

# Développement d'un Outil d'Aide à la Décision Multicritères pour la Conception, le Management et l'Usage des Bâtiments Tertiaires- Espaces de travail

Nabil BOUGHNIM<sup>1</sup>, Bernard YANNOU<sup>1</sup>, Gwenola BERTOLUCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Génie Industriel, Ecole Centrale Paris, 92295 Châtenay-Malabry

<sup>2</sup>Laboratoire CEPAL, AgroParisTech, 91300 Massy



## (1) Cadre de l'étude

Initiative de recherche de 3 ans (2005-2008) entre :

- Agence de l'Environnement de Maîtrise de l'Energie (ADEME)
- Laboratoire Génie Industriel (LGI)- Ecole Centrale Paris.

## (3) Objectifs poursuivis

L'objectif de ces travaux de recherche est de déterminer les outils et méthodes à déployer pour construire un outil d'aide à la décision multicritère permettant:

- de faire une **évaluation du développement durable** (aspect environnemental, économique et social) **d'un bâtiment tertiaire type espace de travail** selon des critères de performances prédéfinies
- une **aide à la conception** qui permettrait d'assister le choix multicritère entre solutions alternatives dans la conception d'un espace de travail.
- de proposer des **outils de simulation** alimentés par des données qualitatives et quantitatives basés sur *des indicateurs agrégés de performance*.

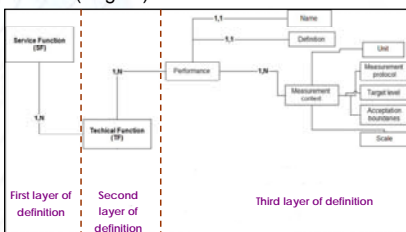
## Contextes d'utilisation:

- La conception d'un nouveau espace de travail sans historique
- La conception d'un nouveau espace de travail avec historique/comparaison avec un espace de travail existant
- La reconception/reconfiguration d'un espace de travail existant.

## (4) Méthodologie de travail en 3 étapes clés

### 1) Modèle du besoin

Représente la définition du besoin sous la forme de **fonctions attendues hiérarchisées, de critères de performance, de cadres de mesure et de valeurs cibles** correspondantes (targets).

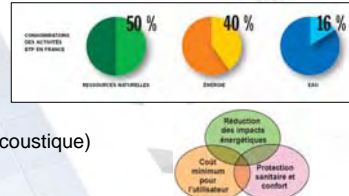


### Hiérarchisation des fonctions



## (2) Contexte Industriel: Enjeux des bâtiment tertiaires

- Efficacité énergétique
- Utilisation des matériaux renouvelables
- Emissions de gaz à effet de serre
- Gestion des déchets
- Enjeux santé et sécurité des occupants
- Exigences de Confort (Thermique, Visuel, acoustique)
- Coût du cycle de vie



## Critères de Performance Quantitatifs et Qualitatifs - Différentes échelles de mesure

Critères de performances qualitatifs – valeurs cibles définies par les normes et réglementations et/ou les préférences clients (Exp: critères confort visuel)

Performances	Measures	Unit	Target (Max 1)		
			Min	Max	Max accepted
Level of Illumination: in task surface	Average Illuminance	lux	300	500	
Artificial lighting	Light Uniformity in workplace	Uniformity Ratio $U_{min}$	%	60	90
	Space luminance	Reflectance of Wall	%	60	90
	Reflectance of ceiling	%	70	80	
Reflectance of floor	Reflectance of floor	%	10	50	
	Reflectance of work surfaces	%	20	60	
Luminance distribution of luminaires	UGR (Disfled Glare rate) of luminaires		19	23	
Level of Color discrimination	Color rendering index of lamps		80	100	
Visual ambience	Color Temperature of lamps	K	3000	3000	
Individual Controllability of lighting systems	% Occupant controlling lighting systems	%	80	100	
	% of occupants' opinion to daylight and outside view	%	75	100	
Daylighting					

Échelle de mesure à définir pour les Critères de performances qualitatifs: une performance est évaluée sur une échelle de 1 à 5.

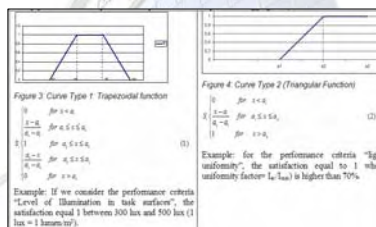
Les niveaux sont définis selon une grille.

Niveau	Description
1	Non-conformance
2	Mauvais
3	Moyen ou satisfaisant
4	Bonne
5	Excellente

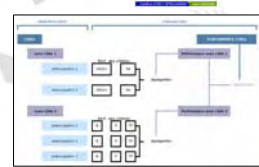
## Problématique d'agrégation des performances

Modèles d'agrégation des préférences sur les performances: Théorie de l'utilité.

La satisfaction ou l'utilité d'une performance est comprise entre 0 et 1 [0: insatisfaction totale et 1: satisfaction totale]



### Cas HQE



**Pondération hiérarchique des critères de performance:** Affectation d'un poids  $W_i$  à chaque critère sous une fonction → Méthodes de comparaison par paire

## 2) Modèle de solution

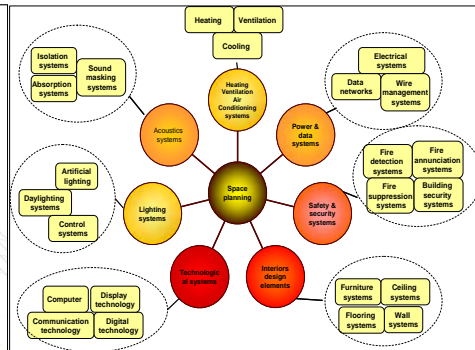
Représente approximativement un bâtiment tertiaire de type espace de travail par une décomposition en **Domaines Techniques** (équipements techniques)

**Domaine Technique:** identification de 8 *principaux domaines techniques* qui contribuent à la satisfaction des exigences d'un bâtiment tertiaire

**Classe d'élément de conception:** un domaine technique est décomposé en éléments de conception regroupés en classe.

**Attributs des classes:** Caractéristiques techniques impactant les critères de performance définis dans le **Modèle du Besoin**

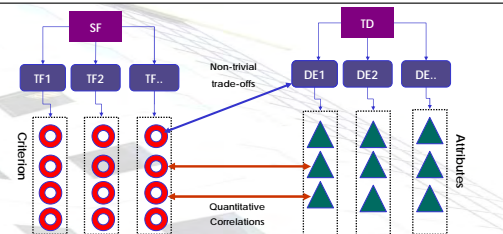
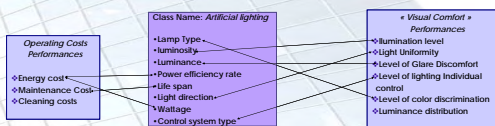
**Solution élémentaire:** une instantiation d'une classe d'élément de conception (une solution technique ou un choix technologique sous un domaine technique)



## 3) Modélisation des interactions entre modèle de besoin et de solution

Une logique d'influence causal entre critères de performance et attributs techniques

- Correlations quantitatives entre certains attributs et critères → Modélisation par des calculs mathématiques
  - Influences non linéaires entre éléments de solutions et critères subjectifs (santé, confort perçu..)
- Modélisation par des règles floues



SF: Fonction de service, TF: Fonction techniques, TD: domaine technique, DE: élément de conception