>2 j</i> )
pré-calcul ( <i>min 2-3 j</i> )	précalcul sur l'ensemble du projet ( <i>2-3 j</i> )		calcul sur l'ensemble du projet pour valider l'obtention du niveau de performance recherché ( <i>3-5 j</i> )	mise à jour des calculs si label visé en fonction des produits mis en œuvre effectivement ( <i>2 j</i> )
pré-calcul ( <i>min 2-3 j</i> )	précalcul sur l'ensemble du projet ( <i>2-3 j</i> )		calcul sur l'ensemble du projet pour valider l'obtention du niveau de performance recherché ( <i>3-5 j</i> )	mise à jour des calculs si label visé en fonction des produits mis en œuvre effectivement ( <i>2 j</i> )
pré-bilan énergie grise / carbone pour optimisation conception - fait uniquement sur les façades ou la structure du bâtiment ( <i>1 à 2 j</i> )	mise à jour des données selon les choix retenus ( <i>1-2 j</i> )		calcul éventuel énergie grise / bilan carbone ( <i>3-5 j</i> )	récupération des FDES des matériaux

\* Dans ce document, le thème matériaux est abordé essentiellement selon le volet énergie grise / bilan carbone. Le choix des matériaux doit néanmoins se faire selon une approche multi-critères : santé, entretien, durabilité, etc. La hiérarchisation de ces critères est à réaliser avec le maître d'ouvrage.

## 3) POINTS DE VIGILANCE

### 3.1. UNE AIDE À LA CONCEPTION

Ces outils sont une aide à la conception qui doit permettre de faciliter et d'enrichir le dialogue au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre mais également entre la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. La réussite d'un projet de qualité environnementale est avant tout liée à l'expertise des différents acteurs du projet, de la phase programmation à la phase exploitation, dans une approche pluridisciplinaire et multicritères.

### 3.2. UNE APPROCHE COMPARATIVE

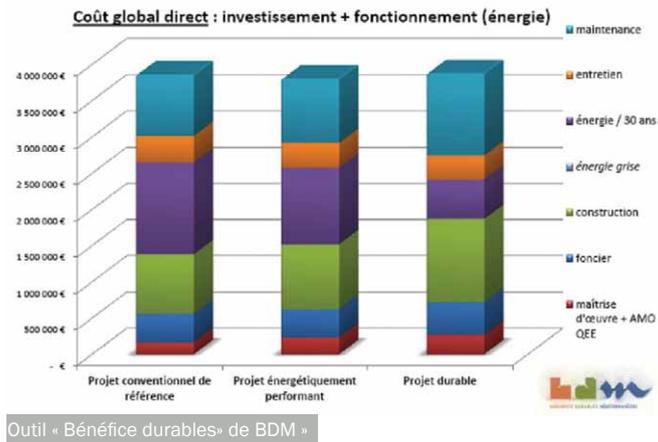
Il faut rester prudent dans l'interprétation que l'on fait des résultats de simulations. La plupart du temps, ils permettent surtout de réaliser des études paramétriques sur un projet pour évaluer les gains obtenus par une solution comparativement à une autre.

Dans le cadre de la simulation thermique dynamique (STD) :

Si les performances intrinsèques d'un projet de bâtiment sont la base indispensable de ses performances réelles, celles-ci sont intimement liées à la qualité de la mise en œuvre des matériaux, de la mise en service des installations et de leur exploitation, au comportement des occupants, à l'occupation effective des locaux, aux conditions météorologiques réelles, etc.

En phase de conception, les résultats de simulation thermique dynamique ne doivent donc jamais être considérés comme la valeur exacte prévisionnelle des consommations futures, puisque dépendant de beaucoup de paramètres non maîtrisables.

Par contre, une fois le bâtiment en fonctionnement, les simulations peuvent être calées sur les conditions réelles de fonctionnement et donc faire ressortir et faire comprendre les possibles divergences entre calculs théoriques et exploitation réelle.



### 3.3. L'IMPORTANCE DE LA QUALIFICATION DU PROFESSIONNEL

Les outils de simulation peuvent présenter une utilisation complexe et nécessitent une exploitation poussée des données et une analyse pertinente des résultats. La qualification du bureau d'études réalisant l'étude, son expérience et sa rigueur ont toute leur importance.

### 3.4. L'IMPORTANCE DU CHOIX DES DONNÉES D'ENTRÉE

Une des conditions nécessaires à la validité d'un calcul effectué par un outil de simulation est la pertinence du choix des données d'entrée, celles-ci devant être au plus proche de la réalité.

Dans le cadre de la simulation thermique dynamique :

Les données d'entrée sont les suivantes : données météorologiques, types d'usages et nature des activités,

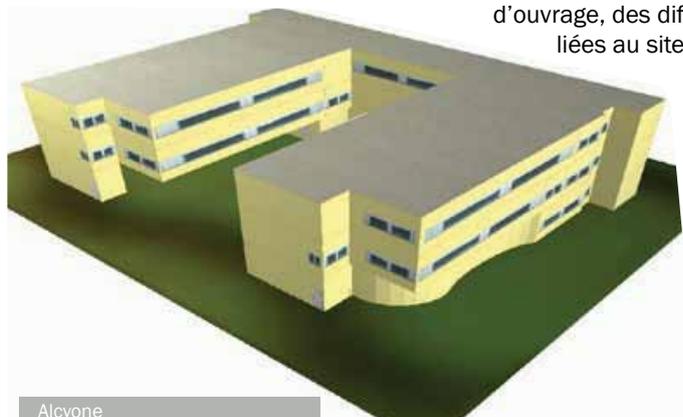
tés, apports internes, scénario d'occupation, etc.

Dans ce sens, l'évaluation des bâtiments en fonctionnement (suivi des consommations, retour des usagers,...) permet de valider les données utilisées et d'enrichir les modèles à partir des retours d'expériences.

Dans les projets de réhabilitation, il s'agit également de disposer d'une description détaillée de l'existant et de ses modes de fonctionnement. D'une manière générale, la détermination de ces données d'entrée peut nécessiter un travail conjoint entre le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage.

### 3.5. LE CHOIX DU LOGICIEL APPROPRIÉ

Les outils sont multiples et, en général, un seul ne suffit pas à traiter l'ensemble des enjeux environnementaux d'un projet. La maîtrise d'œuvre doit pouvoir choisir les outils d'aide à la conception en fonction du type de projet, du programme de l'opération, des exigences environnementales du maître d'ouvrage, des différentes contraintes liées au site et au projet.

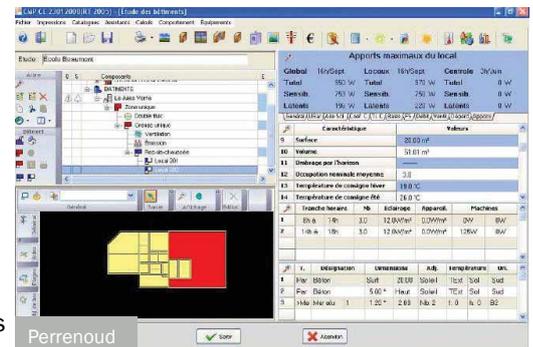


## 4) LOGICIELS DE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE ET DE CALCUL RÉGLEMENTAIRE : QUELLES DIFFÉRENCES ET RESSEMBLANCES ?

### 4.1. LES LOGICIELS DE CALCUL THERMIQUE RÉGLEMENTAIRE

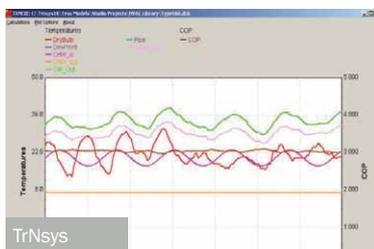
Ils ont pour but de permettre la vérification de la conformité d'un projet de bâtiment à la réglementation thermique et énergétique en vigueur ou d'un niveau de performance énergétique supérieur au minimum réglementaire. Ils sont basés sur des méthodes de calcul conventionnelles et sur des hypothèses de climat, d'occupation, d'apports internes, de consommation d'eau chaude sanitaire, de performances d'équipe-

ments,... également conventionnelles. Ainsi, les valeurs de consommation calculées avec ces logiciels ne peuvent donc en aucun cas servir de base à une estimation des consommations réelles. Les maîtres d'ouvrage ne peuvent donc pas communiquer auprès des futurs occupants sur une future consommation sur la base de ces calculs.



Exemples de logiciel : Climawin, Perrenoud

### 4.2. LES LOGICIELS DE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE



Ils permettent de simuler le fonctionnement thermique et énergétique d'un modèle de bâtiment, à différentes étapes de la conception du projet et en s'affranchissant des hypothèses conventionnelles. Ils permettent donc d'aider

à la conception de projets de bâtiments dont l'équipement et le fonctionnement réels peuvent être très éloignés des hypothèses conventionnelles utilisées pour le calcul réglementaire.

Exemples de logiciel : TRNSYS, Pleiades+Comfie, DesignBuilder

**EN AUCUN CAS, LA RÉALISATION D'UN CALCUL RÉGLEMENTAIRE NE PEUT REMPLACER UN CALCUL RÉALISÉ AVEC UN LOGICIEL DE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE.**

## 5) CONCLUSION

Il est important de donner tout son sens à l'utilisation des différents outils de simulation environnementale des bâtiments par une bonne coopération entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.

La maîtrise d'ouvrage doit pouvoir :

- préciser les objectifs détaillés des différents types d'études demandés,
- fournir systématiquement les données d'entrées à utiliser (ou à définir conjointement avec le maître d'œuvre)
- indiquer les phases du projet où un rendu des études de simulation et une validation des choix qui en découlent sont nécessaires.

La maîtrise d'œuvre doit rester maître du choix des outils de simulation les plus adaptés au projet et aux exigences de qualité environnementale définies par la maîtrise d'ouvrage.

### POUR ALLER PLUS LOIN

• La liste des outils/logiciels « bâtiment » de diagnostic, conception, dimensionnement diffusée dans le cadre de la revue de presse de Bourgogne Bâtiment Durable.  
Pour recevoir cette newsletter, contacter Sébastien FLON :  
[s.flon@alterre-bourgogne.org](mailto:s.flon@alterre-bourgogne.org)

• L'étude « Recensement et analyse des outils utilisés dans le cadre d'une démarche HQE et développement d'une méthodologie d'aide à la décision », Soft Energy, ADEME, 2007  
Téléchargement sur :  
<http://www.reseaubeeep.fr>

• La fiche « Quels outils pour la conception ? l'exemple de la Cité de l'environnement », ADEME (en partenariat avec le COSTIC), 2011.  
Téléchargement sur :  
<http://rhone-alpes.ademe.fr>



*« Partager ce que l'on sait  
et apprendre du savoir des autres »*

**VILLE ET AMÉNAGEMENT DURABLE**

19 rue Victorien Sardou – 69007 Lyon

Tel : 04 72 70 85 59

associationvad@orange.fr

[www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org)

Centre d'échanges et de ressources pour la qualité environnementale des bâtiments et des aménagements en Rhône-Alpes

Avec les partenaires de nos actions

**Rhône-Alpes** Région

