

RENOIR

ADEME



Energétique | 13
Economique

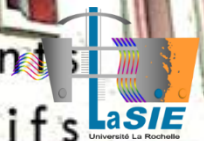
Optimisation

La Rochelle



Réhabilitation

Logements
collectifs



OPTIMISATION MULTICRITÈRE COÛT GLOBAL – PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

20 juin 2017 – Université de la Rochelle

Boris@PlaceDesArtisans.fr

Zaid.Romani@univ-lr.fr

Emmanuel.Bozonnet@univ-lr.fr

Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement (LASIE), France

DÉJÀ DANS LES LOGICIELS STD DU MARCHÉ...



- ✓ Outils d'optimisation générique pour les logiciels STD
GenOpt fait l'interface avec

☐ EnergyPlus

☐ TRNSYS

☐ IDA-ICE

☐ D'autres à programmer...



- ✓ AMAPOLA pour **Pleiade-COMFIE** & RT 2012 (sensibilité et optimisation)

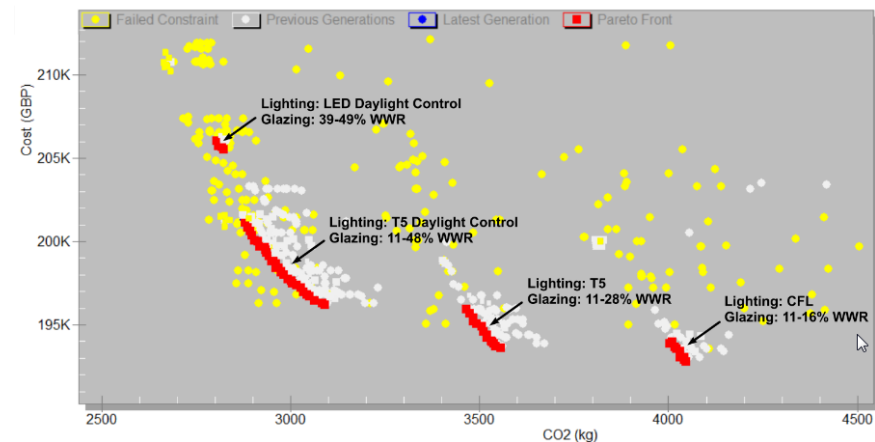
- ✓ **DesignBuilder**

Calculs : EnergyPlus RT2012, CFD, ...

☐ Module optimisation bicritères



Optimisation Analysis - Minimise Operational Carbon Emissions and Construction Cost



<http://www.izuba.fr/logiciel/amapola>

<https://simulationresearch.lbl.gov/GO/>

<http://www.batisim.net/index.php/designbuilder/modules/optimisation.html>

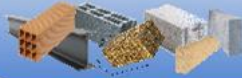
PROBLÈME DE LA RÉHABILITATION VS. PRATIQUES USUELLES

Design Parameters

Geometry



Building structure



Insulation types and thicknesses



Window types



Heating system



Ventilation systems



Control strategies
Dimensions
Glazing area
Shadings

... and many more !

Project characteristics

Occupants

Climate

Constraints (ground type,
local environment)

Design evaluation criteria



Cost

Energy performance



CO2

Life cycle analysis



Environmental impacts

Air quality

Comfort

Architectural aspect



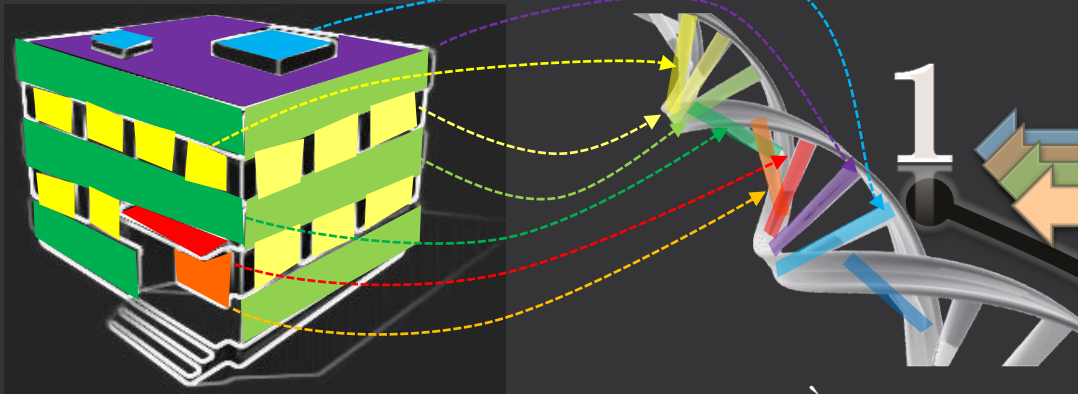
EN PRATIQUE...

- ❖ Limité à quelques combinaisons
- ❖ Retours d'expertises sur les opérations passées
- ❖ Temps de calcul et de saisie

Exemple testé :
2 typologies (bois ou béton), isolants
variables, baies vitrées, ... (BDD
constructeurs)
83,2 millions possibilités

**PEU DE CHOIX OPTIMUMS
PAR RAPPORT À L'ENSEMBLE DES POSSIBLES**

Bases De Données fabricants



Encodage PARAMÈTRES (génome)

2



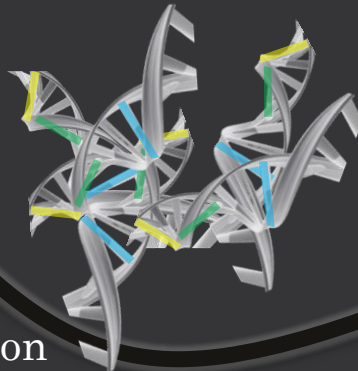
Définir besoins (OBJECTIFS)
outils de calcul

Sélection des solutions
(dites non dominées)
coût & conso énergie minimum

Manipulations
génétiques

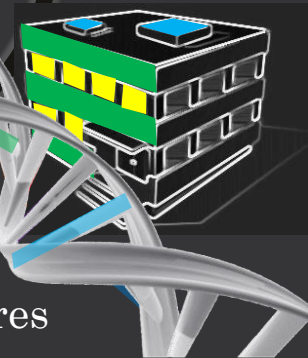
4

Algorithme
d'optimisation
génétique



3

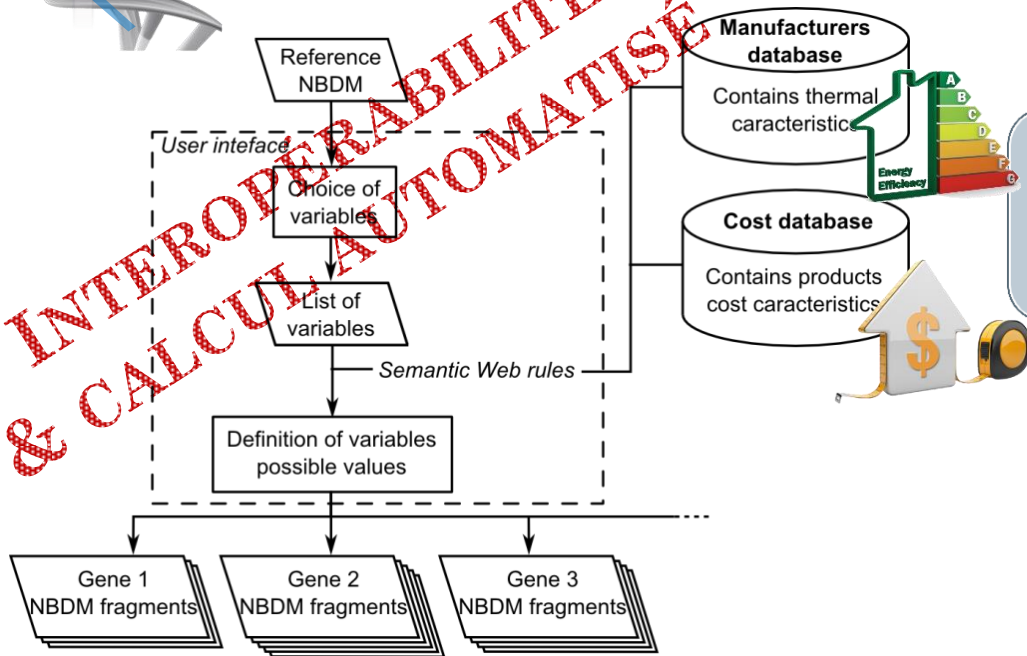
Paramètres
pertinents



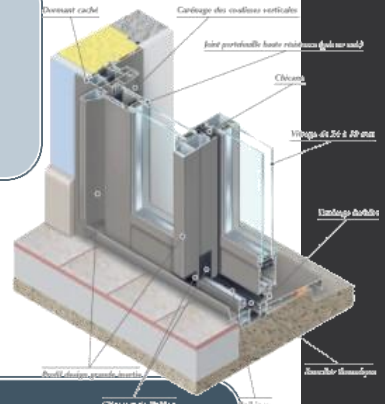


CODAGE GÉNÉTIQUE – INTEROPÉRABILITÉ LOGICIELLE

INTEROPÉRABILITÉ & CALCUL AUTOMATISÉ



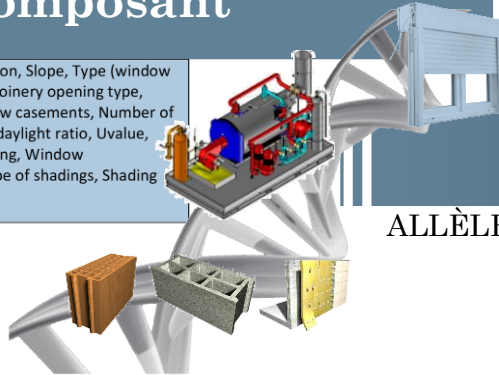
1. BDD
Configurateur & Perspectives métier



3. Paramètres pour une fenêtre
Calcul RTex

2. Paramètres de conception
gène composant

Window inputs in Nbdm	Surface, Orientation, Slope, Type (window or bay window), Joinery opening type, Number of window casements, Number of glazing, Window daylight ratio, Uvalue, Window positioning, Window management, Type of shadings, Shading management
------------------------------	---



ALLÈLES

Window inputs in BEM_R	Surface, Orientation, Slope, U-value vertical with shutters, U-value vertical without shutters, Uvalue horizontal with shutters, Uvalue horizontal without shutters, Noise exposure, Type of local, Direct solar gain value without shutters, Longwave solar gain value without shutters, Additional solar gain values without shutters, Direct solar gain value with shutters, Long wave solar gain value with shutters, Additional solar gain values with shutters, Direct light transmittance without shutters, Diffuse light transmittance without shutters, Direct light transmittance with shutters, Diffuse light transmittance with shutters, Window management in winter, Window management in summer, Window management in spring and autumn, Window opening parameters in winter, Window opening parameters in autumn and spring, Window opening parameters in summer.
---	---



CODAGE GÉNÉTIQUE – INTEROPÉRABILITÉ LOGICIELLE

Maquette numérique (BIM) + bases de données

- ❑ **Automatiser** la saisie → gain de temps et pas d'erreur de saisie
- ❑ **Résultats sur plusieurs perspectives simultanées** → cosimulation
Coût et énergie p. ex.

En pratique

- ❑ Possibilité de faire des variantes rapidement (tests & erreurs)



DÉFINIR LES OBJECTIFS

Indicateurs d'impacts environnementaux						Unité	Symbole			
Épuisement des ressources						kg Sb eq./m ²	<i>RD</i>			
Pollution de l'eau						m ³ /m ²	<i>WP</i>			
Énergie procédé						kWh/m ²	<i>EmE</i>			
Consommation d'eau totale						L/m ²	<i>TWC</i>			
Changement climatique						Kg CO ₂ eq./m ²	<i>GWP</i>			
Pollution de l'air						m ³ /m ²	<i>AP</i>			
Besoins de chauffage	Coût	RD	GWP	AP	WP	EmE	TWC	LCC	PBP	
24	283	0.39	54	6 745	35	3 825	702	522	20	

Ne pas confondre

Please Notice This



- ☐ Contraintes (ex. réglementaire)
- ☐ Objectifs ou critère d'optimisation

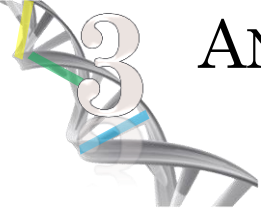
Exemple monocritère

- ☐ Minimiser le coût
- ☐ Respecter la RT
- Dans ce cas une seule solution



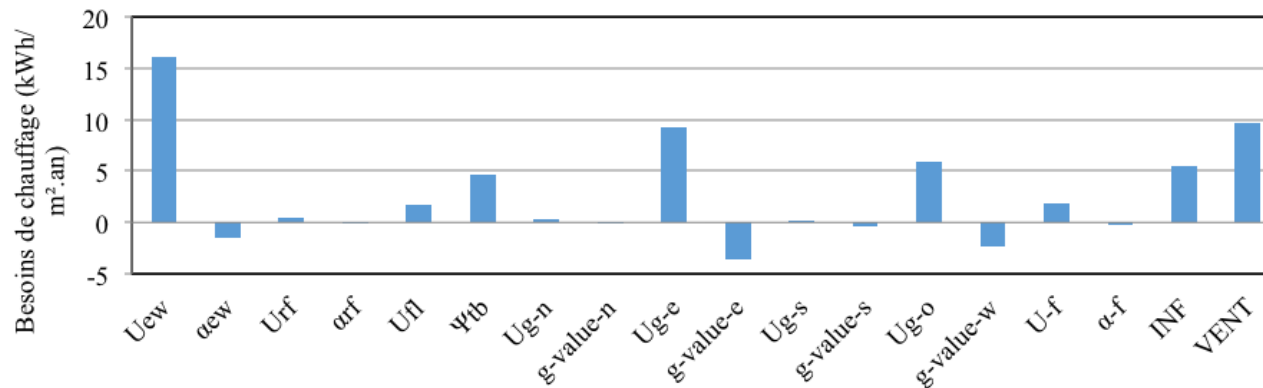
En réalité de nombreux autres paramètres

- **Trouver l'ensemble des solutions en respectant les contraintes**



ANALYSE DE SENSIBILITÉ PARAMÈTRES PERTINENTS

- ❑ Analyse par un plan d'expérience de la sensibilité des paramètres
- ❑ 200 simulations thermiques dynamiques



- ❑ Problème : associer des variables pour des solutions techniquement cohérentes
 - SOIT Packages de solutions ou règles de cohérences
 - Codage a priori
 - SOIT contraintes d'optimisation
 - Vérification après calcul (plus long)
 - SOIT règles expertes a postérieur
 - Risque d'éliminer les solutions optimales (problème de convergence)





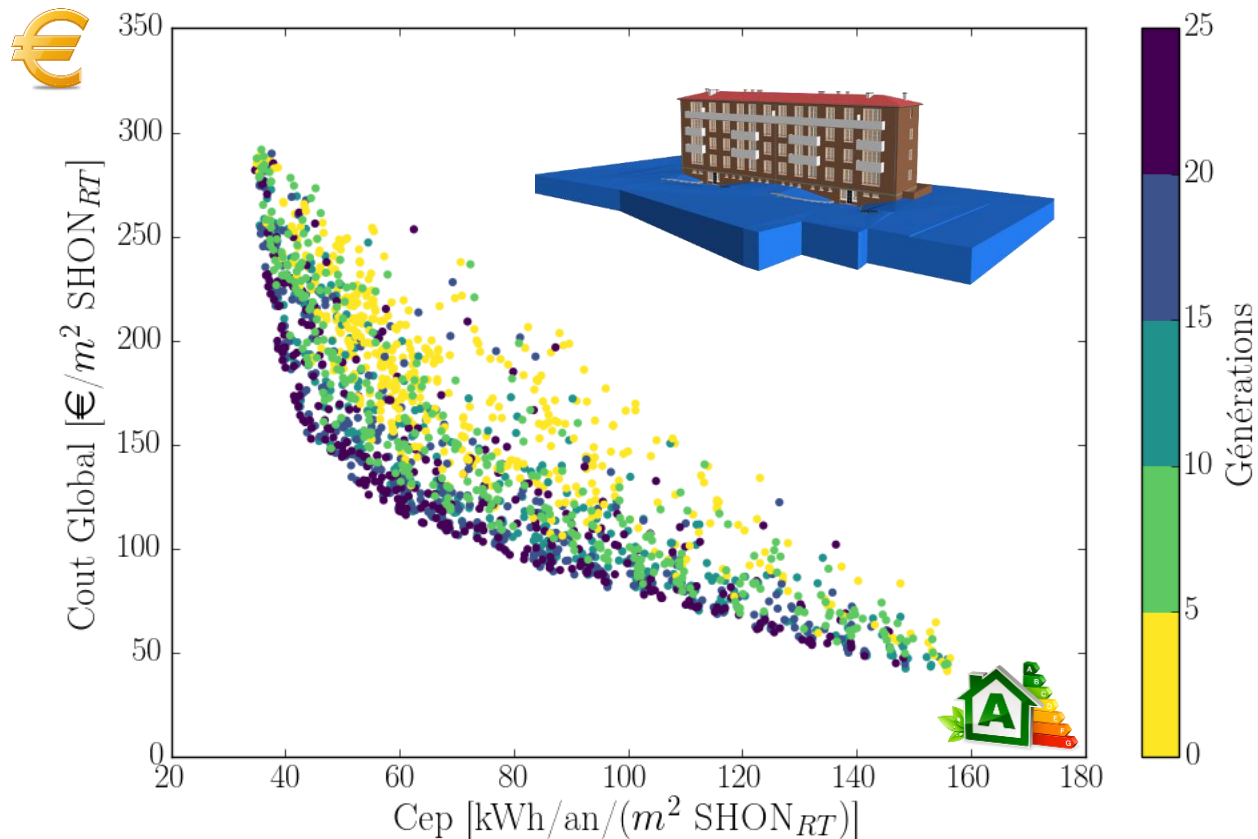
OPTIMISATION PAR ALGORITHMES GÉNÉTIQUES

❑ **OBJECTIF** : trouver l'ensemble des solutions non dominées

➤ P. ex. meilleures solutions coût / énergie

❑ Méthode évolutionnaire de sélection génétique

➤ Convergence rapide en qq générations





OPTIMISATION PAR ALGORITHMES GÉNÉTIQUES

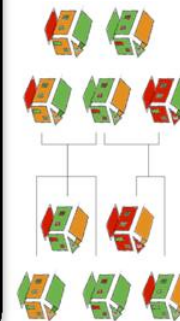
Première génération

- Population initiale aléatoire
p. ex. 96 solutions de réhabilitations
- Évaluations Coût + énergie (RT)
automatisées pour traiter 96 solutions
- Sélection des solutions non dominées
Méthode NSGA2

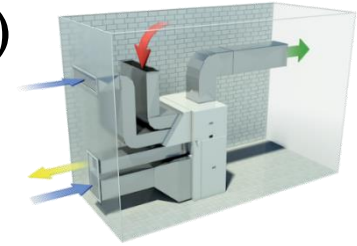


Itérations sur N générations (N fixé)

- Sélection par **tournoi**
Diversification des solutions et sélect.
- **Croisement** génétique des solutions
Aléatoirement, p. ex. 80%
- **Mutations** génétiques aléatoires
Diversification, p. ex. 20%
- **Sélection** des solutions non dominées
Méthode NSGA2



MAX(POTENTIEL ÉNERGIE ENVIRONNEMENT) & MIN(CONSO ÉLECTRIQUE)

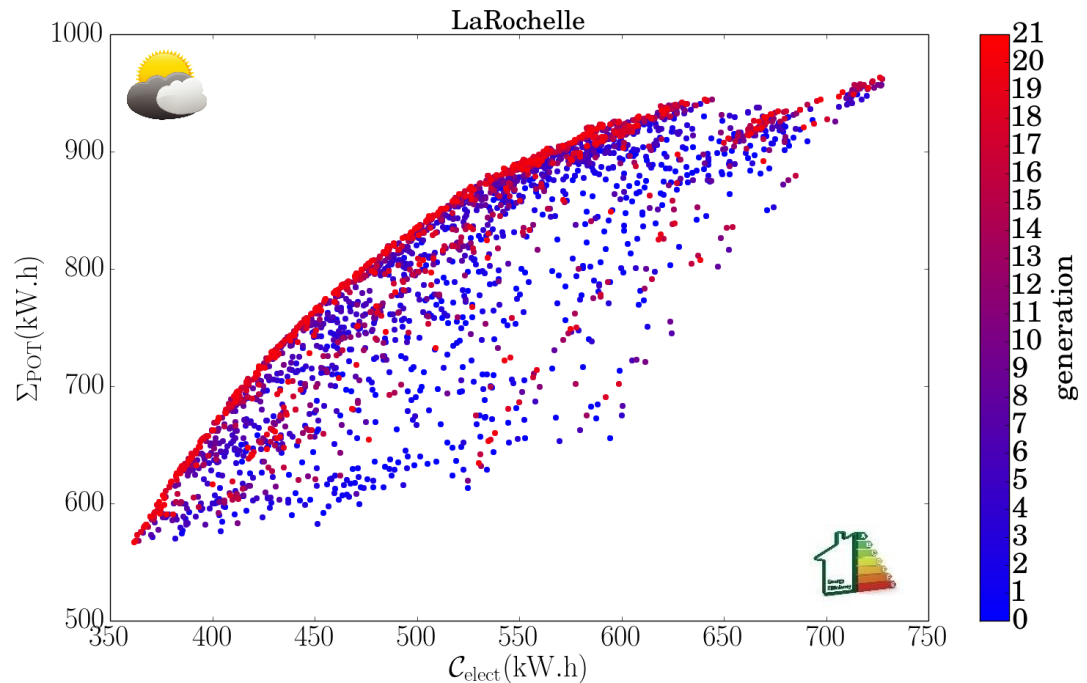


Principaux paramètres de l'algorithme

- Nombre d'individus par génération **(200)**
- Nombre de génération **(20)**
Soit une population totale d'environ **4 000 individus**
- Taux de croisement (80%)
- Taux de mutation (10%)

1[h/simulation] x 4000 [simulations]

Convergence générations 0, 5, 14 & 20



Quelques éléments non optimums pour des générations de rang élevé
 >> caractère aléatoire (mutation/croisements)
 >> étendre le domaine d'exploration et éviter les optimums locaux

VERS LA PRATIQUE DANS LA CONCEPTION ...

... cas de la réhabilitation de PN6

Expérimentation d'un prototype pour l'aide à la décision et la conception multicritère intégrant l'optimisation

