



Réalisation du schéma directeur immobilier universitaire

StratEnergieCO²

Outil de Planification Stratégique Energie & Carbone

GUIDE DE PRESENTATION ET D'UTILISATION DE L'OUTIL

Mise à jour – avril 2011
Intégration de la notion de confort

Un partenariat entre :



Réalisé par :



SOMMAIRE

1) Contexte d'utilisation et objectifs de l'outil :	3
a) Contexte :	3
b) Objectifs de l'outil :	4
2) L'usage de l'outil :	5
a) Onglet « saisie des paramètres » :	5
b) Onglet « présentation des travaux » :	9
c) Onglet « synthèse économique » :	11
3) Fonctionnement interne de l'outil :	12
a) Principe et mécanique générale :	12
i) Données d'entrée :	12
ii) Planification stratégique :	13
iii) Données de sortie :	14
b) Méthode de calcul des consommations :	15
c) Méthode d'évaluation du confort :	16
d) Catalogue des matériaux et des équipements :	19
e) Les bouquets de travaux :	21
f) Les éléments financiers :	21
i) Coût de l'énergie :	21
ii) Certificat d'économie d'énergie :	21
iii) Taxe Gaz à Effet de Serre :	22
iv) Possibilités de financement des travaux :	22
ANNEXE 1 : Point sur la réglementation thermique de l'existant	23
ANNEXE 2 : Les zones climatiques en France métropolitaine	23

Vous vous apprêtez à utiliser l'**outil de planification stratégique** élaboré pour les universités dans le but d'intégrer l'approche énergétique et carbone dans **vos décisions d'investissement lors de la rénovation d'un bâtiment**.

L'objet de cet outil est de proposer des **scénarios de travaux** permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les consommations énergétiques, en suivant au minimum les contraintes réglementaires, ou bien en choisissant d'atteindre des performances supérieures.

Ce guide, décliné en 3 parties, va vous permettre de mieux cerner les enjeux de la planification stratégique et vous aidera à renseigner l'outil, tout en vous expliquant son fonctionnement interne.

1^{ère} partie : Contexte d'utilisation et objectifs de l'outil

2^{ème} partie : Utilisation pratique de l'outil

3^{ème} partie : Fonctionnement interne de l'outil

Tous les formulaires, pour compléter l'outil, sont disponibles sur le site <http://www.cartoco2campus.fr/>

1) Contexte d'utilisation et objectifs de l'outil :

a) Contexte :

Les Campus universitaires se composent d'un patrimoine de bâtiments résidentiels et tertiaires en croissance continue depuis une dizaine d'années. Ce patrimoine nécessite aujourd'hui des rénovations et des mises en conformités. Les travaux doivent prendre en compte la maîtrise énergétique et des émissions de GES (gaz à effet de serre) dans leurs programmes. Cela renvoie à la prise en compte de plusieurs dimensions :

- L'état technique des bâtiments qui nécessite des investissements lourds ;
- L'application des réglementations en vigueur, notamment la nouvelle réglementation thermique pour les projets de rénovation (voir ci-après) ;
- La nécessité de maîtriser les charges, notamment du fait de l'augmentation du coût des énergies fossiles ;
- La nécessaire rentabilité des investissements, voire des surinvestissements.

b) Objectifs de l'outil :

L'outil a pour objectif d'aider les universités dans la planification stratégique des investissements à réaliser sur leur patrimoine et cela grâce à un outil de simulation des investissements. L'intérêt de cet outil est qu'il intègre une **approche énergétique, carbone et confort** dans la prise de décision **à l'échelle d'un bâtiment**.

Les différentes simulations de bouquet de travaux proposées visent à limiter les émissions de GES en respectant la réglementation en vigueur. L'outil propose également une **évaluation financière des simulations** en calculant le surinvestissement éventuel nécessaire pour le projet et le retour sur investissement qui peut être attendu.

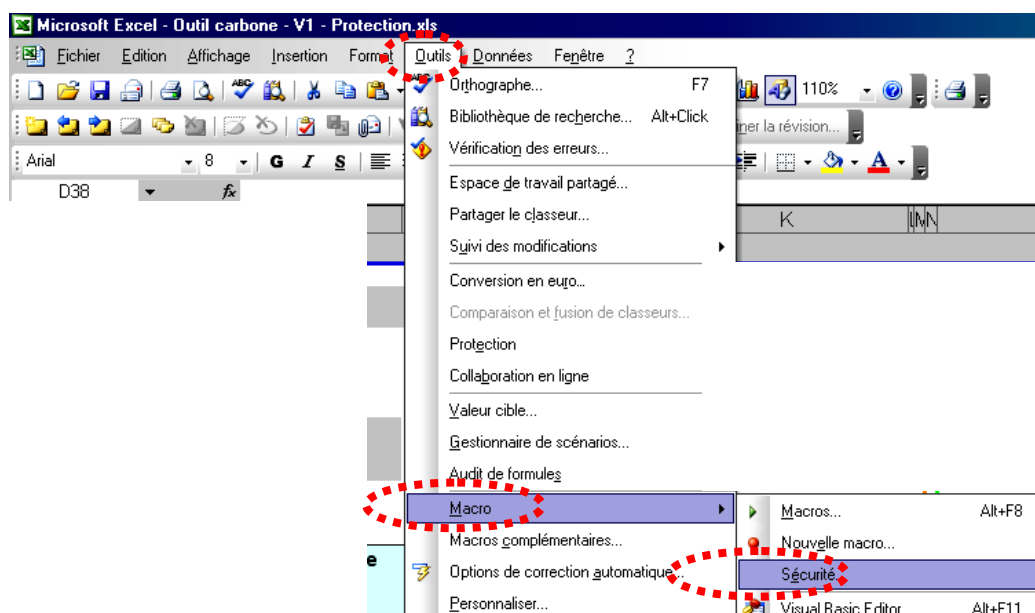
L'outil offre des scénarios en fonction des caractéristiques existantes du patrimoine (type de construction, type d'équipements, etc.). Ces scénarios sont chiffrés en termes d'investissement, de gains énergétiques, de carbone et leur impact sur le confort est évalué. L'objectif est d'inciter les universités à optimiser leurs performances énergétiques en leur proposant des solutions plus performantes que la réglementation en vigueur. **L'évaluation permise par l'outil permet donc de prendre en compte les contraintes réglementaires et les différentes interactions entre les composants.**

Les préconisations de l'outil dépendent de la saisie qui sera faite. Une attention particulière devra donc être portée à cette tâche. L'outil apportera une vision globale de la stratégie patrimoniale préconisée aux universités. Il pourra être utilisé en phase de pré programme, sachant qu'**une étude plus détaillée sera nécessaire lors de l'élaboration d'un programme d'investissement.**

2) L'usage de l'outil :

ACTIVATION DES MACROS :

Afin de permettre à l'application de s'exécuter correctement, merci d'autoriser l'exécution des macro sur votre machine en allant dans OUTIL => MACRO => SECURITE et en choisissant le niveau de sécurité **MOYEN**.



a) Onglet « saisie des paramètres » :

Au préalable de toute nouvelle saisie, veuillez réinitialiser la feuille de saisie en cliquant sur le bouton « **initialisation** » présent à droite de la page de garde.

Pour faire apparaître l'ensemble des onglets de l'outil, cliquez sur le bouton « Voir onglets » à droite de la feuille de saisie appelée « saisie1 ».

Etape 1 - Données de site :

Localisation du bâtiment :	(94) Val-de-Marne	Indications nécessaires dans la prise en compte des conditions météorologiques liées à la localisation.
Altitude :	Moins de 400 mètres	
Opportunité d'utiliser un réseau de chaleur ou une filière bois locale.	Réseau de chaleur :	
	Si oui, distance du réseau de chaleur au bâtiment (ml) :	Oui
	Existence d'une Filière bois dans le département	Oui

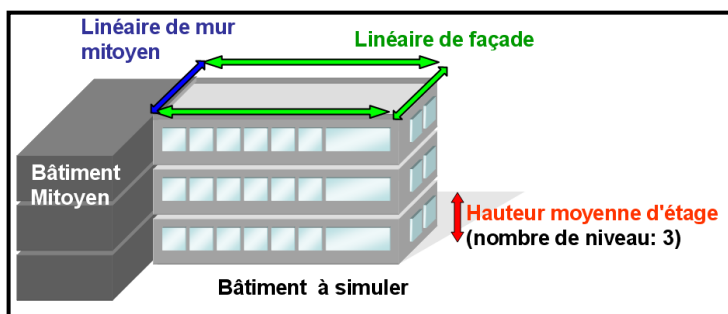
Etape 2 - Données Bâtiment - Généralités :

Usage majoritaire du bâtiment :	Salle de cours / Bureau / Adm	Description de l'usage principal du bâtiment, de sa date de construction et de certaines données quantitatives spécifiques
Construction ou dernière rénovation :	de 1989 à 2001	

Note : lors du choix de l'usage du bâtiment, ne sélectionner « laboratoire scientifique » seulement si les laboratoires contiennent une quantité importante d'équipements (Hotte aspirante, banc d'essai, etc.) ou bien ont une plage de fonctionnement élargie. Dans l'autre cas, sélectionner l'usage « Salle de cours/ Bureau. /Administration ».

=>Si Logement	Nombres de chambres :	0
=> Si Restaurant	Nombres de repas annuel :	
Toiture terrasse ombragée :	Non	(pour eau chaude solaire)
Nbre de niveaux en superstructure :	2	
Hauteur moyenne d'étage :	3	mètres
Linéaire de façades :	300	mètres
Linéaire de murs mitoyens :	50	mètres

Description de la configuration physique externe du bâtiment suivant le schéma explicatif associant les termes aux couleurs



Etape 3 - Données Bâtiment - Typologie :

ENVELOPPE :

Typologie constructive : Pierre de taille




Combles : Combles aménagés

Type de façade : Lisse

Isolation Toiture/Terrasse : Intérieure 10 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)

Isolation Murs/Façades : Intérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)

Isolation Planchers : Extérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)

Type de menuiserie : Double vitrage - alu - sans rupteur pont

Choix de la typologie constructive

Une photographie illustratrice associée à la typologie vient conforter le choix de l'utilisateur

Possibilité de modifier le type d'isolant prédéfini en fonction de la typologie choisie

Lorsque les typologies 1.Pierre de taille ou 2.Façades maçonnées avec nombreuses ouvertures sont sélectionnées, le choix des combles s'active en proposant « Combles aménagés » ou « Combles non aménagés ». Pour les autres typologies, il reste « Sans objet ».

Lorsque la typologie 1.Pierre de taille est sélectionnée, le type de façade doit être identifié :

■ Lisse : fait référence à une façade classique pouvant être modifiée (ex. isolation par l'extérieur)

■ Ouvragée : fait référence à une façade classée ou non modifiable par l'extérieur

Description des
équipements
énergétiques internes
au bâtiment existant

ENERGIE:

Energie de chauffage : Chauffage central gaz

Termiaux chauffage : Radiateur sans robinet thermostatique
Souhaitez-vous supprimer l'eau chaude dans les sanitaires ? Non

Eau chaude sanitaire : Ballon électrique vertical + 5 à 15 ans

Climatisation : Sans objet
Surface climatisée (m²) :

Ventilation : Ventilation naturelle par entrée air / extraction

Eclairage :
Technologie majoritaire : Fluorescent ou fluocompact
Mode de commande majoritaire : interrupteur classique

Les différentes typologies des composants de l'enveloppe et des équipements énergétiques sont décrits au paragraphe 3 – c.

Etape 4 Données - Bâtiment - Etat, pérennité et pathologie (Facultatif) :

ENVELOPPE	PRODUCTION ENERGIE	EQUIPEMENT
Toiture/Terrasse : Remplacement moyen term	Prod. Chauffage : Etat convenable	Radiateur : Remplacement moyen terme - 5 à 10 ans
Murs/Façades : Remplacement court terme	Prod. ECS : Etat convenable	Eclairage : Remplacement court terme < 5ans
Planchers : Etat convenable	Prod. froid :	
Menuiseries ext. : Remplacement moyen term		

Dans cette partie, il s'agit d'évaluer l'état de vétusté des divers éléments proposés en y associant une des propositions :

- Etat neuf (vient d'être remplacé ou < 2 ans) ;
- Etat convenable (qui ne présente pas de détérioration, d'usure) ;
- Remplacement (5 à 10 ans) à moyen terme (début d'usure avancée) ;
- Remplacement (< 5 ans) à court terme (présente un état d'usure avancé ou de fortes dégradations) ;
- Obsolescence réglementaire (l'application de la réglementation conduit à son retrait, ex : élément contenant de l'amiante ou équipement fonctionnant avec du R22).

Note : le R22 est un gaz frigorigène utilisé dans les appareils de climatisation. Son impact sur le réchauffement climatique a poussé les autorités à interdire son utilisation sur les appareils neufs à compter du 30 juin 2004. Jusqu'au **1^{er} janvier 2010**, il reste toléré pour la maintenance des appareils anciens. Son remplacement, par des réfrigérants plus respectueux de l'environnement, est donc préconisé.

L'objectif de cette partie consiste à **conditionner la réalisation de travaux** en fonction de l'état du patrimoine, et pas selon les performances énergétiques.

Etape 5 : Données Economiques (facultatif)

ELECTRICITE	GAZ	AUTRES
Tarif Jaune	B2I	
tarif bleu 0,1190 € ht/kWh	B2I 0,0420 € ht/kWh PCS	Chauffage urbain 0,037 € ht/kWh
tarif jaune UM 0,0926 € ht/kWh	B2S 0,0399 € ht/kWh PCS	Réseau de froid 0,07 € ht/kWh
tarif vert UC 0,0684 € ht/kWh	STS 0,0383 € ht/kWh PCS	Fioul lourd 0,0383 € ht/kWh PCI
		Bois (plaquette) 0,041 € ht/kWh PCI
		Valeur future taxe G.E.S: 20 €/T éq.CO2
		Valeur C.E.E (K.W.H cumac) 0,35 cents d'€

Les prix indiqués par l'outil sont ceux en vigueur en 2010. L'utilisateur peut néanmoins choisir de les modifier. Il peut réaliser leur réajustement en consultant les sites suivants :

- <https://www.emmy.fr/front/cotation.jsf>, pour les CEE (certificats d'économie d'énergie) ;
- <https://www.seringas.caissedesdepots.fr/Edition.aspx?menu=yes>, pour les quotas d'émission de CO₂ ;
- http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=455, pour le prix des énergies.

A la fin de la saisie, appuyez sur le bouton

Calcul

pour validation

Sur la base de vos saisies, vous pouvez désormais étudier les solutions proposées par l'outil.

b) Onglet « présentation des travaux » :

3 scénarios

Scénario →	Tend vers RT 2012	RT rénovation globale +++	Rénovation par composant
	Niveau "neuf"	Investissement intermédiaire	Potentiel immédiat
Enveloppe	Soumis à RT rénovation globale	Soumis à RT rénovation globale	Soumis à RT rénovation globale
Action : Enveloppe	Isolation extérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	Isolation extérieure 10 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	Isolation intérieure moyen ($\lambda = 0,040$)
Toiture	Isolation intérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	Isolation intérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)	Isolation intérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
Plancher	Laine de roche 30 cm ($\lambda = 0,030$)	Laine de roche 12 cm ($\lambda = 0,035$) ou Flocage cellulose 16	Laine de roche 10 cm ($\lambda = 0,035$) ou flocage cellulose 13
Vitrage	Double vitrage VIR ($U=1 \text{ W/m}^2.K$)	Double vitrage RT2005 renforcé ($U=2,1 \text{ W/m}^2.K$)	Double vitrage RT2005 ($U=2,4 \text{ W/m}^2.K$)
Production énergétique			
Action : Chauffage	Extension du réseau de chaleur avec création d'une sous-station	Extension du réseau de chaleur avec création d'une sous-station	Extension du réseau de chaleur avec création d'une sous-station
Climatisation ECS	Pose de 4 m ² de capteurs solaires thermiques pour l'ECS	Remplacement ballon électrique	Remplacement ballon électrique
Equipements			
Action : Eclairage	Réfection des installations d'éclairage par fluorescent haut rendement	Réfection des installations d'éclairage par fluorescent	Réfection des installations d'éclairage par fluorescent
VMC	Création d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur	Création d'une ventilation double flux	Création d'une ventilation motorisée hygro A
Terminaux	Remplacement du réseau de radiateurs avec robinets thermostatiques	Remplacement du réseau de radiateurs avec robinets thermostatiques	Remplacement du réseau de radiateurs avec robinets thermostatiques
Investissement			
Enveloppe	28 %	29 %	10 %
Production énergétique	66 %	64 %	62 %
Equipements	6 %	7 %	28 %
Total	650 k€	560 k€	510 k€
RATIO au m ²	510 €	439 €	410 €
Label BBC envisageable ?	Oui, facilement envisageable	Oui, facilement envisageable	Oui, facilement envisageable

Niveau réglementaire à atteindre

Proposition des bouquets de travaux

Répartition des coûts d'investissement

Investissement et ratio au m² d'investissement

Potentiel d'amélioration du confort lié aux travaux

Niveau d'amélioration	Niveau "neuf"	Investissement intermédiaire	Potentiel immédiat
Potentiel d'amélioration sur le confort	Fort	Fort	Fort
Confort d'ambiance	Fort	Fort	Fort
Confort acoustique	Fort	Fort	Fort
Confort visuel	Fort	Fort	Fort
Confort général	Fort	Fort	Fort

Impact des bouquets de travaux sur le confort

Moyen

Une fois toutes les informations renseignées, on obtient **trois scénarios de travaux**.

Chaque scénario présente les principaux axes d'amélioration concernant l'enveloppe, la production énergétique et les équipements. Il propose par ailleurs une estimation des coûts d'investissement

Les actions mettant en œuvre une énergie renouvelable apparaissent en vert.

■ **Scénario « Niveau neuf »** : cette première proposition correspond à une mise à niveau équivalente aux exigences BBC et aux exigences de la RT 2012 des éléments remplacés. Attention, cela ne signifie pas que le niveau BBC est atteint car il dépend également des consommations énergétiques et de l'étanchéité à l'air.

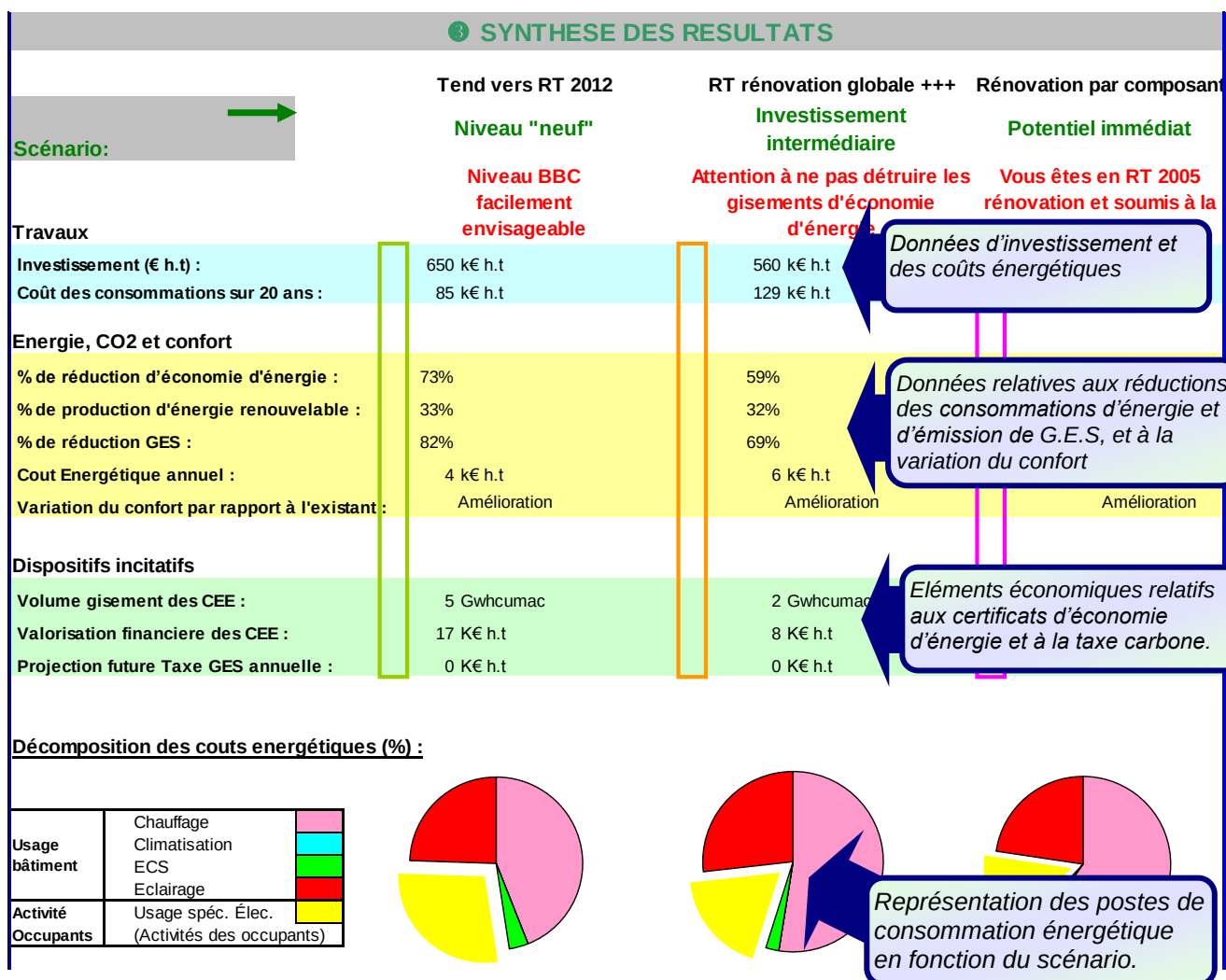
Deux autres scénarios, correspondant à des travaux moins ambitieux que le scénario « Niveau neuf », sont envisageables :

■ **Scénario « Investissement intermédiaire »** : ce scénario est une rénovation un peu plus poussée en termes de performances énergétiques par rapport au scénario « Potentiel immédiat ».

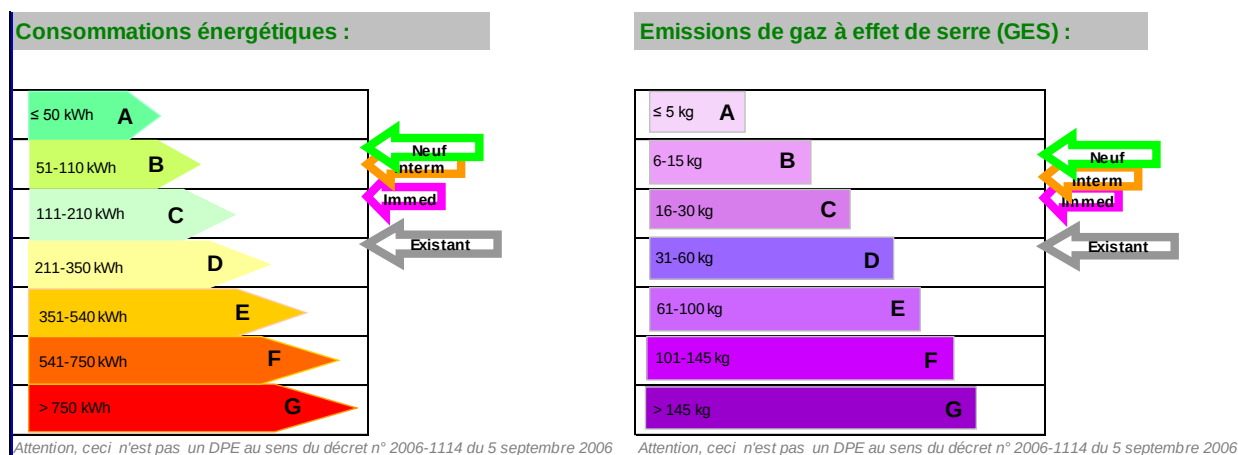
■ **Scénario « Potentiel immédiat »** : cette troisième proposition correspond à une mise en conformité réglementaire des éléments remplacés.

Selon le montant des travaux, les propositions sont soumises à la réglementation thermique rénovation « **élément par élément** » ou « **globale** » : cette information est mentionnée au niveau des titres « Niveau neuf », « Investissement intermédiaire » et « Potentiel immédiat ».

En effet, si le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est supérieur de 25% à la valeur du bâtiment hors foncier, alors ils sont soumis à la « RT rénovation globale » ([Voir Annexe 1](#)).

c) Onolet « synthèse économique » :

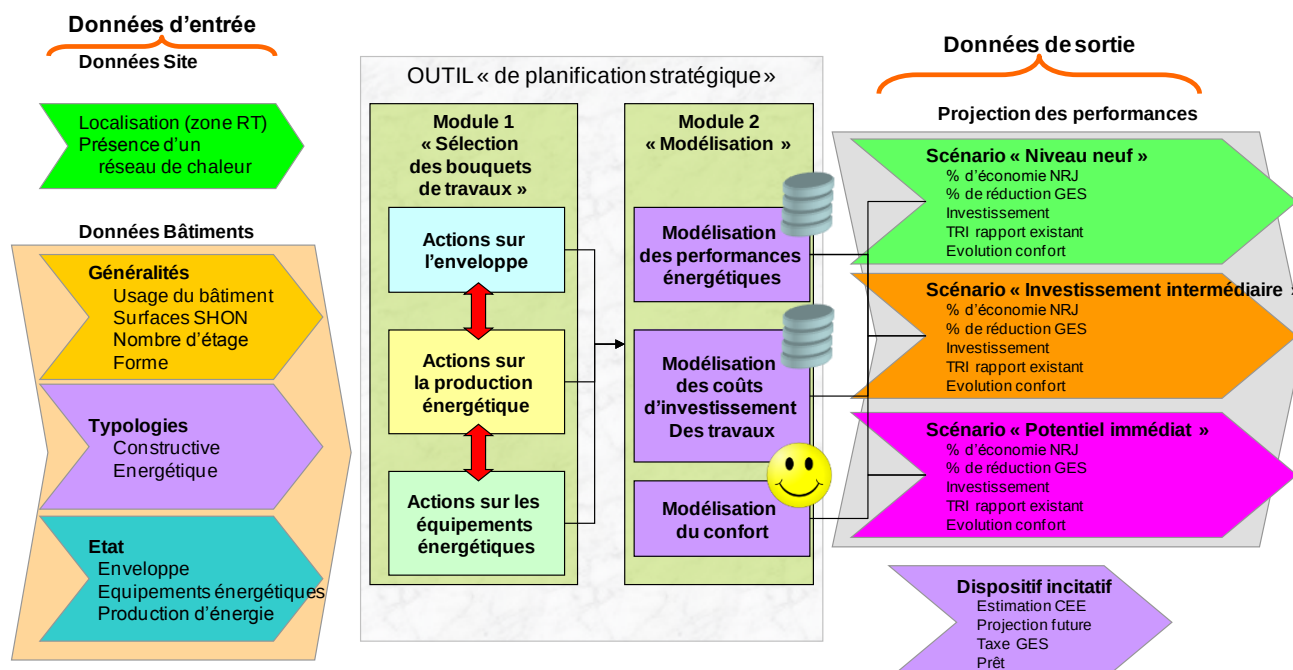
Ces étiquettes permettent d'évaluer les progrès apportés par les 3 scénarios et d'estimer l'apport d'un scénario plus performant par rapport au scénario de base :



3) Fonctionnement interne de l'outil :

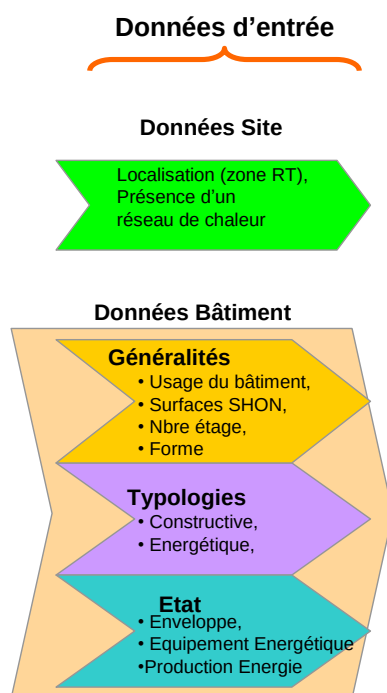
a) Principe et mécanique générale :

Le principe de l'outil de planification stratégique s'articule de la manière suivante :



A partir de données d'entrée, l'outil réalise une sélection des bouquets de travaux adéquats et une modélisation de ces données en termes de performances énergétiques et de coûts d'investissement. De cette modélisation découlent 3 scénarios proposant des projets aux performances variables (voir les dispositifs incitatifs présentés dans l'outil dans la partie 3-e).

i) Données d'entrée :



L'outil de planification stratégique a donc besoin d'un certain nombre de **données d'entrée** pour pouvoir sélectionner les bouquets de travaux appropriés au bâtiment étudié.

Pour le bon fonctionnement de l'outil, il est impératif de respecter l'ordre des étapes.

■ Etape 1 : Données de site

Tout d'abord, l'utilisateur doit renseigner les données sur la localisation du bâtiment afin de connaître les informations météorologiques (zone climatique au sens de la réglementation thermique – voir [Annexe 3](#))

■ Etape 2 : Données bâtiment – Généralités

Puis, l'utilisateur donne les informations concernant l'usage du bâtiment, ses dimensions et sa forme générale. Ces informations permettent d'estimer les déperditions énergétiques. Les caractéristiques réglementaires sont déterminées en fonction de l'année de construction et de la surface.

■ Etape 3 : Données bâtiment – Typologie

Suite à ces informations générales, une description de l'enveloppe et des énergies utilisées dans le bâtiment doit être réalisée. A partir de la typologie et de l'âge du bâtiment, les composants types en menuiserie, les caractéristiques d'isolation des murs et des toitures, sont déterminés. Libre à l'utilisateur de modifier ces données si elles ne correspondent pas à son bâtiment. Il a alors le choix entre plusieurs typologies pouvant être présentes sur son bâtiment. Le même travail est réalisé pour les énergies utilisées sur site (chauffage, ECS, climatisation, ventilation, éclairage).

■ Etape 4 : Données bâtiment – Etat, pérennité et pathologie (facultatif)

Chaque équipement peut être associé à un état (neuf, convenable, remplacement moyen à court terme, obsolescence réglementaire) qui conditionnera les bouquets de travaux.

■ Etape 5 : Données économiques (facultatif)

L'outil calcule les économies générées et les coûts liés à l'énergie à partir de données économiques basées sur les moyennes 2010. Il est possible de les modifier à cette étape.

ii) Planification stratégique :

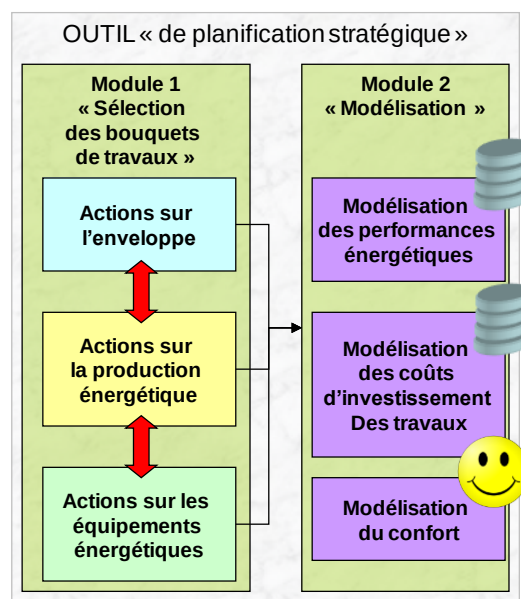
A partir de ces données d'entrée, l'outil de planification va réaliser une sélection de **bouquets de travaux**, ayant une action sur 3 types de composants :

- l'enveloppe du bâtiment ;
- sa production énergétique ;
- ses équipements énergétiques.

Ces bouquets de travaux sont cohérents avec les actions préconisées pour chaque type de composant.

Par exemple, le remplacement du système de production de chauffage passera logiquement par un travail sur les déperditions du bâtiment.

Son isolation aux normes actuelles pourra donc être préconisée afin de limiter la puissance de l'installation de production de chauffage.



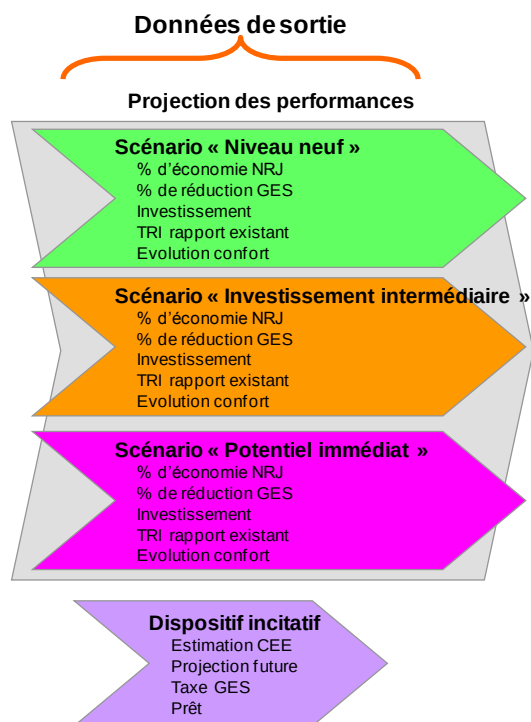
Les performances énergétiques, les coûts d'investissement des travaux et leurs impacts sur le confort sont ensuite **modélisés** pour chaque bouquet de travaux.

L'outil de planification stratégique montre le caractère incitatif en termes de performance énergétique, d'émissions de gaz à effet de serre et de variation sur le confort, tout en rendant lisible à quel prix ces performances peuvent être atteintes.

Les actions mettant en œuvre des énergies renouvelables apparaissent en vert.

iii) Données de sortie :

Après modélisation, l'outil présente 3 scénarios de travaux ayant des caractéristiques variables suivant les économies d'énergie permises et la réduction de GES qui en découle :



■ Le scénario « Niveau neuf » propose un bouquet de travaux dont chaque composant répond au niveau de performance proposé par le niveau BBC. Attention, cela ne signifie pas que le niveau BBC est atteint en global (objectifs de consommation, étanchéité, etc.).

■ Le scénario « Investissement intermédiaire » propose un bouquet de travaux dont les composants peuvent être plus performants que le niveau fixé par la réglementation thermique. Un investissement supérieur au scénario de base est nécessaire mais l'outil met l'accent sur les économies d'énergie et la réduction de GES induite par un projet plus ambitieux.

■ Le scénario « Potentiel immédiat » suit les prescriptions réglementaires en vigueur pour chaque équipement. Si l'utilisateur décide de réaliser des travaux, les performances de chaque élément devront être conformes à la réglementation thermique dans l'existant.

En distinguant ces 3 scénarios de projet, l'utilisateur peut évaluer la plus-value environnementale permise par des travaux plus ou moins ambitieux. La vision globale proposée permet de comparer cette plus-value énergétique et environnementale avec l'effort financier et d'estimer si le surinvestissement peut s'avérer rentable.

b) Méthode de calcul des consommations :

Les consommations énergétiques se calculent de la même manière que dans la méthode 3CL (calcul des consommations conventionnelles des logements). Cette méthode est développée par l'ADEME et le Ministère du Logement, notamment pour réaliser les DPE (diagnostics de performance énergétique).

Les consommations sont calculées **en Wh**.

■ **Consommations de chauffage** = déperditions totales x scénario x DJU x ΔT_{ch} / Rendement thermique.

Avec :

Déperditions totales = somme des déperditions

Soit : Umur x Smur = Dmur

Umenuiseries x Smenuiseries = Dmenuiseries

Usol x Ssol = Dsol

Utoiture x Stoiture = D toiture

Déperditions linéiques = % des déperditions totales

Déperditions CVC = (Type de ventilation x SHON) / 2,5

Scénario = constante à déterminer selon le scénario d'occupation ;

DJU = fonction du département ;

ΔT_{ch} = température de confort (fixée à 21°) – température extérieure de base selon RT2005 ;

Rendement thermique = rendement de l'installation.

■ **Consommations de climatisation** = Surface climatisée x Ratio de conso. / Rendement de climatisation.

Avec : Surface climatisée = surface de locaux climatisés ;

Ratio de consommation = fonction de la typologie et du département ;

Rendement de climatisation = rendement de l'installation.

■ **Consommations en ECS :**

Si logement, Cecs = Nbe chambres x Ratio conso. x ΔT_{ECS} / Rendement ECS

Si restauration, Cecs = Nbe repas x Ratio conso. x ΔT_{ECS} / Rendement ECS

Avec : Ratio conso = consommation type pour une personne ou un repas ;

ΔT_{ECS} = température de production – température de l'eau froide ;

Rendement ECS = rendement de l'installation.

■ **Consommations en éclairage** = SHON x Technologie x Mode de commande

Avec : SHON = surface hors œuvre nette ;

Technologie = type d'installation en W/ m² ;

Mode de commande = interrupteur classique, cellule de gestion de lumière ou détecteur de présence.

Les consommations totales du bâtiment correspondent à la somme des consommations des composants (chauffage, climatisation, ECS et éclairage).

Le Δ entre les consommations initiales et les consommations de chaque scénario permet de calculer les économies d'énergie envisagées selon chaque scénario.

c) Méthode d'évaluation du confort

Le confort est étroitement lié à la santé et à la qualité du travail, de concentration et même de relations entre les usagers d'un bâtiment.

Or, améliorer les performances thermiques d'un bâtiment entraîne généralement une amélioration du confort, mais pas systématiquement. Cette évaluation permet donc de visualiser les tendances d'amélioration ou de diminution du confort après définition des bouquets de travaux énergétiques.

Les principaux critères de confort sont :

- **Hygrothermique** : Confort lié aux perceptions relatives à la température d'ambiance, à l'humidité et à la vitesse de l'air
- **Visuel** : Confort lié à l'éclairage naturel et à l'éclairage artificiel
- **Acoustique** : Confort lié au besoin de ne pas être dérangé par du bruit mais et de garder un contact auditif avec l'environnement

Dans un souci de clarté, le **confort hygrothermique** est appelé **confort d'ambiance**, qui sous entend les perceptions des utilisateurs et non une mesure de température et d'hygrométrie.

L'évaluation du confort se calcule à partir des données d'entrée saisies sur le premier onglet de l'outil. Pour chaque donnée, sont affectées une note et une pondération permettant de différencier l'impact d'une technologie par rapport à une autre et son rôle par rapport au bâtiment en général.

Le tableau suivant présente les catégories dont **les choix sont invariables** : ils ne peuvent être changés lors d'une amélioration puisqu'ils concernent la localisation géographique et la typologie.

NIVEAU DES INDICATEURS DE CONFORT	
Rédibitoire (très inconfortable - Pose problème)	0
Mauvais (inconfortable - Pas terrible - Non maîtrisé)	1
Moyen (Pas de problème particulier - Ni mieux ni moins bien)	2
Bon (Assure voire améliore le confort)	3

CATEGORIES impactant le confort	CHOIX	CONFORT D'AMBIANCE		CONFORT ACOUSTIQUE	
		NOTE DU CHOIX	POIDS DE LA CATEGORIE	NOTE DU CHOIX	POIDS DE LA CATEGORIE
Localisation (dep)	H1	2,5	2	N	
	H2	2,75	2	N	
	H3	3	2	N	
Altitude (m)	Moins de 400 mètres	3	1	N	
	De 400 à 800 mètres	2,75	1	N	
	Plus de 800 mètres	2,5	1	N	
Toiture ombragée		1,5	1	N	
Hauteur moyenne d'étage	$h < ou = 3$ m	3	2	N	
	$3 < h < ou = 5$ m	2,75	2	N	
	$h > 5$ m	2,5	2	N	
Linéaire de façades / Linéaire de murs mitoyens	Ratio mitoyen / (façade + mitoyen) = 0	3	1	N	
	Ratio mitoyen / (façade + mitoyen) =]0 ; 0,5]	2,75	1	N	
	Ratio mitoyen / (façade + mitoyen) =]0,5 ; 1[	2,5	1	N	
	Ratio mitoyen / (façade + mitoyen) = 1	0	1	N	
Typologie constructive	Typo 1 - Pierre de taille	2,5	3	2	2
	Typo 2 - Façade maçonnée	2,25	3	3	2
	Typo 3 - Classique béton	2,5	3	3	2
	Typo 4 - Structure métallique	2	3	3	2
	Typo 5 - Préfab lourd	2	3	2	2
	Typo 6 - Mur rideau	2,25	3	3	2
	Typo 7 - Façade bardage	2	3	1	2
	Typo 8 - Bungalow ou préfab	0	3	0	2
	Typo 10 - Immeuble à atrium	2,5	3	3	2

Le tableau suivant présente les catégories dont les choix peuvent varier via les propositions de bouquets de travaux.

CATEGORIES impactant le confort	CHOIX	CONFORT D'AMBIANCE		CONFORT ACOUSTIQUE	
		NOTE DU CHOIX	POIDS DE LA CATEGORIE	NOTE DU CHOIX	POIDS DE LA CATEGORIE
Combles	Combles aménagées	2,75	3	N	
	Combles non aménagées	3	3	N	
Isolation Toiture/Terrasse	Pas d'isolation	0	3	1	2
	Isolation intérieure 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,050$)	0	3	1	2
	Isolation intérieure 5 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	0	3	1	2
	Isolation intérieure 10 cm - médiocre ($\lambda = 0,050$)	0	3	2	2
	Isolation intérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	1	3	2	2
	Isolation intérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	2	3	2	2
	Isolation intérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	2	3	2	2
	Isolation intérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	2	3	2	2
	Isolation extérieure 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,050$)	0	3	2	2
	Isolation extérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	1	3	2	2
	Isolation extérieure 10 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	2	3	2	2
	Isolation extérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	2	3	3	2
	Isolation extérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	2	3	3	2
	Isolation extérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 20 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 20 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 21 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 27 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
Isolation Murs/Façades	Pas d'isolation	0	3	1	2
	Isolation intérieure 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,050$)	0	3	1	2
	Isolation intérieure 5 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	0	3	1	2
	Isolation intérieure 10 cm - médiocre ($\lambda = 0,050$)	1	3	2	2
	Isolation intérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	1	3	2	2
	Isolation intérieure 12 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	2	3	2	2
	Isolation intérieure 12 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	2	3	2	2
	Isolation intérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	2	2
	Isolation extérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	3	3	2	2
	Isolation extérieure 10 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	3	3	2	2
	Isolation extérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 20 cm - moyen ($\lambda = 0,040$)	3	3	3	2
	Isolation extérieure 20 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	3	3	3	2
	Dépose façade allège émailite et fenêtre sv - Pose panneau sandwich : F	2	3	2	2
	Dépose façade avec allège émailite et fenêtre sv - Pose panneau sandw	3	3	3	2
	Dépose d'éléments verriers d'une façade mur rideau et pose d'éléments	3	3	2	2
	Dépose d'éléments verriers d'une façade mur rideau et pose d'éléments	3	3	3	2
	Isolation extérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)	3	3	3	2
Type de menuiserie	simple vitrage - bois	0	3	0	3
	simple vitrage - alu - sans rupteur pont thermique	0	3	0	3
	double vitrage - alu - sans rupteur pont thermique	0	3	1	3
	simple vitrage - alu - sans rupteur pont thermique - mur rideau	0	3	0	3
	double vitrage - alu - avec rupteur pont thermique	1	3	1	3
	double vitrage - alu - avec rupteur pont thermique - baie vitree	1	3	1	3
	double vitrage RT2005 ($U=2,4 \text{ W/m}^2.K$)	3	3	2	3
	double vitrage RT2005 renforcé ($U=2,1 \text{ W/m}^2.K$)	3	3	2	3
	double vitrage - bois	2	3	1	3
	simple vitrage - alu - avec rupteur pont thermique	0	3	0	3
	simple vitrage - alu - avec rupteur pont thermique - mur rideau	0	3	0	3
	simple vitrage - pvc	0	3	0	3
	double vitrage - pvc	2	3	2	3
	double vitrage VIR ($U=1 \text{ W/m}^2.K$)	3	3	3	3

CATEGORIES impactant le confort	CHOIX	CONFORT D'AMBIANCE		CONFORT ACOUSTIQUE	
		NOTE DU CHOIX	POIDS DE LA CATEGORIE	NOTE DU CHOIX	POIDS DE LA CATEGORIE
Terminaux de chauffage	Radiateur sans robinet thermostatique	2	2	3	2
	Radiateur avec robinet thermostatique	2	2	3	2
	Plancher rayonnant électrique ou radiateur électrique	1	2	3	2
	Cassette VCV	2	2	1	2
	Boucle d'eau réversible	2	2	2	2
	Plancher chauffant	3	2	3	2
	Installation robinets thermostatiques	2	2	3	2
Ventilation	Ventilation naturelle par entrée air / extraction	1	2	3	1
	VMC classique non modulée	1	2	3	1
	VMC hygro A	2	2	3	1
	VMC double flux	3	2	2	1
	VMC double flux avec récupération de chaleur	3	2	2	1
Eclairage	Incandescence ou halogène	1	1	N	
	Fluorescent ou fluocompact	3	1	N	
	Fluorescent à haut rendement (équipement récent - 5 ans)	3	1	N	

Tous les choix sont pondérés selon la catégorie puis ramenés à un pourcentage de performance du confort.

Ce pourcentage permet de constater l'évolution relative entre l'état existant et les bouquets de travaux Niveau neuf, Investissement intermédiaire et Potentiel immédiat et de valoriser le confort ainsi :

■ **Variation du confort par rapport à l'existant** pour les trois scénarii de travaux (dans l'onglet « Synthèse des résultats ») :

Amélioration forte
Amélioration
Stagnation
Diminution

■ **Potentiel d'amélioration du confort lié aux bouquets de travaux** sur l'ambiance, l'acoustique, le visuel et pour les trois (dans l'onglet « Synthèse des bouquets de travaux ») :

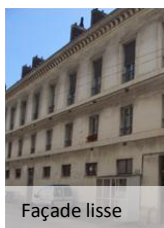
Très fort
Fort
Moyen
Mauvais

d) Catalogue des matériaux et des équipements :

La liste des matériaux et des équipements pris en compte par l'outil est la suivante :

■ Typologies architecturales :

■ Pierre de taille :



■ Mur rideau :



■ Façade maçonnée avec nombreuses ouvertures :



■ Façade en bardage isolée :



■ Classique en béton :



■ Bungalow ou préfabriqué



■ Structure métallique avec remplissage émailit :



■ Immeuble à atrium et/ou grande baie vitrée :



■ Préfabriqué lourd :



■ **Isolation Toiture/ Terrasse :**

- Pas d'isolation
- Intérieure 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)
- Intérieure 5 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Intérieure 10 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)
- Intérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Intérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Intérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Intérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)
- Extérieure 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)
- Extérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 10 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)
- Extérieure 20 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 20 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)

■ **Isolation des planchers bas :**

- Pas d'isolation
- Extérieure 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)
- Extérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 10 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)
- Extérieure 20 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 20 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)

■ **Type de fenêtres :**

- simple vitrage - bois
- simple vitrage - alu - sans rupteur pont thermique
- double vitrage - alu - sans rupteur pont thermique
- simple vitrage - alu - sans rupteur pont thermique - mur rideau
- double vitrage - alu - avec rupteur pont thermique
- double vitrage - alu - avec rupteur pont thermique - baie vitree
- double vitrage RT2005 ($U=2,4 \text{ W/m}^2.K$)
- double vitrage RT2005 renforcé ($U=2,1 \text{ W/m}^2.K$)
- double vitrage - bois
- simple vitrage - alu - avec rupteur pont thermique
- simple vitrage - alu - avec rupteur pont thermique - mur rideau
- simple vitrage - pvc
- double vitrage - pvc
- double vitrage VIR ($U=1 \text{ W/m}^2.K$)

■ **Energie de chauffage :**

- Chauffage central gaz condensation
- Chauffage central gaz
- Chauffage central fioul
- Chauffage central charbon
- Electrique décentralisé
- PAC collective
- Réseau de chaleur
- Micro-cogénération
- PAC à moteur Gaz
- Chauffage central bois

■ **Isolation des Murs :**

- Pas d'isolation
- Intérieure de 5 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)
- Intérieure 5 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Intérieure 10 cm - médiocre ($\lambda = 0,05$)
- Intérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Intérieure 12 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Intérieure 12 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Intérieure 12 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)
- Extérieure 10 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 10 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 15 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 15 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 15 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)
- Extérieure 20 cm - moyen ($\lambda = 0,04$)
- Extérieure 20 cm - performant ($\lambda = 0,035$)
- Extérieure 20 cm - excellent ($\lambda = 0,030$)

■ **Terminaux de chauffage :**

- Radiateur avec robinet thermostatique
- Radiateur sans robinet thermostatique
- Plancher chauffant
- Cassette VCV
- Panneau rayonnant électrique ou convecteur

■ **Energie ECS :**

- Préparateur ECS semi-instantané en chaufferie
- Préparateur ECS instantané en chaufferie
- Production ECS solaire
- Réseau de chaleur eau
- Ballon électrique vertical + 5 à 15 ans
- Collectif bois
- Collectif gaz/fioul

■ **Ventilation :**

- Ventilation naturelle par entrée air / extraction
- VMC classique non modulée
- VMC hygro-réglable de type A
- VMC double flux
- VMC double flux avec récupération de chaleur

■ **Eclairage – Sources :**

- Incandescence ou halogène
- Fluorescent ou fluo-compact
- Fluorescent à haut rendement (équipement récent - 5 ans)

■ **Eclairage – mode de régulation :**

- Interrupteur classique
- Détecteur de présence
- Cellule de gestion de la lumière naturelle

- **Climatisation :**
- Split system
- Débit réfrigérant variable
- Débit réfrigérant variable dernière génération
- Débit réfrigérant variable à récupération d'énergie
- Groupe froid
- Groupe froid haut rendement
- Groupe froid à variation électronique

e) Les bouquets de travaux :

Selon le scénario retenu divers travaux d'amélioration sont proposés. Trois lots principaux sont retenus dans la démarche d'optimisation :

- **L'enveloppe** (Isolation toiture / vitrage / façade)
- **La production énergétique** (Chauffage, eau chaude sanitaire)
- **Les équipements** (Eclairage, climatisation, ventilation)

Dans ces scénarios, ne sont proposées que les actions principales au sens de l'investissement, les actions « secondaires » sont donc comprises et seront précisées au cours des études.

Parmi les autres améliorations possibles, peut figurer par exemple :

- Régulation, programmation, optimisation ;
- Veille électronique (produits bruns) ;
- Etc.

f) Les éléments financiers :

i) Coût de l'énergie :

La tendance des prix est à la hausse en raison de divers éléments tels que l'épuisement des ressources, la croissance démographique ou l'augmentation des besoins, notamment des pays en développement.

Le constat d'un réchauffement climatique pousse à la chasse au gaspillage d'énergie, d'où l'importance de réaliser des investissements permettant de réduire les consommations et donc les coûts énergétiques.

ii) Certificat d'économie d'énergie :

Le système des Certificats d'économie d'énergie (CEE ou Certificats Blancs) a été mis en place suite à la Loi d'orientation sur l'énergie du 13 Juillet 2005 (Loi n°2005-781).

Ces CEE permettent d'uniformiser, de réglementer et de valider les économies d'énergies dues à des actions additionnelles vis-à-vis, d'une part, de la réglementation déjà en vigueur et, d'autre part, de l'activité habituelle. L'unité des certificats blancs est le kWh d'énergie finale cumac (cumulé et actualisé sur la durée de vie du produit).

La durée de validité d'un CEE comprend la période à laquelle il a été enregistré et s'étend sur les deux périodes triennales suivantes. Les organismes « obligés » qui n'auront pas pu obtenir les certificats d'économie d'énergie nécessaires pour respecter la loi à la fin d'une période devront verser au Trésor Public une pénalité de 0,02 € par kWh d'énergie finale cumac non certifié. L'objectif de la seconde période de 3 ans, qui a débuté le 1^{er} janvier 2011, est d'économiser 345 TWh cumac.

Certains organismes peuvent revendre les CEE produits aux « obligés » (producteurs d'énergies). Cette vente doit permettre d'aider au financement de projet de réduction des consommations d'énergies, en diminuant le Temps de Retour sur Investissement.

La démarche à engager doit viser en premier lieu la réduction de la consommation d'énergie et des coûts associés. L'économie d'énergie reste, pour les actions éligibles, le premier bénéfice motivant l'investissement, le CEE étant un facteur facilitant cet investissement.

iii) Taxe Gaz à Effet de Serre.:

Il s'agit d'une proposition de taxe sur tous les combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel, etc.) avec un taux variable. Ce taux dépendrait principalement, voire exclusivement, du contenu en carbone du combustible considéré, et donc des émissions de dioxyde de carbone (CO₂). Cette taxe serait en augmentation douce et progressive d'année en année.

Les objectifs de cette taxe sont :

- Réduire les émissions de CO₂ pour limiter les conséquences inévitables du réchauffement climatique ;
- Préparer la société à un épuisement progressif et inéluctable des ressources en énergies fossiles ;
- Servir de tampon à l'augmentation aléatoire et brutale du prix du combustible ;
- Inciter l'installation d'équipements utilisant des énergies renouvelables afin de réduire les charges liées à l'utilisation des énergies fossiles.

iv) Possibilités de financement des travaux.:

Il existe diverses subventions ou avantages fiscaux pour les universités souhaitant procéder à des travaux d'améliorations afin de réduire les consommations d'énergies et les émissions de gaz à effet de serre.

Elles peuvent prétendre, par exemple, à :

- Une subvention de l'ADEME
- Une aide du Conseil régional
- Une aide du Conseil général

Pour plus d'informations, consultez le site du ministère du développement durable : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Fiscalite-ecologique,12396.html>

ANNEXE 1 : Point sur la réglementation thermique de l'existant

RT rénovation : « Globale » ou « élément par élément » ?

Les différentes propositions sont soumises à la réglementation thermique « élément par élément » ou « globale », selon les cas.

La réglementation thermique « globale » s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires respectant simultanément les trois conditions suivantes:

- leur Surface Hors Œuvre Nette (SHON) est supérieure à 1 000m² ;
- la date d'achèvement du bâtiment est postérieure au 1^{er} janvier 1948 ;
- le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est supérieur à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment, ce qui correspond à 322 € HT /m² pour les logements et 275 € HT/m² pour locaux non résidentiels

RT existant, présentation générale :

<http://www.rt-batiment.fr/batiments-existants/rt-existant-dispositif-general/presentation-generale-dispositif.html>

Rénovation élément par élément :

<http://www.rt-batiment.fr/batiments-existants/rt-existant-par-element/presentation.html>

Rénovation globale :

<http://www.rt-batiment.fr/batiments-existants/rt-existant-globale/presentation.html>

ANNEXE 2 : Les zones climatiques en France métropolitaine

Cartographie des zones climatiques :

Le coefficient de rigueur climatique varie en fonction de la zone climatique ainsi que de l'altitude où se situe la construction.

