



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## Smart-Réno

**Fiabiliser, Professionnaliser, Valoriser la Rénovation Energétique**

**Troisième volet : Valoriser le confort**

**Livrable T2.3 –Outils d'évaluation des apports des solutions  
de rénovation**

Auteure : Kods GRISSA NACIB

Contributeurs : Hassan BOUIA, Thierry DUFORESTEL, Kods GRISSA NACIB



# Sommaire

1	Introduction.....	3
1.1	Introduction du livrable.....	3
1.2	Objectif du livrable .....	3
2	Descriptif des cas d'étude et des solutions de rénovation .....	3
2.1.1	Descriptif des cas d'étude .....	3
2.1.2	Descriptif des solutions de rénovation.....	5
3	Descriptif de l'outil de diagnostic énergétique et évaluation des solutions de rénovation (SolRen)	6
3.1	Fonctionnement de SolRen .....	6
3.1.1	Fichier d'entrée .....	7
3.1.2	SolRen.....	7
3.1.3	Fichier de sortie .....	9
3.2	Principe d'une étude menée par SolRen.....	9
3.2.1	Définition de cas d'étude et des solutions de rénovation .....	9
3.2.2	Définition des bouquets de solutions.....	10
3.2.3	Classement des bouquets de solutions et génération de fichier synthèse .....	11
4	Résultat.....	12
4.1	Présentation des résultats.....	12
4.1	Comparaison selon le niveau de rénovation .....	13
4.2	Comparaison par critère.....	14
5	Conclusion et perspectives.....	15
5.1	Etat actuel de l'outil .....	15
5.2	Limites actuelles de l'outil et perspectives .....	16
	Annexe 1 : Cas d'étude .....	17

# 1 Introduction

## 1.1 Introduction du livrable

En France, le secteur bâtiments représentent 46% de la consommation d'énergie finale et 23% des émissions des gaz à effet de serre. Il est considéré comme un secteur où l'action est une priorité afin de réduire son impact sur le dérèglement climatique. Parmi ces actions, la « loi de transition énergétique pour une croissance verte » qui évoque la nécessité d'une rénovation thermique de l'ensemble du parc de bâtiments d'ici 2050 à un niveau performant. Afin de répondre à ces exigences, l'acte de rénovation doit s'accompagner, en amont des travaux, d'un service. Ce dernier permettra de voir en toute transparence le compte rendu des solutions proposées, ainsi que leurs coûts, sur la performance du bâtiment en question avant et après la rénovation en s'appuyant sur une justification technique et pratique de ces solutions.

## 1.2 Objectif du livrable

Ce rapport présente l'outil de diagnostic énergétique (SolRen) développé afin d'évaluer les solutions de rénovation sur des cas d'étude en vue d'amélioration.

Un descriptif des cas d'étude ainsi que des solutions portant sur la rénovation de l'enveloppe et de la ventilation est introduit. Par la suite, un descriptif de l'outil SolRen est détaillé. Les résultats issus de cette étude sont présentés et discutés. Finalement, une conclusion portant sur les limites et les perspectives de ce démonstrateur est évoqué.

# 2 Descriptif des cas d'étude et des solutions de rénovation

## 2.1.1 Descriptif des cas d'étude

Afin d'évaluer l'outil de diagnostic ainsi que les solutions de rénovation, des cas d'études ont été menés. On s'est basé sur les données des maisons types localisées à EDF Lab les renardières. Il s'agit de la maison Mozart et Gershwin dont le plan est donnée ci-dessous :

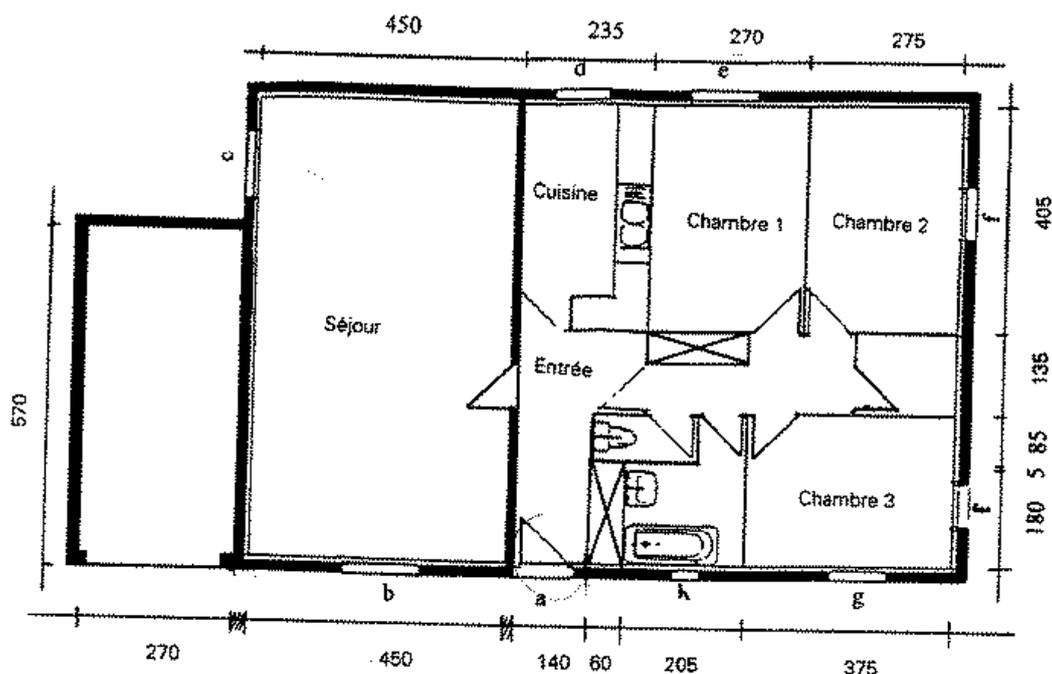


Figure 1 Plan de la maison Mozart

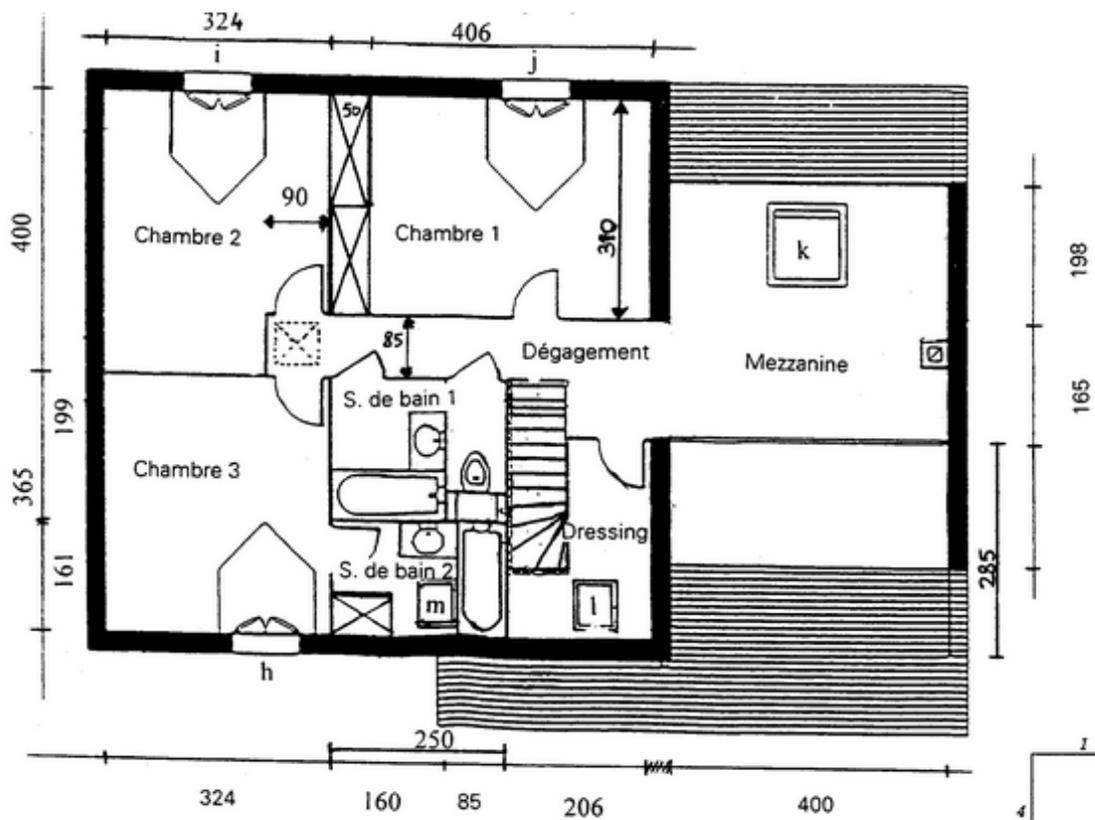
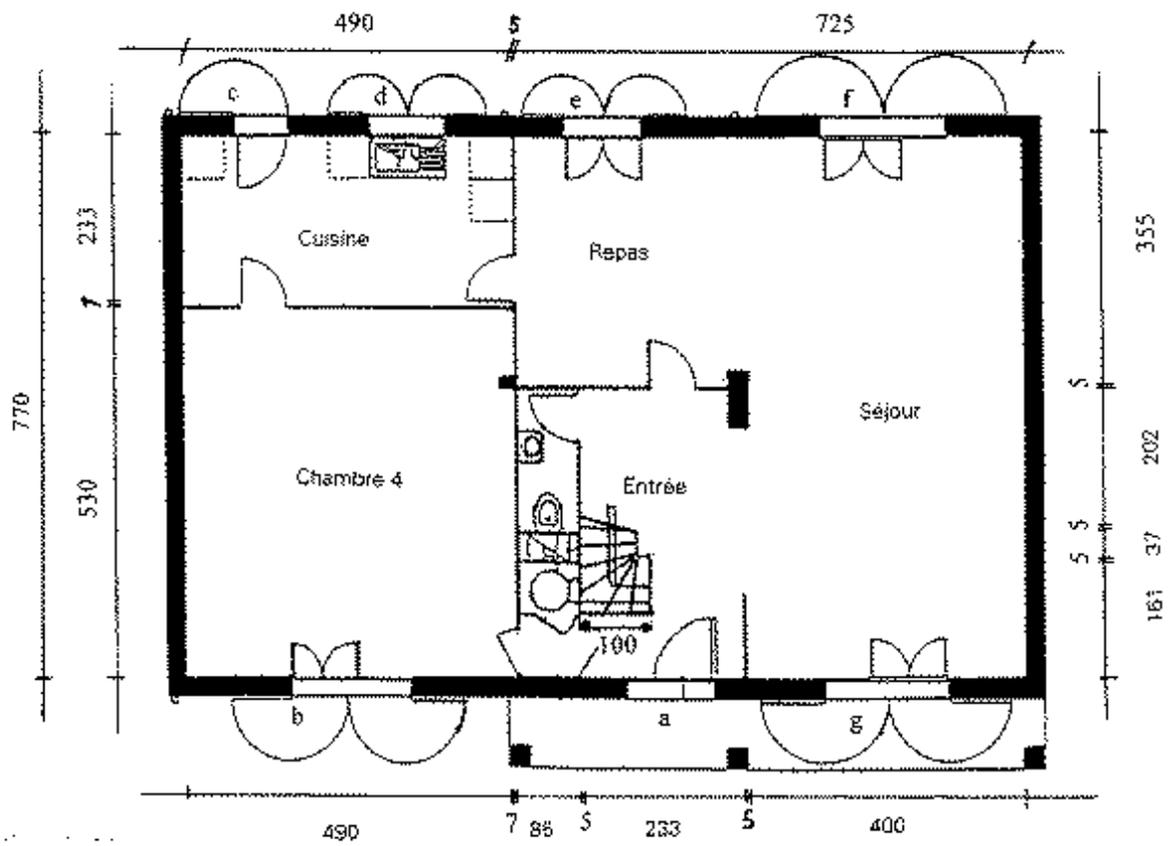


Figure 2 Plan de la maison Gershwins

La maison Mozart est une maison individuelle de 99.8 m<sup>2</sup>, sur un seul niveau et indépendante. Elle comporte un garage accolé à un de ses pignons. Elle est construite sur un vide sanitaire.

La maison Gershwin est une maison individuelle de 158.5 m<sup>2</sup>, indépendante. Elle comporte un étage et une mezzanine. Elle est construite sur sous-sol.

Les tests sur ces deux maisons ont été menés sur trois périodes constructives (avant 1974, année 1985, RT2000) en faisant varier à chaque fois l'énergie de référence du bâti (fioul, électricité, gaz) ainsi que la zone climatique (H1 (Trappes), H2(La Rochelle), H3 (NICE)). Cela nous a amené à tester 54 cas d'étude en variant à chaque fois un paramètre (voir **Annexe 1** : Cas d'étude ).

### 2.1.2 Descriptif des solutions de rénovation

Dans le cadre de smart réno, on s'intéresse aux solutions de rénovation liées à l'enveloppe et à la ventilation des maisons individuelles. Pour chaque cas d'étude décrit précédemment, on a intégré une liste de solutions de rénovation donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 Les solutions de rénovation

Rénovation	Type de rénovation		Descriptif	
Enveloppe	Fenêtre	PVC	Changement des fenêtres en PVC	
		Bois	Changement des fenêtres en bois	
		Alu	Changement des fenêtres en aluminium	
	Mur	Mur LNC		Isolation des murs sur Local Non Chauffé
		ITI	Collee	Isolation ITI des murs sur extérieur en utilisant la technique de collage
			Rails	Isolation ITI des murs sur extérieur en utilisant des rails
		ITE	ETIC	Isolation ITE des murs sur extérieur en utilisant la technique ETIC
			Bardage	Isolation ITE des murs sur extérieur en utilisant les bardages
			Vêtire	Isolation ITE des murs sur extérieur en utilisant la vêtire
	Combles		Isolation des combles	
Ventilation	Hygroréglable		un système de <i>ventilation</i> simple flux	
	autoréglable		un système de <i>ventilation</i> mécanique contrôlée simple flux	
	VDF		un système de <i>ventilation</i> double flux	
	VMR		un système de <i>ventilation</i> Mécanique Répartie	

Pour la rénovation d'enveloppe, on a testé deux cas :

- Niveau 1 : rénovation à une date donnée comme décrit dans le tableau ci-dessous

Tableau 2 date de référence d'un élément rénové

Date de construction	Date de référence (pour un élément rénové)
avant 1974	1982-1988
1974-1976	1989-1996
1977-1981	
1982-1988	1997-2001
1989-1996	2002-2005 (RT2000)
1997-2001	après 2012 (RT2012)
2002-2005	
2006-2012	
après 2012	

- Niveau 2 : rénovation selon la RT2012

### 3 Descriptif de l'outil de diagnostic énergétique et évaluation des solutions de rénovation (SolRen)

SolRen est un outil de diagnostic énergétique du bâtiment créé par EDF R&D afin d'évaluer les solutions de rénovation. Cet outil pourra être utilisé indépendamment ou en dernière étape de l'outil ODEAL.

Initialement, il était créé sous forme d'un macro Excel. Dans l'objectif qu'il soit plus modulable et simple à intégrer, SolRen a été réécrit en langage python.

#### 3.1 Fonctionnement de SolRen

Afin de comprendre le fonctionnement de SolRen, le schéma ci-dessous décrit les entrées sorties de SolRen ainsi que les outils appelés.

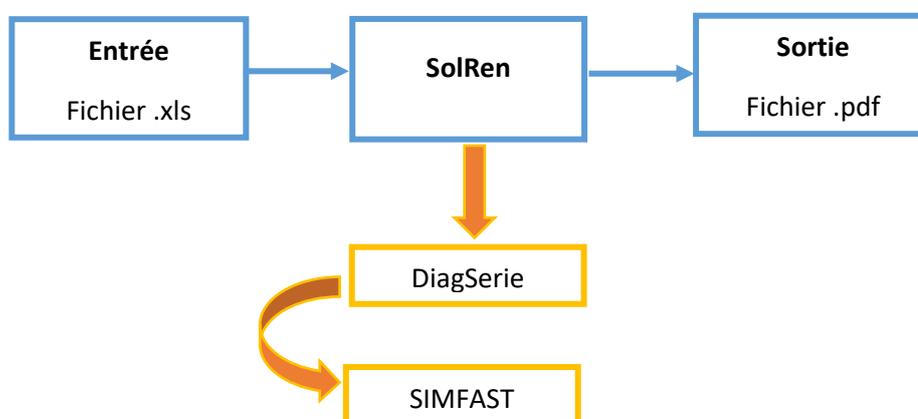


Figure 3 Schéma de fonctionnement de SolRen

### 3.1.1 Fichier d'entrée

SolRen a comme entrée un fichier Excel. Ce dernier comporte 5 feuilles : xls, Solutions, res, res\_metres, synthèse :

Version	Cas	EmplC	PignonC	Senev	Ventilation	OuvrantsMont	Svitree	SsudEq	OrientOuvran	Ssud	Snord	Sest	Souest	H	DeltaTtrent
Mozartav74elech1			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74elech2			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74elech3			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74gash1			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74gash2			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74gash3			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74fiouh1			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74fiouh2			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozartav74fiouh3			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85elech1			00000	0	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85elech2			00000	0	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85elech3			00000	0	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85gash1			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85gash2			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85gash3			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85fiouh1			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85fiouh2			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Mozart85fiouh3			00000	4	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000elech1			00000	0	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000elech2			00000	0	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000elech3			00000	0	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000gash1			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000gash2			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000gash3			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000fiouh1			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000fiouh2			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
MozartRT2000fiouh3			00000	2	0	1		4	7,485	2,495	2,495	2,495	2,495	2,5	0
Gershwinav74elech1			00000	2	0	1		3	2,694	15,85	2,536	2,694	2,5	0	
Gershwinav74elech2			00000	2	0	1		3	2,694	15,85	2,536	2,694	2,5	0	
Gershwinav74elech3			00000	2	0	1		3	2,694	15,85	2,536	2,694	2,5	0	

Figure 4 Fichier d'entrée de SolRen

- La feuille « xls » : est composé d'un tableau dont chaque ligne décrit un cas d'étude (maison type) et les colonnes renseignent les entrées indispensables au fonctionnement de DiagSerie (il s'agit de 137 paramètres à renseigner selon le cas d'étude). Cette feuille est à fournir/remplir par l'utilisateur dans le cas d'utilisation indépendante de l'outil SolRen.
- La feuille « Solutions » : contient les solutions proposées. Ces solutions seront appliquées à toutes les maisons à tester. La première colonne contient le nom de chaque solution. Le nom de la solution est un nom générique qui servira de base à tous les calculs et à tous les fichiers générés après. La couleur de fond de la case contenant ce nom est révélateur du « bloc » auquel appartient la solution. Cette feuille est à fournir/remplir par l'utilisateur dans le cas d'utilisation indépendante de l'outil SolRen.
- Feuille « res » : Feuille au format « résultats » de DiagSerie, qui sera générée par l'outil, mais doit être présente au départ, même si elle ne correspond pas à l'étude en question.
- Feuille « res\_metres » : Feuille au format « métrés » de DiagSerie, qui sera aussi générée par l'outil, mais qui doit aussi être là.
- Feuille « Synthèse » : Cette feuille contient tous les calculs de post-traitement, basés sur les données calculées par l'outil et contenues dans divers fichiers de résultat. Dans cette feuille, on peut introduire autant d'information et d'indicateur qu'on veut. Cela permettra de rajouter des colonnes en plus, de reclasser et reconstruire les bouquets de solution. Cette manipulation doit être fait par l'utilisateur.

### 3.1.2 SolRen

Cet outil fait appel à DiagSerie, développé par EDF R&D, pour la simulation thermique dynamique. DiagSerie est un exécutable qui utilise comme interface d'entrée et de sortie des tableaux Excel. Il effectue l'estimation des consommations d'un logement (maison ou appartement) par usage (chauffage, ECS, climatisation, autres usages) au pas de temps horaire à partir de données simples

dites « données client » et produit des données complémentaires (coûts, émissions de CO2, pistes de gains) exploitées par les outils supports de services développés autour de DiagSérie.

Les principaux composants du cœur de calcul DiagSérie sont les suivants :

- des modules de prétraitement (appelés façades) qui transforment les données client en données natives du solveur ;
- des modules de post-traitement qui produisent des données complémentaires (émissions CO2, facture énergétique...);
- un module 3CL qui calcule les étiquettes énergie et climat selon la méthode réglementaire ;
- un ensemble de données intermédiaires utilisées par les différents solveurs et modules.
- un solveur dynamique SimFast qui calcule au pas de temps horaire les consommations par usage (chauffage, climatisation, eau chaude, autres usages,...) ; Il s'appuie sur des modèles réduits paramétrables de logements (aussi appelés « boîtes grises » ou « boîtes semblables »). Ces modèles réduits permettent avec un nombre limité de paramètres de représenter le comportement thermique d'un bâtiment, et d'obtenir des résultats de simulation avec un temps de calcul très limité (inférieur à la seconde).

Dans le cas d'utilisation indépendante de l'outil solren, une interface graphique est ouverte dès le lancement de l'exécutable :

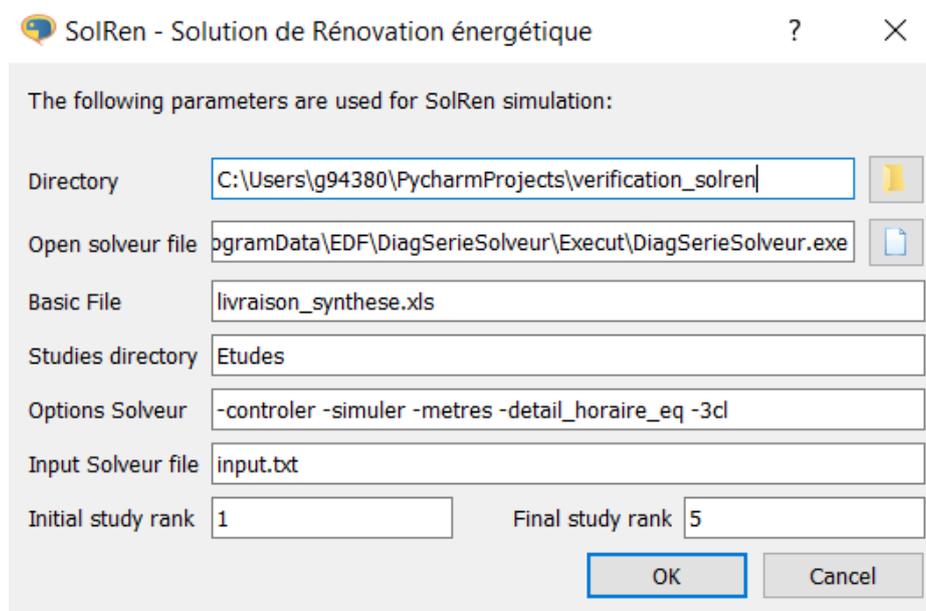


Figure 5 Interface graphique de SolRen

Là il faut renseigner les informations demander ci-dessous :

- Directory : l'emplacement de répertoire de simulation solren
- Open solveur file : contient le chemin complet de l'exécutable DiagSerieSolveur.exe (l'outil de base pour les calculs thermiques).
- Basic File : contient le nom du fichier Etude, par défaut celui qui était dans la package de départ, mais peut être remplacé par tout autre fichier Etude présent dans le répertoire.
- Studies directory : le nom du répertoire qui sera ouvert pour mettre les résultats de l'étude dans le répertoire relatif au groupe d'études
- Options Solveur : ce sont les options de solveur DiagSerie
- Input Solveur file : le nom de fichier text utiliser pour stocker les chemins d'accès des fichiers appeler dans solren.

- Initial study rank et Final study rank contiennent les références aux cas d'étude que l'on veut traiter, si on ne veut pas faire tous les cas d'étude contenus dans l'étude
- Enfin, l'étude est lancée en cliquant sur la case : « OK ».

Dans le cas de son intégration dans l'outil ODEAL, solren a pris la forme d'un package à installer pour pouvoir par la suite l'appeler ( import solren).

### 3.1.3 Fichier de sortie

Il s'agit d'un fichier synthèse sous format pdf présentant le meilleur bouquet de solution. La figure 6 montre un exemple de fichier dont :

- L'état initial avant rénovation présenté par, dans ce cas, la consommation d'énergie primaire, le cout avant rénovation, l'émission de CO<sub>2</sub>, le label énergie et le label d'émission de gaz à effet de serre (GES)
- Le meilleur bouquet de solution selon le critère choisi: pour chaque solution il y a le nom et l'image correspondante
- L'état final après rénovation présenté par, dans ce cas, la consommation d'énergie primaire, le cout de la rénovation, l'émission de CO<sub>2</sub>, le label énergie et le label d'émission de gaz à effet de serre (GES)

## Synthèse de l'étude *DiagSerie*



Figure 6 Illustration de fichier sortie SolRen

## 3.2 Principe d'une étude menée par SolRen

### 3.2.1 Définition de cas d'étude et des solutions de rénovation

Un premier volet de simulations est fait sur l'étude complète (les cas d'étude sélectionnés dans le fichier xls). Pour chaque cas d'étude (chaque ligne sélectionnée du fichier xls de départ), le cas sans solution et les cas avec toutes les solutions unitaires seront simulés et analysés par le fichier « Synthèse ».

Dans le répertoire Etude dont le nom a été donné au lancement de SolRen, à travers l'interface graphique, un répertoire sera ouvert pour chaque cas d'étude. Il porte le nom donné dans la première colonne de la feuille xls du fichier de données.

Par exemple :

Pour le fichier Etude suivant, on sélectionne les cas d'étude 1 à 5 (donc lignes Mozartav74elech1 à Mozartav74gazh2). Comme illustré dans le figure 5 et la figure 7.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Version	10.2.3						
2	Cas	TypeMeteo	MeteoExtern	Lgmt	DateConstr	G	Energie Bati	Energie Ch
3	Mozartav74elech1			0	0		0	1
4	Mozartav74elech2			0	0		0	1
5	Mozartav74elech3			0	0		0	1
6	Mozartav74gazh1			0	0		2	2
7	Mozartav74gazh2			0	0		2	2
8	Mozartav74gazh3			0	0		2	2
9	Mozartav74fioulh1			0	0		2	3
10	Mozartav74fioulh2			0	0		2	3
11	Mozartav74fioulh3			0	0		2	3
12	Mozart85elech1			0	3		0	1
13	Mozart85elech2			0	3		0	1
14	Mozart85elech3			0	3		0	1
15	Mozart85gazh1			0	3		2	2
16	Mozart85gazh2			0	3		2	2
17	Mozart85gazh3			0	3		2	2
18	Mozart85fioulh1			0	3		2	3
19	Mozart85fioulh2			0	3		2	3
20	Mozart85fioulh3			0	3		2	3

Figure 7 Illustration des cas d'étude dans le fichier livraison\_synthèse

Dans le répertoire Etude créé par le lancement de l'application, on va trouver les 5 répertoires relatifs aux 5 cas d'étude sélectionnés.

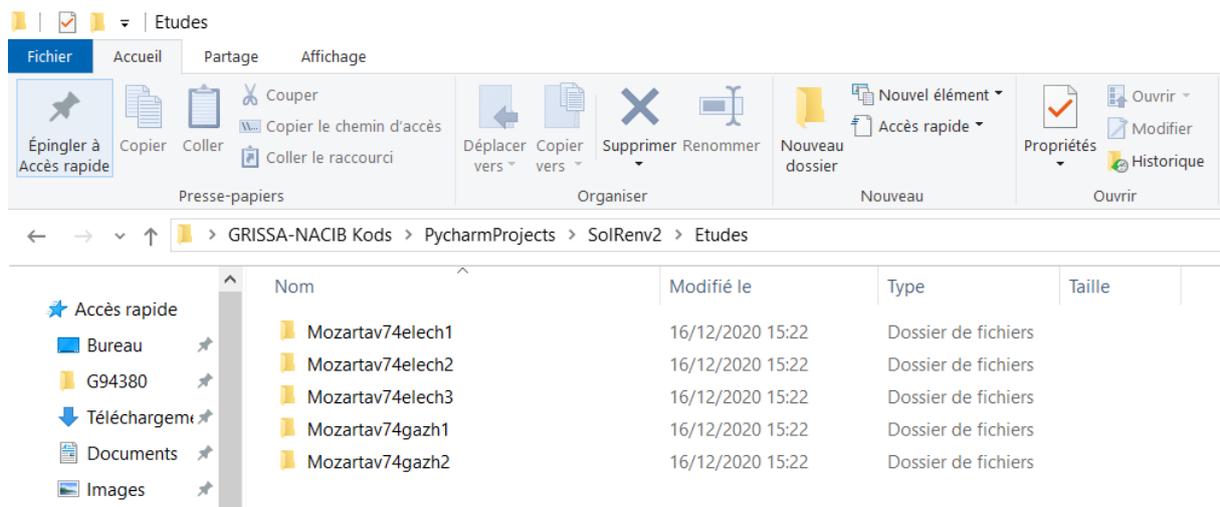


Figure 8 Création des répertoires par cas d'étude

### 3.2.2 Définition des bouquets de solutions

A l'issue des simulations faites sans solution (cas de base) et avec les solutions unitaires, le système va automatiquement construire des bouquets de solutions (les solutions les plus méritoires avec les critères utilisés dans la feuille Synthèse) et relancer les simulations pour ces bouquets, solutions qui seront-elles aussi analysées par le fichier Synthèse. Au total 16 bouquets sont simulés :

- Les 4 meilleurs bouquets de 2 solutions,
- Les 4 meilleurs bouquets de 3 solutions,
- Les 4 meilleurs bouquets de 4 solutions,
- Et les 4 meilleurs bouquets de 5 solutions

Ces bouquets sont construits en prenant en compte la couleur de la cellule de la solution ainsi que son classement. Si deux solutions ont la même couleur, le système va zapper la dernière pour trouver une solution en dehors du couleur de la première solution formant le bouquet.

1	Version
2	Cas
4	FenêtresPVC
5	FenêtresBois
6	FenêtresAlu
7	MursLNC
8	MursExtITICollée
9	MursExtITIRails
10	MursExtETIC
11	MursExtBardage
12	MursExtVeture
13	Combles
14	Vhygro
15	Vauto
16	VDF
17	VMR
18	B2_16_08
19	B2_16_09
20	B2_16_04
21	B2_16_05
22	B3_16_08_04
23	B3_16_08_05
24	B3_16_08_06
25	B3_16_08_07

Figure 9 Représentation des solutions par couleur et des bouquets de 2 et 3 solutions

### 3.2.3 Classement des bouquets de solutions et génération de fichier synthèse

A la fin, le répertoire relatif à chaque cas d'étude comporte les éléments suivants (ici l'exemple du répertoire Mozartav74elech1, premier cas d'étude sélectionné) :

Nom	Modifié le	Type	Taille
Mozartav74elech1_res_hor	16/12/2020 15:22	Dossier de fichiers	
Mozartav74elech1_synthese_res_hor	16/12/2020 15:22	Dossier de fichiers	
Mozartav74elech1.log	16/12/2020 13:09	Fichier LOG	2 Ko
Mozartav74elech1.xls	16/12/2020 13:06	Feuille de calcul Micros...	64 Ko
Mozartav74elech1_res.csv	16/12/2020 13:09	Fichier CSV Microsoft Ex...	29 Ko
Mozartav74elech1_res_3cl.csv	16/12/2020 13:09	Fichier CSV Microsoft Ex...	1 Ko
Mozartav74elech1_res_metres.csv	16/12/2020 13:21	Fichier CSV Microsoft Ex...	13 Ko
Mozartav74elech1_synthese.log	16/12/2020 13:29	Fichier LOG	2 Ko
Mozartav74elech1_synthese.xls	16/12/2020 13:21	Feuille de calcul Micros...	75 Ko
Mozartav74elech1_synthese_res.csv	16/12/2020 13:29	Fichier CSV Microsoft Ex...	53 Ko
Mozartav74elech1_synthese_res_3cl.csv	16/12/2020 13:29	Fichier CSV Microsoft Ex...	2 Ko
Mozartav74elech1_synthese_res_metres.csv	16/12/2020 13:29	Fichier CSV Microsoft Ex...	23 Ko
Mozartav74elech1_synthese_synthese.xls	16/12/2020 13:51	Feuille de calcul Micros...	96 Ko

Figure 10 Composition d'un répertoire d'un cas d'étude

- Le répertoire « Mozartav74elech1\_Synthese\_res-hor » contient tous les fichiers de résultats des simulations horaires (avec SIMFAST) pour le cas de base, toutes les solutions unitaires et tous les bouquets simulés.
- Le fichier « Mozartav74elech1\_synthese.xls » est en fait un fichier Etude centré sur Mozartav74elech1 intégrant toutes les solutions unitaires.
- Le fichier « Mozartav74elech1\_Synthese\_Synthese.xls » est le même fichier mais pour lequel la feuille « Synthèse » contient aussi tous les bouquets analysés. Dans ce fichier, les bouquets sont classés par ordre de mérite selon plusieurs critères prédéfinis. En choisissant l'un de ces critères, le fichier synthèse généré au final présente le meilleur bouquet de solutions.

## 4 Résultat

La sortie de ce démonstrateur est un diagnostic de la performance énergétique de la maison en l'état actuel, et une liste contenant des solutions de rénovation individuelles et des bouquets de solutions avec le gain apporté par chaque solution selon plusieurs indicateurs :

- Consommation en énergie primaire ou énergie finale
- Coût de la rénovation
- Emissions CO2
- Etiquette énergie
- Etiquette CO2 selon la méthode réglementaire 3CL

Ces données de sortie se présentent sous la forme d'un onglet dans un fichier Excel, et les informations du meilleur bouquet sont exportées dans un PDF.

### 4.1 Présentation des résultats

On a testé 54 maisons type en faisant varier :

- Un critère d'ordre de mérite (Consommation en énergie primaire (CEP) ou énergie finale (CEF))
- Niveau de rénovation : 1 ou 2

A l'issue de cette campagne de simulation, on a 6 rapport pdf résultant de 324 cas traités :

- « synthèse\_reno1\_critereconsoEF.pdf » : représente les résultats de 54 cas de maison type testé en utilisant les solutions de rénovation présentés dans le tableau 1 avec un niveau de rénovation 1 (rénovation à une date inconnue). Le classement des bouquets de solution a été fait selon l'indicateur de consommation en énergie final,
- « synthèse\_reno2\_critereconsoEF.pdf » : représente les résultats de 54 cas de maison type testé en utilisant les solutions de rénovation présentés dans le tableau 1 avec un niveau de rénovation 2 (rénovation selon RT2012 ). Le classement des bouquets de solution a été fait selon l'indicateur de consommation en énergie final,
- « synthèse\_reno1\_critereconsoEP.pdf » : représente les résultats de 54 cas de maison type testé en utilisant les solutions de rénovation présentés dans le tableau 1 avec un niveau de rénovation 1 (rénovation à une date inconnue). Le classement des bouquets de solution a été fait selon l'indicateur de consommation en énergie primaires,
- « synthèse\_reno2\_critereconsoEP.pdf » : représente les résultats de 54 cas de maison type testé en utilisant les solutions de rénovation présentés dans le tableau 1 avec un niveau de rénovation 2 (rénovation selon RT2012 ). Le classement des bouquets de solution a été fait selon l'indicateur de consommation en énergie primaires.
- « synthèse\_reno1\_critereCO2.pdf » : représente les résultats de 54 cas de maison type testé en utilisant les solutions de rénovation présentés dans le tableau 1 avec un niveau de rénovation 1 (rénovation à une date inconnue). Le classement des bouquets de solution a été fait selon l'indicateur d'émission de CO2,
- « synthèse\_reno2\_critereCO2.pdf » : représente les résultats de 54 cas de maison type testé en utilisant les solutions de rénovation présentés dans le tableau 1 avec un niveau de rénovation 2 (rénovation selon RT2012 ). Le classement des bouquets de solution a été fait selon l'indicateur d'émission de CO2.

Ces rapports sont en pièces joints au livrable.

## 4.1 Comparaison selon le niveau de rénovation

En comparant les résultats du rapport « synthèse\_reno2\_critere.pdf » avec celui « synthèse\_reno1\_critere.pdf », on remarque:



Figure 11 Cas de rénovation niveau 2 en utilisant l'indicateur de consommation en EP



Figure 12 Cas de rénovation niveau 1 en utilisant l'indicateur de consommation en EP

- Une consommation en énergie primaire ou finale plus faible en rénovation niveau par rapport à celle du niveau 1
  - Une émission de CO<sub>2</sub> plus faible en rénovation niveau 2 par rapport à celle du niveau 1
  - Des étiquettes énergie et GES plus intéressantes en rénovation niveau 2 par rapport au niveau à celles du niveau 1
  - Le cout est le même sauf pour certains cas où le bouquet des solutions a changé :
    - Critère EP : Mozart85elech2, Mozart85elech3, Mozartav74fioulh1, Mozartav74gazh1
    - Critère CO<sub>2</sub>: Mozart85gazh3, Mozartav74fioulh1, Mozartav74gazh1
- Exemple :



Figure 13 Cas de rénovation niveau 1 selon l'indicateur d'émission de CO<sub>2</sub>

## Mozart85gzh3



Figure 14 Cas de rénovation niveau 2 selon l'indicateur d'émission de CO<sub>2</sub>

- Pour les cas en RT2000, on a les même valeurs (consommation EP ou EF, émission CO<sub>2</sub>, étiquettes énergie et GES, cout et bouquet des solutions). En effet, le niveau de rénovation 1 pour les maisons en RT2000 revient au niveau de rénovation 2 car les rénovations sont basées sur la RT2012 dans les deux cas.

Exemple :

## GershwinRT2000fioulh1



Figure 15 Cas de rénovation niveau 2 en utilisant l'indicateur de consommation en EP

## GershwinRT2000fioulh1



Figure 16 Cas de rénovation niveau 1 en utilisant l'indicateur de consommation en EP

### 4.2 Comparaison par critère

En comparant les résultats du rapport « synthèse\_reno2\_critere.pdf » avec celui « synthèse\_reno2\_critere.pdf », on remarque que le cout de rénovation est le même quel que soit le critère sauf pour certains cas (Mozart85elech2, Mozart85elech3, Mozartav74fioulh1, Mozartav74gzh1). Voir l'exemple ci-dessous :

## Mozart85elech2



Figure 17 Cas de rénovation niveau 2 en utilisant l'indicateur de consommation en EF

## Mozart85elech2

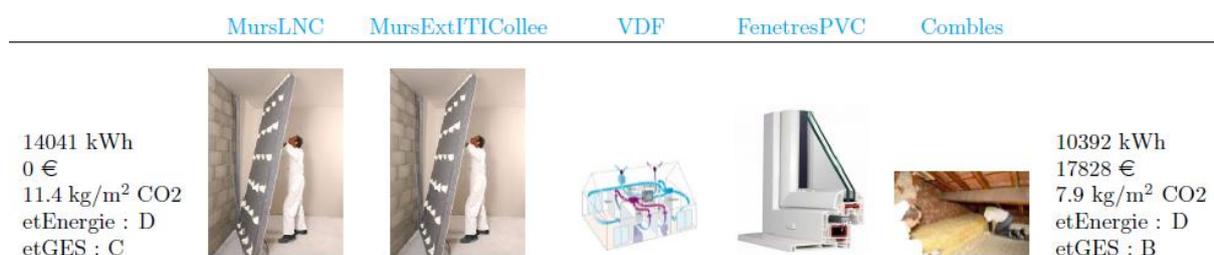


Figure 18 Cas de rénovation niveau 2 en utilisant l'indicateur de consommation en EF et CO<sub>2</sub>

En comparant les résultats du rapport « synthèse\_reno2\_critere.pdf » avec celui « synthèse\_reno1\_critere.pdf », on remarque que le cout de rénovation est le même quel que soit le critère sauf pour certains cas (Mozart85gazh3, Mozartav74fioulh1, Mozartav74gazh1)

## 5 Conclusion et perspectives

On peut conclure que SolRen :

- Simule de la performance énergétique du logement dans l'état actuel
- Constitue les configurations correspondant à une chaque solution de rénovation appliquée individuellement parmi une liste pré-définie
- Simule de la performance énergétique correspondant à ces configurations de solutions individuelles
- Sélectionne les meilleures solutions par catégorie et constitution de configurations correspondant à des bouquets associant 2, 3 ou 4 parmi les meilleures solutions individuelles
- Simule de la performance énergétique correspondant à ces nouvelles configurations de bouquets de solution
- Export de la liste des configurations évaluées, avec les solutions individuelles et les bouquets de solution

### 5.1 Etat actuel de l'outil

Actuellement, SolRen permet de lancer plusieurs simulation (donc plusieurs cas d'étude) automatique de DiagSerie et de générer un fichier synthèse récapitulant l'état avant/après rénovations proposées. Cet outil de pré-diagnostic donne une idée assez claire sur les solutions de rénovation les plus rentable en terme de cout et selon le critère de classement notre choix (énergie finale, énergie primaire, émissions CO<sub>2</sub>, ect) en réponse à notre besoin. Cet outil est intégrable à la chaine d'outil ODEAL (tache 2.1) pour un diagnostic de la performance énergétique de la maison en l'état actuel en partant d'une adresse postale.

Au-delà de la rénovation d'enveloppe et de la ventilation, SolRen permet également d'étudier la performance énergétique d'un logement en intégrant des équipements (PAC, PV, etc) dont on n'a pas besoin dans le cadre de ce projet.

## 5.2 Limites actuelles de l'outil et perspectives

Les limites observées dans la version actuelle de SolRen sont :

- Le calcul des couts de la rénovation n'est pas automatisé
- L'introduction des nouveaux critères demande une adaptation liée au calcul du rang de la solution
- La feuille « synthèse » contient des formules prédéfinis dont il faut faire attention au moment de la manipulation
- L'outil dans l'état actuel ne peut pas être industrialisé

Comme perspectives, on propose de :

- Se référer à des bases de donnée de cout de la rénovation actualisée
- Introduire un large choix de critère possible, ce qui permettra d'éviter une manipulation de l'utilisateur
- Automatiser la feuille « synthèse »
- Revoir l'organisation des solutions de rénovation par couleur pour la construction des bouquets de solution.
- Ajouter la possibilité d'introduire des bouquets tout fait.
- Le chainage est tout à fait possible avec la construction de devis (tache 2.4). Cela permettra de faciliter la rénovation en s'adressant à un grand public (professionnel, particulier, maire, etc) et industrialiser l'outil.

## Annexe 1 : Cas d'étude

Cas d'étude	Maison type		Période de construction			Energie			Zone climatique		
	Mozart	Gershwin	Avant74	85	RT2000	électricité	gaz	fioul	H1	H2	H3
Mozartav74elech1	×		×			×			×		
Mozartav74elech2	×		×			×				×	
Mozartav74elech3	×		×			×					×
Mozartav74gazh1	×		×				×		×		
Mozartav74gazh2	×		×				×			×	
Mozartav74gazh3	×		×				×				×
Mozartav74fioulh1	×		×					×	×		
Mozartav74fioulh2	×		×					×		×	
Mozartav74fioulh3	×		×					×			×
Mozart85elech1	×			×		×			×		
Mozart85elech1	×			×		×				×	
Mozart85elech1	×			×		×					×
Mozart85gazh1	×			×			×		×		
Mozart85gazh2	×			×			×			×	
Mozart85gazh3	×			×			×				×
Mozart85fioulh1	×			×				×	×		
Mozart85fioulh2	×			×				×		×	
Mozart85fioulh3	×			×				×			×
MozartRT2000elech1	×				×	×			×		
MozartRT2000elech2	×				×	×				×	

MozartRT2000elech3	×				×	×					×
MozartRT2000gazh1	×				×		×		×		
MozartRT2000gazh2	×				×		×			×	
MozartRT2000gazh3	×				×		×				×
MozartRT2000fioulh1	×				×			×	×		
MozartRT2000fioulh2	×				×			×		×	
MozartRT2000fioulh3	×				×			×			×
Gershwinav74elech1		×	×			×			×		
Gershwinav74elech2		×	×			×				×	
Gershwinav74elech3		×	×			×					×
Gershwinav74gazh1		×	×				×		×		
Gershwinav74gazh2		×	×				×			×	
Gershwinav74gazh3		×	×				×				×
Gershwinav74fioulh1		×	×					×	×		
Gershwinav74fioulh2		×	×					×		×	
Gershwinav74fioulh3		×	×					×			×
Gershwin85elech1		×		×		×			×		
Gershwin85elech2		×		×		×				×	
Gershwin85elech3		×		×		×					×
Gershwin85gazh1		×		×			×		×		
Gershwin85gazh2		×		×			×			×	
Gershwin85gazh3		×		×			×				×
Gershwin85fioulh1		×		×				×	×		
Gershwin85fioulh2		×		×				×		×	
Gershwin85fioulh3		×		×				×			×

GershwinRT2000elech1		×			×	×			×		
GershwinRT2000elech2		×			×	×				×	
GershwinRT2000elech3		×			×	×					×
GershwinRT2000gazh1		×			×		×		×		
GershwinRT2000gazh2		×			×		×			×	
GershwinRT2000gazh3		×			×		×				×
GershwinRT2000fioulh1		×			×			×	×		
GershwinRT2000fioulh2		×			×			×		×	
GershwinRT2000fioulh3		×			×			×			×

Tableau 1. Récapitulatif des cas d'étude