Estia

MANUEL D'UTILISATION

Version 2.5

Using Radiance

This product includes Radiance software (http://radsite.lbl.gov/)
developed by the Lawrence Berkeley National Laboratory (http://www.lbl.gov/).

The meteo files for simulation are generated with METEONORM 7 (www.meteonorm.com)

Mise à jour : Avril 2017

Sous réserve de modifications et de corrections

Exclusion de responsabilité:
Malgré le soin apporté à la rédaction de ce manuel d’utilisation, nous ne pouvons garantir l'absence d'erreurs ni en être tenus pour responsables, quel qu'en soit le motif.
Ce document fait l'objet de contrôles réguliers : les corrections qui s'imposent et vos suggestions d'amélioration seront prises en compte lors des prochaines éditions.

Sommaire

MANUEL D'UTILISATION 1
Sommaire 3
Introduction 7
Accueil / Enregistrement 8
Données générales 9
Données météo 10
Liste des locaux : Créer un nouveau local 11
Liste des locaux : Visualiser un local existant 12
Liste des locaux : Supprimer un local existant 13
Liste des locaux : Modifier / Dupliquer un local existant 14
Choix de la géométrie en plan 15
Dimensions du local (en plan) 16
Orientation du local 17
Type de toiture 18
Hauteur du local : Ajustement des dimensions 19
Hauteur du local : Ajustement des pentes de toiture 20
Environnement extérieur : Clarté Sol extérieur 21
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 1 22
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 2 23
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 3 24
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 4 25
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 5 26
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 6 27
Environnement extérieur: Horizon Proche / Etape 7 28
Environnement extérieur: Horizon Proche / Etape 8 29
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 9 30
Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 10 31
Environnement extérieur: Horizon Proche / Cas des ATRIUMS 32
Environnement extérieur : Horizon Lointain / Etape 1 33
Environnement extérieur : Horizon Lointain / Etape 2 34

OUVERTURES EN FACADE 35

Ajouter une ouverture en façade 36
Ajout / Dimensionnement 37
Dupliquer / Supprimer une ouverture 38
Epaisseur du mur 39
Vitrages 40
Vitrages à teinte variable (électrochromes) 41
Vitrages à teinte variable (électrochromes) 42
Propriétés du cadre 43
Fraction de cadre : Exemples 44
Type d'ouvrant 45
Protections solaires dynamiques 46
Protections solaires dynamiques : Stores à lames 47
Protections solaires dynamiques : Stores en tissus 48
Gestion des protections solaires 49
Avant-toits – Débords : Création 50
Avant-toits – Débords : Matériaux diffusants 51
Avant-toits – Débords : Positionnement 52
Brise-soleil horizontal : ajustement COUPE 53
Brise-soleil vertical : ajustement PLAN 54
Choix des protections solaires fixes 55

Description des protections solaires fixes 56
Géométrie / Clarté 56
Description des protections solaires fixes 57
Photométrie diffusante 57

OUVERTURES EN TOITURE 58
Ajouter une ouverture en toiture 59
Ajout / Dimensionnement ouverture en toiture 60
Type d'ouverture 61
Ouvertures Inclinées ou verticales : Orientation 62
Ouvertures Inclinées ou verticales : Géométrie 63
Ouvertures Horizontales : Forme des costières 64
Epaisseur toiture 65
Fraction de cadre 66
Ouvrants horizontaux 67
Cas des ouvertures sur un toit incliné : Forme des costières 68
Cas des ouvertures sur un toit incliné: Epaisseur toiture 69
Cas des ouvertures sur un toit incliné: Type d'ouvrants 70

OBJETS INTERIEURS 71
Ajouter un objet intérieur 72
Type d'objet & géométrie en plan 73
Position & dimensions en coupe 74
Facteur de réflexion ou de transmission des objets intérieurs 75
Photométrie des objets intérieurs « Diffusants » 76
Décrire un ATRIUM ou un PATIO à l'aide d'objets intérieurs 77
MENU : Compléter la description 78

COMPLEMENTS PARAMETRES ECLAIRAGE NATUREL 79
Clarté du sol 80
Clarté des parois et du plafond 81
Sélection d'une ou plusieurs parois (murs ou plafonds à double pente) 81

COMPLEMENT PARAMETRES ECLAIRAGE ARTIFICIEL 82
Ajouter un luminaire 83
Choix des sources 84
Choix des luminaires 85
Filtres du luminaire 86
Répartition de la lumière 87
Positionnement d'un luminaire 88
Description de rangées de luminaire 89
Suggestion de puissance (selon SIA 380/4) 90
Choix de la commande 91

COMPLEMENT PARAMETRES THERMIQUES 92
Contact Sol 93
Contact parois verticales 94
Contact plafond(s) 95
Paroi(s) donnant sur l'extérieur : Typologie 96
Parois donnant sur l'extérieur : Isolation 97
Parois en contact avec l'intérieur : Typologie 98
Plafond en contact avec l'intérieur : Typologie 99
Sol en contact avec l'intérieur : Typologie 100
Parois verticales : Revêtement intérieur 101
Plafond : Revêtement intérieur 102
Sol : Revêtement intérieur 103

Personnaliser la composition des parois 104
Gains internes liés à l'occupation 105
Personnaliser les profils d'utilisation et d'occupation *(Utilisateurs experts)* 106
Gains internes liés aux appareils 107
Gains internes liés à l'éclairage artificiel 108
Paramètres de ventilation : Débits d'air 109
Paramètres de ventilation : Stratégie de rafraîchissement 110
Emetteurs de chaleur 111
Emetteurs de froid 112

PARAMETRES VENTILATION 113
Ouvertures en façade: Remarque sur les ouvertures partielles 114
OUVERTURES EN FACADE : position de l'ouvrant dans la paroi 115

RECAPITULATIF 116
Visualisation du local 117
Choix du local / Navigation 118
Données générales 119
Environnement 120
Paramètres de description du Sol intérieur 121
Paramètres de description des Parois intérieures 122
Paramètres de description des Ouvertures 123
Protections solaires 124
Objets intérieurs 125
Luminaires 126
Paramètres de simulation : Lumière naturelle 127
Paramètres de simulation : Eclairage artificiel 128
Paramètres de simulation : Thermique 129
Préférences pour la thermique 130

EVALUATION 132
Lancement des évaluations 133
Choix de l'évaluation 134
EVALUATION : MASQUES D'HORIZON 135
Masques d'horizon 136
EVALUATION ETUDE D'OMBRAGE 137
Facteur d'ensoleillement / Année 138
Facteurs d'ensoleillement / Mois 139
EVALUATION ECLAIRAGE NATUREL 140
Lumière naturelle : choix de la surface d'analyse 142
Lumière naturelle : choix de la simulation 143
Ciel Couvert : Facteurs de lumière du jour 144
Ciel Couvert : Facteurs de lumière du jour / Détails 145
Ciel couvert : Facteurs de lumière du jour / Profils 146
Ciel couvert : Référentiel CERTIVEA® 147
Référentiel Certivéa®: Définition zone de premier rang 148
Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Description 149
Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Résultats [%] 150
Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Détails 151
Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Résultats en heures 152
Lumière naturelle : Autonomie : Horaires d'occupation 153
Simulations dynamiques : Eclairement annuel moyen 154
Simulations dynamiques : Eclairement horaire 155
Simulations dynamiques : Temporal maps 156
Spatial Daylight Autonomy (sDA) : Définition 157

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Spatial Daylight Autonomy (sDA) : Résultats....158
Useful Daylight Illuminance (UDI) : Définition....159
Useful Daylight Illuminance (UDI) : Résultats....160
Eclairage artificiel : Consommation selon la méthode DIAL+....161
Eclairage artificiel : description des scénarios de commande de l'éclairage....162
Lumière naturelle : Autonomie / Pourcentage du temps....166
Lumière naturelle : Autonomie / Heures....167
EVALUATION ECLAIRAGE ARTIFICIEL....168
Eclairage artificiel : Consommation selon Norme suisse 380/4....170
Eclairage artificiel : Valeurs limite, Cible et Minergie®....171
Eclairage artificiel : Exigence Minergie-ECO®....172
Eclairage artificiel : Exemple de Rapport selon Norme suisse 380/4....173
Eclairage artificiel : Consommation selon Norme suisse 380/4....174
Eclairage artificiel : Lancement simulation Radiance par local....175
Eclairage artificiel : Résultats simulation Radiance par local....176
EVALUATION THERMIQUE....177
Thermique : analyse détaillée....178
Thermique : analyse détaillée : fonctions d'édition....179
Thermique : analyse détaillée / Zoom sur les résultats....180
Thermique : Analyse détaillée des températures....181
Thermique : Analyse détaillée des gains solaires....182
Thermique : Analyse détaillée des gains internes....183
Thermique : Analyse détaillée des débits d'air....184
Thermique : analyse détaillée des flux de chaleur évacués par la ventilation....185
Thermique : analyse détaillée de la puissance de chauffage....186
Thermique : analyse détaillée de la zone de confort utilisateur (SIA 382/1)....187
Thermique : analyse détaillée de la Zone de confort EN 15251....188
Thermique : analyse détaillée de la distribution des températures....189
Thermique : Comparaison de plusieurs locaux....190
EVALUATION VENTILATION NATURELLE....191
Ventilation naturelle....192
BIBLIOGRAPHIE....193

Introduction

Le logiciel **DIAL+** est développé par la société **Estia SA** en partenariat avec **l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne** (Laboratoire LAURE, laure.epfl.ch).

Il a reçu un financement de la Confédération Helvétique, auprès de l'Agence pour la promotion de l'innovation CTI (Projet : "Advanced Fenestration Design Tool") sous l'égide de l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie.

DIAL+ constitue un prolongement du logiciel **DIAL-Europe** réalisé en 2003 sous financement de la Commission Européenne avec les partenaires suivants :

- ESTIA SA,
- EPFL: Laboratoire d'Energie Solaire et de Physique du Bâtiment,
- University of Cambridge: The Martin Centre for Architecture and Urban Studies,
- FhG IBP Fraunhofer Institute für Bauphysik Stuttgart,
- TNO Eindhoven.

DIAL+ est une suite de logiciels qui comporte les 2 modules suivants :

- ***DIAL+Lighting (Eclairage naturel et artificiel)***
- **DIAL+*Cooling (STD + Ventilation naturelle)***

L'ordre des pages de ce guide suit la description d'un local, de son environnement et de ses ouvertures.

- Une section spécifique traite des paramètres relatifs à l'éclairage naturel.
- Une section spécifique traite des paramètres relatifs à l'éclairage artificiel.
- Une section spécifique traite l'ensemble des paramètres thermiques.
- Une section spécifique traite des paramètres relatifs à la ventilation naturelle.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Accueil / Enregistrement

Au lancement du programme s'affiche l'écran présenté sur la Figure 2 ci-après. Par défaut, le logiciel est en mode « Démo ».

1. Utilisez le menu « Projet / …. » pour créer, ouvrir et enregistrer votre travail.
2. Choisir la langue (le choix sera appliqué au redémarrage du logiciel).
3. Pour enregistrer le programme, utiliser la barre de menu général située en haut de votre écran. (Système / S'enregistrer…). (vous devez auparavant avoir reçu un code d'activation correspondant au type et au nombre de licences que vous avez commandé).

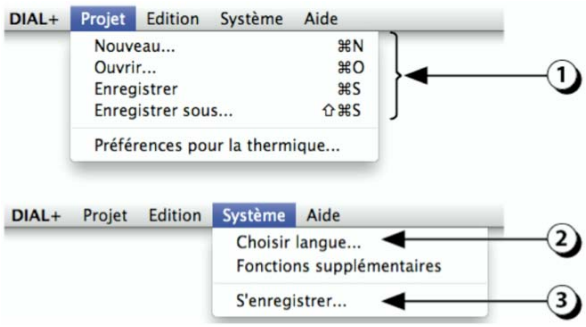


Figure 1 : Barre de menu général.

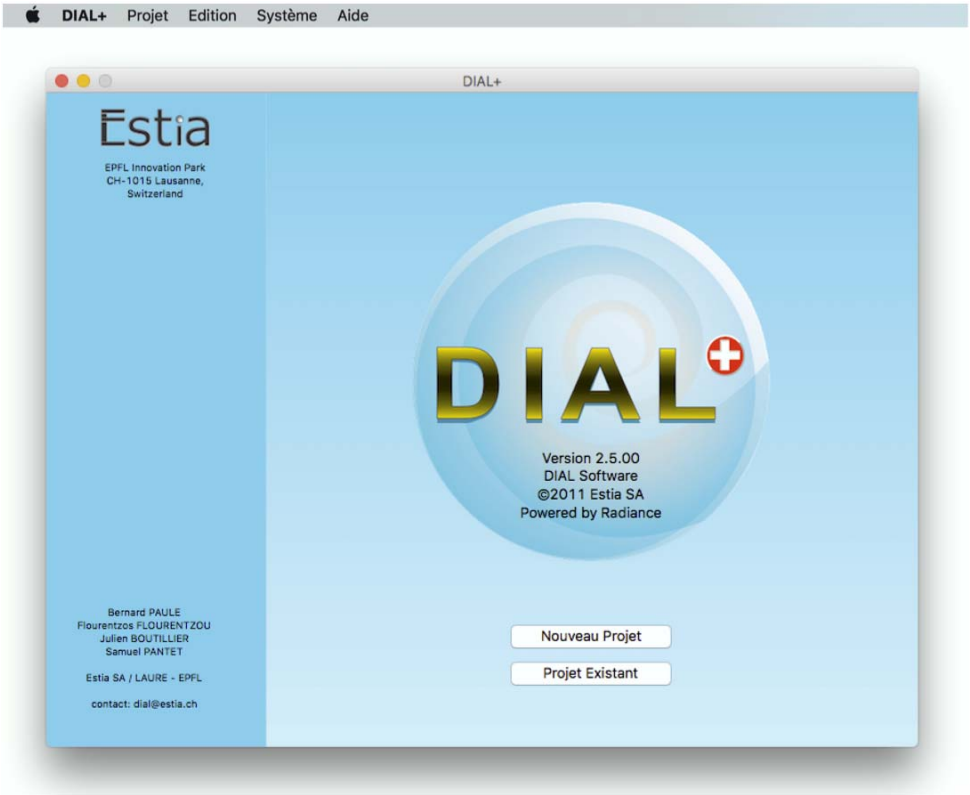


Figure 2 : Ecran d'accueil de DIAL+.

Données générales

Ces paramètres sont utiles pour qualifier le projet en cours.

1. Lorsque vous serez amenez à sauver votre travail, le nom que vous aurez rentré dans le champ Projet » sera proposé par défaut comme nom du fichier de sauvegarde.
2. Cliquer sur ce bouton pour sélectionner le pays dans lequel est situé votre projet.
3. Cliquer sur ce bouton pour sélectionner la ville la plus proche de votre localisation. Si vous disposez d'un outil de génération de données météorologiques, vous pouvez générer vous-mêmes un fichier correspondant à la ville qui vous intéresse en suivant la procédure exposée à la **page 10**.

   Les données climatiques utilisées pour sont basées, pour chaque heure de l'année, sur les données suivantes : Rayonnement normal direct (W/m^2) ; Rayonnement horizontal diffus (W/m^2) ; Température de l'air (°C) ; Humidité relative (%) (d'après METEONORM 7, www.meteonorm.com).

4. Le bouton « Suivant », qui est présent sur la quasi-totalité des écrans sert à valider les informations que vous avez saisies et de passer à l'étape suivante.

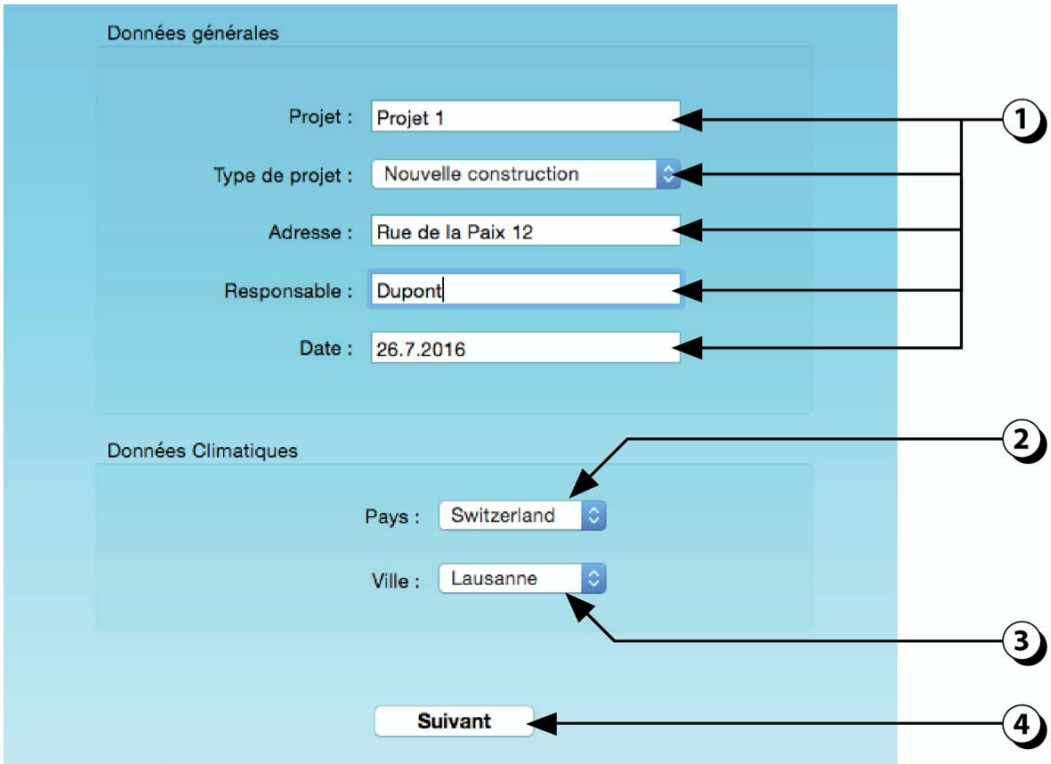


Figure 3 : Ecran des données générales du projet.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Données météo

Figure 4 : Procédure de génération des données météorologiques pour DIAL+.

Liste des locaux : Créer un nouveau local

DIAL+ permet de gérer un ensemble de locaux appartenant à un même projet

1. Pour créer un nouveau local cliquer sur le bouton « Ajouter ».
2. Entrer le nom du local dans le champ.
3. Sélectionner l'affectation du local.
4. Vous pouvez cliquer sur le bouton « Information » pour afficher les spécifications liées à l'affectation choisie.
5. Vous pouvez ajouter un commentaire concernant le local dans ce champ.
6. Cliquer sur ajouter à la liste.
7. Cliquer sur le bouton « suivant» pour continuer.

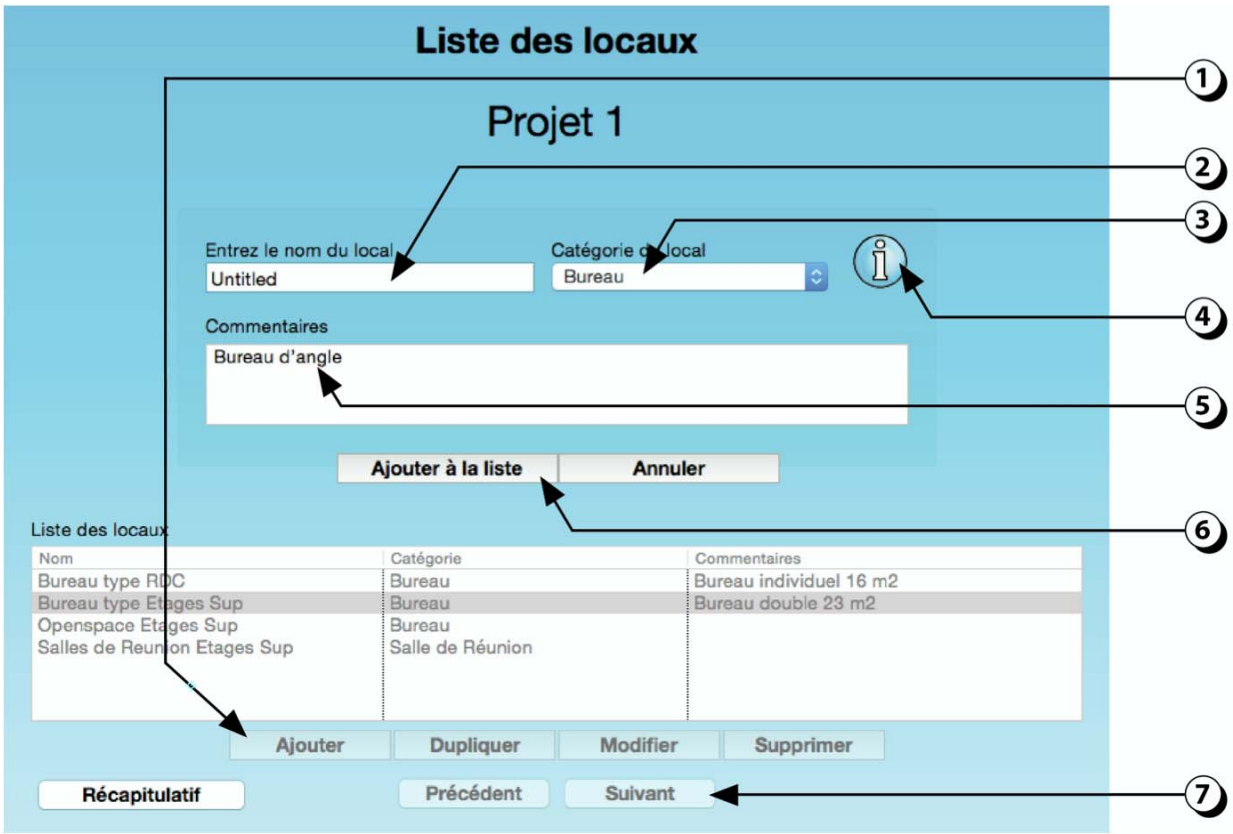


Figure 5 : Liste des locaux : créer un nouveau local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Liste des locaux : Visualiser un local existant

Si vous avez déjà décrit complètement un local, il est possible de le sélectionner dans la liste des locaux.

1. Pour Visualiser un local existant, sélectionner le dans la liste des locaux déjà décrits.
2. Une représentation schématique du local s'affiche alors dans la fenêtre au dessus.

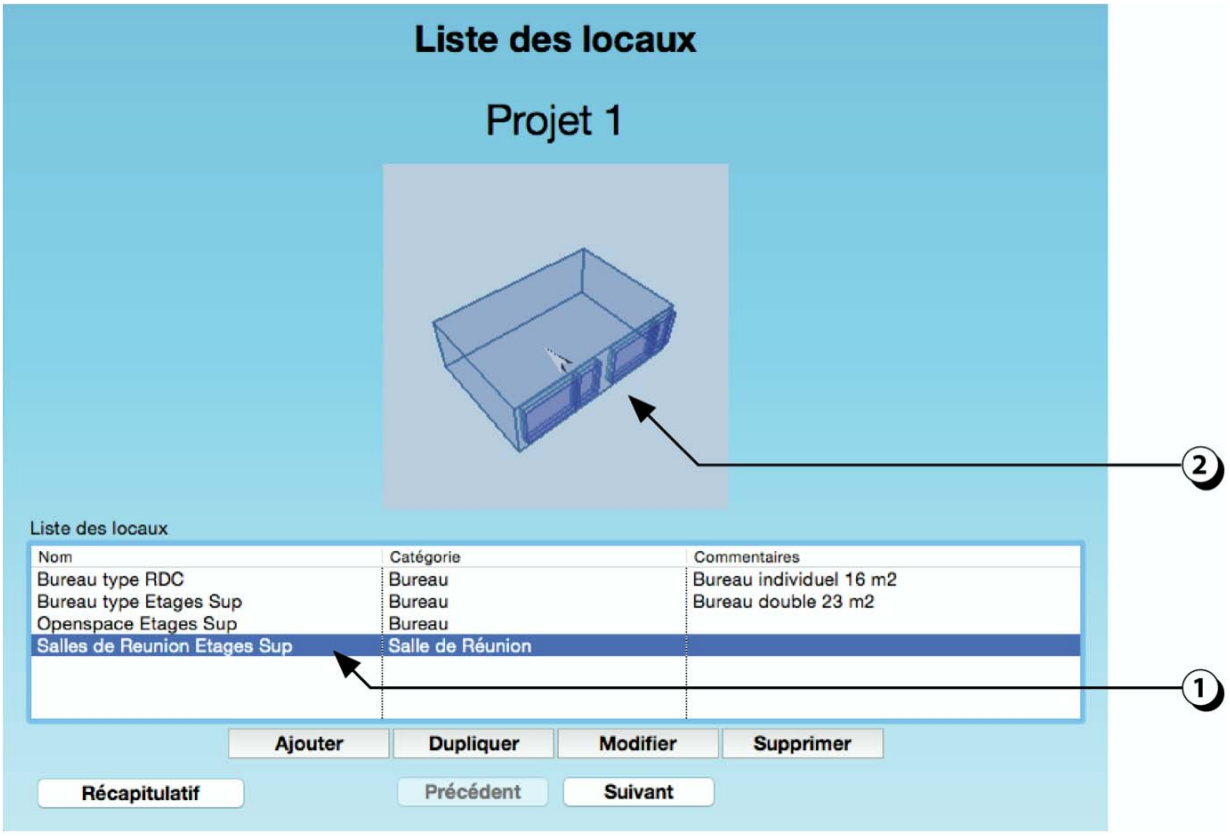


Figure 6 : Liste des locaux : visualiser un local déjà décrit.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Liste des locaux : Supprimer un local existant

1. Sélectionner le local dans la liste des locaux déjà décrits.
2. Cliquer sur le bouton « Supprimer » pour retirer le local sélectionné.

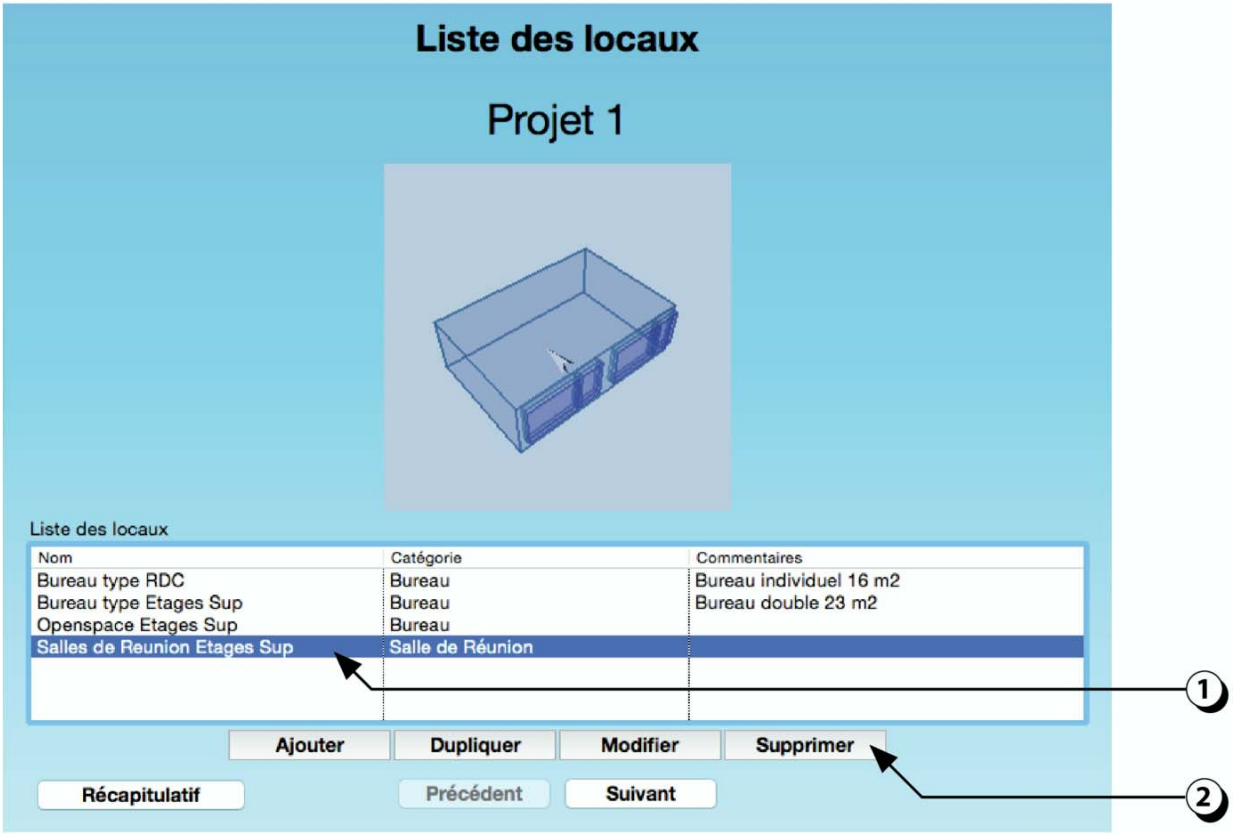


Figure 7 : Supprimer un local existant.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Liste des locaux : Modifier / Dupliquer un local existant

1. Sélectionner le local dans la liste des locaux déjà décrits.
2. Cliquer sur « Modifier » pour changer le nom du local.
3. Cliquer sur « Dupliquer » pour créer un local identique à celui sélectionné dans la liste (Le nom du local dupliqué reprendra le nom initial du local suivi d'un chiffre (1, 2, etc).
   (Pour modifier le nom du local que vous venez de dupliquer, cliquer à nouveau sur « Modifier » puis adapter le nom avec votre clavier dans le champ qui s'affiche).

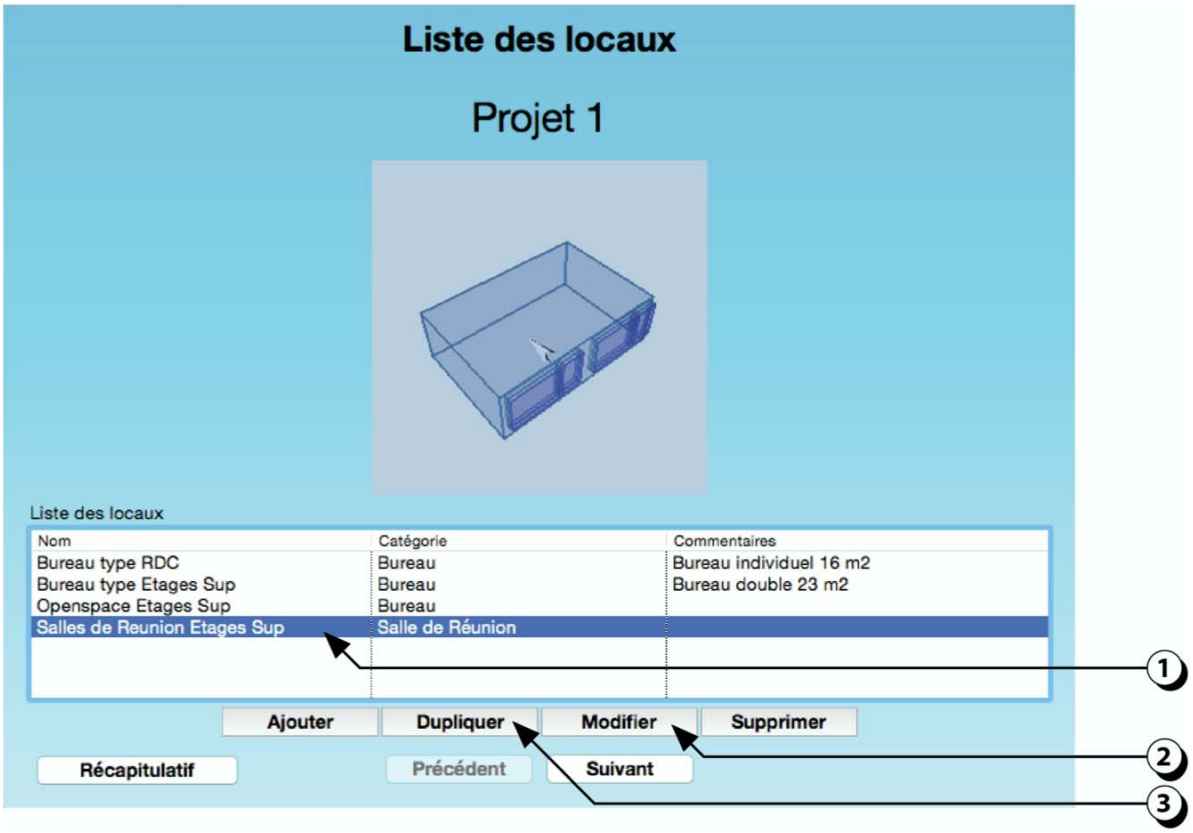


Figure 8 : Modifier / Dupliquer un local existant.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Choix de la géométrie en plan

1. Sélectionner le type de plan de votre local parmi les choix proposés (rectangle », « trapèze » ou « en L ».
2. Le type choisi s'affiche en jaune.

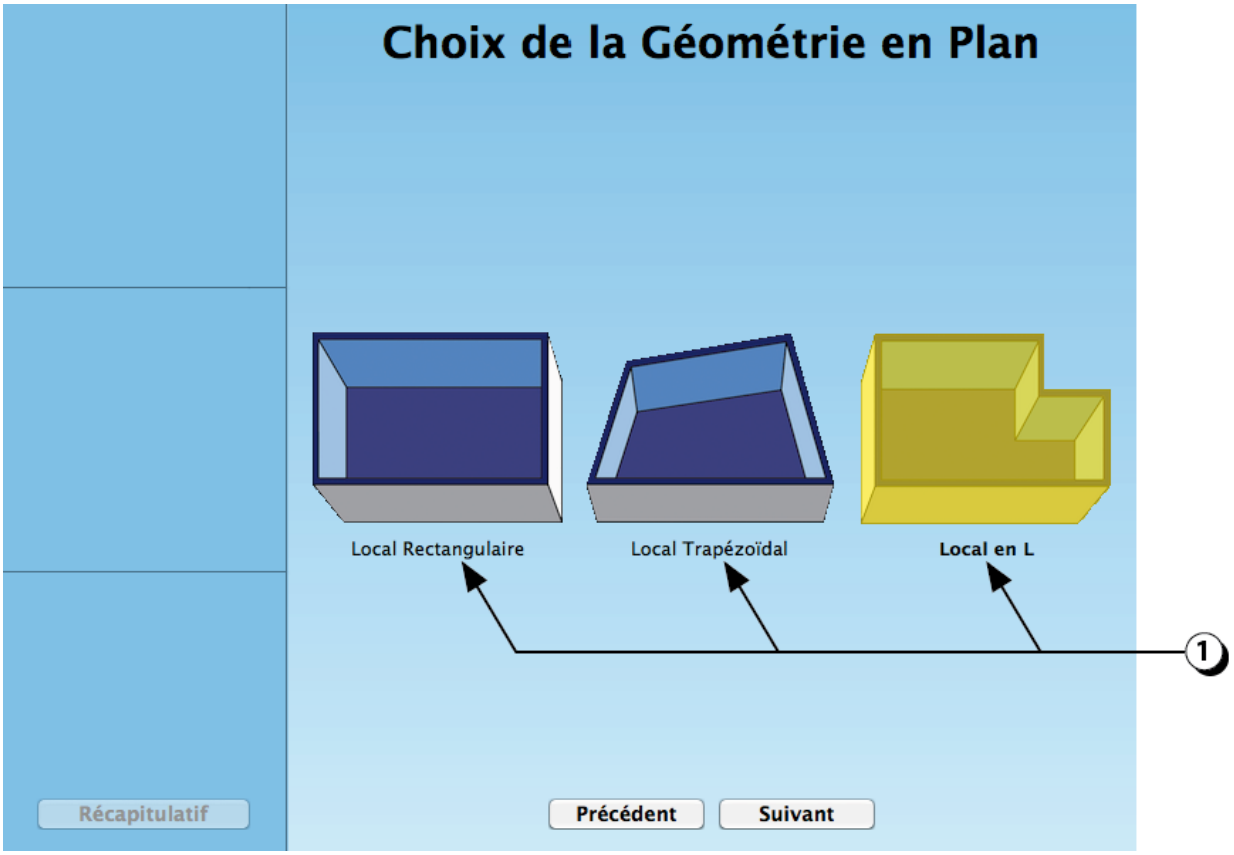


Figure 9 : Choix de la géométrie du local, en plan.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Dimensions du local (en plan)

1. Utiliser les points de redimensionnement qui sont signalés par des flèches multidirectionnelles.
2. Les valeurs dimensionnelles sont affichées dans les champs correspondants.
3. Vous pouvez aussi utiliser votre clavier pour entrer directement des valeurs numériques.
   ATTENTION : Dans ce cas n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».

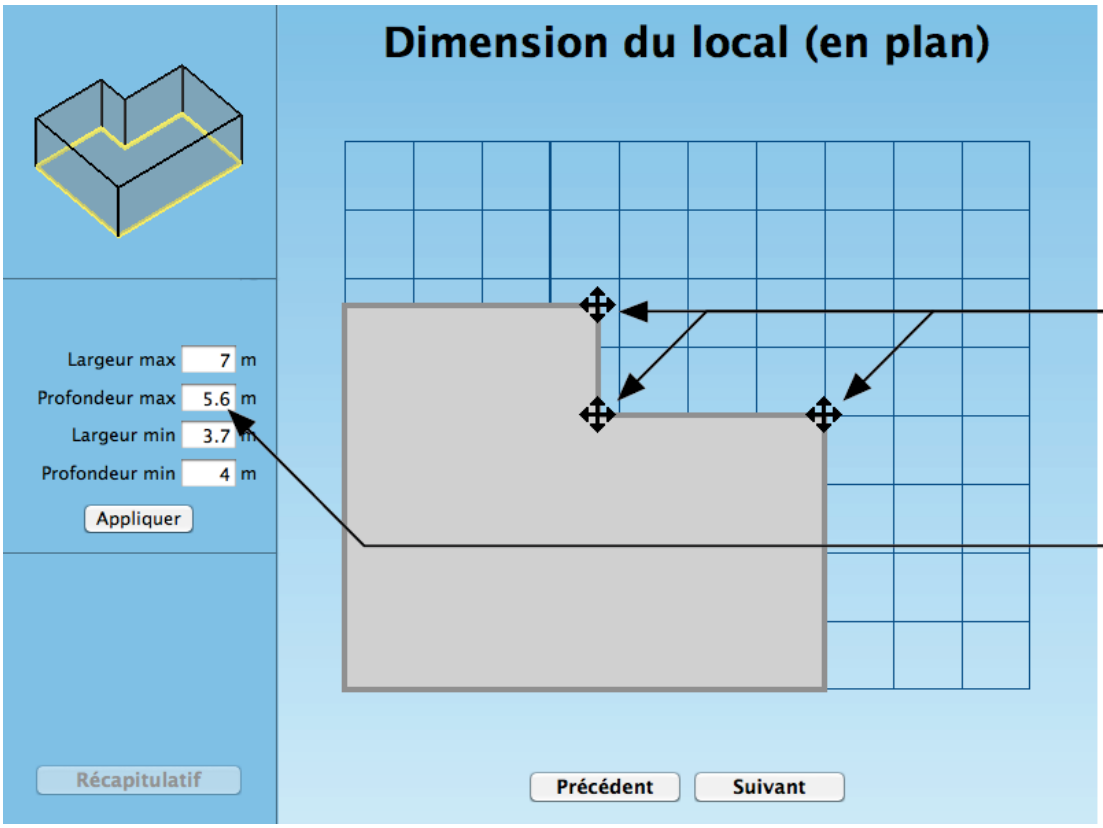


Figure 10 : Dimensionnement du local en plan.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Orientation du local

1. Cliquer sur les flèches pour faire pivoter le local dans le sens désiré. A chaque clic le local pivote de plus ou moins 5°.
2. L'orientation de la façade 1 est indiquée dans le champ à gauche de la fenêtre (Nord = 0°, Est = 90°, Sud = 180°, Ouest = 270°).

   Vous pouvez aussi utiliser votre clavier pour entrer une valeur numérique précise.

   ATTENTION : Dans ce cas n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».

3. Le Nord est indiqué sur la représentation schématique dans la fenêtre de prévisualisation.

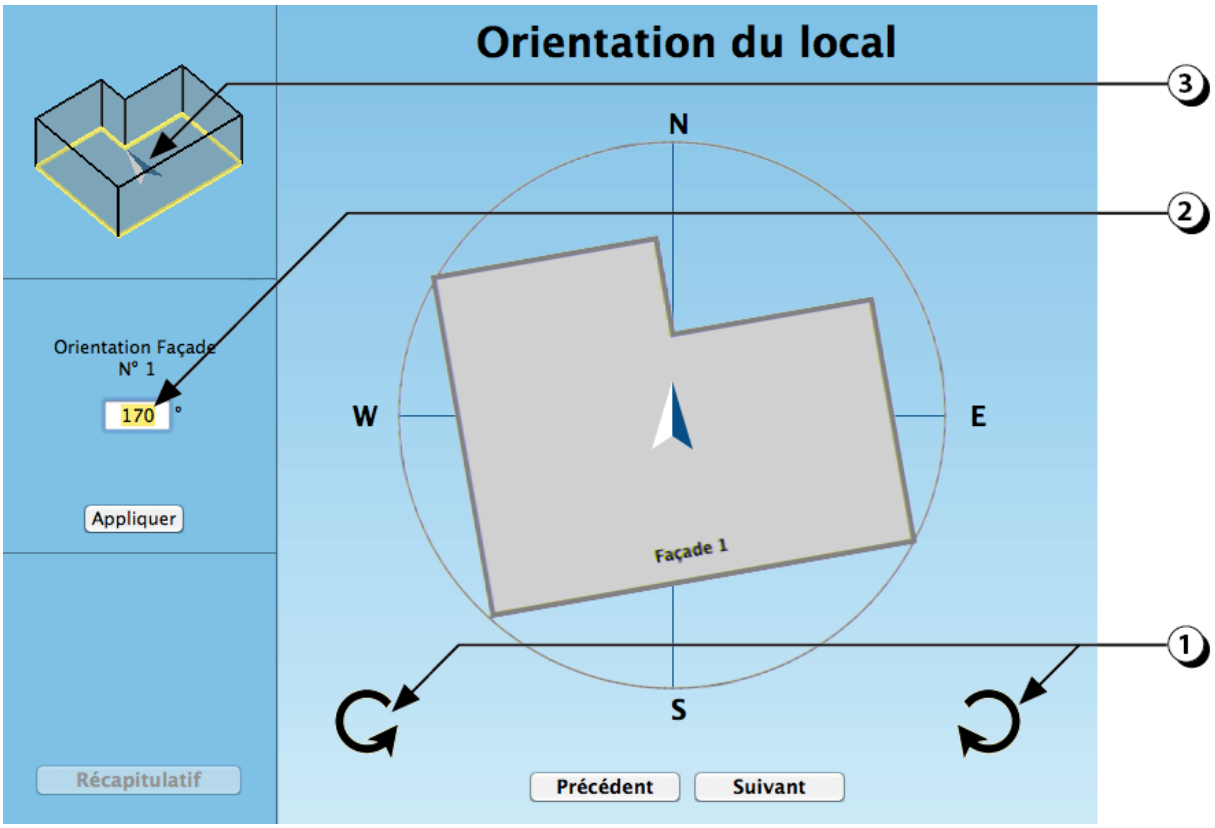


Figure 11 : Choix de l'orientation du local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Type de toiture

1. Sélectionner le type de toiture désiré (votre choix s'affiche en jaune).
2. Dans le cas des toitures inclinées ou à 2 pentes, compléter la description en indiquant le sens du faîtage à l'aide du menu déroulant.
3. Le sens du faîtage est indiqué sur la représentation schématique dans la fenêtre de prévisualisation.

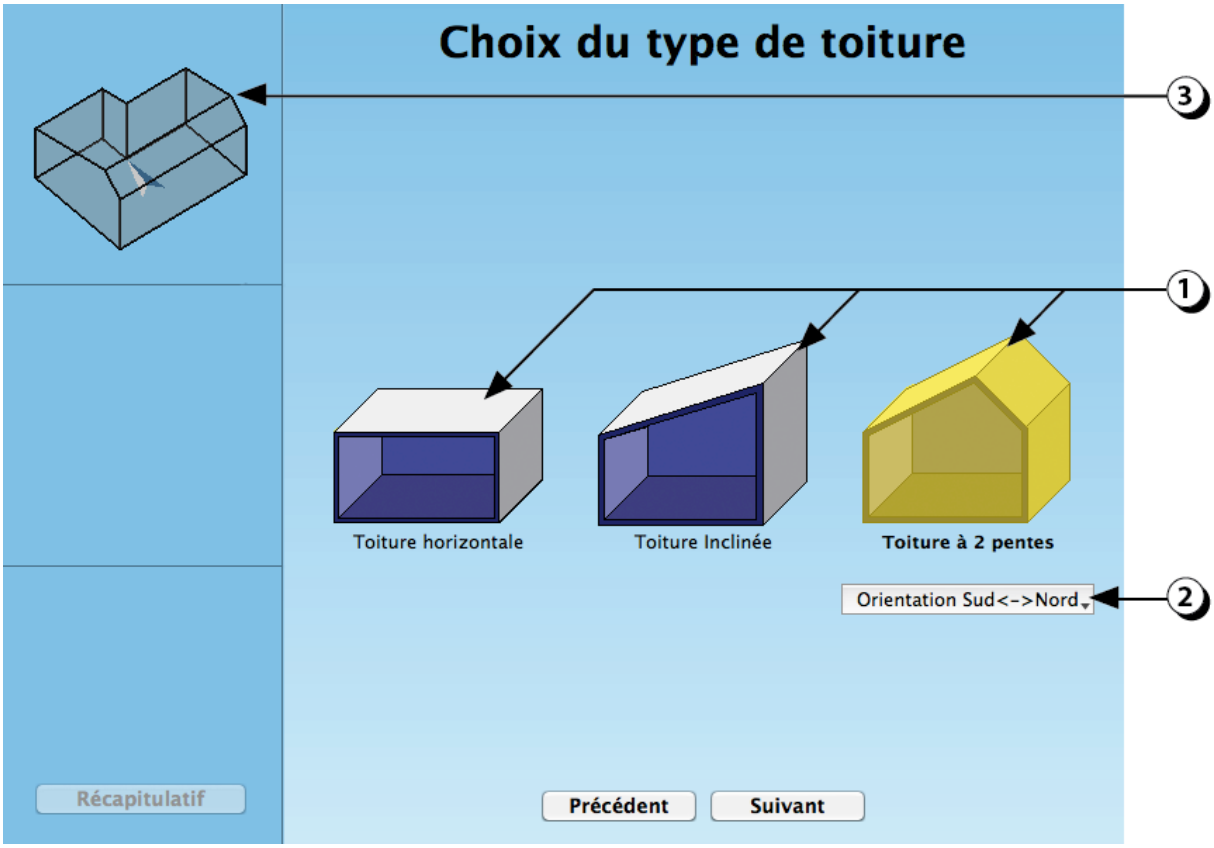


Figure 12 : Choix du type de toiture.

Hauteur du local : Ajustement des dimensions

1. Utiliser les flèches multidirectionnelles pour ajuster la hauteur des différents sommets de la toiture.
2. Les valeurs dimensionnelles s'ajustent automatiquement dans les champs correspondants.
   Vous pouvez aussi entrer directement des valeurs numériques avec votre clavier.
   ATTENTION : Dans ce cas n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».
3. Cette ligne est présente lorsqu'il s'agit de local est en forme de « L ». Elle est accompagnée d'une valeur qui indique la hauteur de la toiture au point de jonction des 2 branches du « L ».

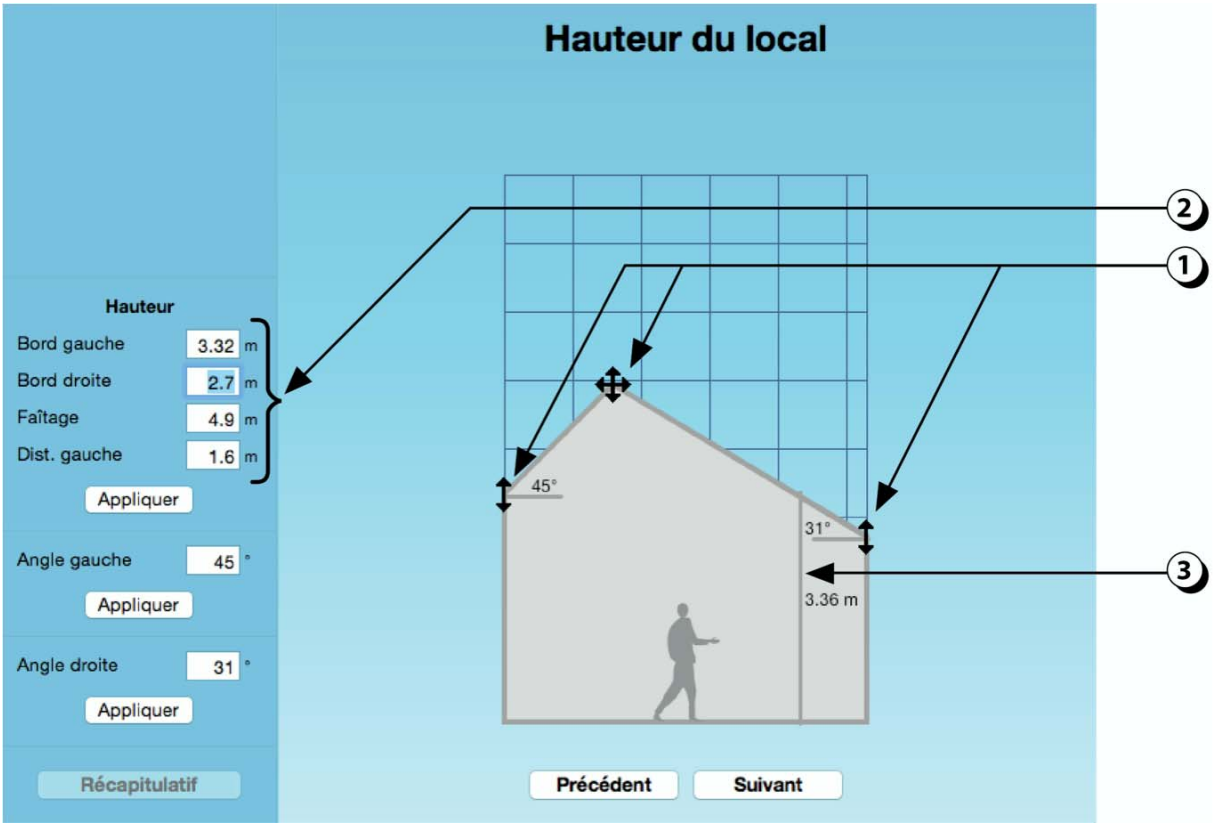


Figure 13 : Définition de la hauteur du local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Hauteur du local : Ajustement des pentes de toiture

1. Dans le cas des toitures inclinées, il est possible de déterminer la pente de la toiture en utilisant les champs situés en bas de l'écran.
2. Après avoir entré une valeur, cliquer sur le bouton « Appliquer » correspondant pour valider votre choix.

   ATTENTION : Compte-tenu des arrondis des valeurs dimensionnelles affichés dans les champs figurants sur la gauche de l'écran (2 décimales maxi), la valeur de la pente, exprimée en degré, est parfois légèrement différente de la valeur arrondie que vous avez entrée.

3. Les dimensions du local s'adaptent automatiquement.

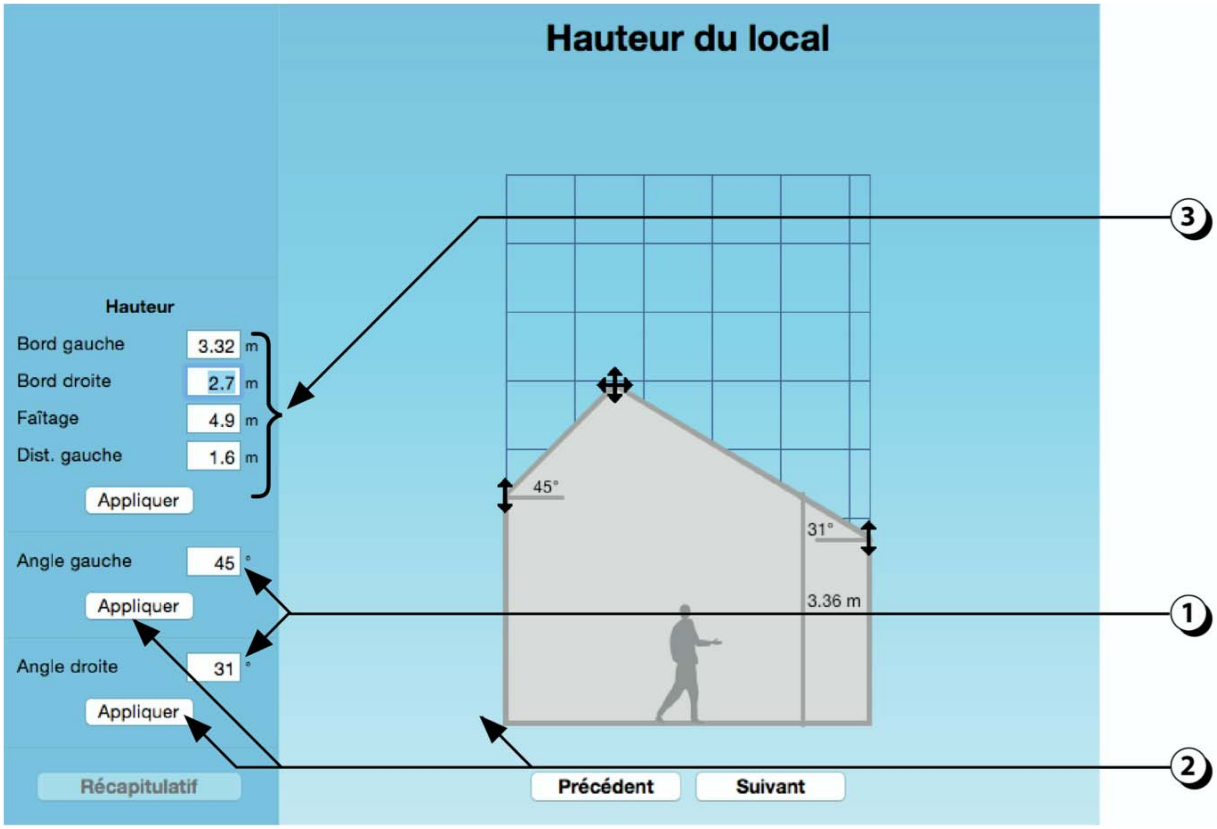


Figure 14 : Ajustement des pentes de toiture.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Clarté Sol extérieur

La clarté du sol extérieur a une influence notable sur la disponibilité de lumière naturelle dans les locaux.

1. Cliquer sur le bouton « Sol ».
2. Ajuster la clarté avec le curseur (**ATTENTION :** la clarté affichée à l'écran est indicative, elle n'est pas forcément représentative de la clarté réelle du sol).
3. Vous pouvez aussi entrer une valeur en utilisant votre clavier et votre souris.
4. Les indications «TS», «S», «M», «C» et «TC» représentent, sous une forme linguistique (respectivement «Très Sombre» ; «Sombre», «Moyen», «Clair» et «Très Clair») les valeur de clarté associées à l'environnement extérieur.
   (Ainsi, par exemple, un sol extérieur dont le facteur de réflexion est de 0.30 sera considéré comme «Clair»).
5. En cliquant sur la loupe, vous pouvez agrandir la représentation 3D du local.

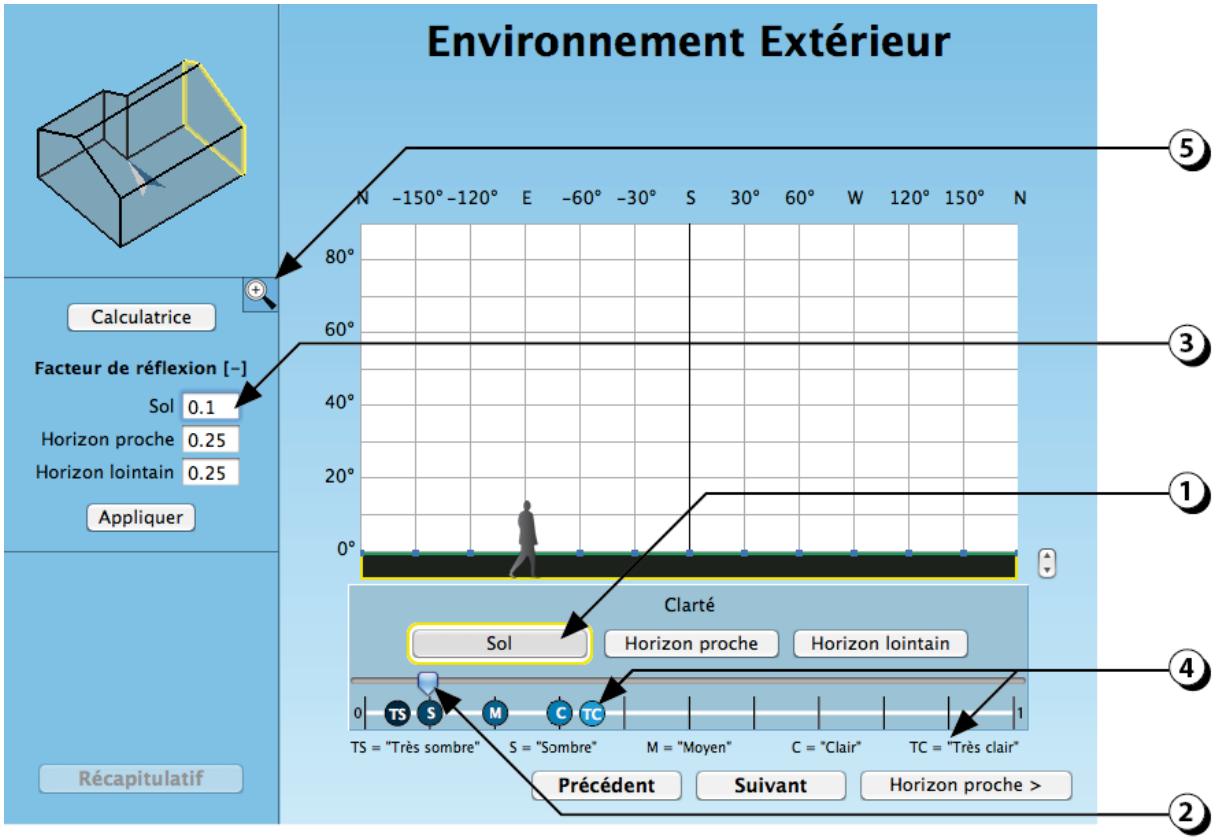


Figure 15 : Ecran de saisie de la clarté du sol extérieur.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 1

Commencer la description de l'environnement proche

Les obstacles qui masquent le ciel peuvent être constitués, soit par des bâtiments ou de la végétation proches, soit par le relief naturel du terrain (montagnes).

DIAL+ vous permet de décrire séparément ces deux catégories d'obstacles.

Pour décrire la clarté de l'horizon proche :

1. Cliquer sur le bouton « Horizon proche > ».

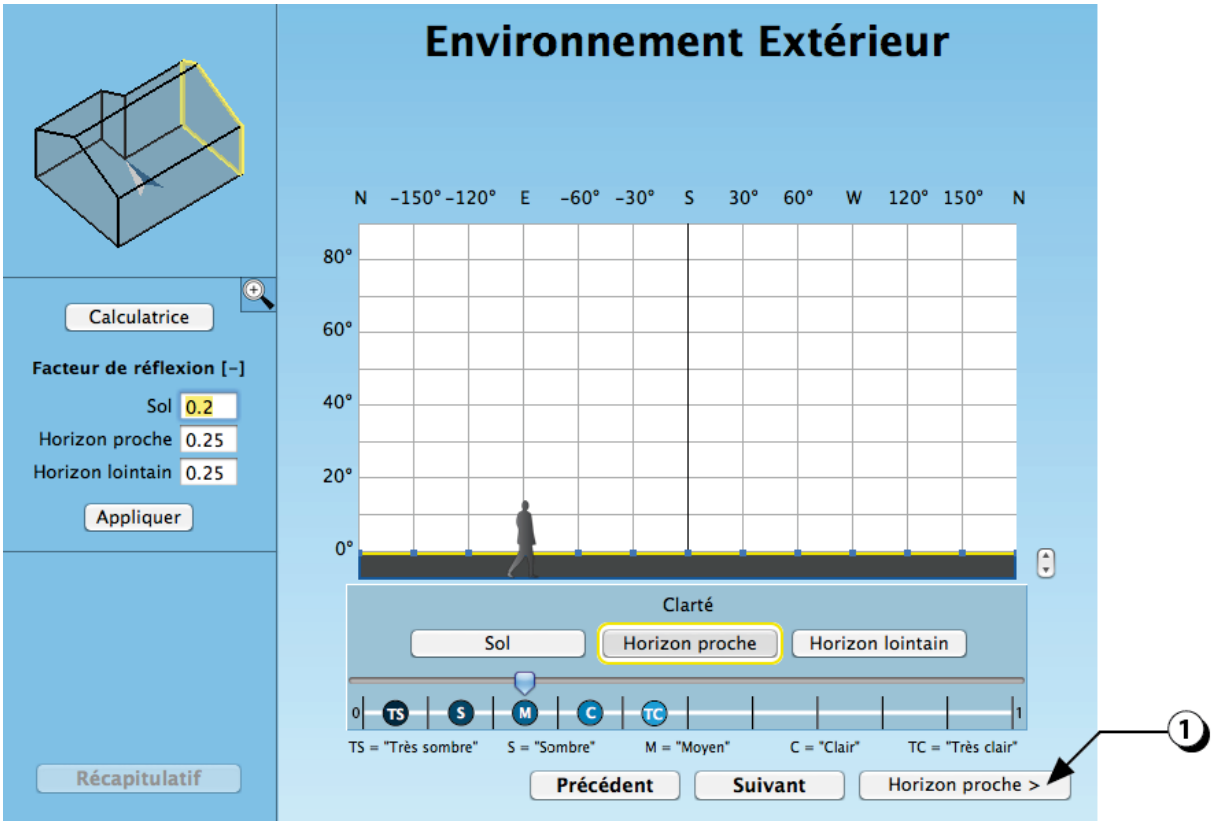


Figure 16 : Sélection de l'horizon proche.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 2

Importer un plan masse

Une nouvelle fenêtre s'ouvre dans laquelle vous pouvez importer un plan masse de votre projet.

ATTENTION : L'image du plan masse que vous allez importer doit être au format .png ou .jpeg.

1. Cliquer sur le bouton « Importer un plan ».
2. Sélectionnez le fichier correspondant dans votre explorateur.

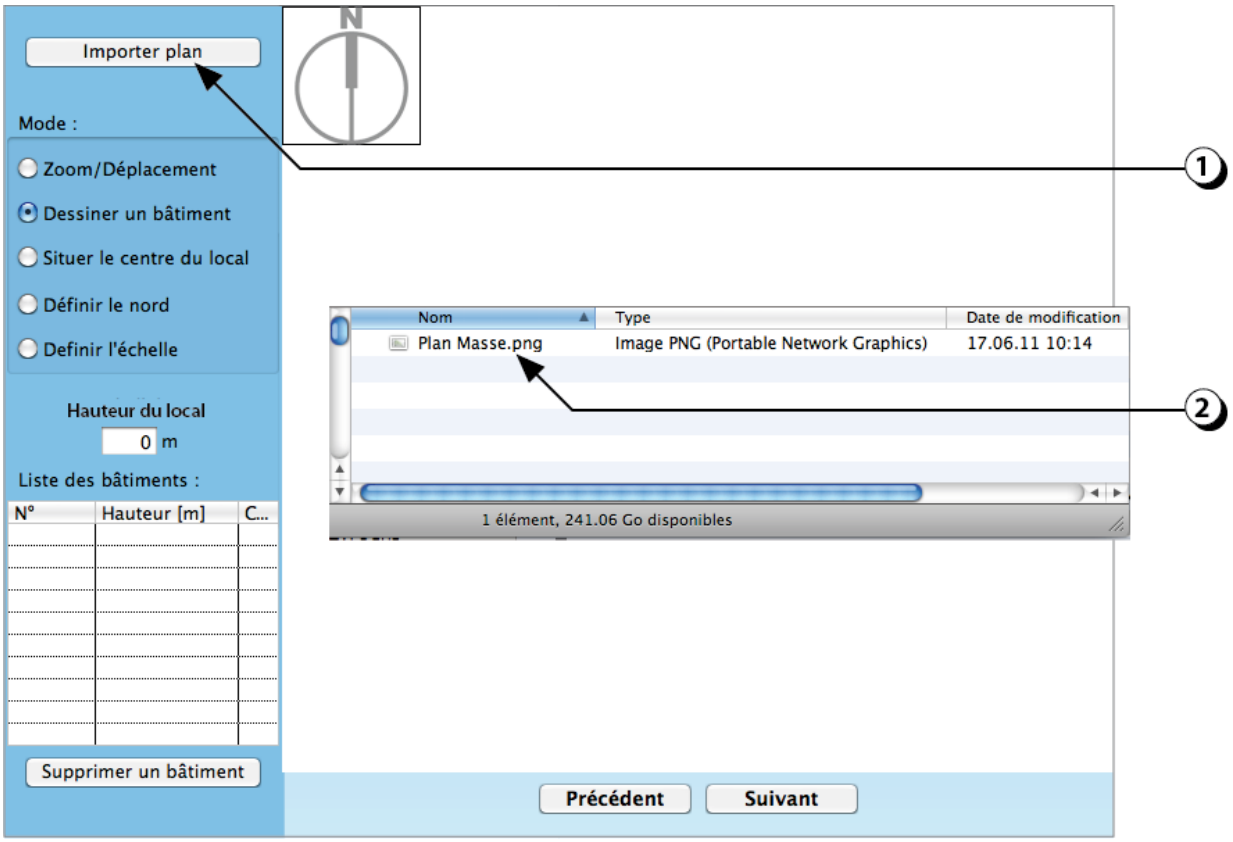


Figure 17 : Importation du plan masse de votre projet.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 3

Zoom / Déplacement

Une fois que le plan masse a été importé, vous pouvez :

1. Sélectionner le bouton « Zoom/Déplacement ».
2. Utiliser le clic gauche de la souris pour « zoomer » sur une zone du plan (mouvement depuis le haut à gauche vers le bas à droite).
   (Pour dé-zoomer, utiliser le clic gauche sans bouger la souris).
3. Utiliser le clic droit de la souris pour vous déplacer sur le plan masse.

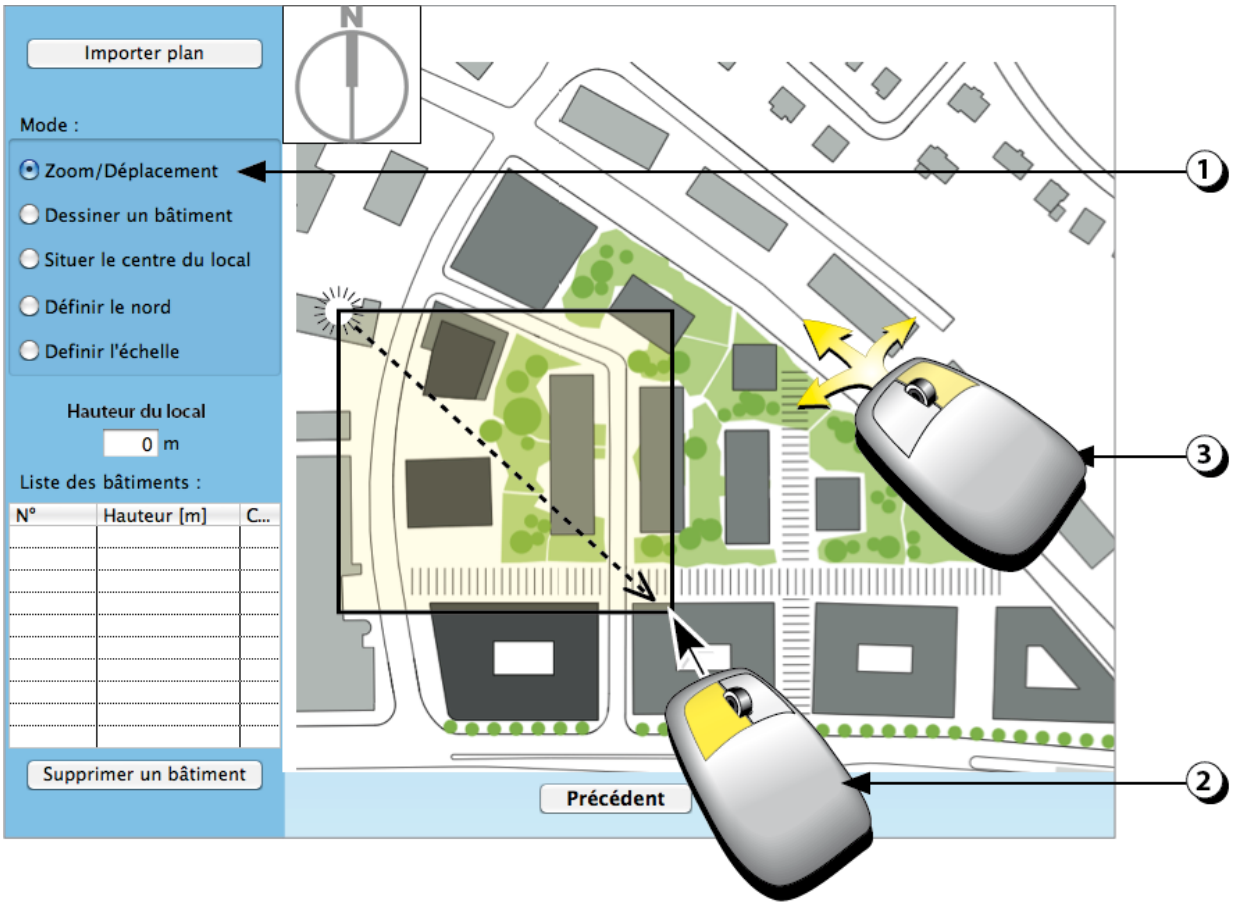


Figure 18 : Zoom / Déplacement sur le plan masse de votre projet.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 4

Dessiner les bâtiments environnants

Vous pouvez alors redessiner les bâtiments environnants.

1. Sélectionner le bouton « Dessiner un bâtiment ».
2. Utiliser le clic gauche de la souris pour tracer les contours du bâtiment en question (clic de gauche de la souris à chaque sommet du polygone).
3. Lorsque le polygone est « fermé », une fenêtre apparaît qui vous permet de rentrer la hauteur du bâtiment que vous venez de décrire.
4. Le numéro, la hauteur du bâtiment et la couleur de son contour apparaissent dans le tableau (vous pourrez modifier ultérieurement la hauteur dans ce tableau).
5. Valider la description du bâtiment pour continuer.
6. Cliquer sur « Annuler » pour supprimer le bâtiment.

Répéter ces opérations autant de fois que nécessaire pour décrire l'ensemble des masques constituant l'horizon proche.

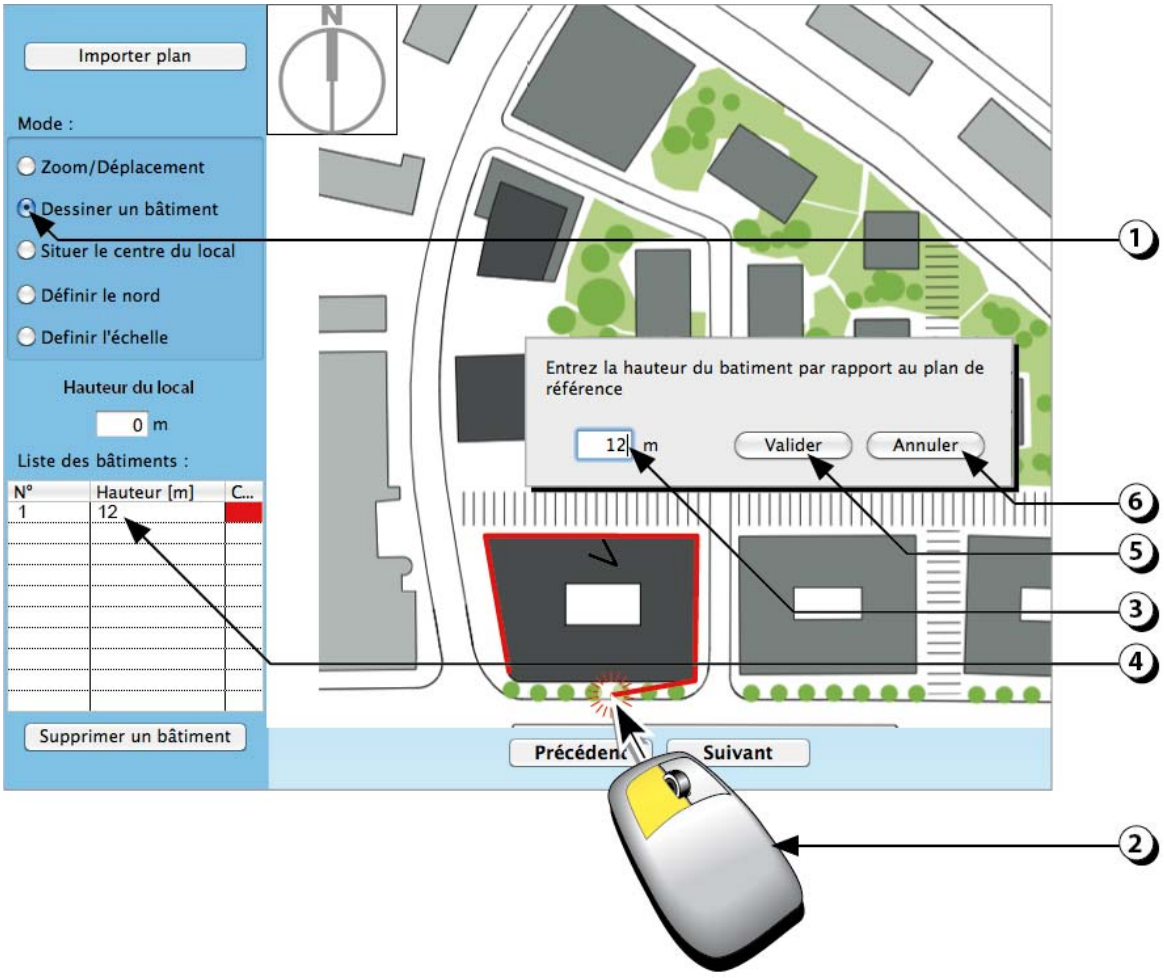


Figure 19 : Description d'un bâtiment de l'environnement proche.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 5

Situer l'observateur (centre du local)

Une fois que l'ensemble des bâtiments environnants a été décrit

1. Sélectionner le bouton « Situer le centre du local ».
2. Utiliser le clic gauche de la souris pour indiquer l'emplacement du centre de votre local.
3. Indiquer la hauteur de référence du local puis valider pour continuer.

PRECISION

Il est conseillé d'utiliser la hauteur du centre du vitrage comme hauteur de référence (s'il existe plusieurs ouvertures de tailles et de positions différentes dans le local, prendre une position moyenne).

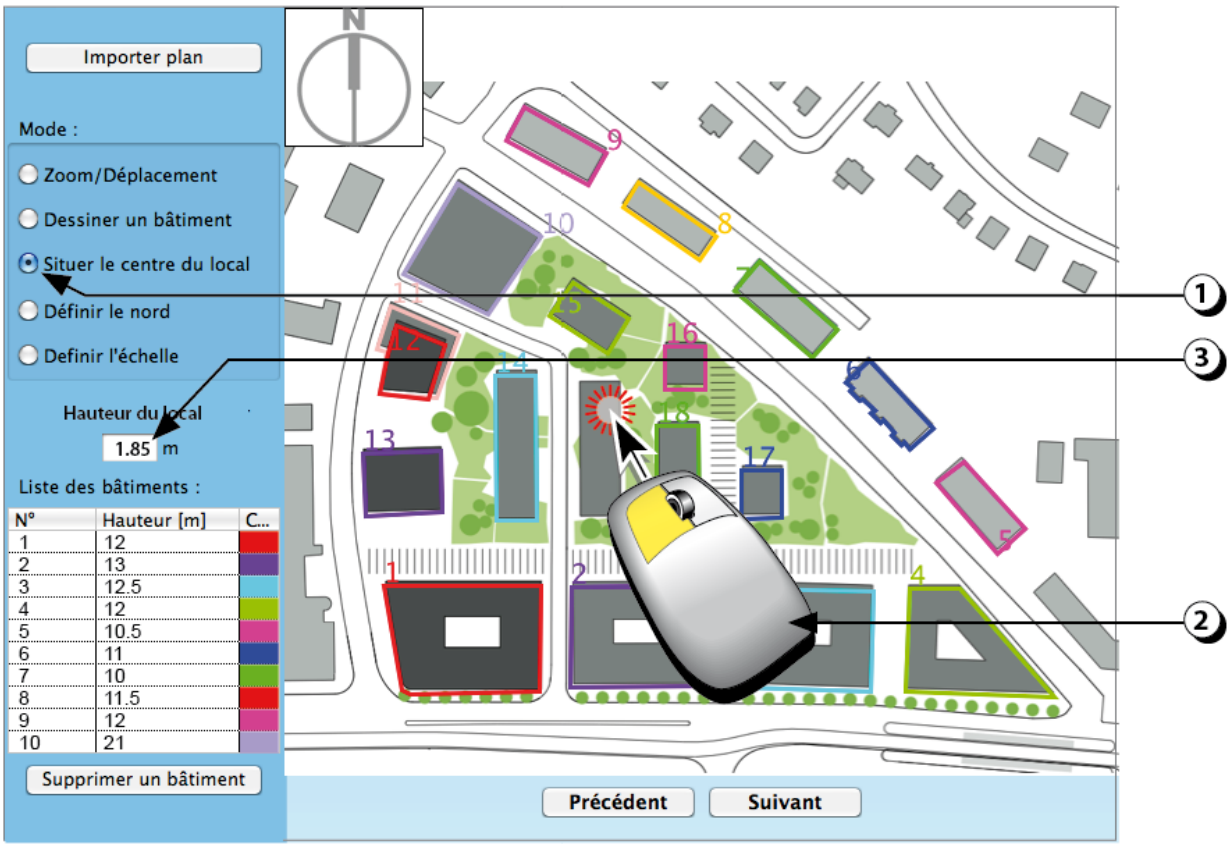


Figure 20 : Indication de l'emplacement du centre du local et de la hauteur de référence.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 6

Définir l'orientation du plan masse

Pour définir l'orientation du plan,

1. Sélectionner le bouton « Définir le Nord ».
2. A l'aide de la souris, tracer un segment dont l'axe indique la direction du Nord.
3. La « Boussole » s'actualise et affiche la nouvelle direction du nord.

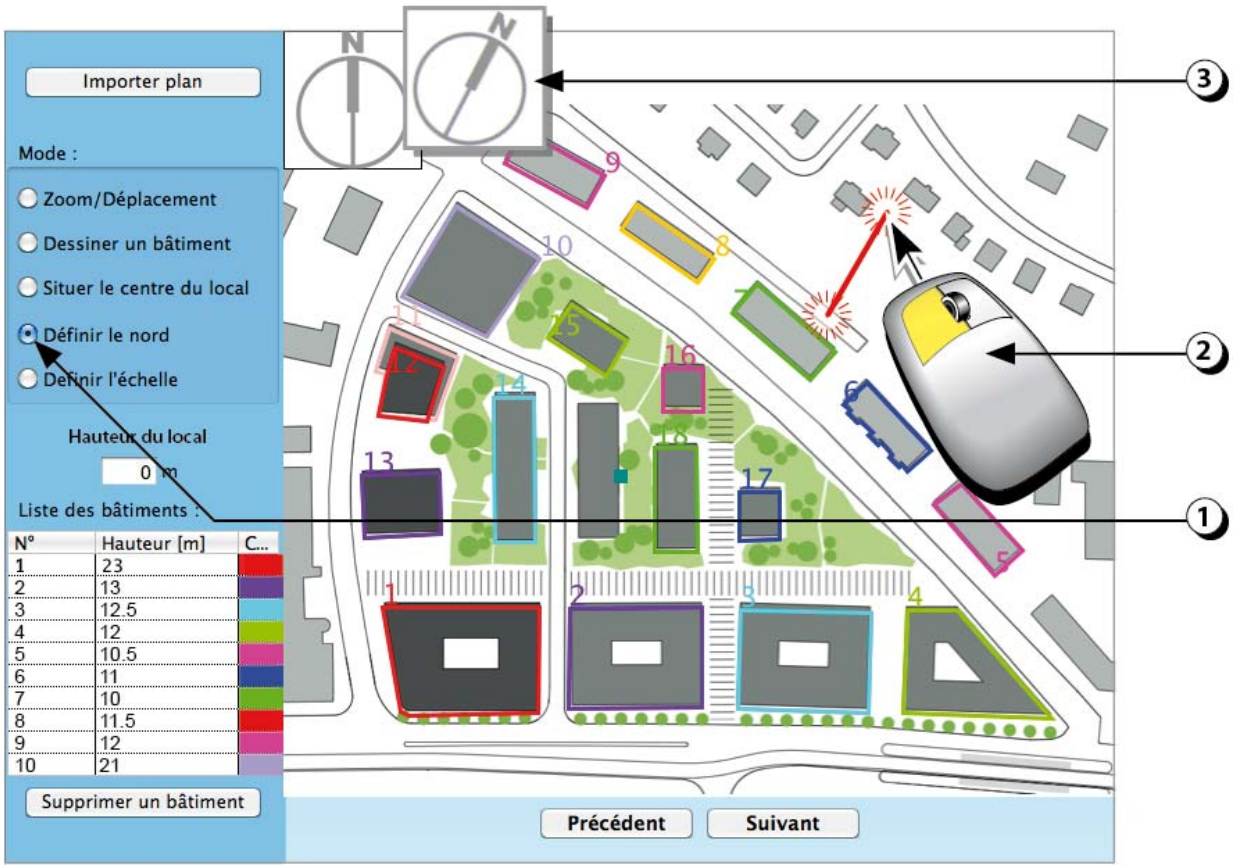


Figure 21 : Actualisation de l'orientation du plan masse.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur: Horizon Proche / Etape 7

Définir l'échelle du plan masse

Pour définir l'échelle du plan de masse,

1. Sélectionner le bouton « Définir l'échelle ».
2. A l'aide de la souris, tracer sur le plan masse un segment dont vous connaissez la dimension.
3. Entrer la distance (en m) correspondante dans le champ, puis validez pour continuer.

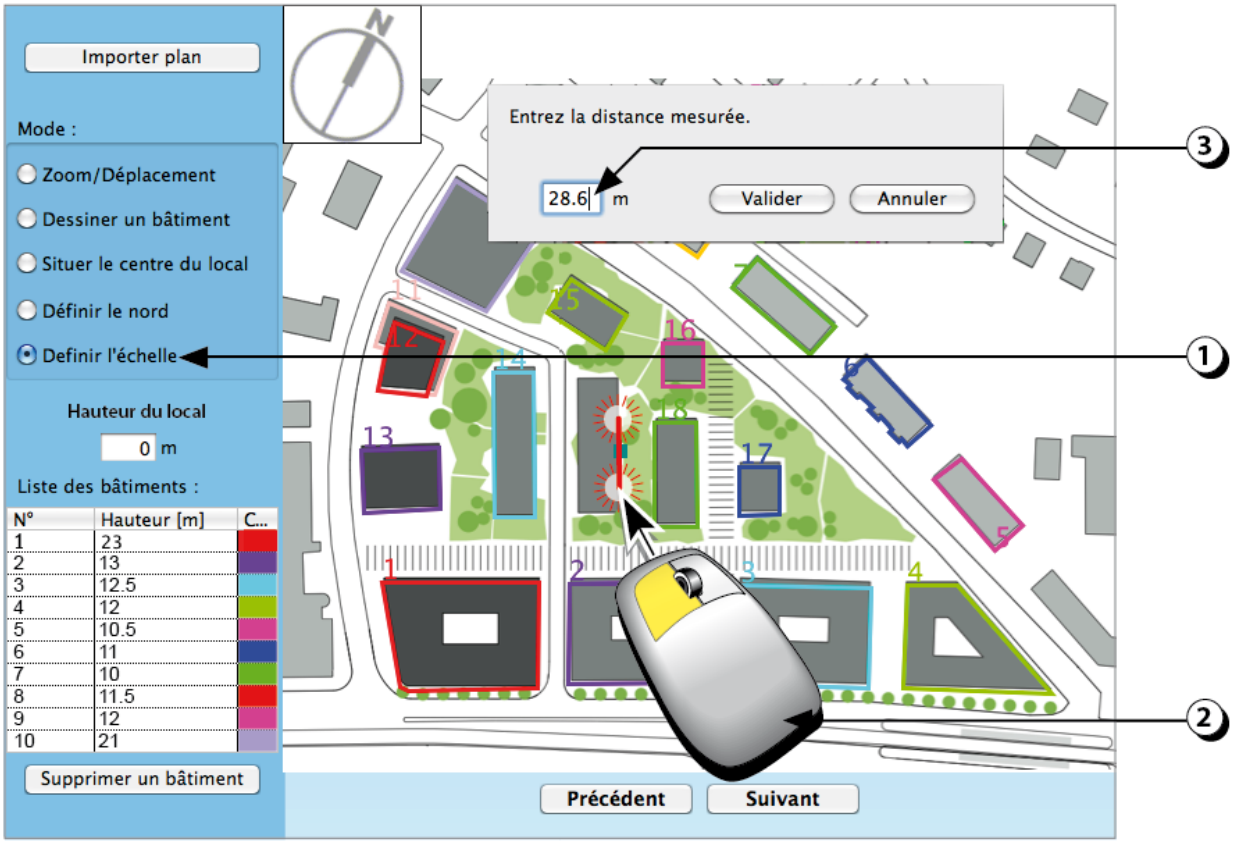


Figure 22 : Indication de l'échelle du plan masse.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur: Horizon Proche / Etape 8

Supprimer un bâtiment

Pour supprimer un bâtiment déjà décrit sur le plan masse,

1. Cliquer sur le bouton « Supprimer un bâtiment ».
2. Repérer le numéro du bâtiment que vous désirez supprimer (les numéros figurent en haut à gauche de chaque bâtiment décrit).
3. Entrer le numéro en question dans le champ puis valider pour continuer.

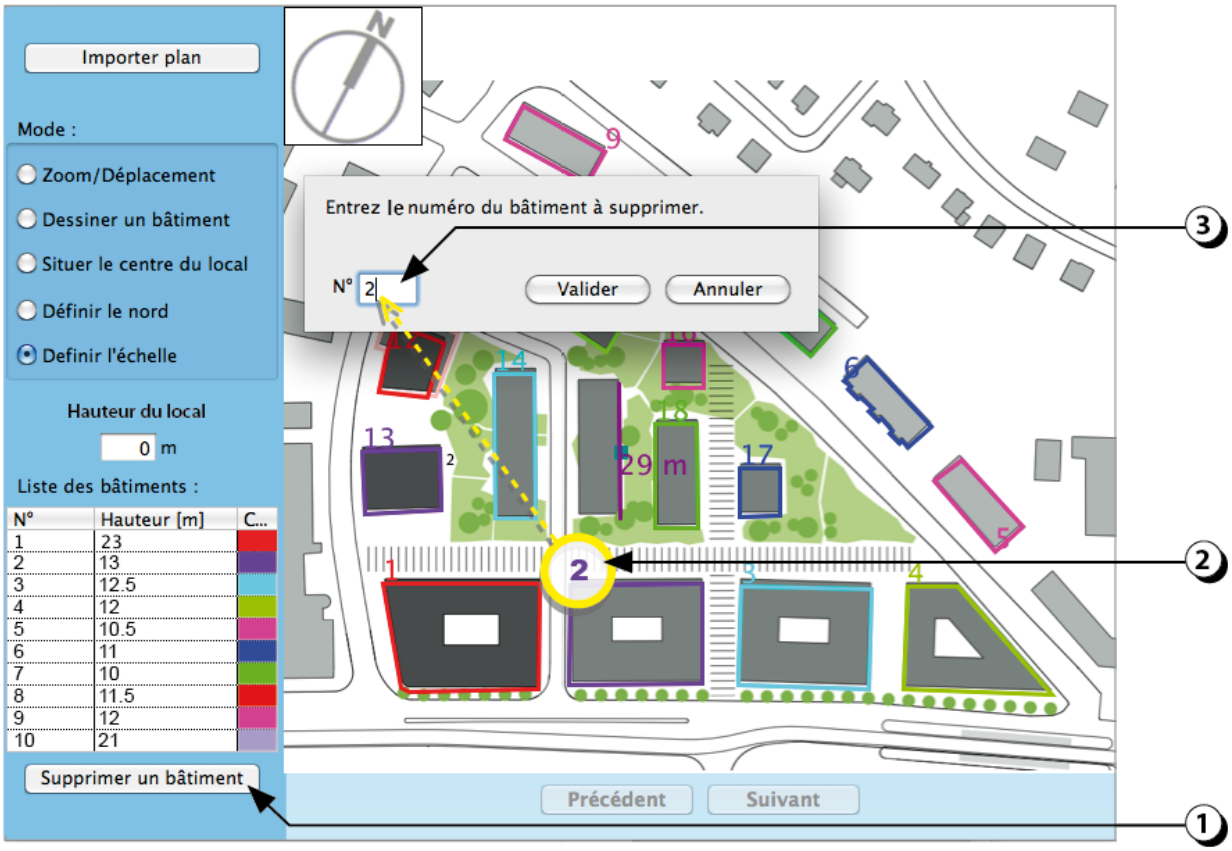


Figure 23 : Procédure pour supprimer un bâtiment.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 9

Visualiser l'environnement proche

En cliquant sur « Suivant » sur l'écran précédent, une nouvelle fenêtre apparaît qui affiche les hauteurs angulaires des masques proches.

Par défaut, la vue affichée est une projection cylindrique de l'horizon, sur laquelle figurent les différents bâtiments que vous avez décrits. Sont également reportées sur ce schéma les trajectoires solaires correspondant à la latitude du lieu de votre étude (tracés le 21 de chaque mois).

Si vous cliquez sur le bouton « Copier le graphique » l'image est stockée dans la mémoire tampon de l'ordinateur. Avec la combinaison de touches ctrl+v (ou cmd+v pour Apple), vous pouvez alors la coller dans un document (texte, présentation, etc).

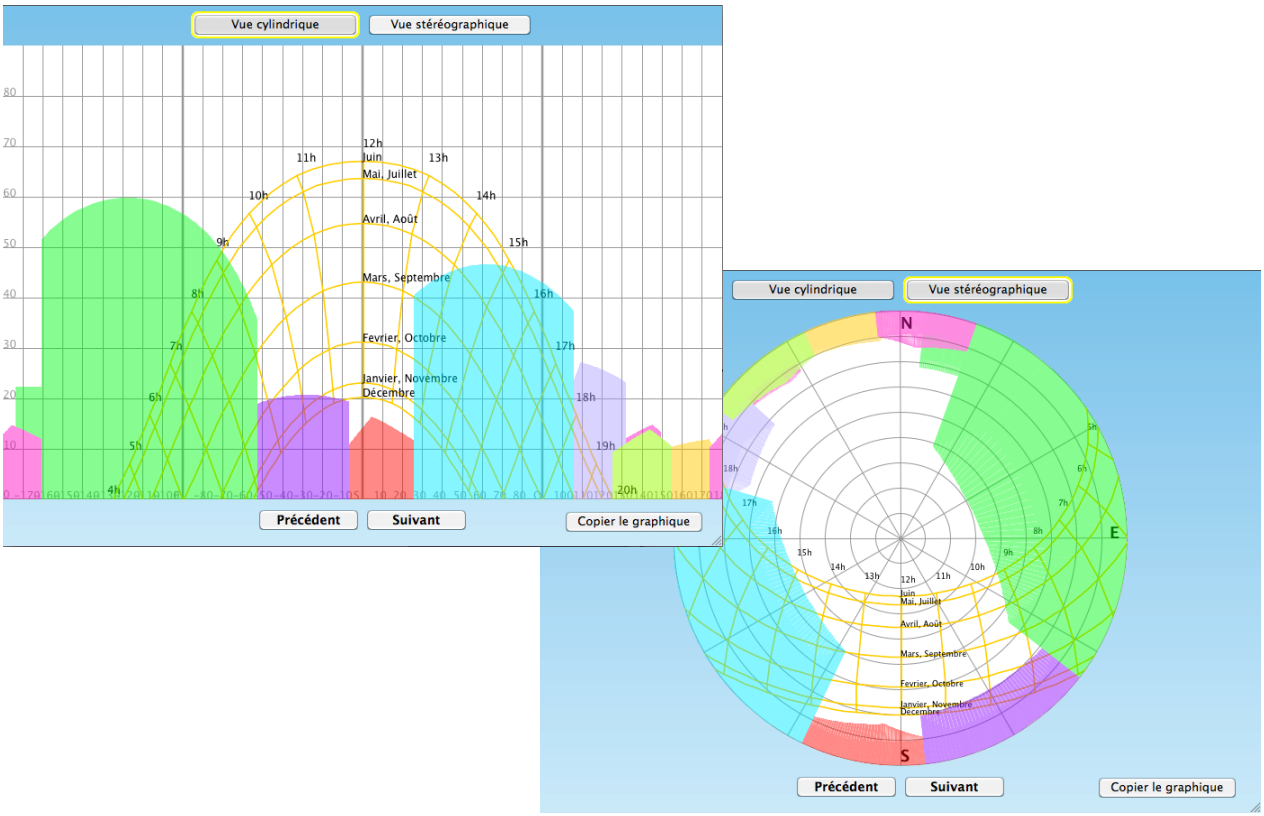


Figure 24. : Visualisations (projections cylindrique et stéréographique) des bâtiments environnants.

En cliquant sur le bouton « Vues Stéréographique », DIAL+ fait apparaître une autre projection des masques de l'environnement proche et des trajectoires solaires.

Ce calcul des hauteurs angulaires des masques proches est utile pour les simulations d'éclairage naturel et pour le calcul des surchauffes (gains solaires).

L'observation des ces figures permet aussi de connaître les plages horaires pendant lesquelles le local sera exposé aux rayons solaires.

Environnement extérieur : Horizon Proche / Etape 10

Définir la clarté de l'environnement proche

1. Cliquer sur le bouton « Horizon Proche ».
2. Modifiez la clarté de l'environnement proche en déplaçant le curseur sur l'échelle des facteurs de réflexion.
3. Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique dans le champ correspondant.

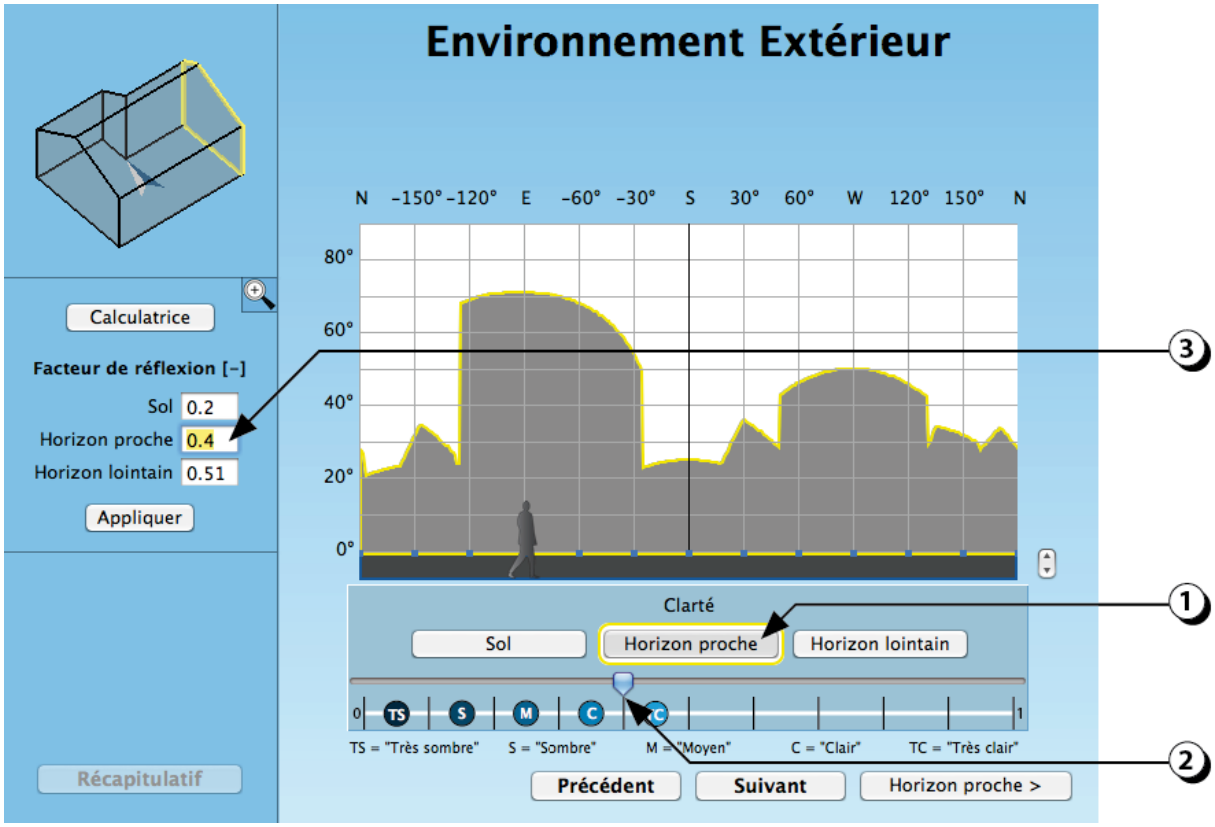


Figure 25 : Choix de la clarté des masques proches.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur: Horizon Proche / Cas des ATRIUMS

Lorsque le local que vous décrivez est localisé dans un atrium ou un patio, il est possible de décrire celui-ci avec masques d'horizon proches:

1. Représenter les façades de l'atrium ou du patio comme des masques proches en décrivant autant de bâtiments que nécessaires à l'aide de l'interface décrite ci-avant.
2. Repérer le local pour lequel vous voulez réaliser la simulation.
3. Placer l'observateur au centre du local en question.

ATTENTION : s'il s'agit d'un atrium vitré, il est nécessaire de tenir compte de l'absorption spécifique de la verrière (verre + cadres) en pondérant le facteur de transmission du vitrage du local (en première approximation : produit des 2 facteurs de transmission).

Il est aussi possible de procéder autrement en incluant l'atrium ou le patio dans la zone du local (cf. page 77).

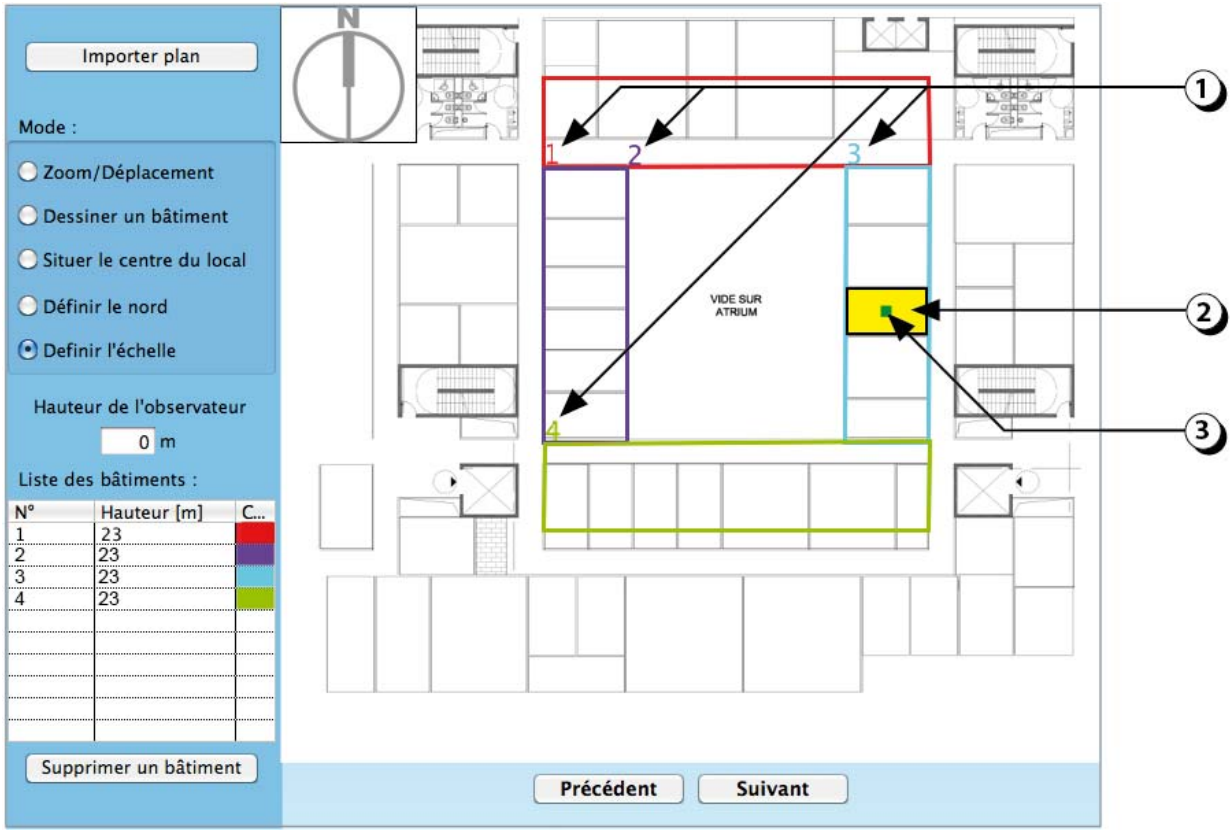


Figure 26 : Description d'un atrium ou d'un patio avec des masques d'horizon proches.

Environnement extérieur : Horizon Lointain / Etape 1

Définir la ligne de l'horizon lointain

L'horizon lointain correspond au relief du terrain (montagnes, collines, etc).

1. Cliquer sur le bouton « Horizon lointain » pour modifier la ligne d'horizon.
2. Ce bouton permet de faire varier la hauteur de tous les points de la ligne de l'horizon lointain avec un incrément de 1° vers le haut ou vers le bas.
3. Cliquez en n'importe quel point du graphique pour créer un nouveau point de la ligne d'horizon (le point sera créé sur l'une des lignes verticales découpant l'horizon en secteurs de 30°, à la hauteur angulaire correspondant à l'emplacement de votre curseur).
4. Vous pouvez ajuster la hauteur de chaque point en le faisant coulisser verticalement le long de l'axe vertical.
5. La calculatrice est un outil qui vous permet de calculer la hauteur angulaire d'un point en fonction de sa hauteur par rapport au sol et de sa distance par rapport à l'observateur. (cf. détail en bas de la page).

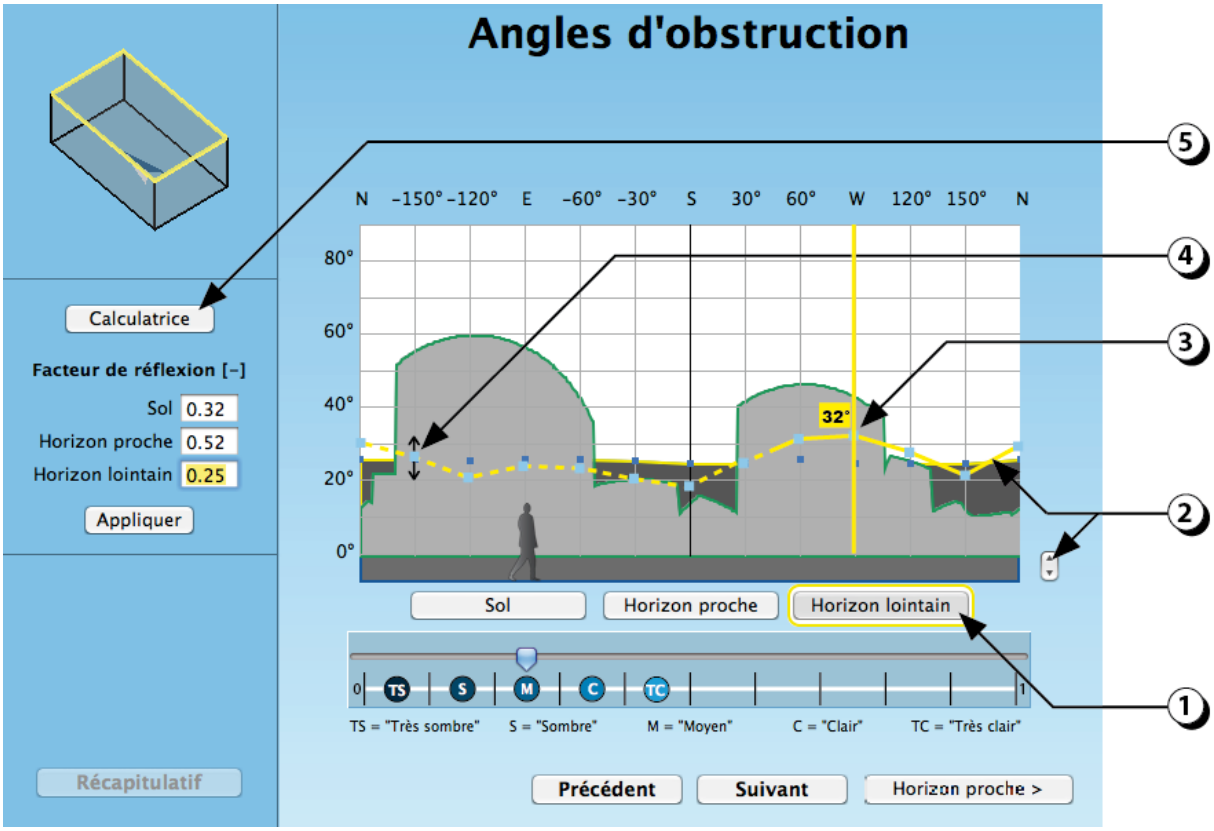
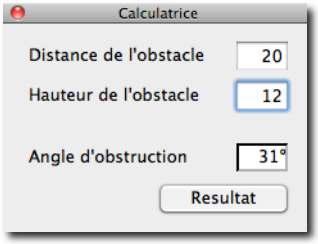


Figure 27 : Description des obstructions lointaines (horizon).



 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement extérieur : Horizon Lointain / Etape 2

Définir la clarté de l'horizon lointain

1. Modifiez la clarté de l'environnement lointain en déplaçant le curseur sur l'échelle des facteurs de réflexion.
2. Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique dans le champ correspondant.

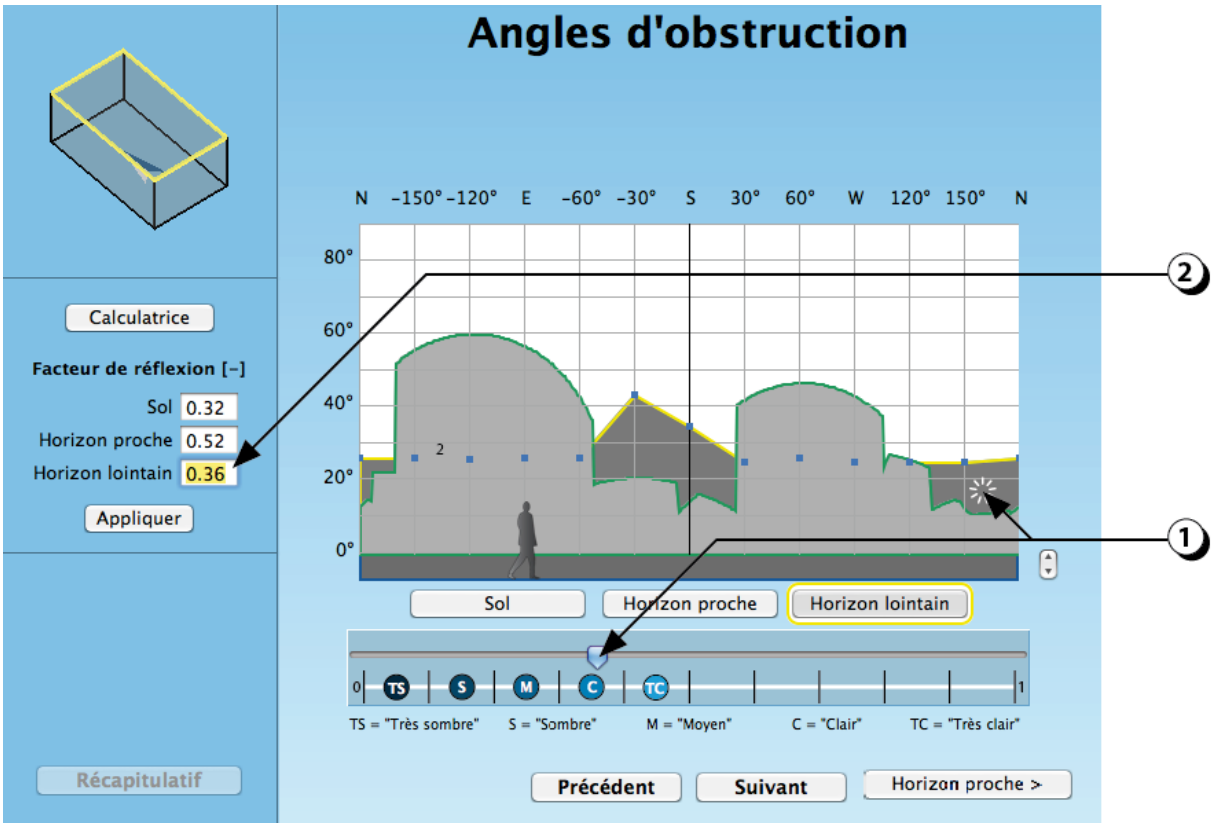


Figure 28 : Ajustement de la clarté de l'horizon lointain.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

OUVERTURES EN FACADE

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ajouter une ouverture en façade

1. Cliquer pour ajouter une ouverture sur l'une des façades du local.
2. Il est possible de zoomer sur le local en utilisant la molette de la souris.
3. Il est possible de modifier le point d'observation en utilisant le clic gauche de la souris.
   Il est possible d'utiliser les flèches directionnelles du clavier pour modifier le point de vue.

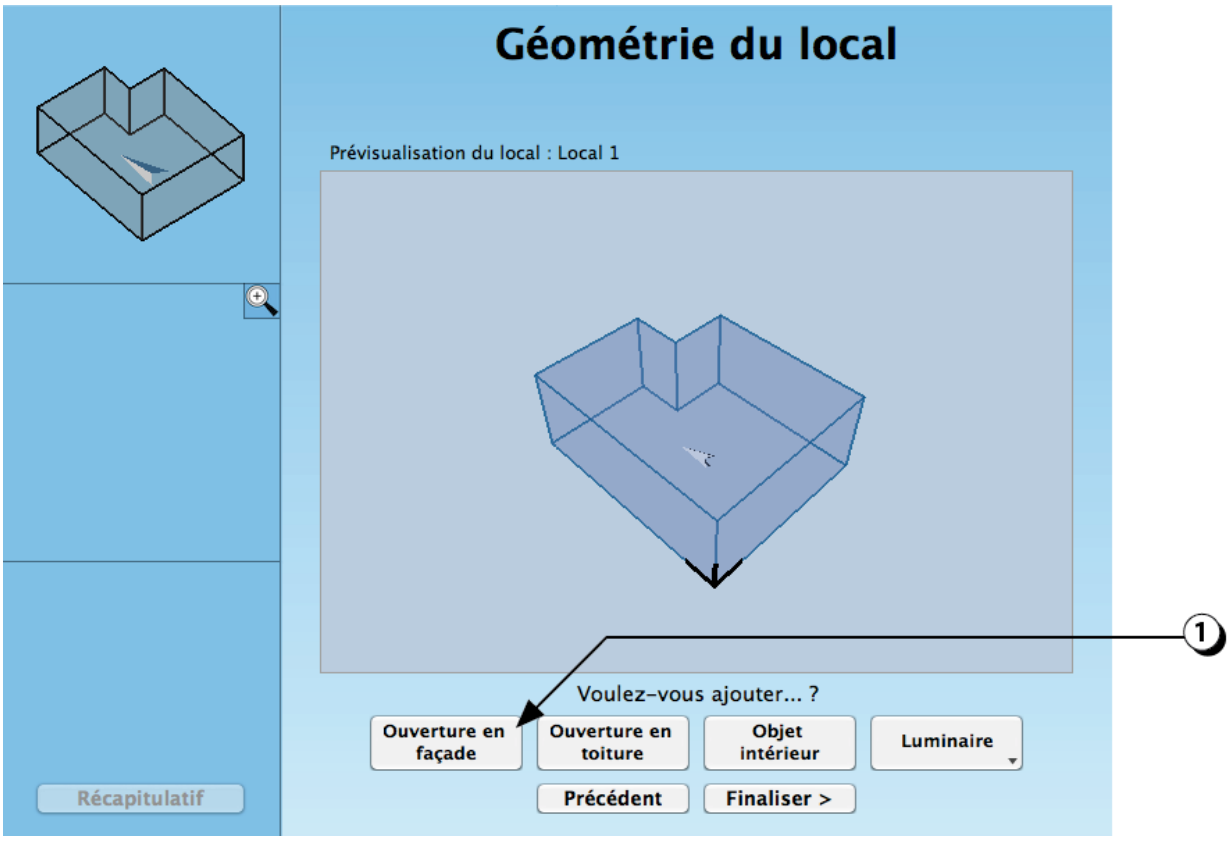


Figure 29 : Ecran permettant de compléter la géométrie du local en ajoutant des ouvertures, des objets intérieurs et/ou des luminaires.

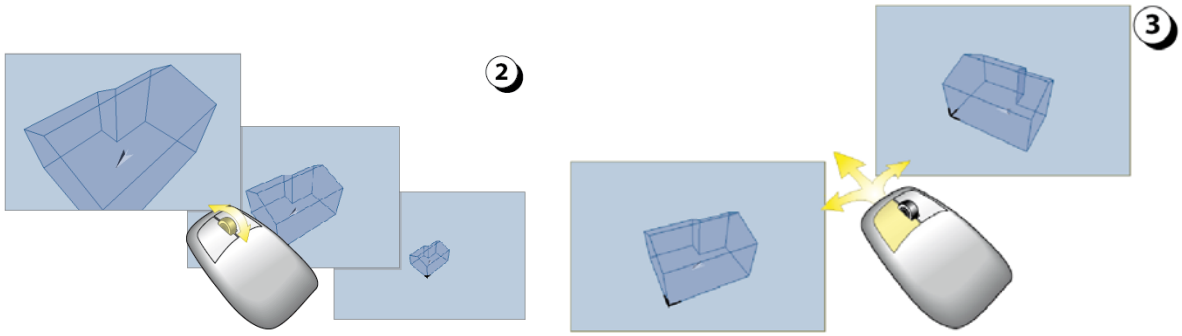


Figure 30 : Utilisation de la souris pour modifier la vue 3D du local (zoom et déplacement du point de vue).

Ajout / Dimensionnement

1. Sélectionnez tout d'abord la façade dans laquelle vous voulez créer une ouverture (Vous pouvez contrôler la façade sélectionnée sur la représentation en 3D située en haut à gauche de l'écran).
2. Cliquez sur le bouton « + » pour ajouter une ouverture.
3. Utilisez la souris pour déplacer l'ouverture sur la façade (position par rapport au sol et par rapport à la limite gauche de la façade). Pour déplacer l'ouverture sur un axe horizontal ou vertical appuyer sur « Shift » (ou utilisez les flèches directionnelles).
4. Utilisez la souris pour redimensionner l'ouverture (hauteur – largeur).
5. Vous pouvez aussi utiliser votre clavier pour entrer des valeurs numériques.
4. Dans ce cas n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».
6. Lorsque tous les paramètres d'une ouverture ont été décrits (cf. pages suivantes), le fond de l'ouverture est représenté en bleu.

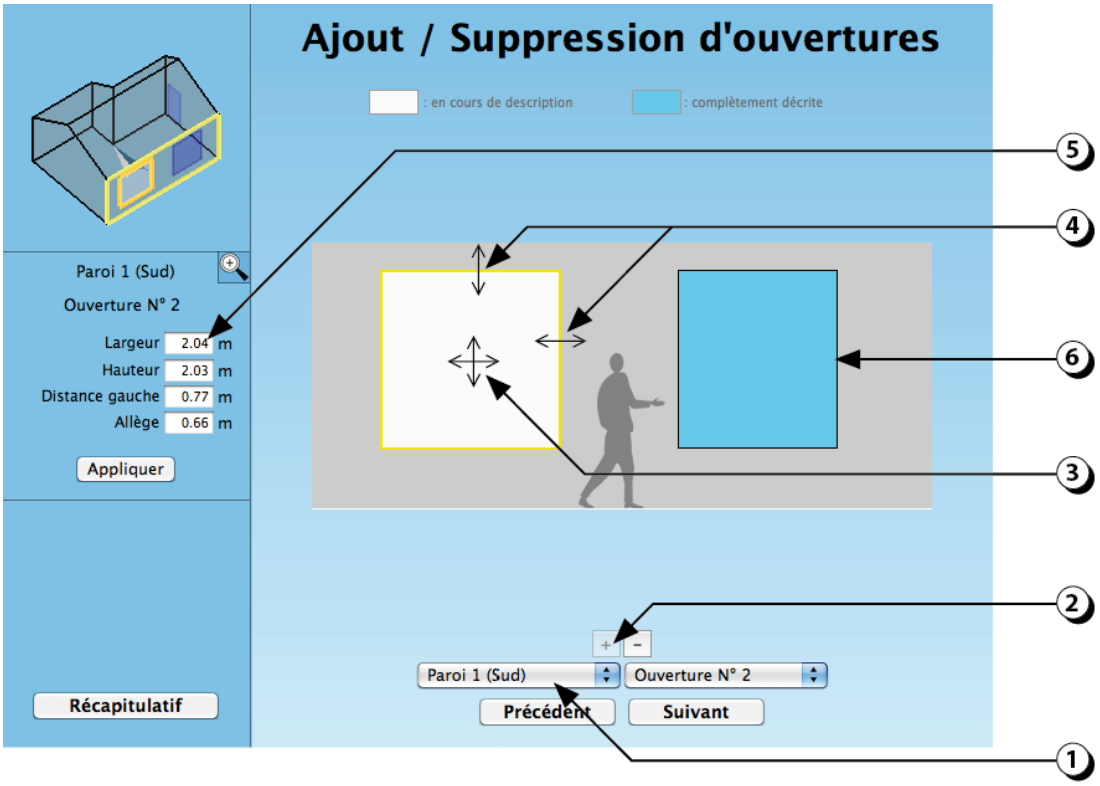


Figure 31 : Description géométrique de l'ouverture, (dimension & position).

ATTENTION :

- L'ouverture est vue depuis l'extérieur de la façade !
- La dimension décrite ici inclut les cadres (menuiseries).
- Le nombre d'ouvertures n'est pas limité mais il influence le temps calcul.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Dupliquer / Supprimer une ouverture

Lorsqu'une ouverture a été complètement décrite, il est possible de la dupliquer afin de gagner du temps dans la description.

1. Sélectionnez tout d'abord l'ouverture que vous souhaitez dupliquer en cliquant dessus avec la souris (le contour de l'ouverture devient jaune).
2. Utilisez la combinaison de touches ctrl+c (ou cmd+c sous Mac) pour copier l'ouverture en question.
3. **ASTUCE** ! Vous pouvez coller l'ouverture sur une autre façade, en utilisant ce bouton pour sélectionner la nouvelle façade cible.
4. Utilisez la combinaison de touches ctrl+v (ou cmd+v Mac) pour coller l'ouverture en question. Une seconde ouverture de même dimension sera alors créée Vous pouvez alors modifier la position de l'ouverture dupliquée en utilisant votre souris. Par défaut, toutes les caractéristiques de l'ouverture sont identiques à celles de l'ouverture initiale (dimensions, embrasure, épaisseur de la paroi, fraction de cadre, type de vitrage, type d'ouvrant, protections solaires mobiles et fixes).
5. Cliquer ici pour supprimer une ouverture existante (vous devez l'avoir sélectionnée auparavant).

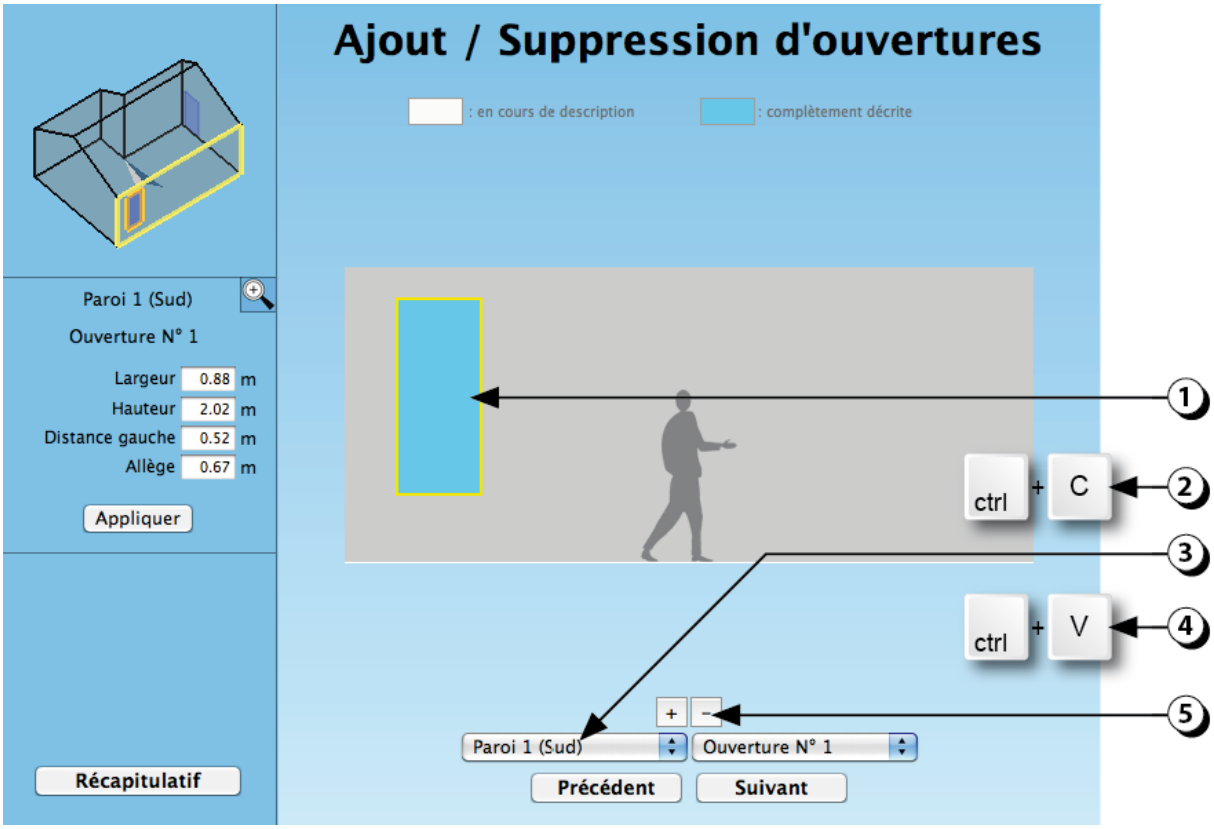


Figure 32 : Duplication d'une ouverture.

ATTENTION : si 2 ouvertures se chevauchent, elles apparaissent en rouge.

Epaisseur du mur

L'épaisseur du mur et la position du vitrage dans la paroi jouent un rôle sensible sur les flux lumineux et énergétiques transmis par l'ouverture.

Epaisseur de l'embrasure
Les 4 faces de l'embrasure absorbent une partie de la lumière incidente en fonction de leur épaisseur et de leur clarté. Une ouverture de petite dimension va donc transmettre moins de lumière si la paroi est épaisse.

Position du vitrage
La position du vitrage (nu extérieur, milieu de la paroi ou nu intérieur) n'a que peu d'influence sur le flux lumineux global transmis.

En revanche, ce qui concerne la thermique, les gains solaires directs sont nettement influencés par la position du vitrage. Une ouverture située au nu intérieur de la façade sera en partie protégée du rayonnement direct par l'épaisseur de la paroi. Alors qu'une ouverture placée au nu extérieur sera beaucoup plus exposée.

1. Sélectionnez l'épaisseur de la façade (votre choix est affiché en jaune).
2. Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique avec votre clavier. Dans ce cas n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».
3. Sélectionnez la position de l'ouverture.
4. Indiquez la clarté de l'épaisseur du mur.

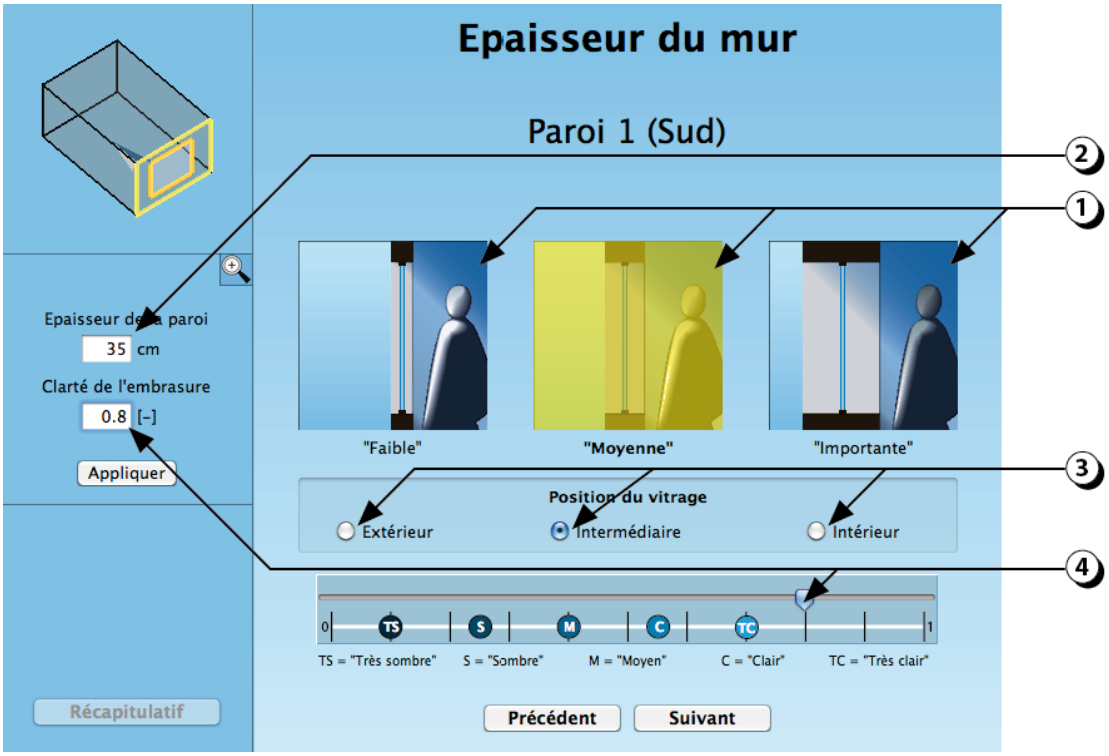


Figure 33 : Description de la paroi dans laquelle se situe l'ouverture et de la position de cette dernière.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Vitrages

1. Sélectionnez le type d'assemblage (simple, double ou triple), votre choix s'affiche en jaune).
2. Sélectionnez ensuite la nature des verres (« Réfléchissant », « Teinté », « Clair », Diffusant » ou « Électrochromes »).
   Pour les vitrages « Electrochromes » (teinte variable), voir page suivante.
3. Si le vitrage est double ou triple, indiquez s'il dispose d'une couche sélective (faible émissivité).
4. Si le vitrage est double ou triple, indiquez la nature du gaz de remplissage.
5. Cliquez ici pour afficher une sélection de vitrages existants.
6. Cliquez ici pour faire apparaître la base de données de vitrages (vous pouvez aussi ajouter vos propres vitrages).
7. Vous pouvez aussi entrer des valeurs numériques avec votre clavier.

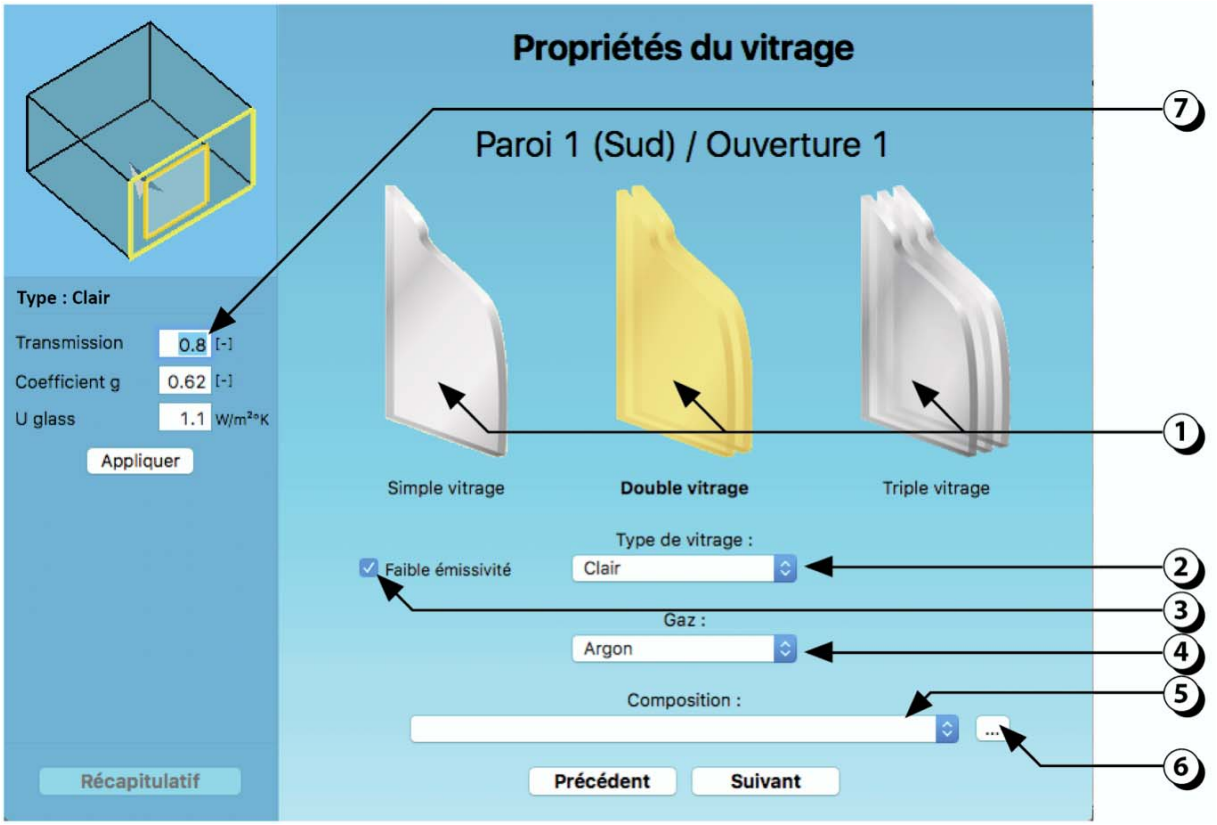


Figure 34 : Choix du vitrage.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Vitrages à teinte variable (électrochromes)

Zones de contrôle

Les verres à teinte variable constituent une forme de protection solaire intégrée, permettant de contrôler simultanément les risques de surchauffe et d'éblouissement. Certains produits disponibles sur le marché peuvent comporter jusqu'à trois zones de contrôle distinctes. Cela signifie que les différentes parties d'un même vitrage peuvent s'assombrir ou s'éclaircir de façon indépendante.

1. Sélectionner le nombre de zones de contrôle.
2. Indiquez en pourcent les proportions de chaque zone de contrôle (le total des valeurs doit être égal à 100%).

ATTENTION : Les caractéristiques des verres électrochromes sont identiques pour tous les vitrages appartenant à une même paroi.

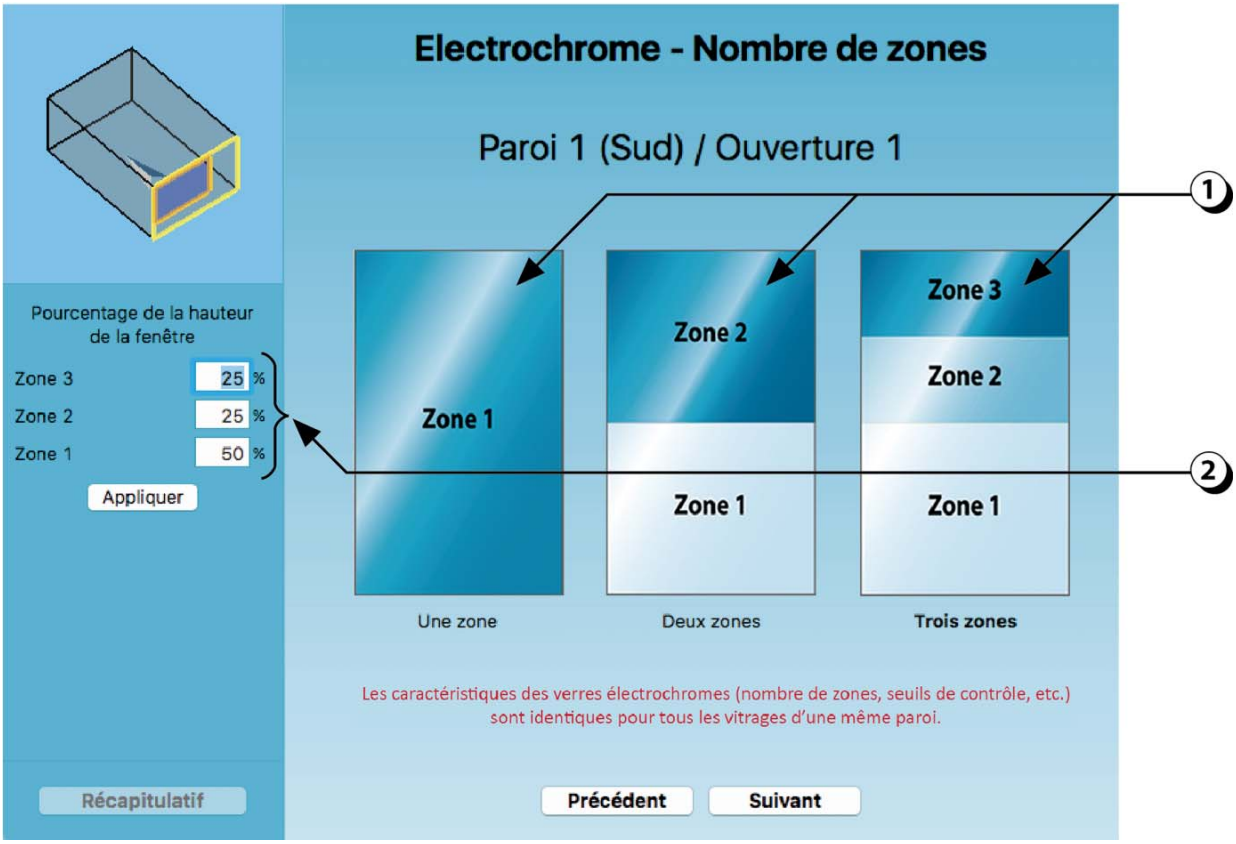


Figure 35 : Verres à teinte variable : détermination du nombre de zones de contrôle et de leur proportions respectives.

Vitrages à teinte variable (électrochromes)

Caractéristiques des états

L'état des verres électrochromes (teinte) peut être piloté en fonction de l'éclairement reçu par la façade (sonde extérieure). Les scénarios de contrôle sont basés sur plusieurs états prédéfinis (jusqu'à 5 niveaux de teinte de l'état le plus clair à l'état le plus sombre) qui sont, en général, préprogrammés par les fabricants.

1. Cliquer sur la coche pour activer ou désactiver un état intermédiaire.
2. Utilisez votre clavier si vous désirez spécifier des plages de réglage particulières.

   Indiquer pour chaque état :

   - le facteur de transmission visible,
   - le coefficient g (facteur solaire),
   - le seuil d'éclairement extérieur (valeur d'éclairement qui détermine le passage d'un état à un autre).

ATTENTION : Si vous modifiez les paramètres des vitrages, il convient de vous assurer que les combinaisons Tv et g soient cohérentes.

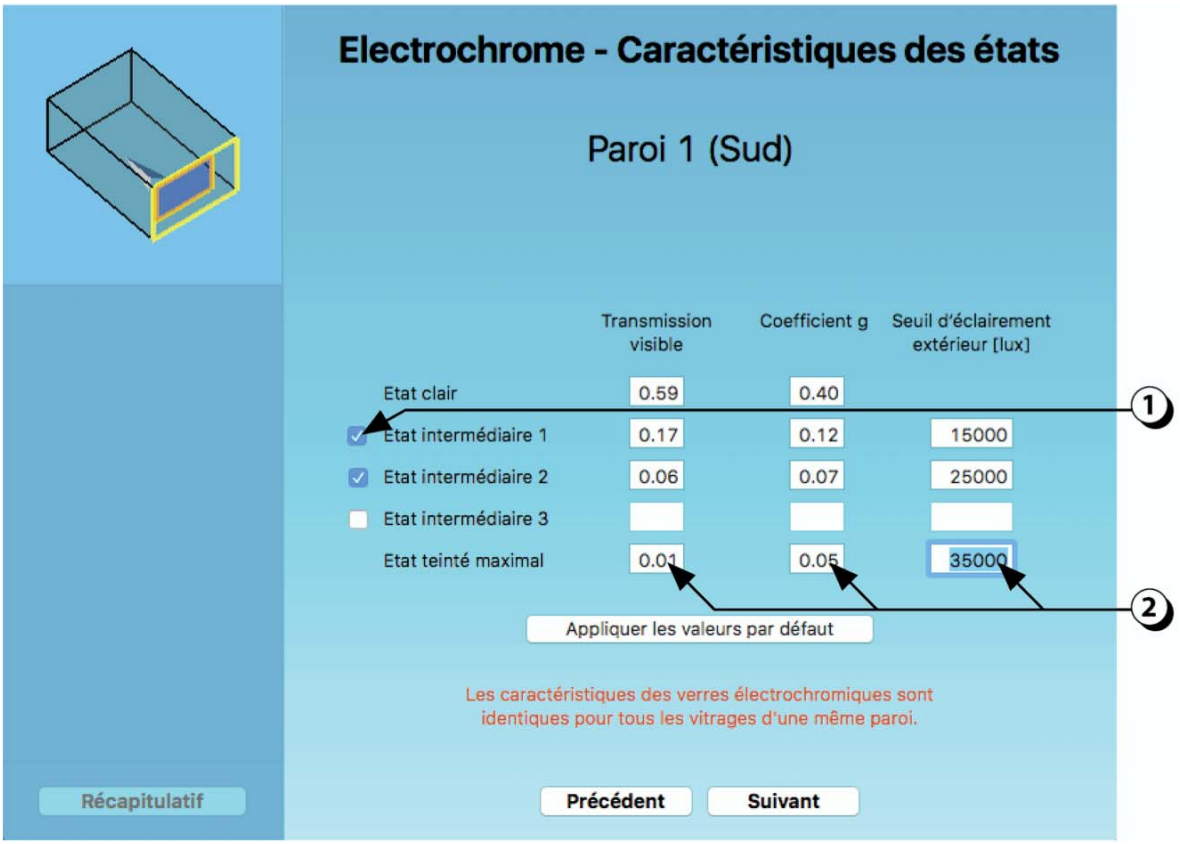


Figure 36 : Verres à teinte variable : détermination des différents états intermédiaires du verre et des seuils associés au passage d'un état à un autre.

Propriétés du cadre

1. Sélectionnez la configuration la plus proche de votre cas. Votre choix s'affiche en jaune et la fraction de cadre s'ajuste dans le **champ (a)**.
   ATTENTION : la fraction de cadre est liée à la taille des ouvertures. Pour plus de détail, on pourra consulter les exemples présentés à la Figure 38.
2. Sélectionnez le type de cadre ; la valeur U du cadre ($U_{chassis}$) s'adapte dans le **champ (b)**.
3. Sélectionnez le type d'intercalaire ; la valeur psi de l'intercalaire s'adapte dans le **champ (c)**.
4. Tous ces paramètres, combinés avec la valeur U du vitrage (cf. page 40) contribuent à former la valeur U de la fenêtre (U_{window}), qui sera utilisée pour les calculs thermiques.

Vous pouvez entrer des valeurs numériques à l'aide de votre clavier dans les champs **(a)**, **(b)**, **(c)** et **(4)**.

ATTENTION : dans ce cas, n'oubliez pas de cliquer sur « Appliquer » pour valider.
Si vous entrez une valeur numérique dans le champ (4), les valeurs des champs (b), (c) ne seront plus prises en considération.

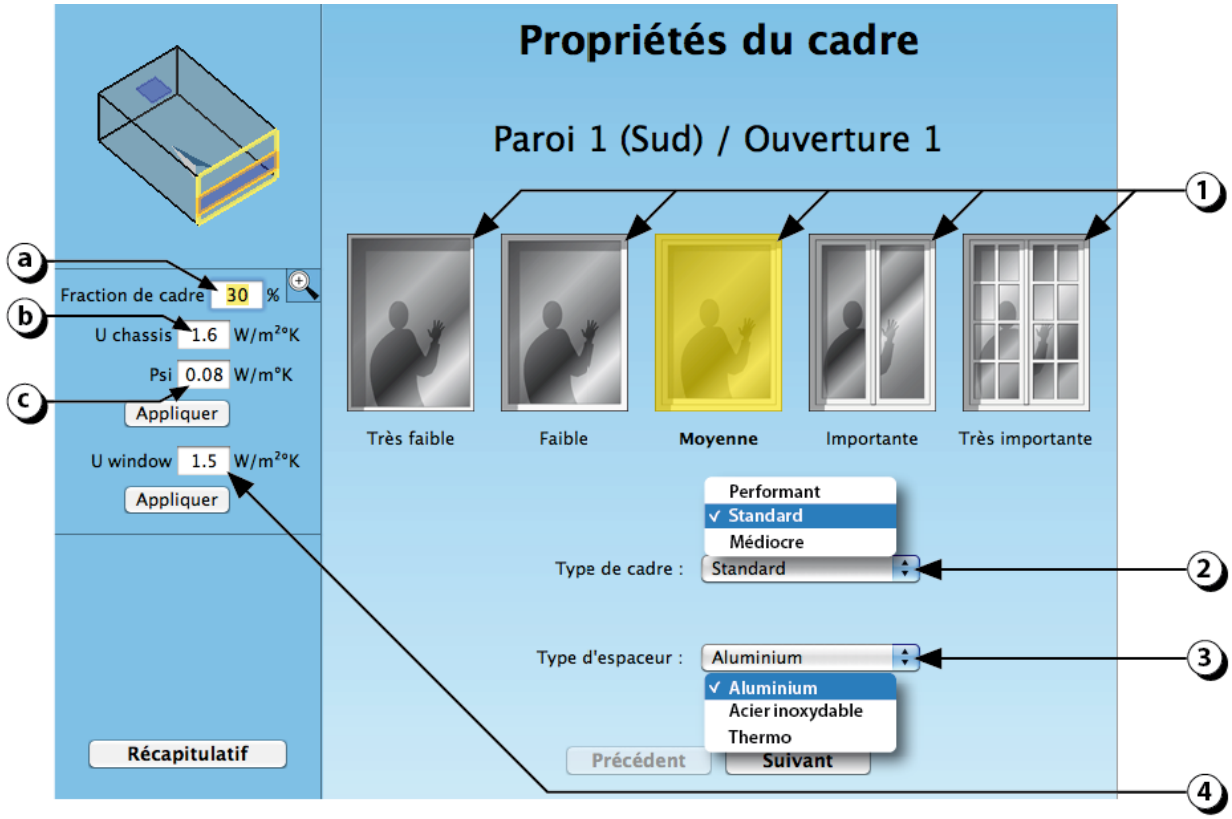


Figure 37 : Détermination des propriétés du cadre (menuiserie).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Fraction de cadre : Exemples

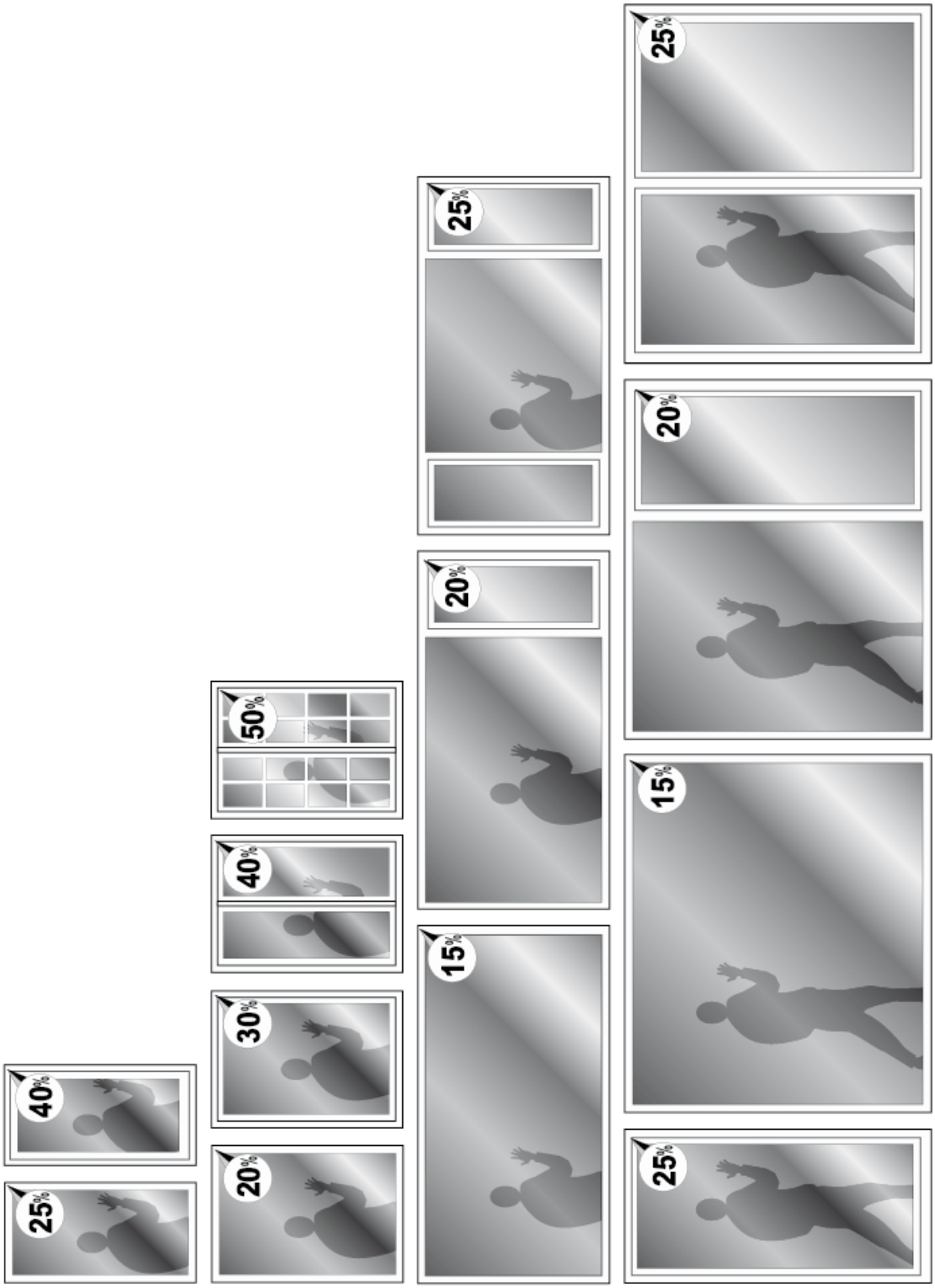


Figure 38 : Données indicatives pour la fraction de cadre en fonction de la taille des ouvertures.

Type d'ouvrant

La description des ouvrants est utile pour déterminer le potentiel de ventilation naturelle du local (renouvellement d'air et rafraîchissement passif).

La valeur utilisée pour le calcul est le **pourcentage de la surface laissée libre** pour le passage de l'air.

1. Sélectionnez le type d'ouvrant qui correspond à la fenêtre que vous êtes en train de décrire (« Fixe », « Imposte », « Oscillo-battant », « Coulissant », « Jalousie » ou « à la Française » (votre choix s'affiche en jaune).
   La valeur qui s'affiche dans le champ situé à gauche de l'écran (2) indique le pourcentage de la surface de l'ouverture qui permettra à l'air de circuler (surface d'ouverture équivalente).

2. Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique avec votre clavier.
   - 100% indique que la totalité de l'ouverture est libre pour le passage de l'air (cas des ouvertures à la française).
   - 50% indique que seule la moitié de la surface de l'ouverture peut laisser le passage à l'air (cas des ouvertures coulissantes).
   - Pour les ouvertures en imposte ou oscillo-battantes, veuillez vous reporter à la page 114 comment déterminer le pourcentage d'ouverture.

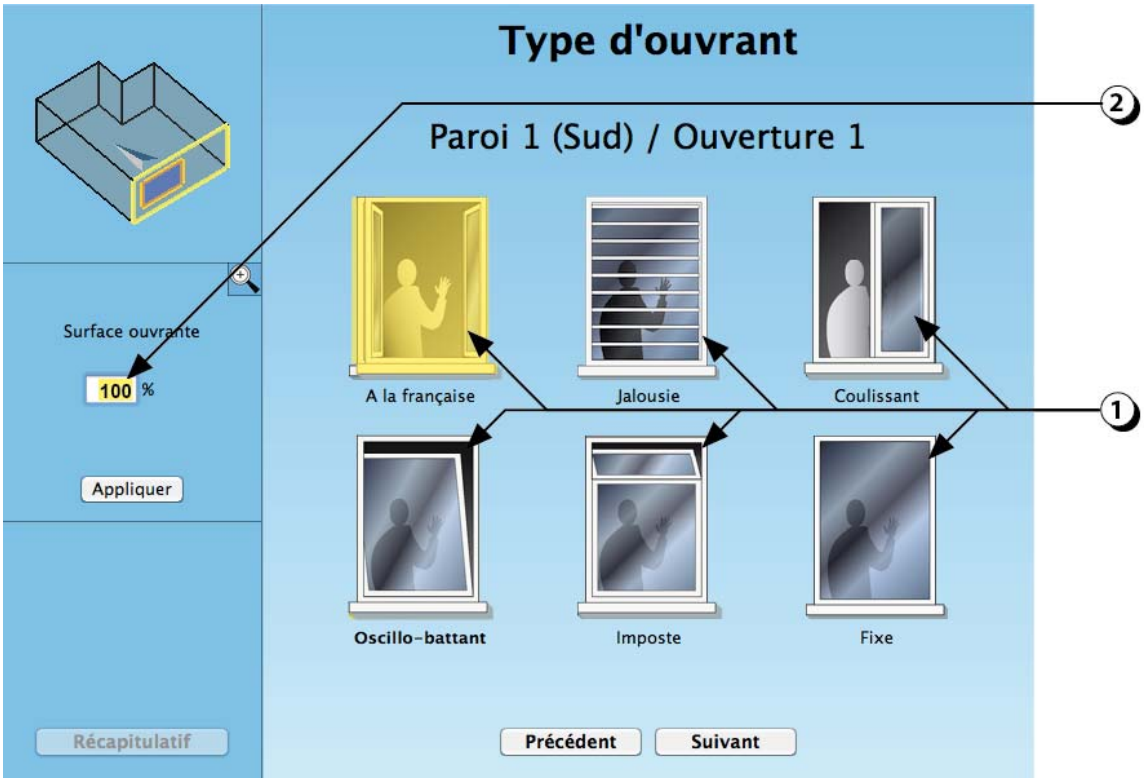


Figure 39 : Choix du type d'ouvrant pour les ouvertures en façade.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Protections solaires dynamiques

Par opposition aux protections fixes, les protections dynamiques désignent les systèmes adaptables permettant de gérer le flux solaire entrant en fonction des conditions climatiques (stores, volets, verres à teinte variables). Ces protections ne sont pas prises en compte pour les simulations par ciel couvert (FLJ) dans la mesure où, dans ce cas, les protections mobiles sont censées être relevées.

Elles sont en revanche considérées dans les simulations dynamiques (thermique ou éclairage), ce qui permet d'évaluer, à l'échelle annuelle, les risques de surchauffes, les besoins de chaleur et l'éclairage du local.

1. Sélectionnez le type de protection dynamique qui correspond à votre projet.
2. N'oubliez pas d'indiquer la position de la protection (à l'extérieur ou à l'intérieur du local).
3. Si vous souhaitez modifier la valeur du coefficient g (facteur solaire) de la protection solaire que vous désirez mettre en œuvre, utilisez le clavier pour saisir celle-ci dans le champ correspondant.

   PRECISION : En thermique, le flux incident transmis à l'intérieur du local est calculé en fonction du produit $g_{vitrage}$ x $g_{protection\ solaire}$, lorsque les stores sont baissés.
4. Si l'ouverture est aussi munie de protections fixes (avant-toit ou débords, systèmes de lames fixes, cliquer sur ce bouton pour accéder aux écrans de description correspondants.

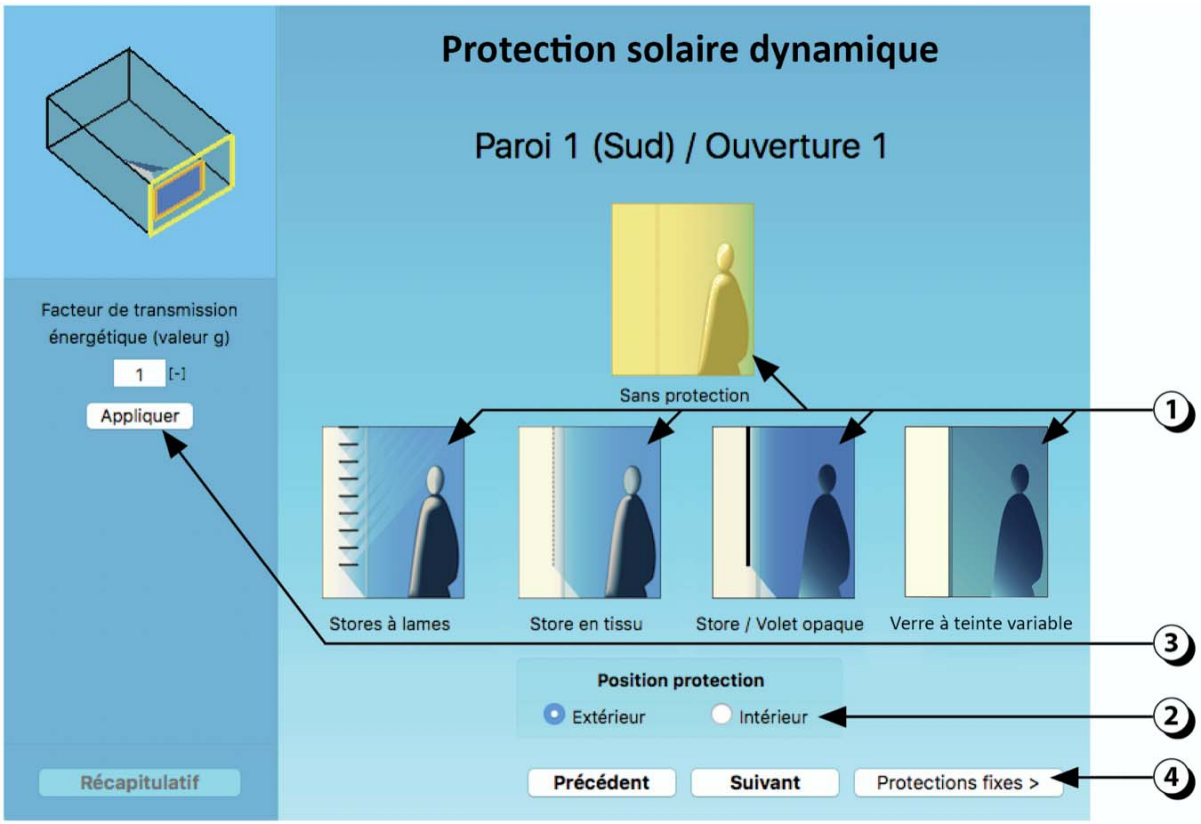


Figure 40 : Sélection du type de protection solaire dynamique.

Protections solaires dynamiques : Stores à lames

Si vous choisissez d'équiper votre fenêtre avec des stores à lames mobiles, (ou brise-soleil orientable), il vous faudra préciser la clarté des lames à l'aide de l'interface décrite sur la Figure 41.

1. Sélectionnez la clarté des lames.
2. Ajustez éventuellement le facteur de transmission énergétique si vous disposez de la valeur fabricant.

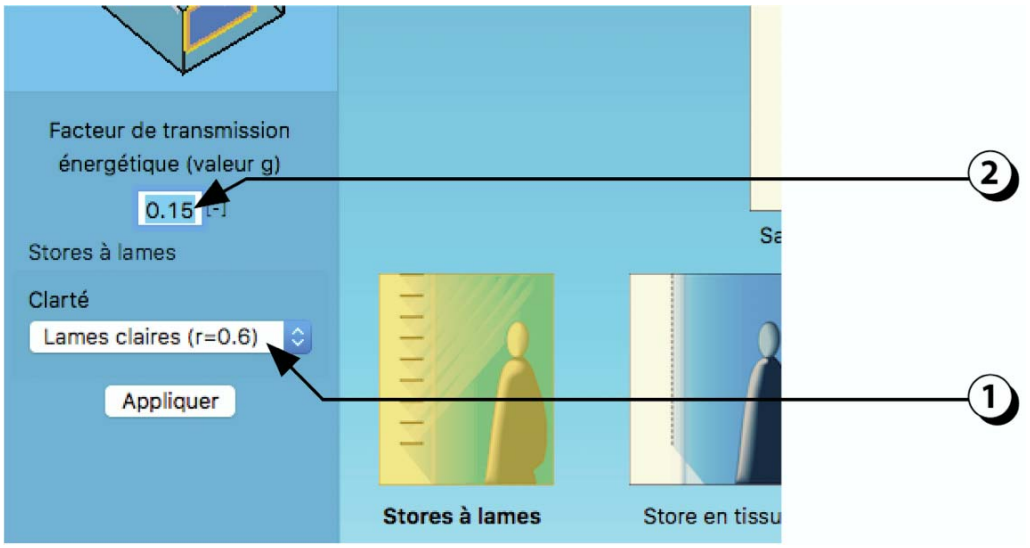


Figure 41 : Choix de la clarté des lames.

Lorsque vous lancerez une simulation dynamique, le logiciel sélectionnera pour chaque heure de l'année la position la plus adaptée parmi les quatre possibilités décrites sur la Figure 42 afin de bloquer les rayons incidents en fonction de la présence et de la hauteur du soleil.

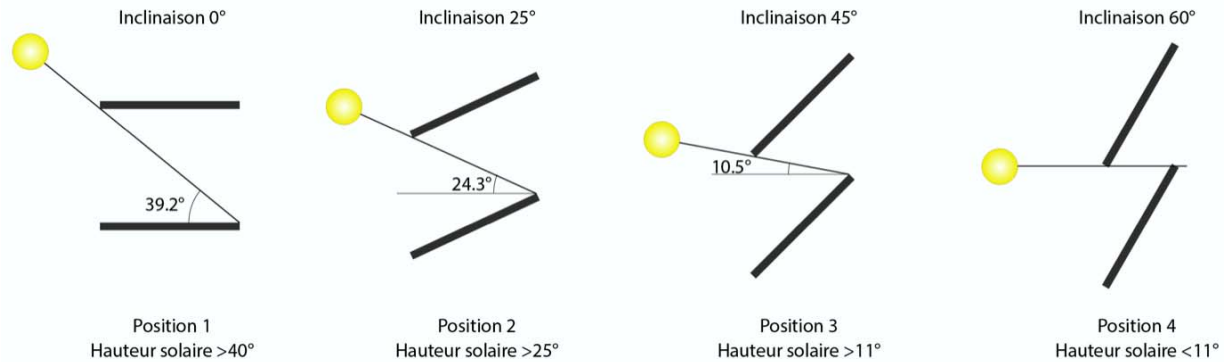


Figure 42 : Description schématique des 4 positions de lames utilisées lors des simulations dynamiques.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Protections solaires dynamiques : Stores en tissus

Si vous choisissez d'équiper votre fenêtre avec des stores en toile mobiles, il vous faudra en outre préciser les caractéristiques à l'aide de l'interface décrite sur la Figure 43.

1. Indiquez le facteur de transmission globale de la toile.
   Ce facteur, compris entre 0 et 1 est parfois noté Tv ou Tvnh chez les fabricants. Il indique le pourcentage total de rayonnement lumineux perceptible par l'œil humain, (spectre visible, 380 à 780 nm), passant à travers le tissu (éclairement total).

2. Indiquez le pourcentage de transparence de la toile.
   Cette valeur correspond au coefficient d'ouverture (ou OF Openness factor), c'est à dire la surface relative de vide de la toile tissée (trous). Plus cette valeur est élevée, plus le contact visuel avec l'extérieur est préservé (en contrepartie, le risque d'éblouissement est aussi plus élevé).

3. Indiquez le facteur solaire du store en fonction des spécificités de la toile.

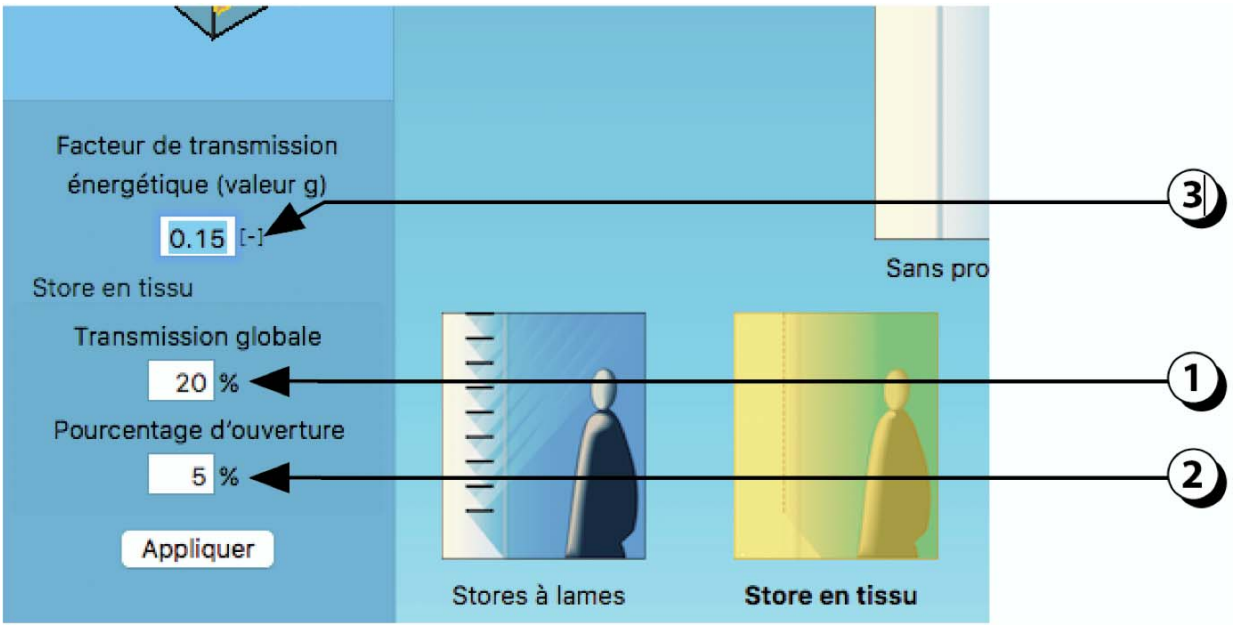


Figure 43 : Choix de la clarté et du degré de transparence du store en toile.

Lorsque vous lancerez une simulation dynamique, ces paramètres seront utilisés pour calculer les apports thermiques et lumineux en fonction de la présence du soleil (stores baissés à 100%) ou de son absence (store relevé).

Gestion des protections solaires

La gestion des protections solaires joue un rôle très important dans le comportement dynamique du local (lumière et thermique). Pour sélectionner le type de protection mobile de chaque ouverture, reportez vous aux informations exposées à la page 46 de ce manuel.

1. Lorsque la gestion des protections solaires est assurée par les utilisateurs (gestion « **manuelle** », avec ou sans motorisation), le contrôle est très imparfait et difficile à modéliser.

   - Si vous choisissez « **Stores toujours relevés** », la simulation montrera jusqu'où la température intérieure du local pourrait monter en saison chaude (cas le pire).

   - Si vous choisissez « **Stores toujours à demi-fermés** » la simulation sera représentative d'une situation intermédiaire avec des gains solaires divisés par 2 en été comme en hiver.

2. Une gestion **automatisée** permet d'optimiser les gains solaires en hiver, de réduire le risque de surchauffe en été et de favoriser le recours à la lumière naturelle

3. Avec le mode « Standard », les protections solaires sont baissées dès que le rayonnement incident est supérieur à 200 W/m^2 et que la température intérieure > 22°C.

   - Si vous choisissez « Valeurs Utilisateurs », vous pouvez redéfinir le valeurs limites pour le flux transmis et la température du local.

ATTENTION : Le mode sélectionné s'applique à toutes les ouvertures d'une même façade.

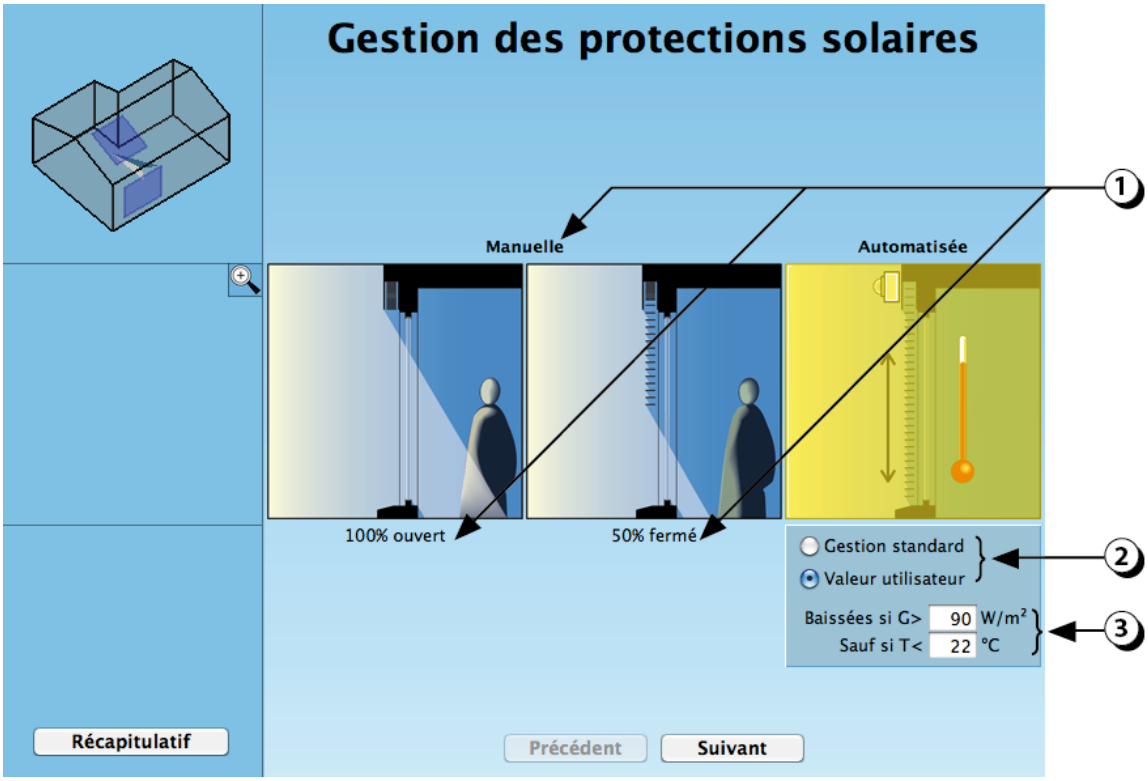


Figure 44 : Ecran de saisie des paramètres de gestion des protections solaires mobiles.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Avant-toits – Débords : Création

Ce premier écran permet de créer des éléments en saillie par rapport à la façade contenant l'ouverture (au dessus, au dessous ou de part et d'autre de l'ouverture).

ATTENTION : Il s'agit ici d'éléments jointifs avec la façade (les éléments détachés situés en avant de la façade sont traités dans la section «Protections solaires fixes»).

1. Sélectionnez à l'aide des boutons les débords positionnés à proximité de l'ouverture. Un rectangle gris apparaît sur la façade.
2. Vous pouvez créer des débords sur les 4 cotés de l'ouverture.
3. Si le matériau utilisé pour les débord est « diffusant », c'est à dire qu'il laisse passer une partie de la lumière incidente (matériau translucide, toile, etc), cliquez sur cette coche et suivez les instructions présentées à la page suivante (détermination des paramètres photométriques détaillées du matériau).
4. Dans le cas contraire (matériau opaque), indiquez le facteur de réflexion du matériau (identique pour tous les avant-toits et débords).

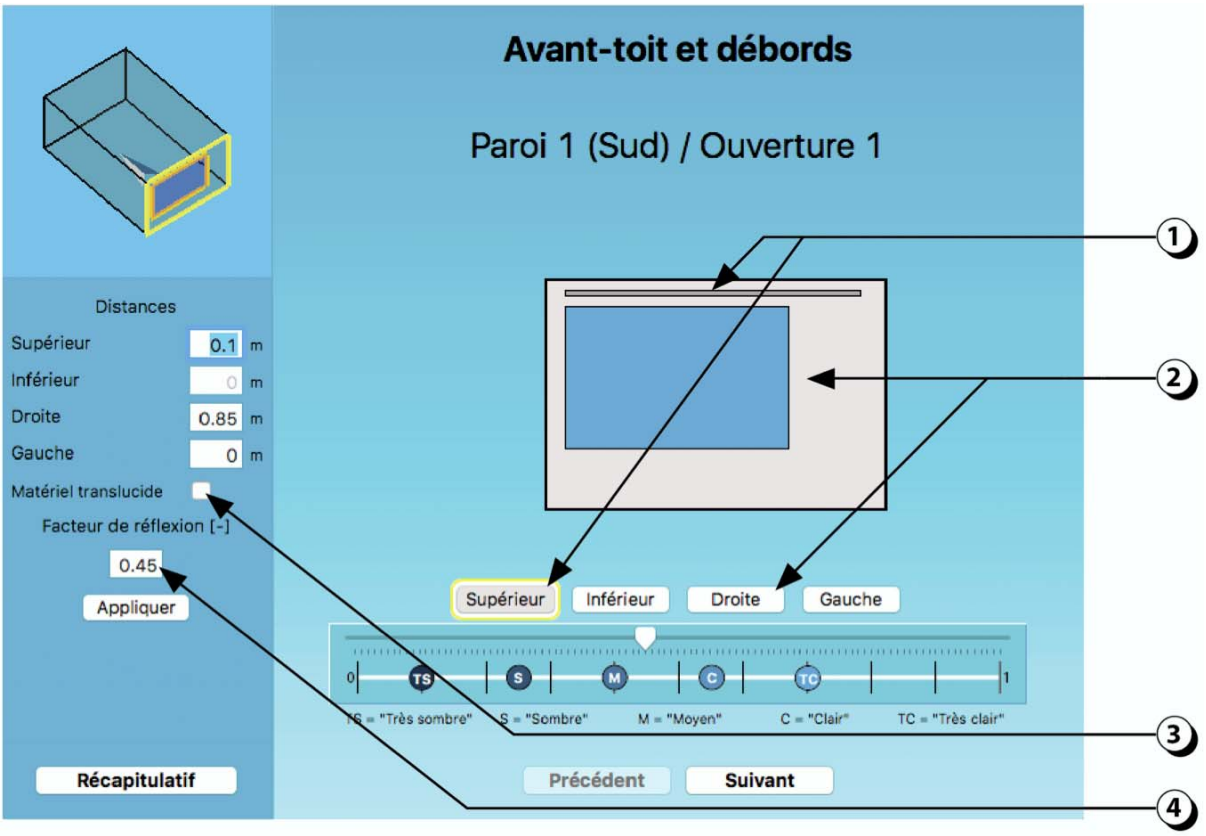


Figure 45 : Description des débords extérieurs (balcon, avant-toit ou éléments verticaux).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Avant-toits – Débords : Matériaux diffusants

1. Cocher la case « Matériau translucide ».
2. Indiquez les valeurs de transmission et de réflexion correspondant au matériau, en utilisant des chiffres compris entre 0 et 1.
    - *Trans. Diffuse* : correspond à la part de la lumière transmise sous forme diffuse (rayons sortant réémis dans toutes les directions).
    - *Trans. Spéculaire* : correspond à la part des rayons transmise sans être déviée (transparence).
    - *Réflexion diffuse* : correspond à la part des rayons réfléchie de façon diffuse (aspect mat).
    - *Réflexion spéculaire* : correspond à la part des rayons qui est réfléchie selon la loi de Descartes (brillance).

ATTENTION : la somme des quatre valeurs ne peut excéder 1.
L'absorption du matériau correspond à l'écart entre la somme des valeurs et 1 (dans l'exemple présenté ici, la somme des valeurs est égale à 0.75 (0.3 + 0.01 + 0.4 + 0.04) ce qui signifie que le matériau absorbe 25% de la lumière qu'il reçoit).

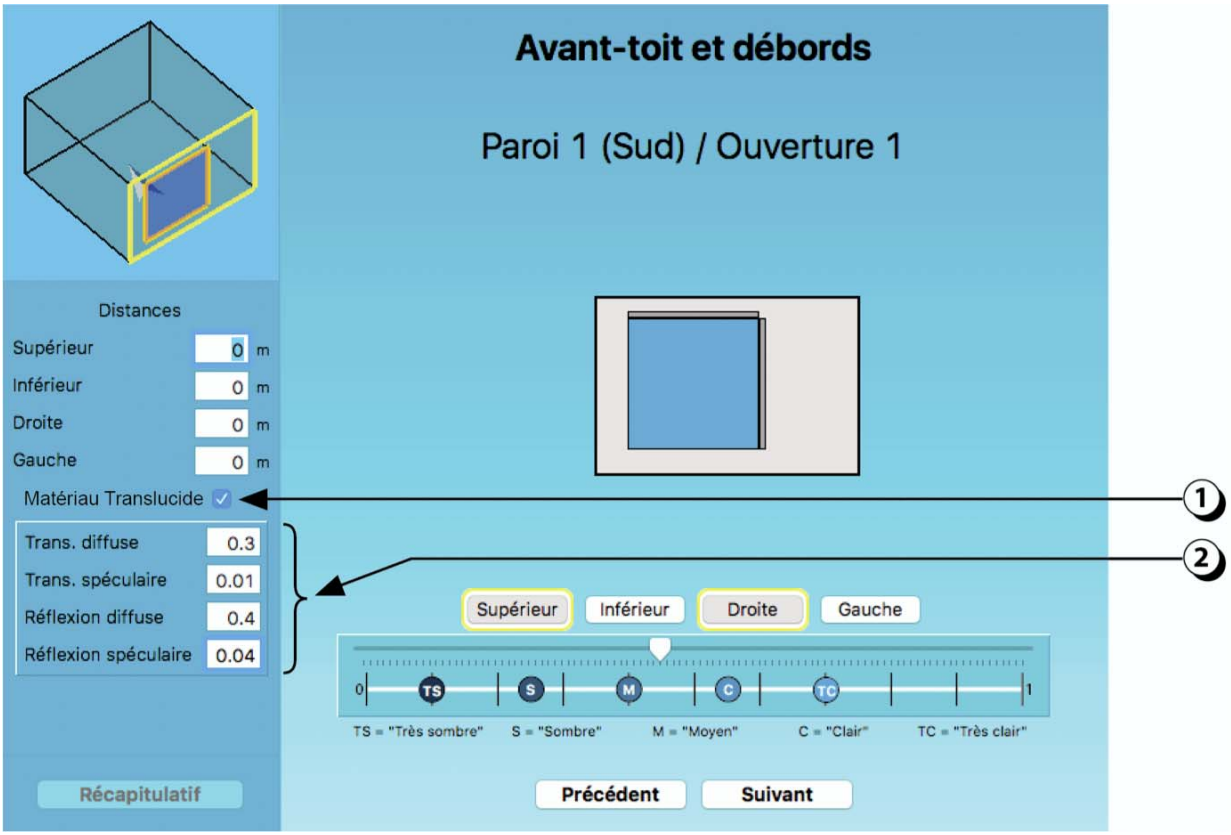


Figure 46 : Description d'un matériau translucide pour les débords et avant-toits.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Avant-toits – Débords : Positionnement

Vous pouvez préciser les dimensions des débords :

1. En cliquant sur l'un des éléments en saillie que vous avez décrits, vous faites apparaître une flèche de déplacement. La distance par rapport à l'ouverture s'actualise lorsque déplacez l'élément en question, et s'affiche dans le champ correspondant.
2. Si vous créez deux éléments de débord adjacents, ils seront forcément jointifs.

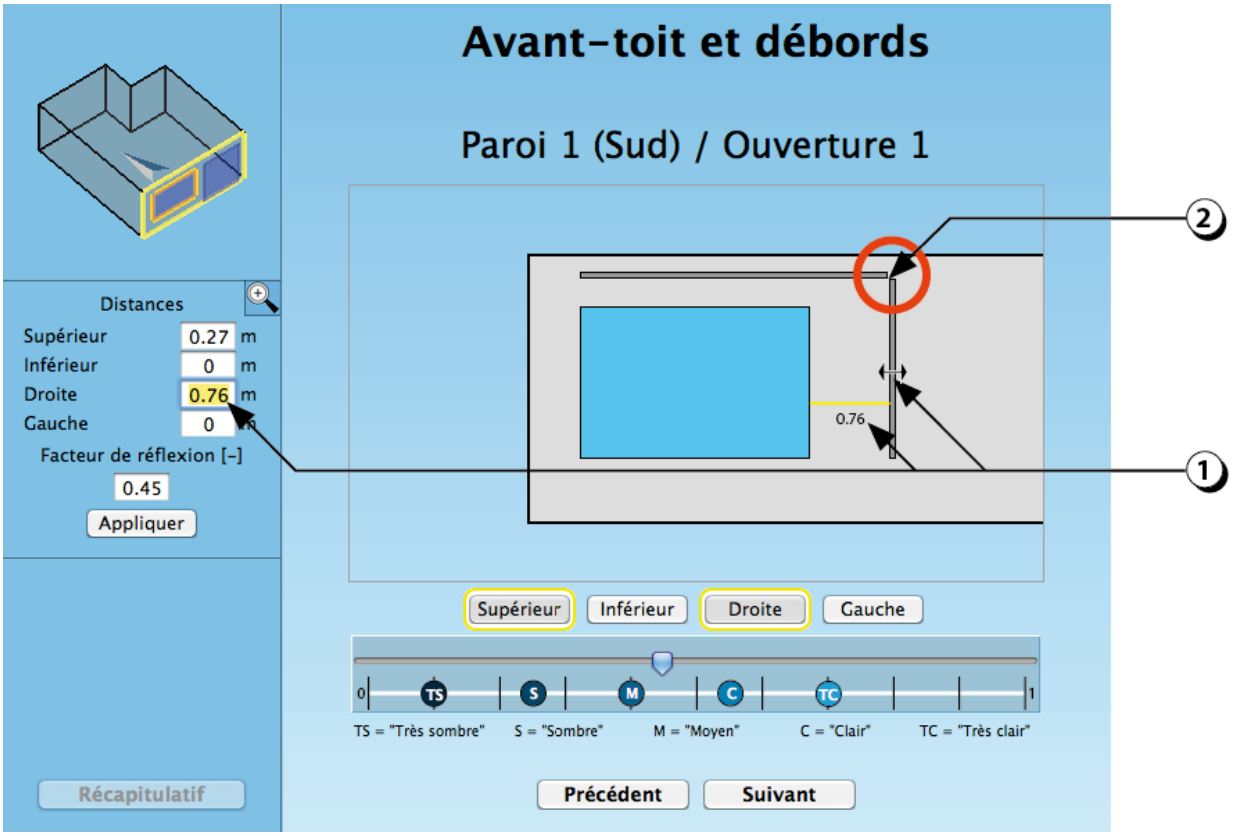


Figure 47 : Positionnement des débords extérieurs (balcon, avant-toit ou éléments verticaux).

ATTENTION : Pour les calculs thermiques, les débords doivent être décrits pour chaque ouverture.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Brise-soleil horizontal : ajustement COUPE

1. Si vous placez le curseur de la souris sur l'extrémité de l'élément en saillie, ceci fera apparaître une flèche double qui vous permettra de modifier la longueur (débord) de l'élément.
   Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique avec votre clavier.

Le champ « Longueur » désigne la distance horizontale entre le nu extérieur de la façade et le point extrême du débord.

Une procédure similaire peut être utilisée pour décrire la longueur d'un balcon ou d'un débord vertical.

ATTENTION : Pour la thermique, les brise-soleil doivent être décrits pour chaque ouverture (chaque brise-soleil ne sera pris en compte que sur l'ouverture pour laquelle il a été décrit)

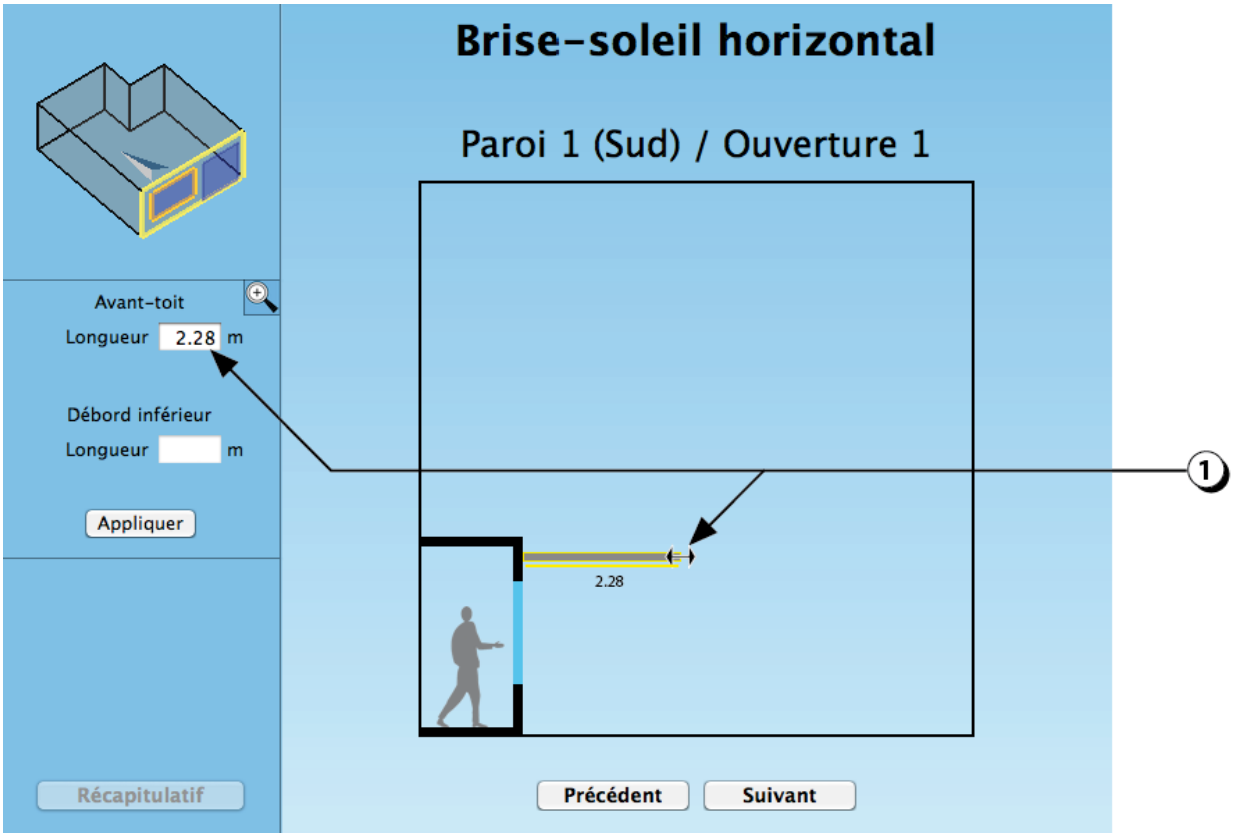


Figure 48 : Modification de la longueur d'un élément en débord (ici un avant-toit).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Brise-soleil vertical : ajustement PLAN

1. Si vous placez le curseur de la souris sur l'extrémité de l'élément en saillie, ceci fera apparaître une flèche double qui vous permettra de modifier la longueur de l'élément.
   Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique avec votre clavier.

   - Le champ « Longueur » désigne la distance horizontale entre le nu extérieur de la façade et le point extrême du débord.

ATTENTION : Pour la thermique, les brise-soleil doivent être décrits pour chaque ouverture (chaque brise-soleil ne sera pris en compte que sur l'ouverture pour laquelle il a été décrit)

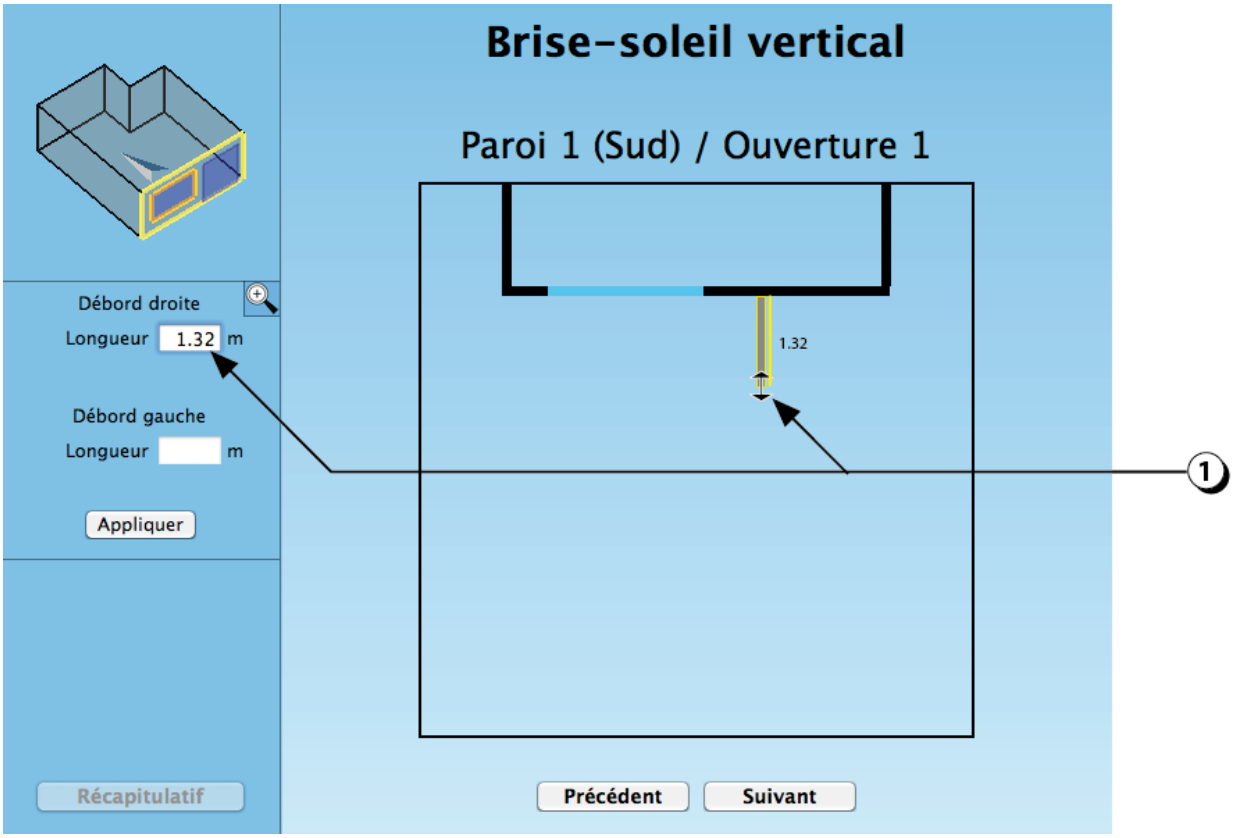


Figure 49 : Description de la largeur d'un élément en débord.

Choix des protections solaires fixes

Si les ouvertures de votre local sont équipées d'éléments extérieurs fixes (lame unique ou système comportant plusieurs lames).

1. Sélectionnez le type de protection fixe qui correspond à votre projet.

PRECISION : L'infiltration du rayonnement entre le mur et les lames n'est pas prise en compte dans le calcul thermique.

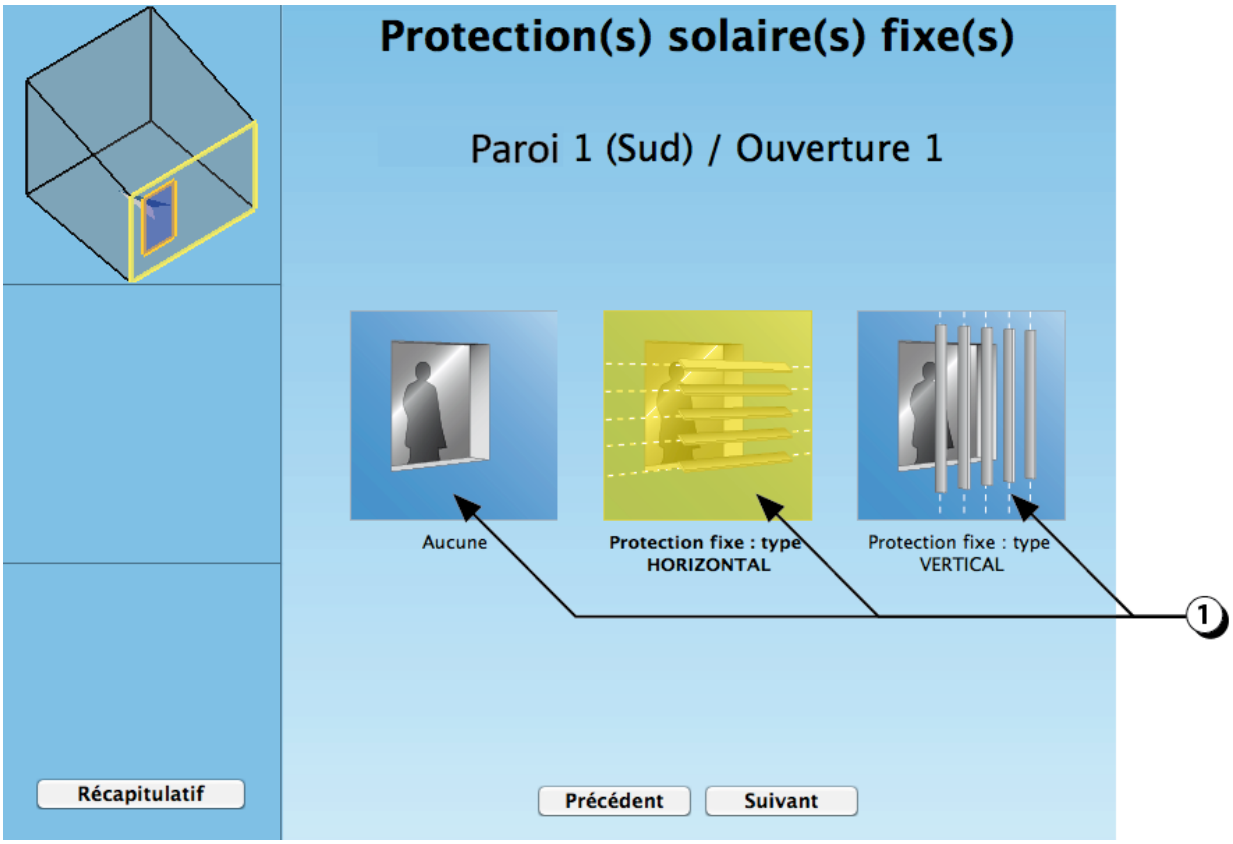


Figure 50 : Sélection d'un système de lames fixes situé devant l'ouverture.

ATTENTION : Pour les calculs thermiques, les lames fixes doivent être décrites pour chaque ouverture.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Description des protections solaires fixes

Géométrie / Clarté

Le nombre de paramètres nécessaires pour décrire un système de lames étant important, le plus simple pour cette interface consiste à utiliser les champs situés sur la gauche de l'écran

1. Indiquez le nombre de lames du système.
2. Indiquer la largeur (débord) des lames.
3. Indiquez l'épaisseur des lames.
4. Indiquez l'espacement vertical entre deux lames.
5. Indiquez la hauteur à laquelle se trouve l'axe de la lame supérieure.
6. Indiquez à quelle distance de la façade se situent les lames (décalage horizontal).
7. Indiquez l'angle d'inclinaison des lames.
8. Indiquez la clarté des lames.
9. Indiquez si les lames protègent toute la façade ou bien seulement l'ouverture que vous êtes en train de décrire.

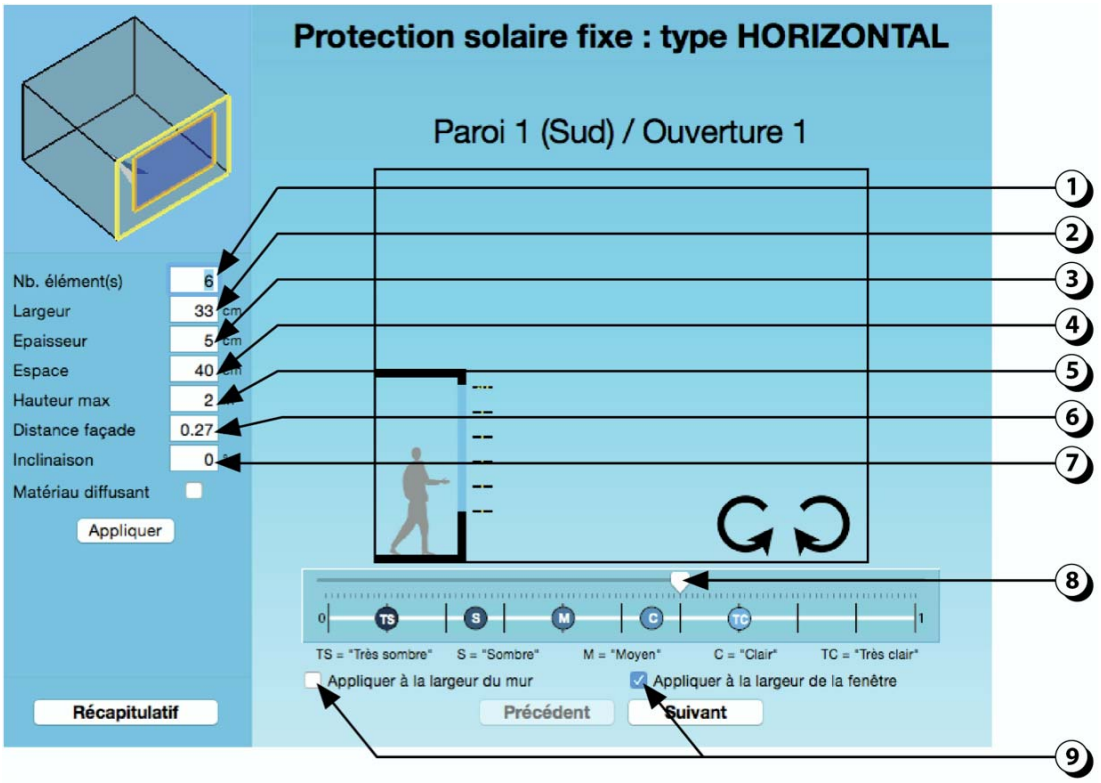


Figure 51 : Description d'un système de lames fixes situé devant l'ouverture.

ATTENTION : Pour les calculs thermiques, les lames fixes doivent être décrites pour chaque ouverture.

Description des protections solaires fixes

Photométrie diffusante

Il est possible de décrire des lames laissant passer une partie de la lumière.

Pour cela procéder comme suit :

1. Cliquer sur le bouton « Matériau diffusant ».
2. Ajuster les valeurs de transmission et de réflexion.

   La transmission spéculaire correspond à la part de la lumière qui est transmise sans subir de modification (transparence).

   La réflexion spéculaire correspond à la part de la lumière qui est réfléchie selon la loi de Descartes (miroir).

ATTENTION : La somme des 4 valeurs (Transmission & Réflexion) ne doit pas dépasser 1.

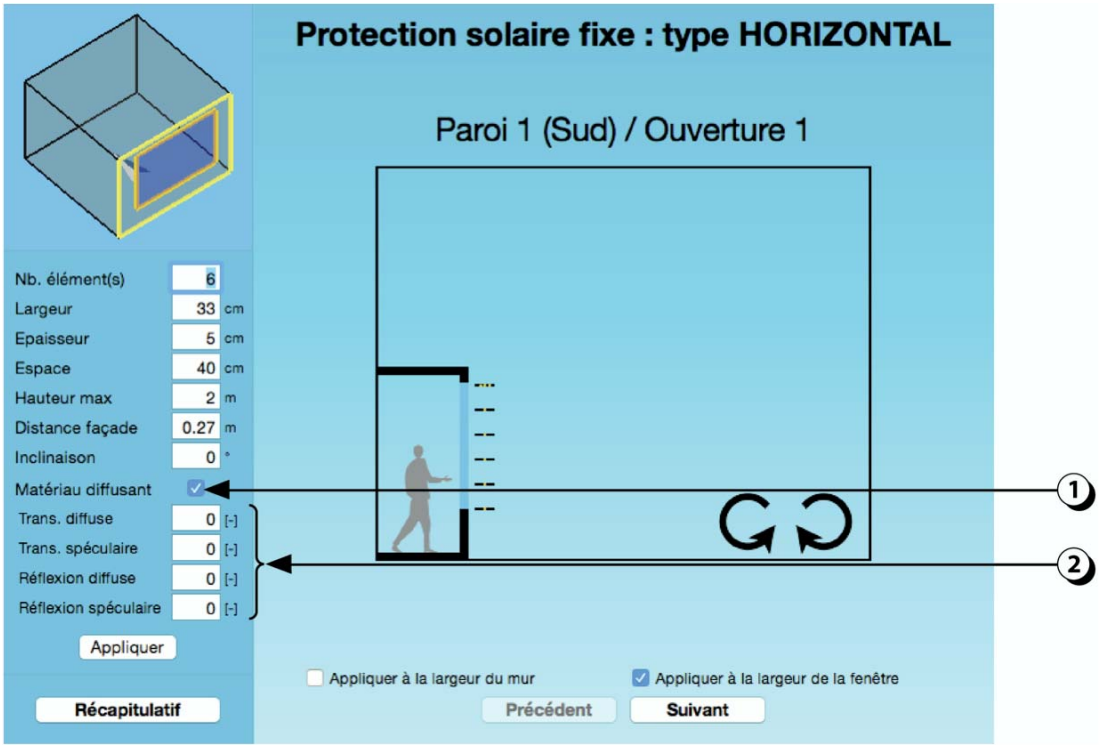


Figure 52 : Description d'un système de lames fixes situé devant l'ouverture.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

OUVERTURES EN TOITURE

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ajouter une ouverture en toiture

1. Cliquez sur ce bouton pour créer une nouvelle ouverture en toiture.

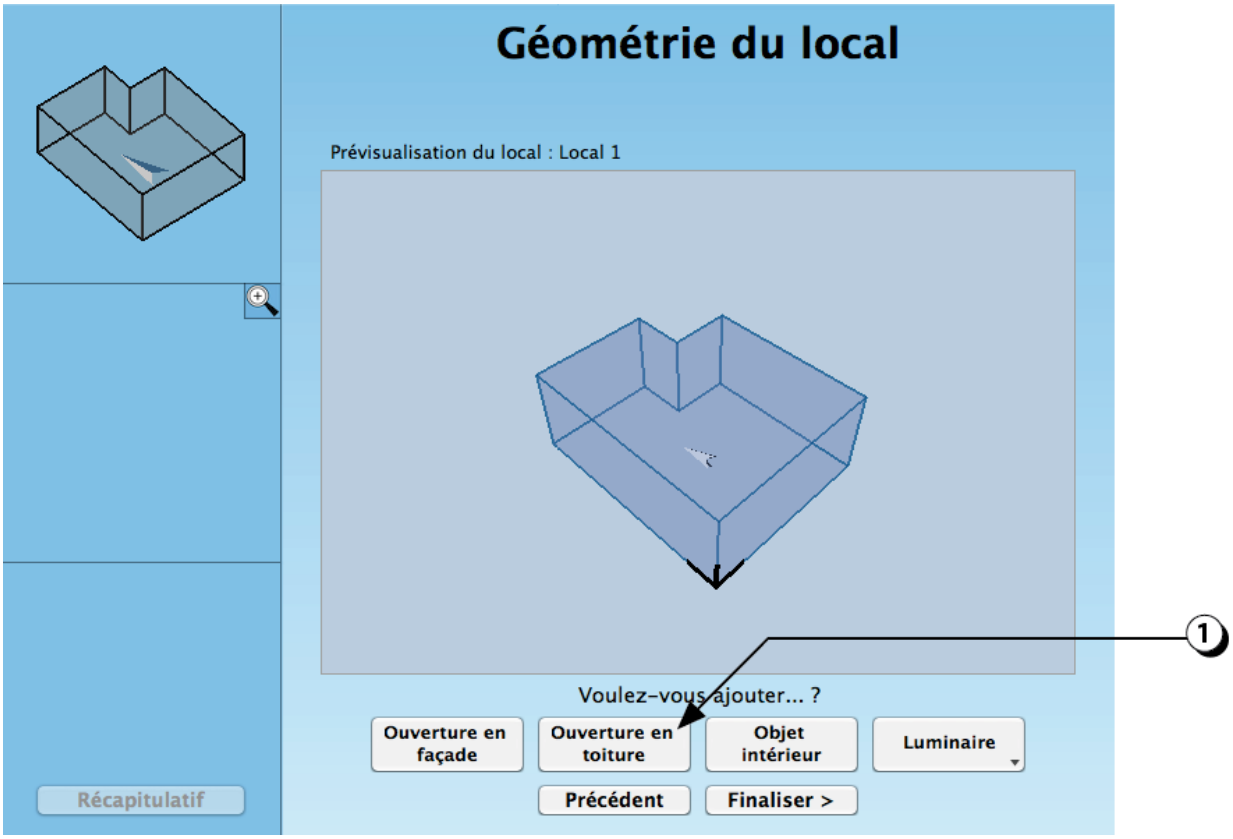


Figure 53 : Ecran permettant de compléter la géométrie du local en ajoutant des ouvertures, des objets intérieurs ou des luminaires.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ajout / Dimensionnement ouverture en toiture

1. Cliquer sur le bouton « + » pour créer une nouvelle ouverture.
   (Pour supprimer une ouverture existante, sélectionnez la avec la souris, puis cliquer sur le bouton « - »).
   Il est possible de créer une ouverture « standard », c'est à dire avec des dimensions libres, ou bien de choisir une ouverture dans le catalogue des références de la société Velux AS.

2. Une fois l'ouverture créée, placez votre souris au centre de l'ouverture pour la déplacer.
3. Placez votre souris sur les côtés de l'ouverture pour la redimensionner.
4. Les dimensions de l'ouverture s'ajustent dans les champs situés sur la gauche de l'écran (vous pouvez aussi entrer directement les valeurs numériques).

PRECISION : Sur l'écran, la « Largeur » correspond à la dimension horizontale de l'ouverture et la « Profondeur » correspond à la dimension verticale de l'ouverture.

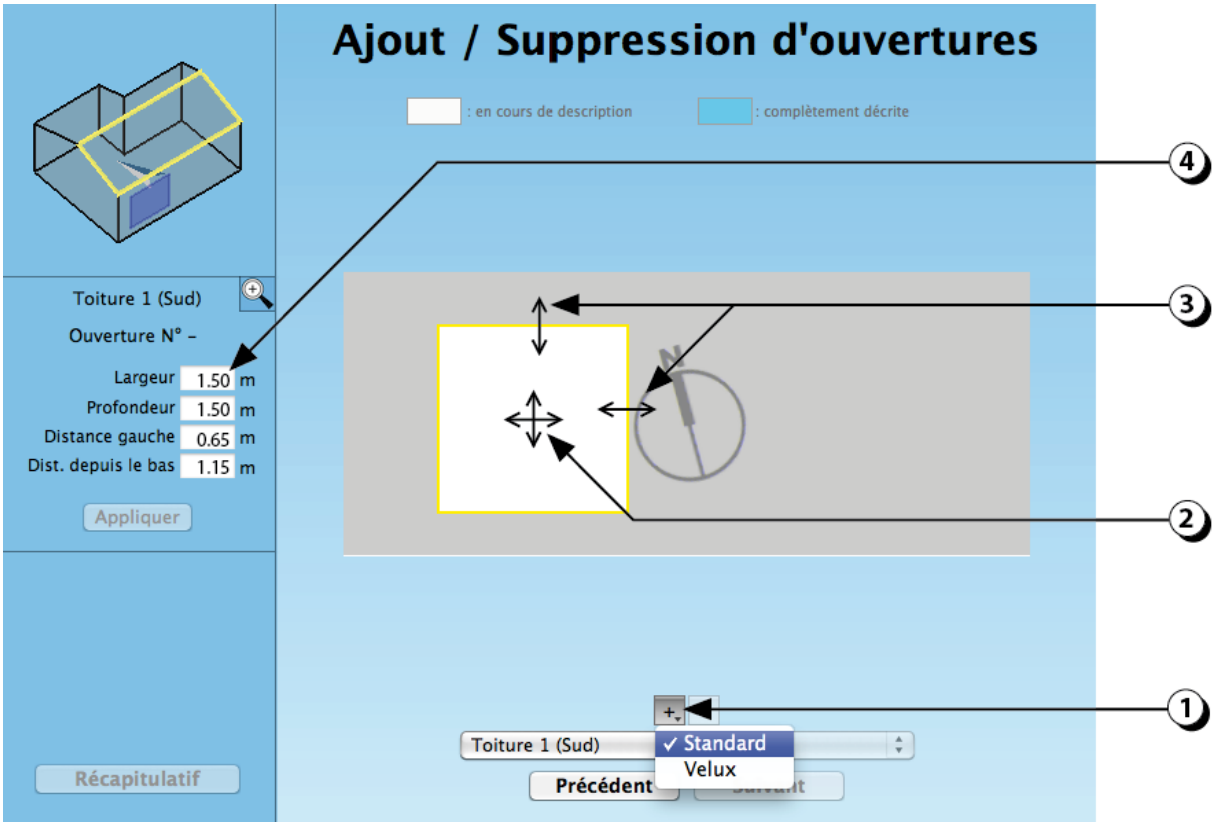


Figure 54 : Procédure d'ajout d'une ouverture en toiture.

ATTENTION :

- L'ouverture est vue depuis l'extérieure de la façade !
- La surface décrite correspond à la trémie dans la toiture.

Type d'ouverture

1. Sélectionnez le type d'ouverture que vous désirez créer (la sélection s'affiche en jaune).
2. Indiquez la hauteur du relevé d'étanchéité (distance verticale entre la face supérieure de la toiture et le bas du vitrage).
3. Indiquez la clarté des costières.

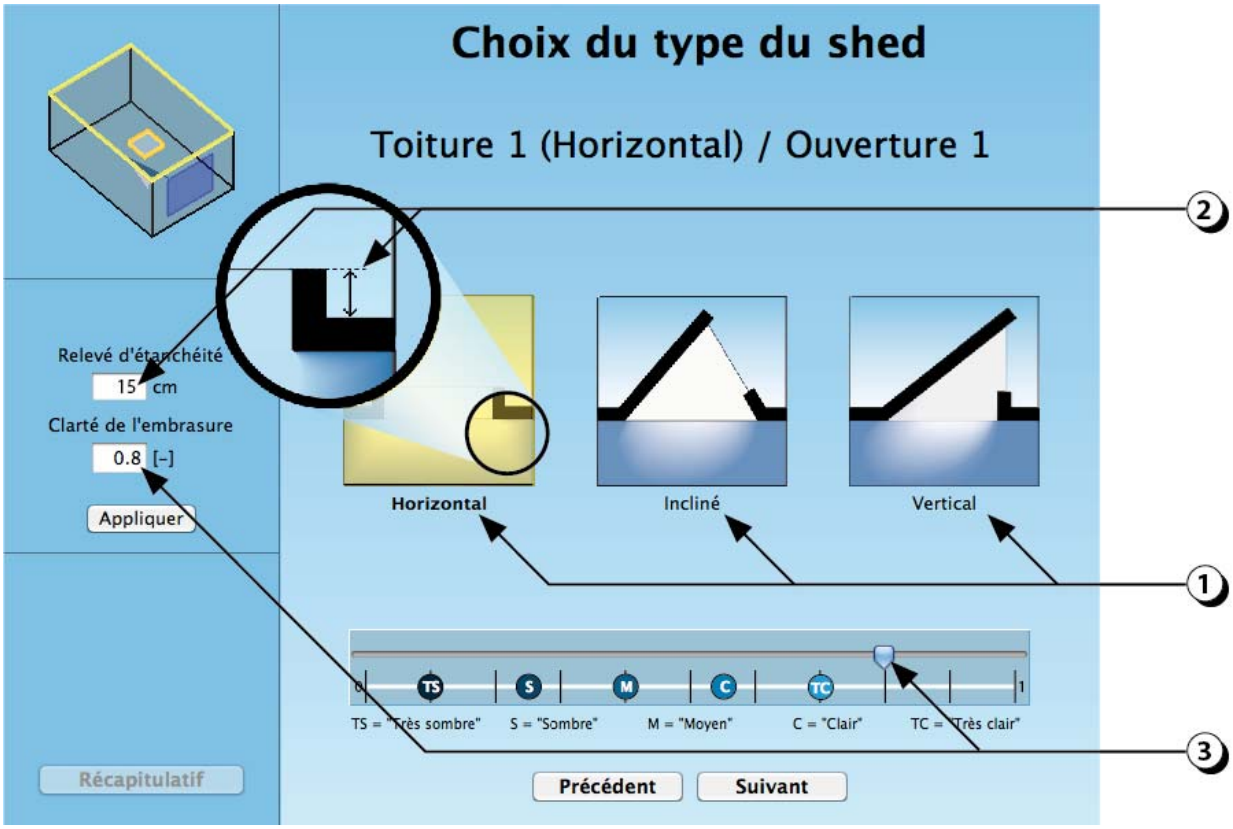


Figure 55 : Choix du type d'ouverture en toiture.

Ouvertures Inclinées ou verticales : Orientation

1. Indiquez l'orientation du vitrage en cliquant sur l'un des boutons proposés (La prévisualisation s'actualise en fonction de votre choix).

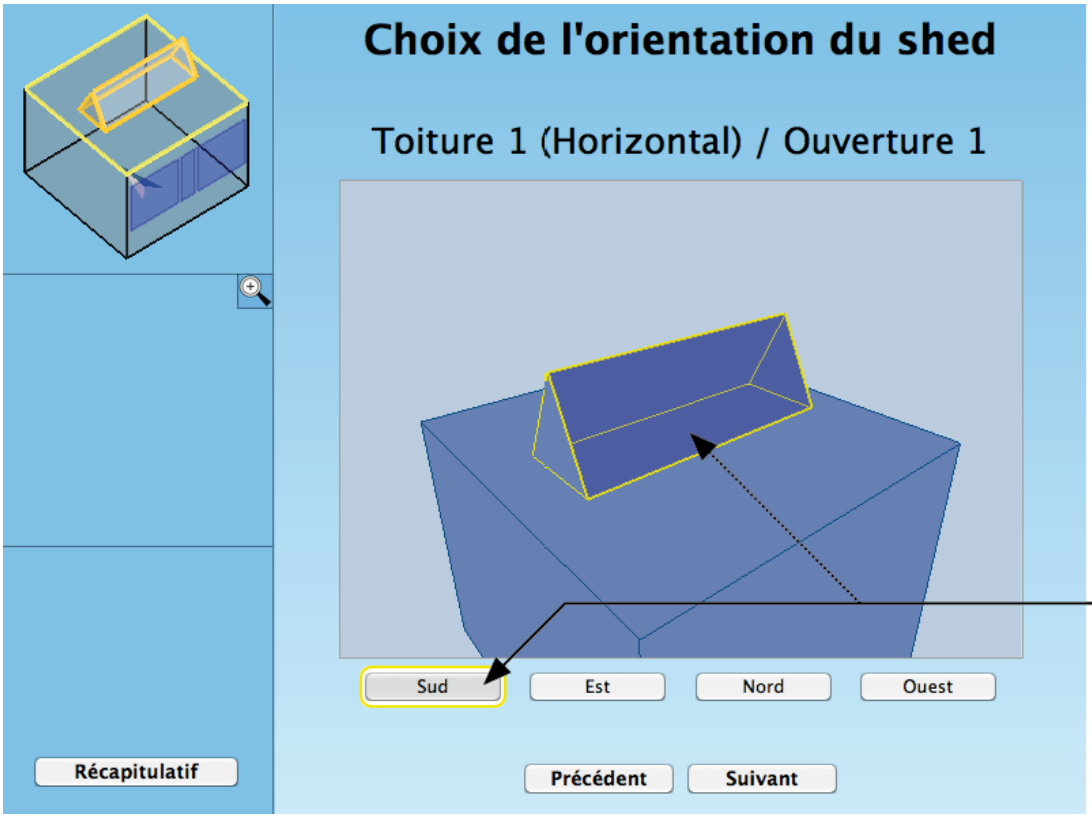


Figure 56 : Choix de l'orientation de l'ouverture (applicable au cas des ouvertures inclinées ou verticales).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ouvertures Inclinées ou verticales : Géométrie

1. Déplacez le point haut du vitrage pour ajuster la géométrie de l'ouverture.
2. Déplacez le point bas du vitrage pour ajuster la géométrie de l'ouverture. (**ATTENTION :** l'angle entre la costière et le plan du plafond ne peut être inférieur à 45°)
3. Les dimensions de l'ouverture s'ajustent dans les champs situés sur la gauche de l'écran (Vous pouvez aussi entrer directement les valeurs numériques dans ces champs).

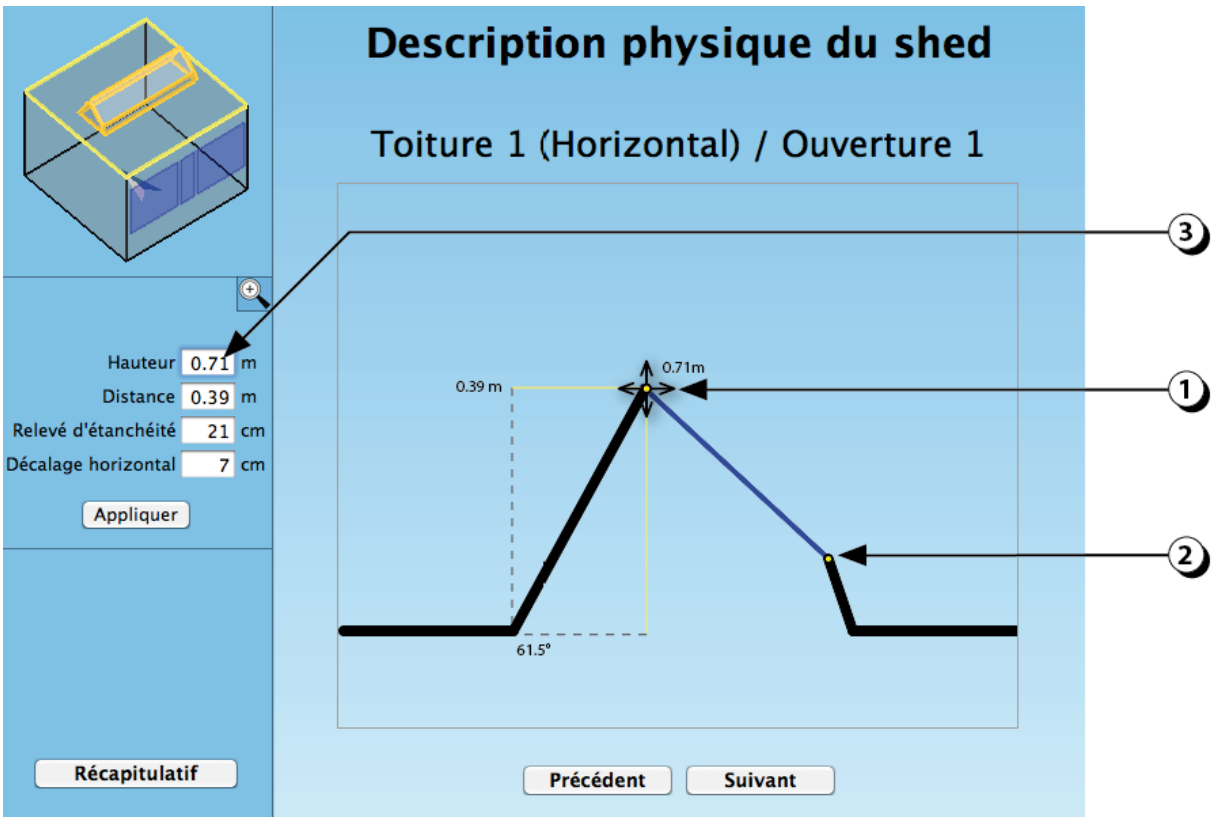


Figure 57 : Description de la géométrie de l'ouverture (en coupe).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ouvertures Horizontales : Forme des costières

La forme des costières influence largement la disponibilité lumineuse, notamment si l'épaisseur de la toiture est importante et si la taille des ouvertures est réduite. Deux choix sont possibles.

1. Sélectionnez le cas correspondant à l'ouverture que vous êtes en train de décrire (la sélection s'affiche en jaune).
   (Pour les costières inclinées, l'angle de 45° s'applique à partir de la moitié de l'épaisseur de la toiture).

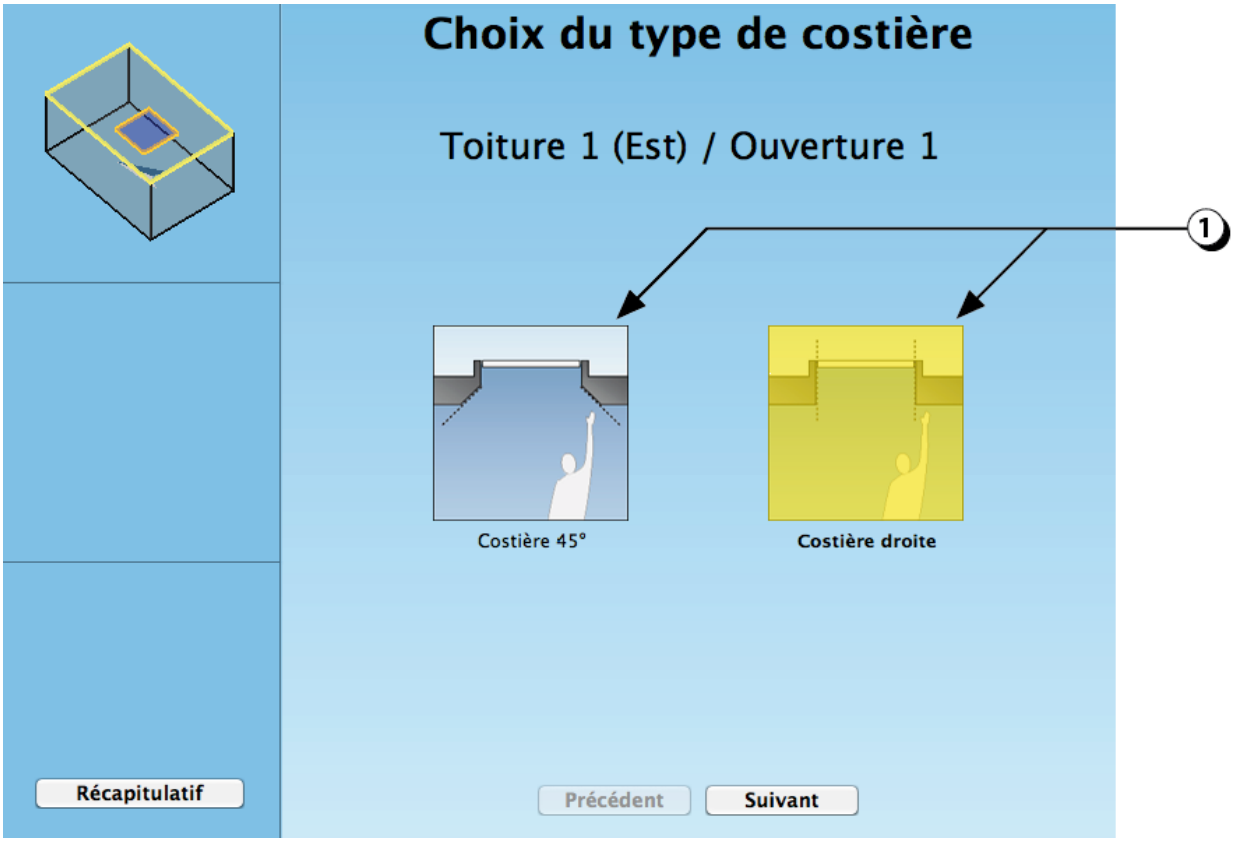


Figure 58 : Choix de la forme de la costière intérieure.

Epaisseur toiture

1. Indiquez l'épaisseur de la toiture en sélectionnant le cas correspondant à l'ouverture que vous êtes en train de décrire (la sélection s'affiche en jaune).
2. Vous pouvez aussi saisir la valeur de l'épaisseur de la toiture directement dans le champ correspondant.

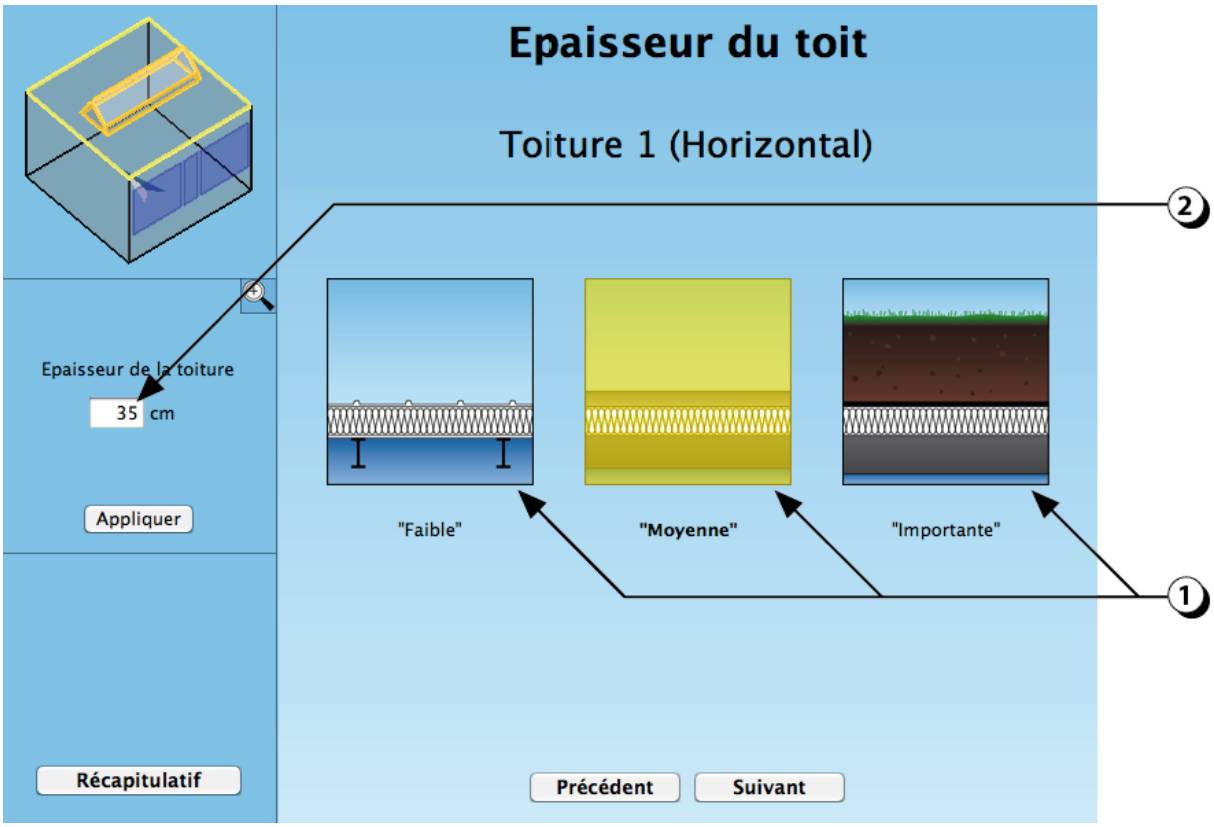


Figure 59 : Choix de l'épaisseur de la toiture.

ATTENTION : L'épaisseur dont il est question ici concerne seulement la paroi et ne tient pas compte de la présence éventuel d'un relevé d'étanchéité (cf. page 61).

Fraction de cadre

Les menuiseries représentent un obstacle à la pénétration de la lumière à travers les ouvertures en réduisant la surface de verre disponible.

La fraction de cadre, exprimée en %, représente la portion de l'ouverture qui est obstruée par les menuiseries.

1. Indiquez la fraction de cadre en sélectionnant le cas correspondant à l'ouverture que vous êtes en train de décrire (la sélection s'affiche en jaune).
2. Vous pouvez aussi saisir la valeur directement dans le champ correspondant.
3. Sélectionnez le type de cadre parmi les choix proposés (« Performant », Standard » ou « Médiocre »).
4. Sélectionnez le type d'espaceur parmi les choix proposés (« Aluminium », « Acier inoxydable », ou « Thermo-isolant »).
5. Les caractéristiques thermiques du vitrage s'ajustent en fonction de vos choix (vous pouvez aussi saisir des valeurs spécifiques dans les champs correspondants. Dans ce cas, n'oubliez pas de cliquer sur le(s) boutons « Appliquer » pour valider vos entrées).

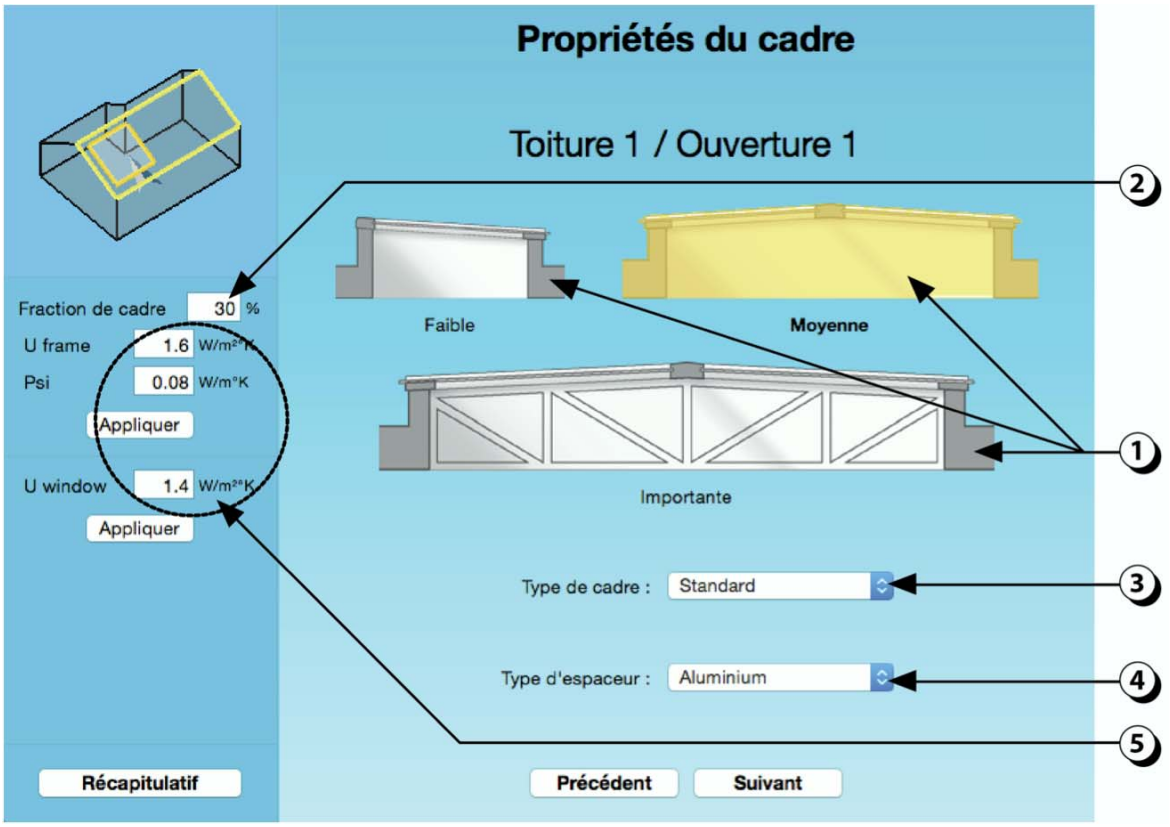


Figure 60 : Choix de la fraction de cadre pour les ouvertures en toiture.

ATTENTION : Si l'ouverture est de grande dimension et nécessite la présence d'une structure porteuse, il convient de prendre celle-ci en compte dans la fraction de cadre en estimant le pourcentage d'obstruction supplémentaire.

Ouvrants horizontaux

La description des ouvrants est utile pour déterminer le potentiel de ventilation naturelle du local (renouvellement d'air et rafraîchissement passif).

La valeur utilisée pour le calcul est le pourcentage de la surface laissée libre pour le passage de l'air (pour plus de détail, voir page 114).

1. Indiquez si l'ouverture est fixe ou si elle peut s'ouvrir (votre choix s'affiche en jaune).
2. Ce chiffre indique la fraction de l'ouverture disponible pour le passage de l'air, lorsque celle-ci est ouverte au maximum (surface d'ouverture équivalente).
   Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique avec votre clavier. Dans ce cas, n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».

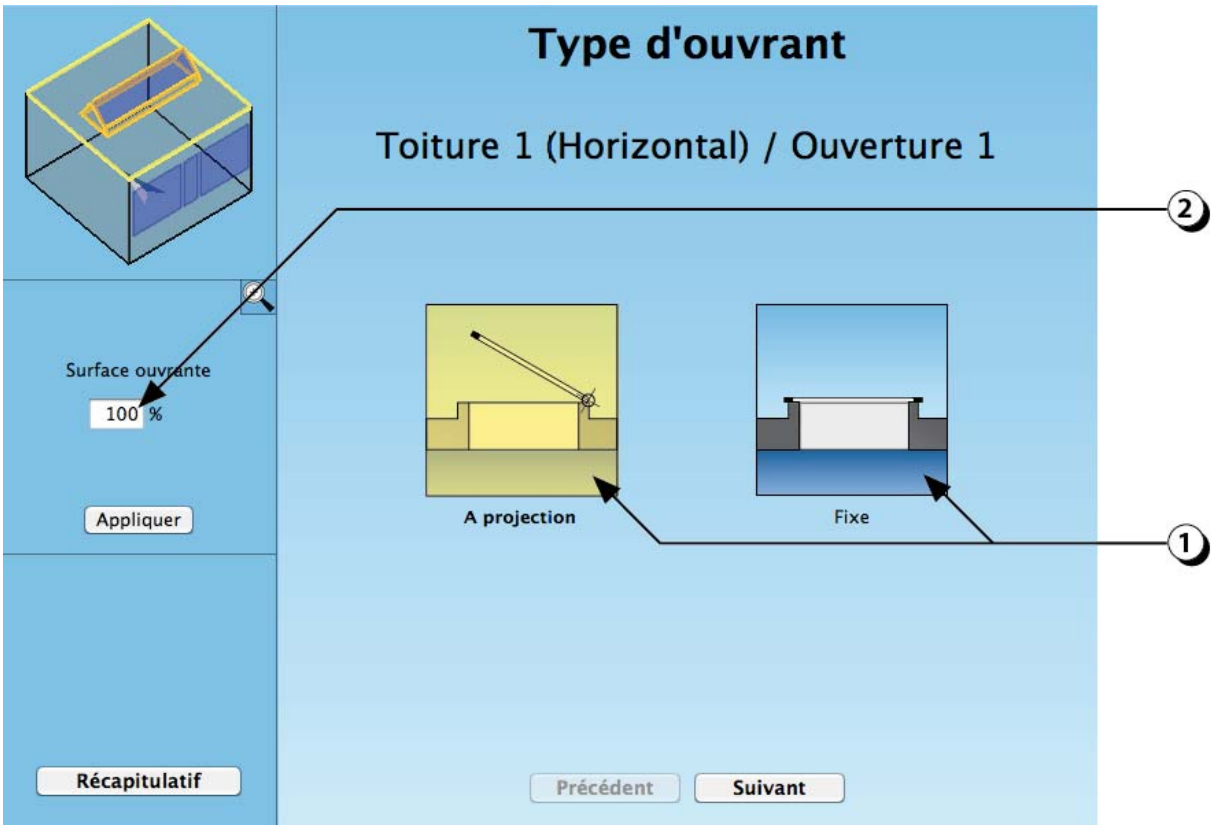


Figure 61 : Choix du type d'ouvrant pour les ouvertures horizontales en toiture.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Cas des ouvertures sur un toit incliné : Forme des costières

La forme des costières influence largement la disponibilité lumineuse. Trois choix sont possibles.

1. Sélectionnez le cas correspondant à l'ouverture que vous êtes en train de décrire (la sélection s'affiche en jaune).
2. Ajustez la clarté des costières.

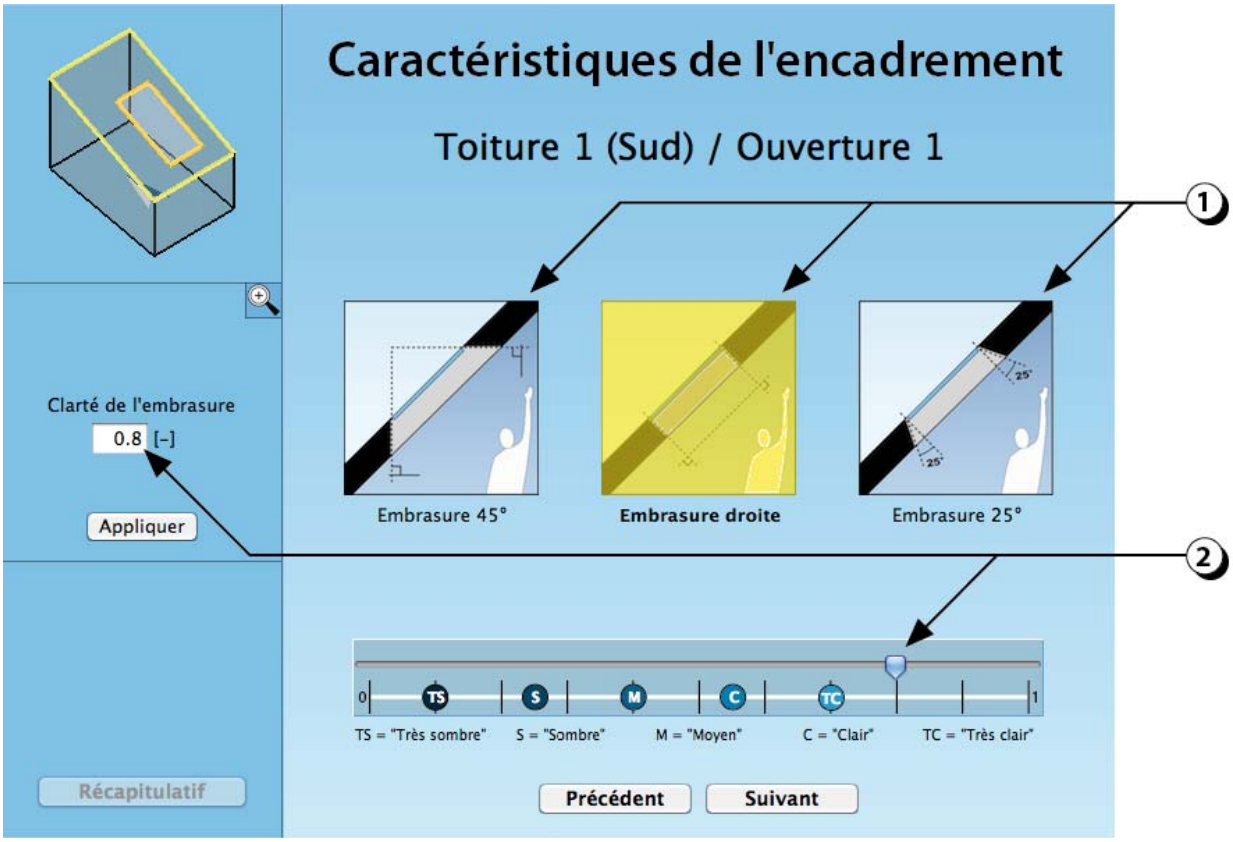


Figure 62 : Choix du type d'encadrement pour les fenêtres de toit.

Cas des ouvertures sur un toit incliné: Epaisseur toiture

1. Indiquez l'épaisseur de la toiture en sélectionnant le cas correspondant à l'ouverture que vous êtes en train de décrire (la sélection s'affiche en jaune).
2. Vous pouvez aussi saisir la valeur de l'épaisseur de la toiture directement dans le champ correspondant.

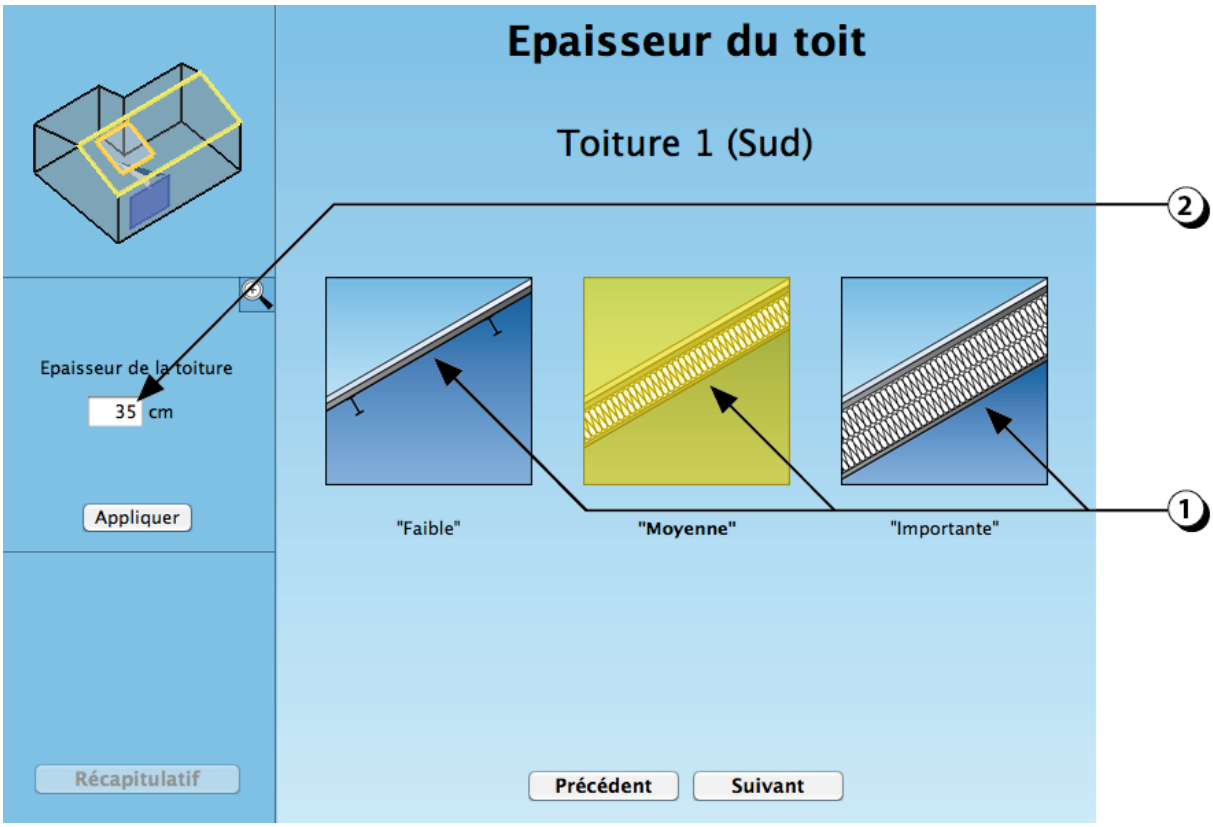


Figure 63 Choix de l'épaisseur de la toiture (cas d'un toit en pente).

ATTENTION : L'épaisseur décrite ici ne concerne que la paroi dans laquelle est placée l'ouverture et ne tient pas compte de la présence éventuel d'un relevé d'étanchéité.

Cas des ouvertures sur un toit incliné: Type d'ouvrants

La description des ouvrants est utile pour déterminer le potentiel de ventilation naturelle du local (renouvellement d'air et rafraîchissement passif).

La valeur utilisée pour le calcul est le pourcentage de la surface laissée libre pour le passage de l'air (pour plus de détail, voir page 114).

1. Indiquez si l'ouverture est fixe ou si elle peut s'ouvrir (votre choix s'affiche en jaune).
   La valeur qui s'affiche dans le champ situé à gauche de l'écran (2) indique le pourcentage de la surface de l'ouverture qui permettra à l'air de circuler (surface d'ouverture équivalente).

2. Vous pouvez aussi entrer une valeur numérique avec votre clavier.
   Dans ce cas n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».

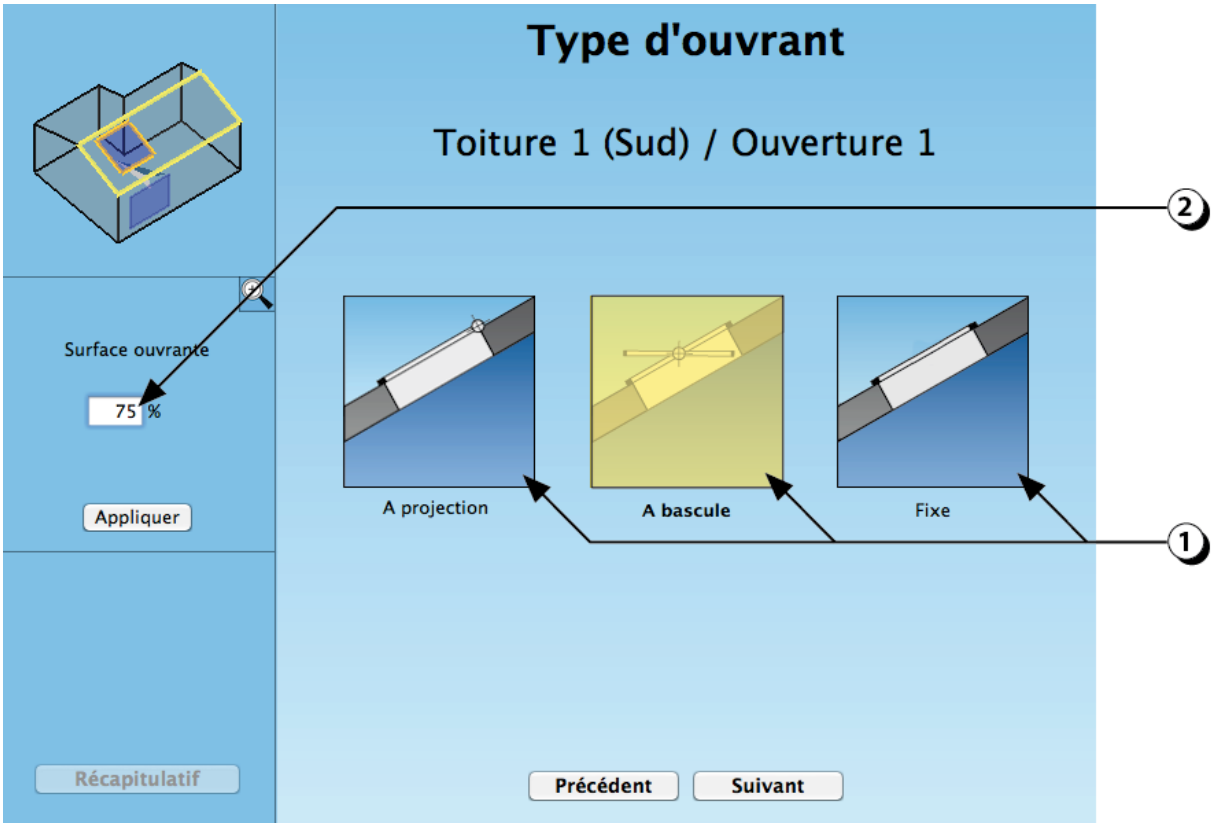


Figure 64 : Choix du type d'ouvrant pour les fenêtres de toit.

OBJETS INTERIEURS

Les objets intérieurs permettent de complexifier la géométrie des locaux.

Depuis la version 1.6 du logiciel, les objets peuvent être « Opaques » ou « Transparents », ce qui offre de nombreuses possibilités pour décrire des interactions lumineuses en second-jour.

Note : Dans cette version de DIAL+, les objets intérieurs sont seulement pris en compte dans le calcul des inter-réflexions lumineuses. Par contre, ils n'ont aucune influence sur les calculs thermiques.

ATTENTION :

Si les objets décrits ferment complètement une zone (pas d'accès à une ouverture en façade ni en toiture), le résultat du calcul de lumière naturelle ne sera pas valide pour cette zone.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ajouter un objet intérieur

1. Cliquer sur ce bouton pour ajouter un objet intérieur (cloison, poteaux, poutres, planchers intermédiaires, volumes opaques, etc).
   Ces objets opaques de forme parallélépipédique seront pris en compte dans le calcul des inter-réflexions lumineuses.

ATTENTION : Dans cette version, les objets intérieurs ne sont pas pris en compte pour les calculs thermiques

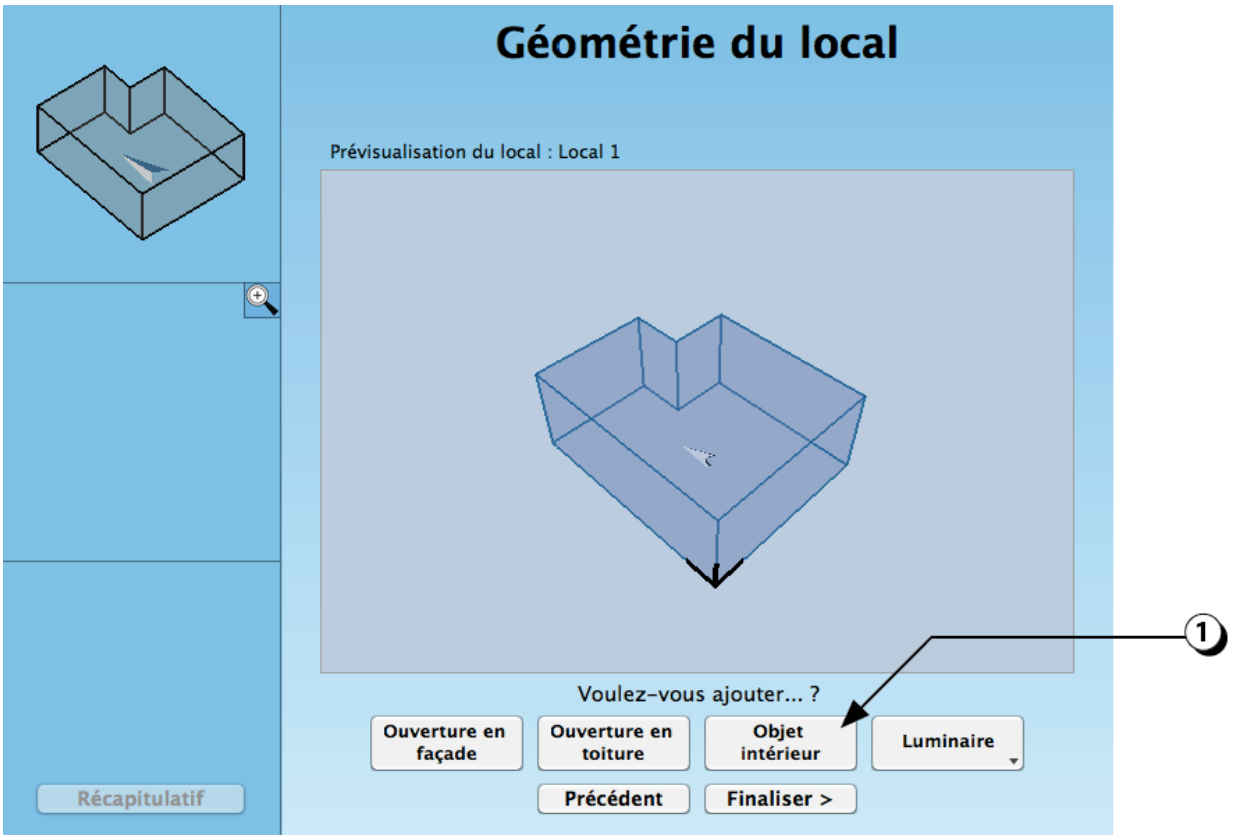


Figure 65 : Ecran permettant de compléter la géométrie du local en ajoutant des objets intérieurs.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Type d'objet & géométrie en plan

DIAL+ permet de décrire des objets intérieurs qui influencent la disponibilité et la répartition de la lumière naturelle. Dans cette version, la forme des objets est limitée à des parallélépipèdes rectangles opaques ou transparents.

(Pour ajouter des objets intérieurs, voir le bouton correspondant dans le récapitulatif cf. point 4, page 118).

1. Cliquer sur le bouton « + » pour ajouter un objet intérieur.
2. Utiliser les flèches pour dimensionner et positionner l'objet en plan
3. Vous pouvez aussi saisir les caractéristiques dimensionnelles directement dans les champs correspondants.

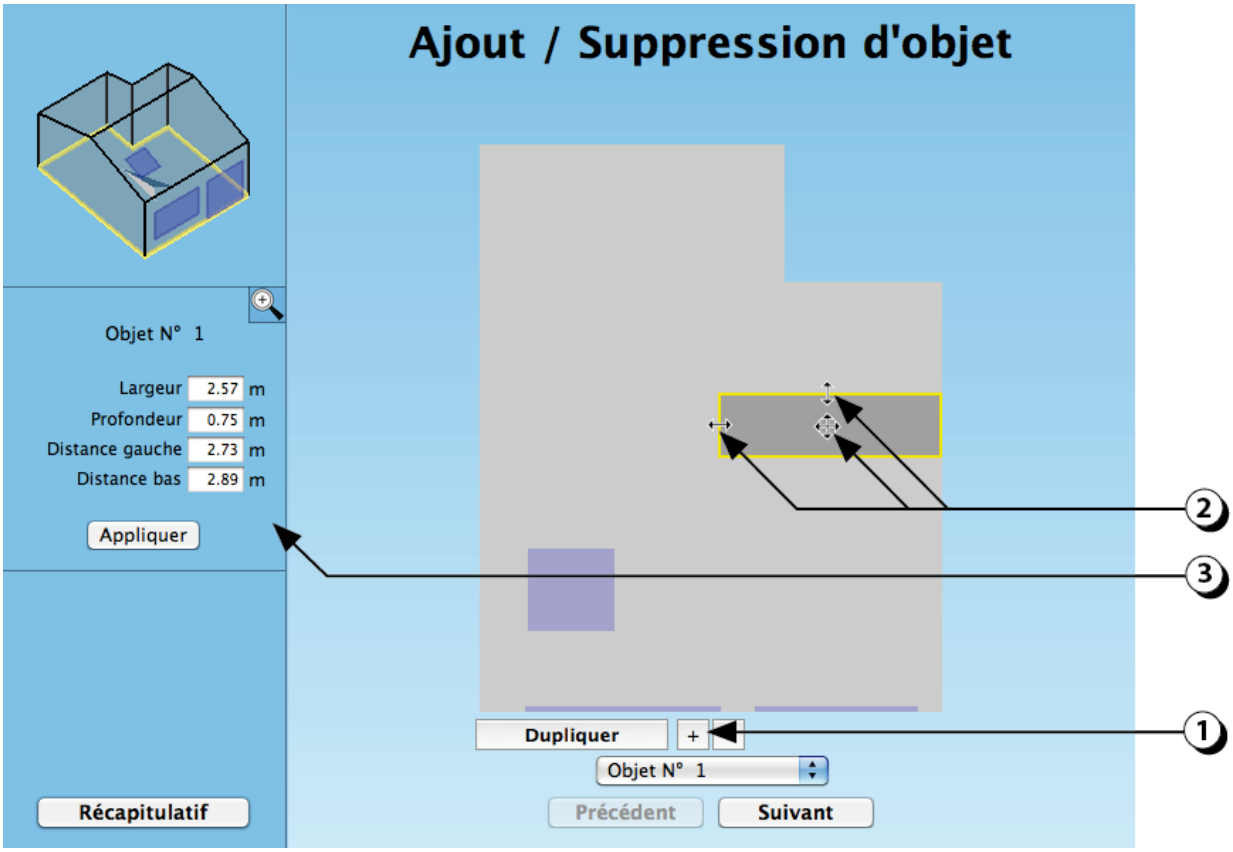


Figure 66 : Description en plan d'un objet intérieur.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Position & dimensions en coupe

Les objets décrits peuvent être en contact avec le sol ou « flottants », ce qui permet, par exemple de décrire une mezzanine ou un plancher intermédiaire.

(Pour ajouter des objets intérieurs, voir le bouton correspondant dans le récapitulatif ; cf. point 4, page 118).

1. Utiliser la souris pour indiquer la limite supérieure de l'objet intérieur.
2. Utiliser la souris pour indiquer la limite inférieure de l'objet.
3. Vous pouvez aussi saisir les caractéristiques dimensionnelles directement dans les champs correspondants.
4. Si plusieurs objets ont été décrits, utiliser ce bouton-liste pour sélectionner l'objet que vous souhaitez modifier.

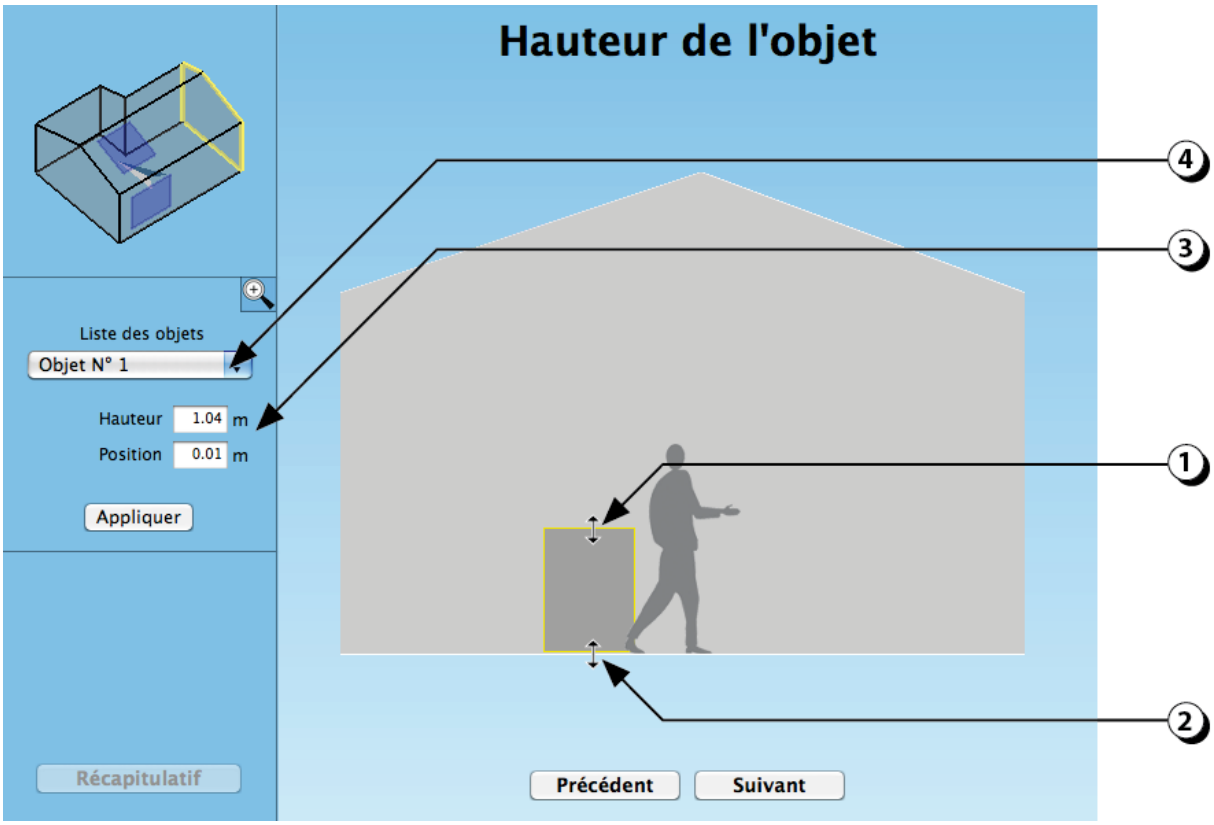


Figure 67 : Description en coupe d'un objet intérieur.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Facteur de réflexion ou de transmission des objets intérieurs

Les objets intérieurs interagissent avec les rayons lumineux et il est donc nécessaire de leur affecter une clarté. Dans cette version du logiciel, cette clarté s'applique à toutes les faces d'un même objet.

1. Sélectionnez l'objet dont vous voulez décrire ou modifier la photométrie.
2. Indiquez si l'objet est opaque, transparent ou diffusant (concernant ce dernier cas, voir page suivante pour la description de la photométrie).
3. Utiliser la souris pour indiquer la clarté de l'objet intérieur :
   - Si l'objet sélectionné est opaque, la clarté décrit le facteur de réflexion de l'objet.
   - Si l'objet sélectionné est transparent, la clarté décrit le facteur de transmission spéculaire et la part non transmise sera réfléchie de façon spéculaire.
   - Pour les objets diffusants, voir page suivante pour la description de la photométrie.
4. La clarté de l'objet modifie en fonction de la valeur choisie.

   ATTENTION : il s'agit juste d'une représentation indicative de la clarté et l'apparence à l'écran n'est pas représentative de la clarté réelle de l'objet.

   Vous pouvez aussi utiliser le clavier pour rentrer une valeur numérique.

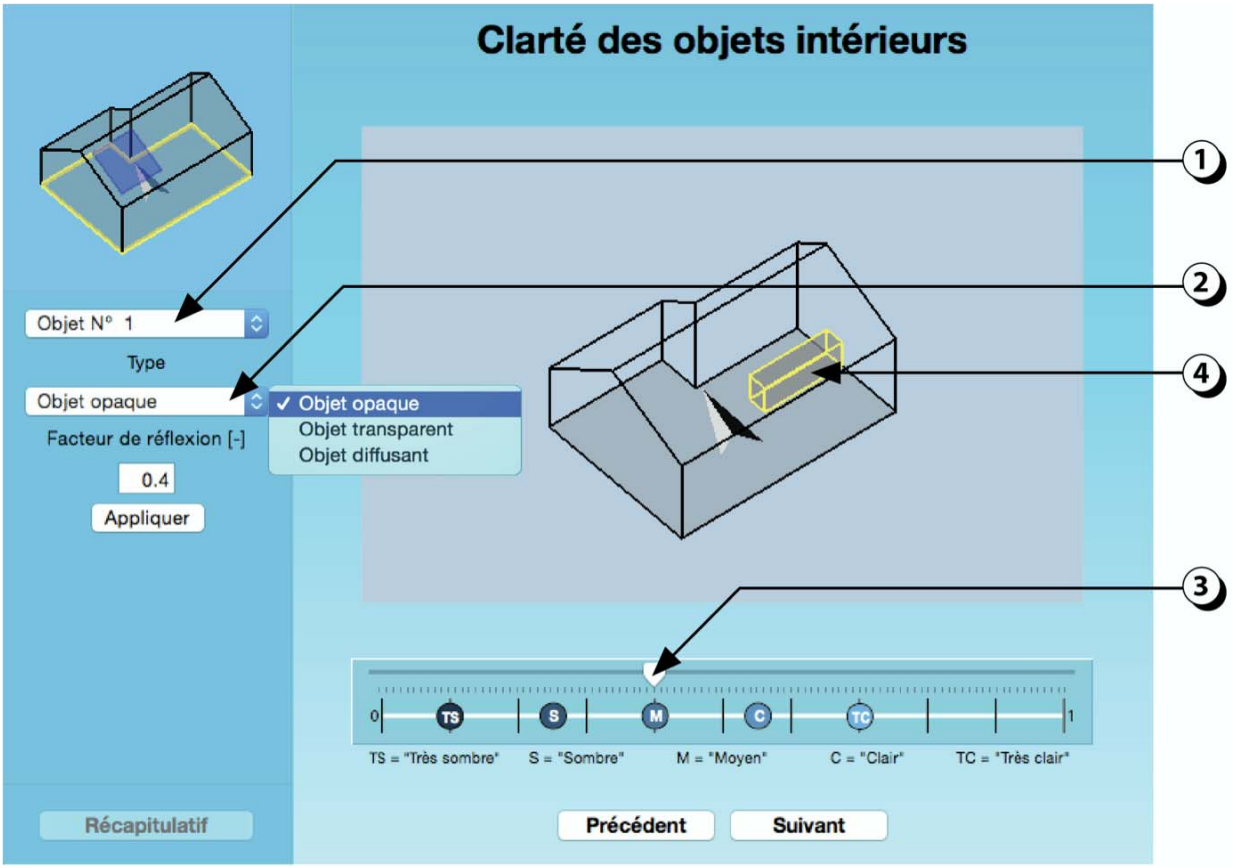


Figure 68 : Définition de la clarté d'un objet intérieur.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Photométrie des objets intérieurs « Diffusants »

Il est possible de décrire des objets « diffusants », c'est à dire laissant passer une partie de la lumière comme un verre translucide (opalescent).

Pour cela procéder comme suit :

1. Choisir l'option « Objet diffusant ».
2. Ajuster les valeurs de transmission et de réflexion.

   La transmission spéculaire correspond à la part de la lumière qui est transmise sans subir de modification (transparence).

   La réflexion spéculaire correspond à la part de la lumière qui est réfléchie selon la loi de Descartes (miroir).

ATTENTION : La somme des 4 valeurs (Transmission & Réflexion) ne doit pas dépasser 1.

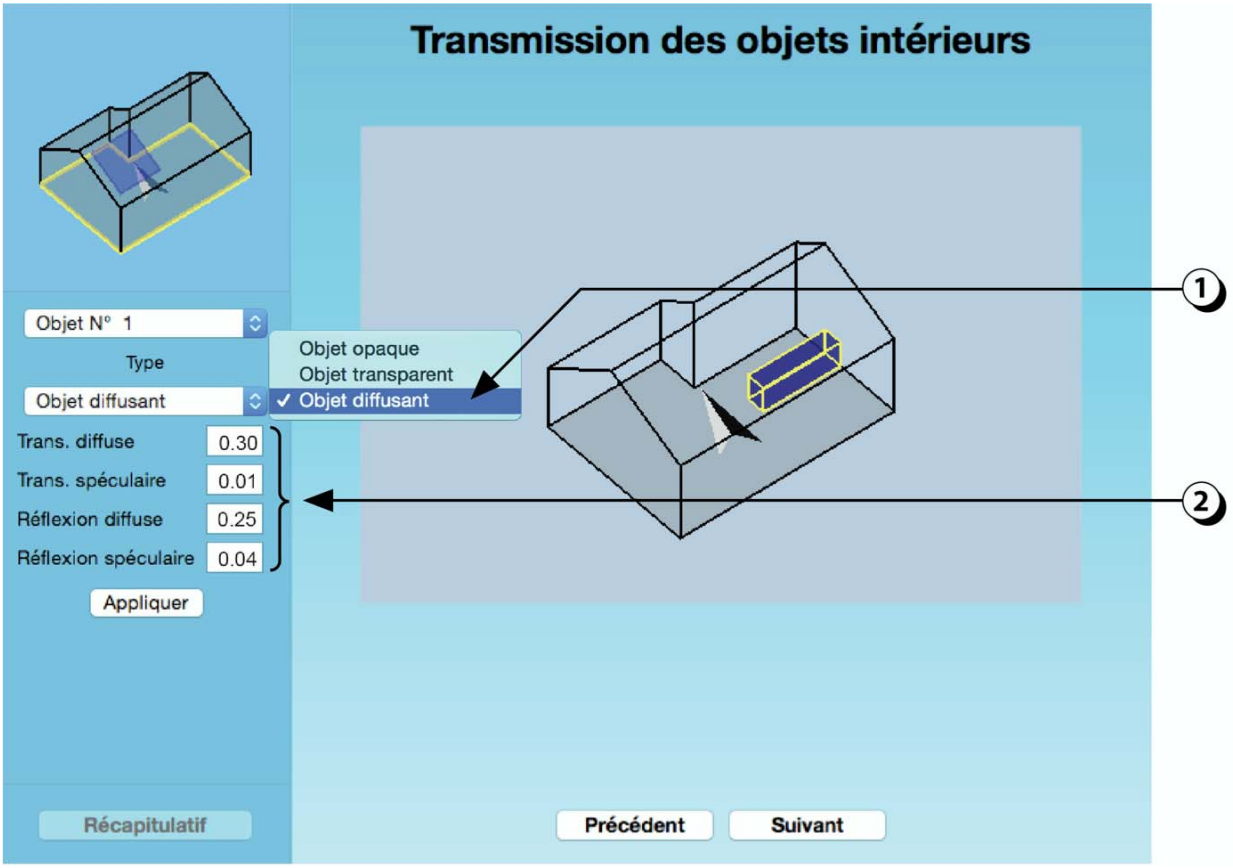


Figure 69 : Définition de la clarté d'un objet intérieur.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Décrire un ATRIUM ou un PATIO à l'aide d'objets intérieurs

En complément de l'approche décrite en page 32, il est possible, dans certains cas, de considérer l'atrium comme un grand local dans lequel on va analyser une zone particulière délimitée par des objets intérieurs.

1. Déterminer les limites de la zone de l'atrium ou du patio.
2. Décrire les parois intérieures délimitant les locaux à l'aide d'objets intérieurs.
3. Eventuellement ajouter des objets (opaques et/ou transparents) pour décrire des obstacles à la lumière (ici des coursives dans l'atrium).

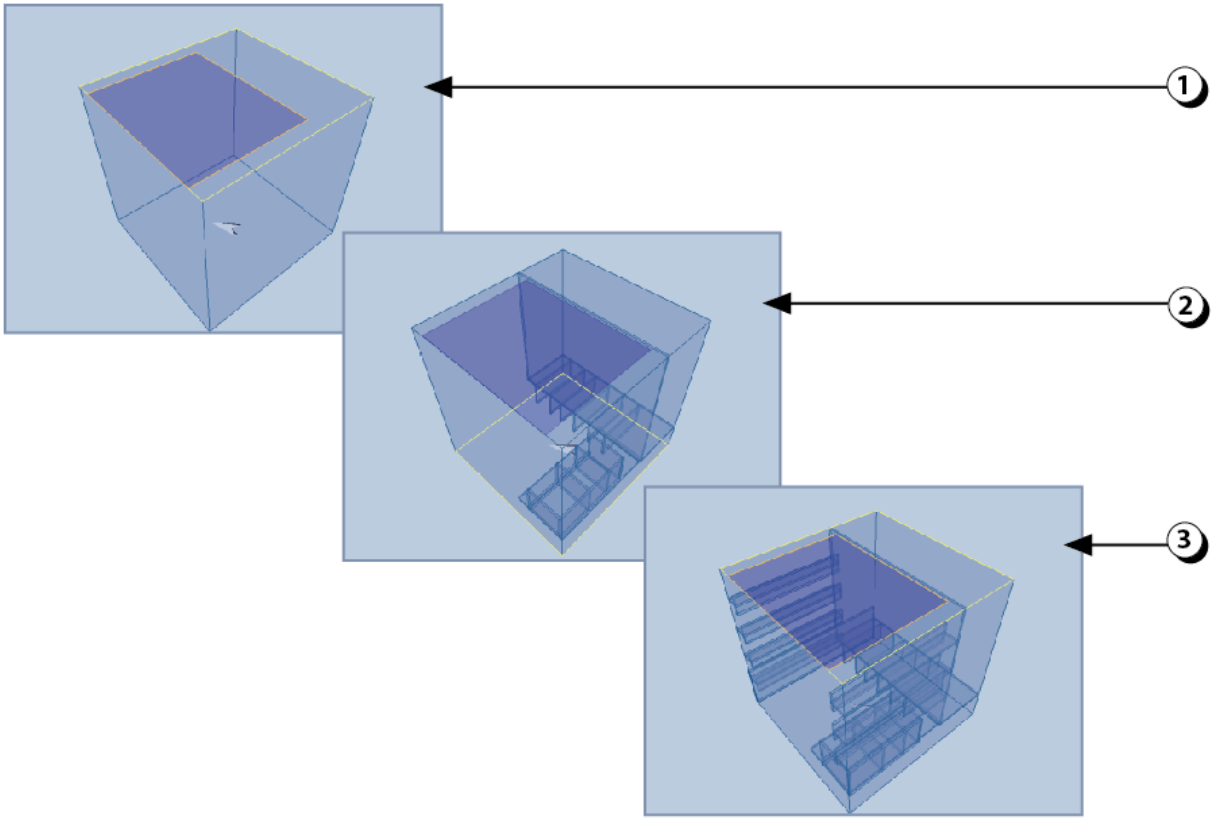


Figure 70 : Description d'un atrium (ou patio) en utilisant des objets intérieurs pour délimiter les espaces.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

MENU : Compléter la description

Une fois que vous avez décrit toutes les ouvertures du local, ainsi que les éventuels objets intérieurs, vous pouvez compléter la description en sélectionnant la thématique qui vous intéresse.

1. Les paramètres supplémentaires nécessaires au calcul de la contribution de la lumière du jour sont la clarté des différentes parois.
2. Les paramètres concernant l'éclairage artificiel portent sur le choix des sources lumineuses, le type de luminaire ainsi que la commande de l'éclairage.
3. Les paramètres complémentaires pour l'évaluation thermique du local portent sur la nature des parois, les gains internes, la gestion de la ventilation, ainsi que sur les émetteurs de chaleur.
4. Lorsque tous les paramètres concernant une thématique sont décrits, ce symbole s'affiche en vert avec une coche.

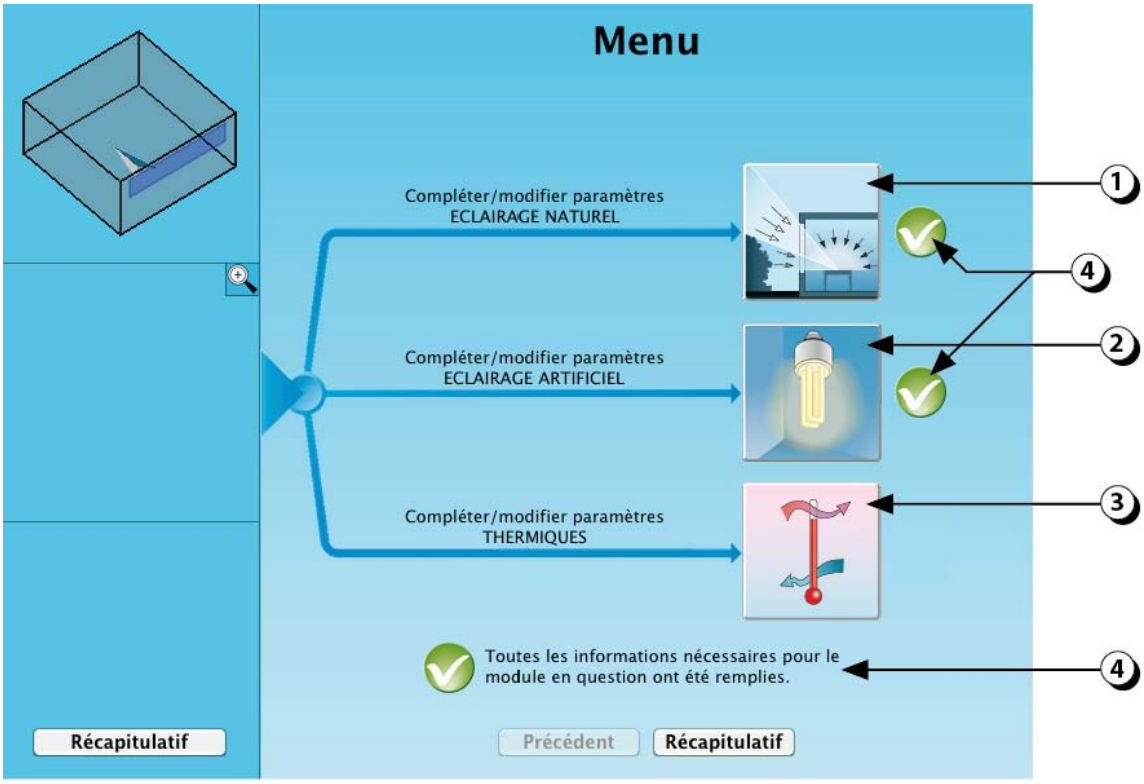


Figure 71 : Ecran de navigation permettant de sélectionner l'analyse à compléter.

COMPLEMENTS PARAMETRES ECLAIRAGE NATUREL

Les paramètres supplémentaires nécessaires au calcul de la contribution de la lumière du jour sont la clarté des différentes parois.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Clarté du sol

La clarté des parois influe directement sur les niveaux d'éclairement disponibles dans le local, surtout pour les zones les plus éloignées des ouvertures.

La clarté est représentée par le facteur de réflexion de la surface, qui caractérise la quantité de lumière réfléchie par celle-ci. Ainsi un facteur de réflexion de 0.25 signifie que le matériau réfléchit 25% de la lumière qu'il reçoit.

1. Utiliser le curseur pour ajuster la clarté de la paroi.

   ATTENTION : L'échelle des clartés est comprise entre 0 et 1, mais les valeurs de facteurs de réflexion rencontrées dans la réalité sont rarement inférieures à 0.05 et rarement supérieures à 0.85.

2. Les Icônes « TS », « S », « M », « C » et « TC » figurant en dessous de l'échelle représentent des valeurs « Typiques » représentatives de la paroi considérée (TS = «Très Sombre», S = «Sombre», M = «Moyen», C = «Clair», TC = «Très Clair»). Par exemple : Un sol est généralement considéré comme « Clair » lorsque son facteur de réflexion est égal à 0.30.

3. Vous pouvez aussi utiliser votre clavier pour entrer une valeur numérique.
4. La clarté de la paroi considérée s'affiche en niveaux de gris sur la fenêtre centrale.
5. En cliquant sur cette représentation, vous pouvez agrandir la vue 3D du local.

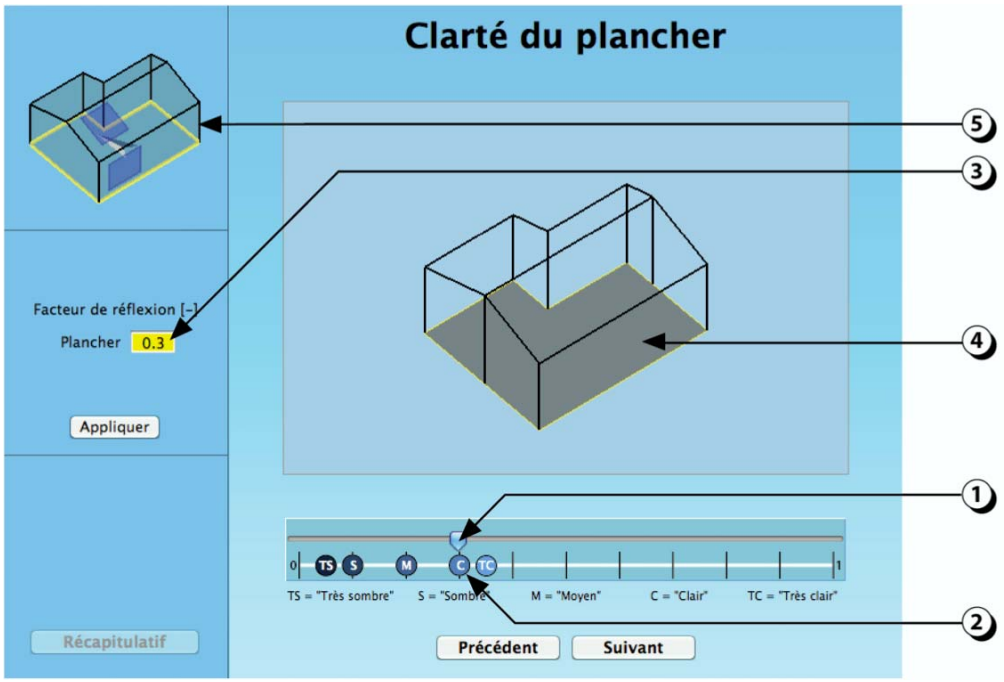


Figure 72 : Définition de la clarté des du sol.

ATTENTION : L'écran ne permet pas de représenter la clarté réelle des surfaces. Les niveaux de gris affichés lorsque vous manipulez le curseur sont seulement indicatifs.

Clarté des parois et du plafond

Sélection d'une ou plusieurs parois (murs ou plafonds à double pente)

Il est possible d'affecter une valeur de clarté spécifique à chaque paroi du local.

1. Sélectionner la paroi en utilisant l'un des boutons disponibles. Le contour de la paroi considérée s'affiche en jaune sur la représentation centrale et sur la représentation en haut à gauche de l'écran.
2. En faisant glisser le curseur, vous pouvez modifier la clarté de la paroi considérée. (la valeur du facteur de réflexion s'ajuste dans le champ correspondant situé à gauche de l'écran)
3. Si vous désirez affecter une clarté identique à toutes les parois, cliquez sur ce bouton.

ATTENTION : Si vous utilisez votre clavier pour entrer une valeur, n'oubliez pas de valider en cliquant sur le bouton « Appliquer ».

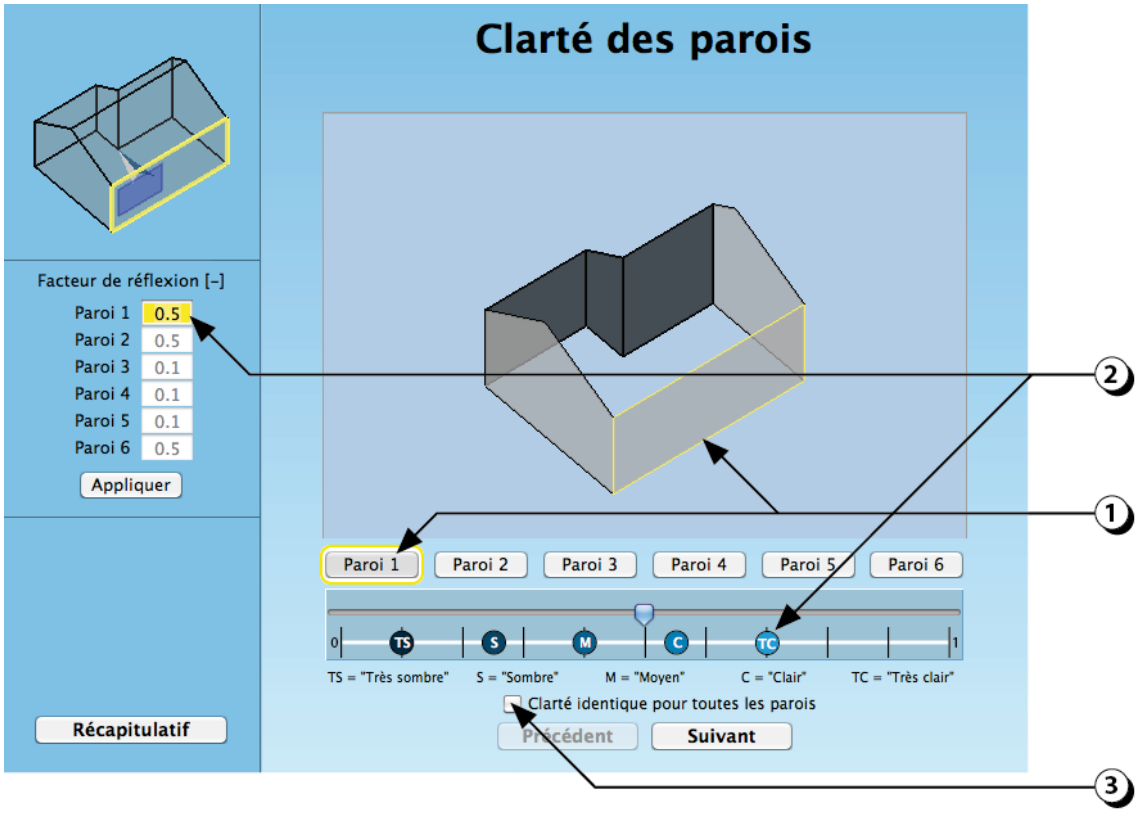


Figure 73 : Définition de la clarté des parois verticales.

ATTENTION : L'écran ne permet pas de représenter la clarté réelle des surfaces. Les niveaux de gris affichés lorsque vous manipulez le curseur sont seulement indicatifs.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

COMPLEMENT PARAMETRES ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Outre la clarté des différentes parois, les paramètres supplémentaires concernant l'éclairage artificiel portent sur le choix des sources lumineuses, le type de luminaire ainsi que la commande de l'éclairage.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ajouter un luminaire

1. Cliquer sur ce bouton pour ajouter un luminaire.
2. Si vous ne connaissez pas encore la référence du ou des luminaires que vous souhaitez installer, cliquez ici pour décrire en manuellement les principales caractéristiques (luminaires « génériques » sans marque).
3. Si vous connaissez la marque et le type du ou des luminaires que vous souhaitez installer, télécharger le fichier « Eulumdat » (.ldt) depuis le site web du fabricant puis cliquez ici pour poursuivre l'étude.

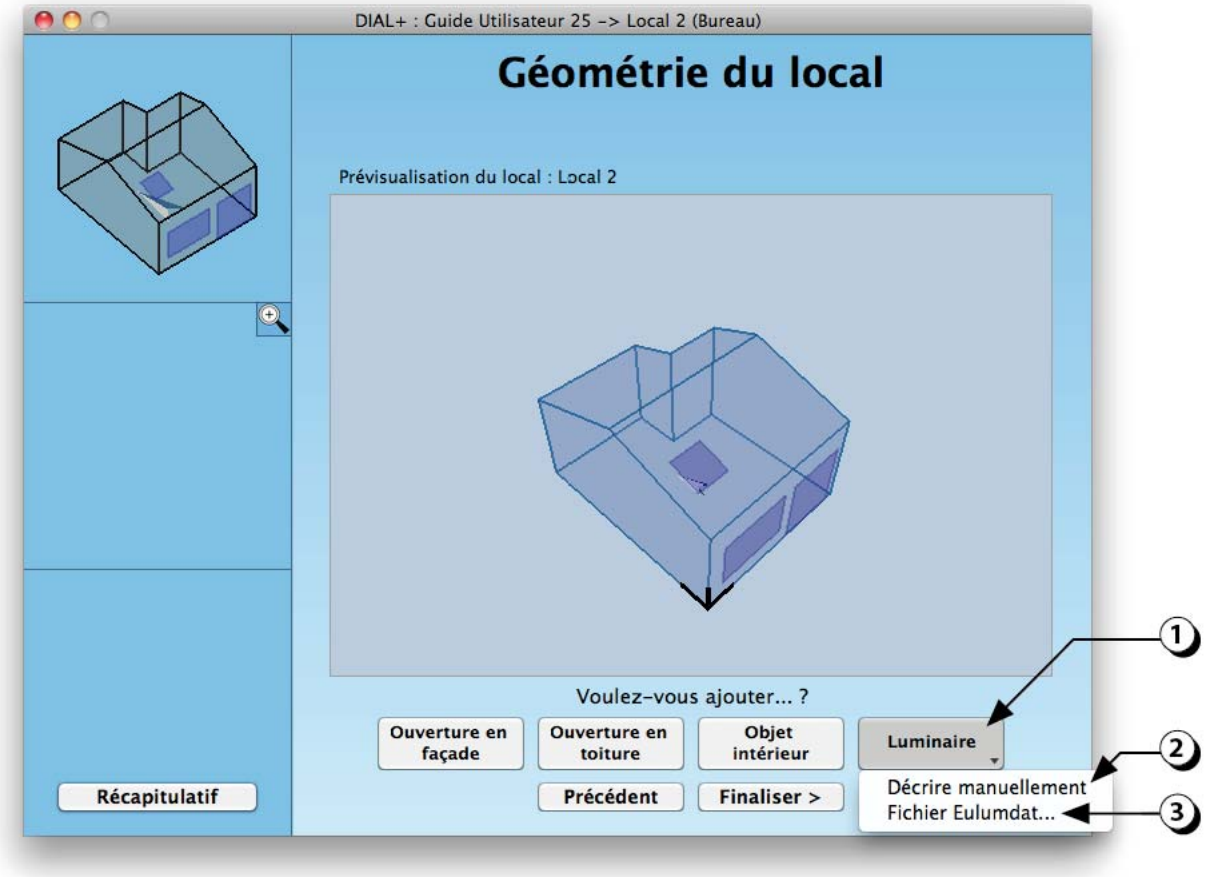


Figure 74 : Ecran permettant de compléter la géométrie du local en ajoutant des luminaires.

NOTE : Il est aussi possible d'ajouter un luminaire à partir de la page récapitulative (cf. point 5, Figure 106).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Choix des sources

La performance d'une source de lumière artificielle est caractérisée par la quantité de flux lumineux délivré [lm] (lumen) rapportée à la puissance consommée [W]). Plus la source est performance, plus son « efficacité lumineuse » [lm/W] est élevée.

1. Sélectionnez le type de source lumineuse que vous souhaitez utiliser.
2. Au besoin, précisez si la source est ponctuelle ou linéaire.
3. Choisissez la puissance.
4. Ajustez au besoin le flux lumineux.

   Vérifiez l'efficacité lumineuse (cf. quelques valeurs « indicatives» : incandescence 10-15 lm/W, Halogène : 20-30 lm/W, Fluo compacts : 45-60 lm/W, Fluorescence : 75-95 lm/W, LEDs : 80-120 lm/W, Décharge HP : 70-90 lm/W)

5. Indiquez le nombre de lampes par luminaire.
6. Vous pouvez aussi sélectionner l'une des sources lumineuses répertoriées dans la liste établie par la norme SIA 380/4 (Suisse).

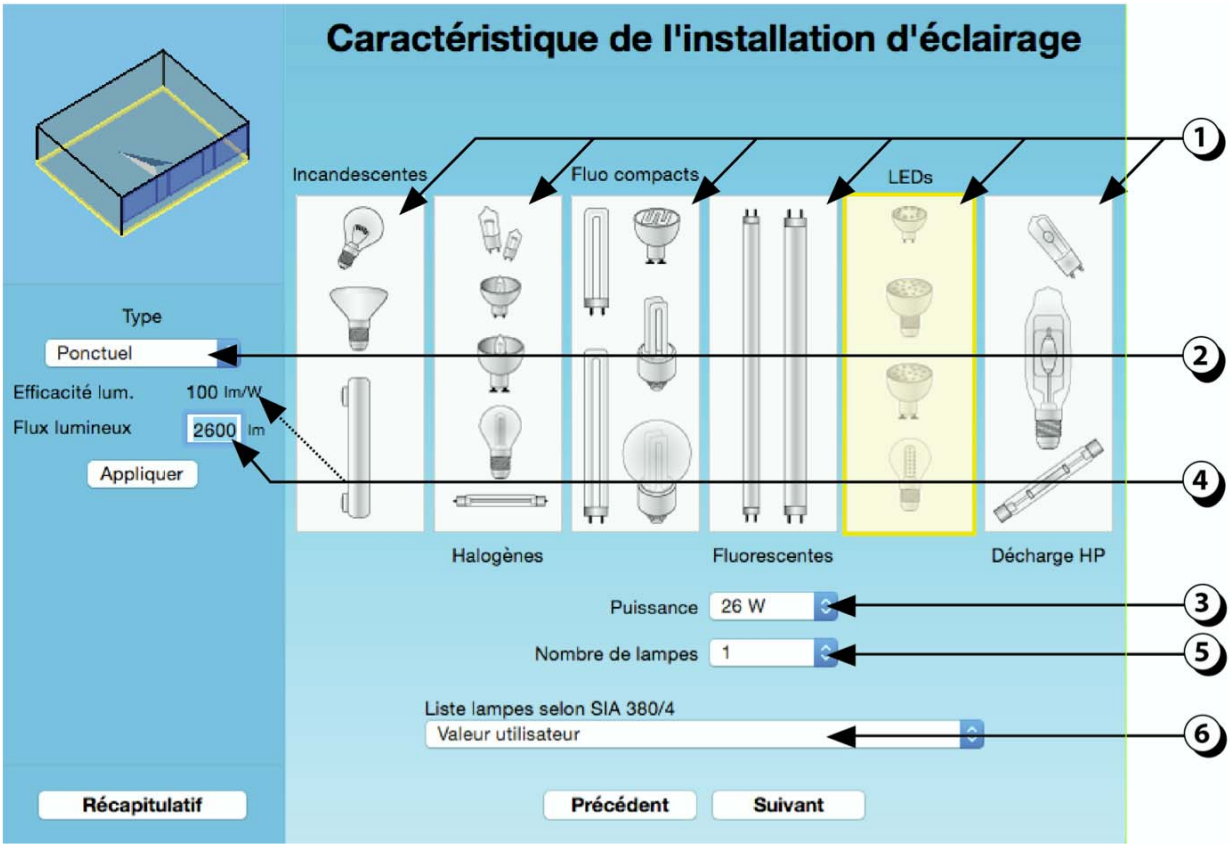


Figure 75 : Ecran de sélection des sources lumineuses.

Choix des luminaires

On appelle luminaire l'ensemble du dispositif technique accueillant la source émettrice. Selon les cas, le luminaire comprend un support, un réflecteur, une grille de défilement, un diffuseur, un ballast, etc. Le rendement d'un luminaire exprime la part de lumière produite qui sera effectivement disponible dans le local [%]. Plus ce rendement est élevé, plus le luminaire est efficace.

1. Sélectionnez le type de luminaire que vous envisagez d'utiliser dans le local.
2. La direction d'émission de la lumière s'actualise automatiquement.
3. Vérifiez la position en hauteur du luminaire.
4. Le rendement normalisé du type de luminaire choisi s'affiche dans ce champ (par défaut 65%, vous pouvez modifier cette valeur avec votre clavier).
5. Adaptez l'indice UGR (éblouissement) du luminaire.
6. Vous pouvez aussi sélectionner l'un des luminaires répertoriés dans la norme SIA 380/4.
7. Si les luminaires sont asservis à une sonde d'éclairement ou à un détecteur de présence, il convient d'adapter la puissance en veille (défaut = 0W).
8. Adaptez éventuellement le facteur d'empoussièrement en fonction de l'affectation du local (par défaut la valeur est égale à 1, ce qui correspond à un luminaire neuf).

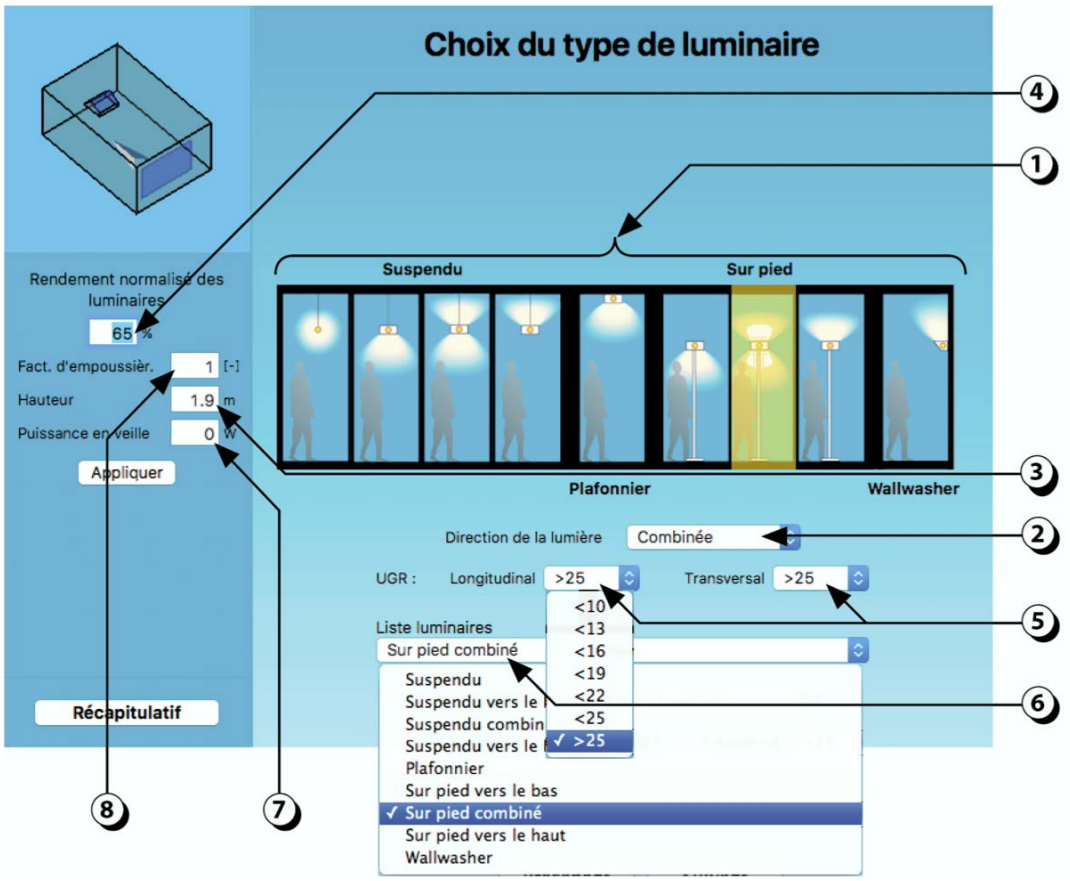


Figure 76 : Ecran de sélection du type de luminaires.

Filtres du luminaire

Selon les applications, les luminaires sont équipés de filtres :

- Si le luminaire n'a pas de filtre, le rendement est généralement élevé, mais l'observateur peut voir directement la source, ce qui augmente le risque d'éblouissement.
- Si le luminaire est équipé d'un diffuseur (prismatique ou opalescent), la luminance de la source est plus réduite et les risques d'éblouissement sont plus faibles. Par contre le rendement du luminaire est généralement plus faible.
- Si le luminaire est équipé d'une grille, la source est masquée et le faisceau lumineux est plus dirigé. Ce type de luminaire est recommandé pour la plupart des locaux de travail.

1. Sélectionnez le type de luminaire que vous prévoyez de mettre en œuvre.

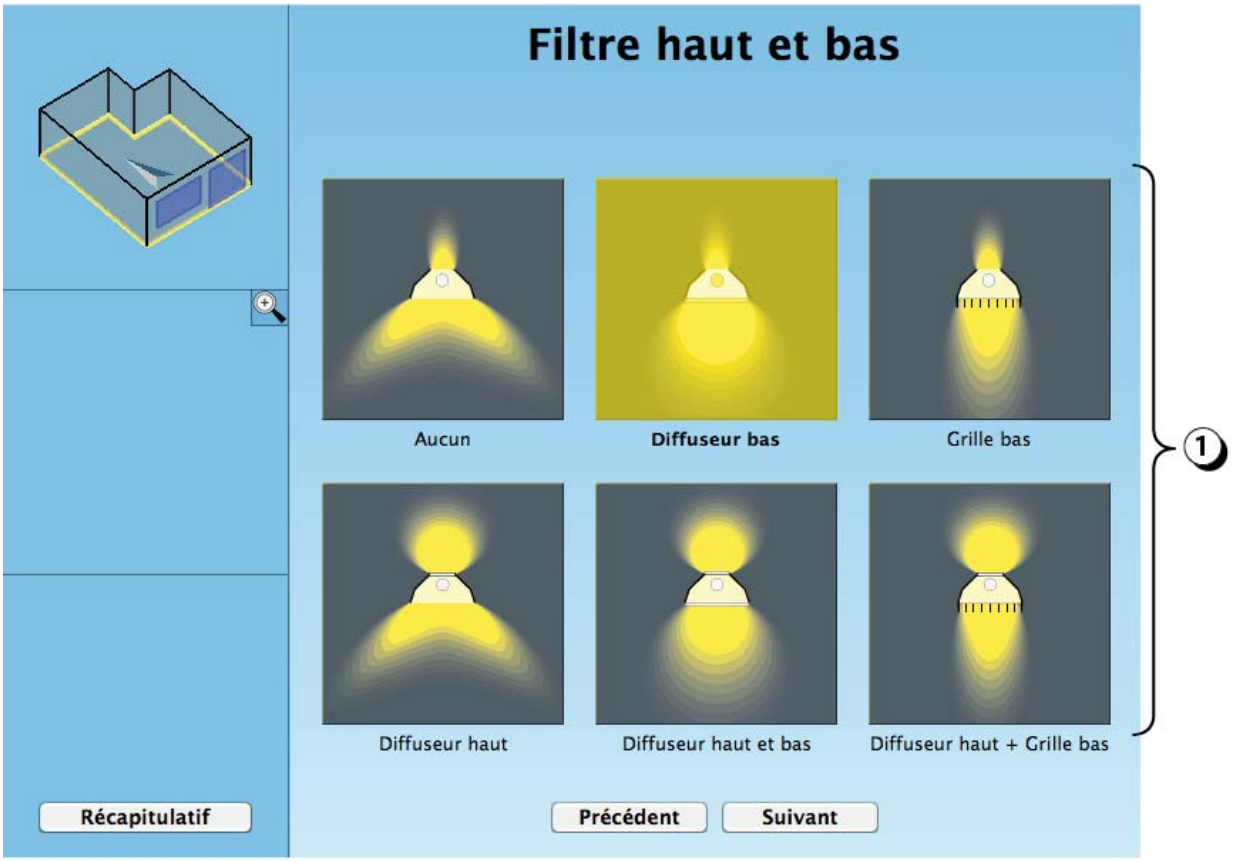


Figure 77 : Ecran de sélection du type de filtre des luminaires.

Répartition de la lumière

Si vous avez choisi un luminaire de type « direct-indirect », vous pouvez régler la répartition de la lumière émise entre le haut et le bas.

- Plus la part de lumière émise vers le bas est dominante, plus la puissance installée pourra être réduite.
- Plus la part de lumière émise vers le haut est importante, plus il faudra augmenter la puissance installée pour atteindre le niveau d'éclairement requis sur le plan de travail.
- **ATTENTION :** pour les luminaires émettant de la lumière vers le haut, il est impératif de respecter une distance minimale avec le plafond. Par ailleurs, il est préférable que le plafond soit de couleur claire.

1. Adaptez la répartition de la lumière.

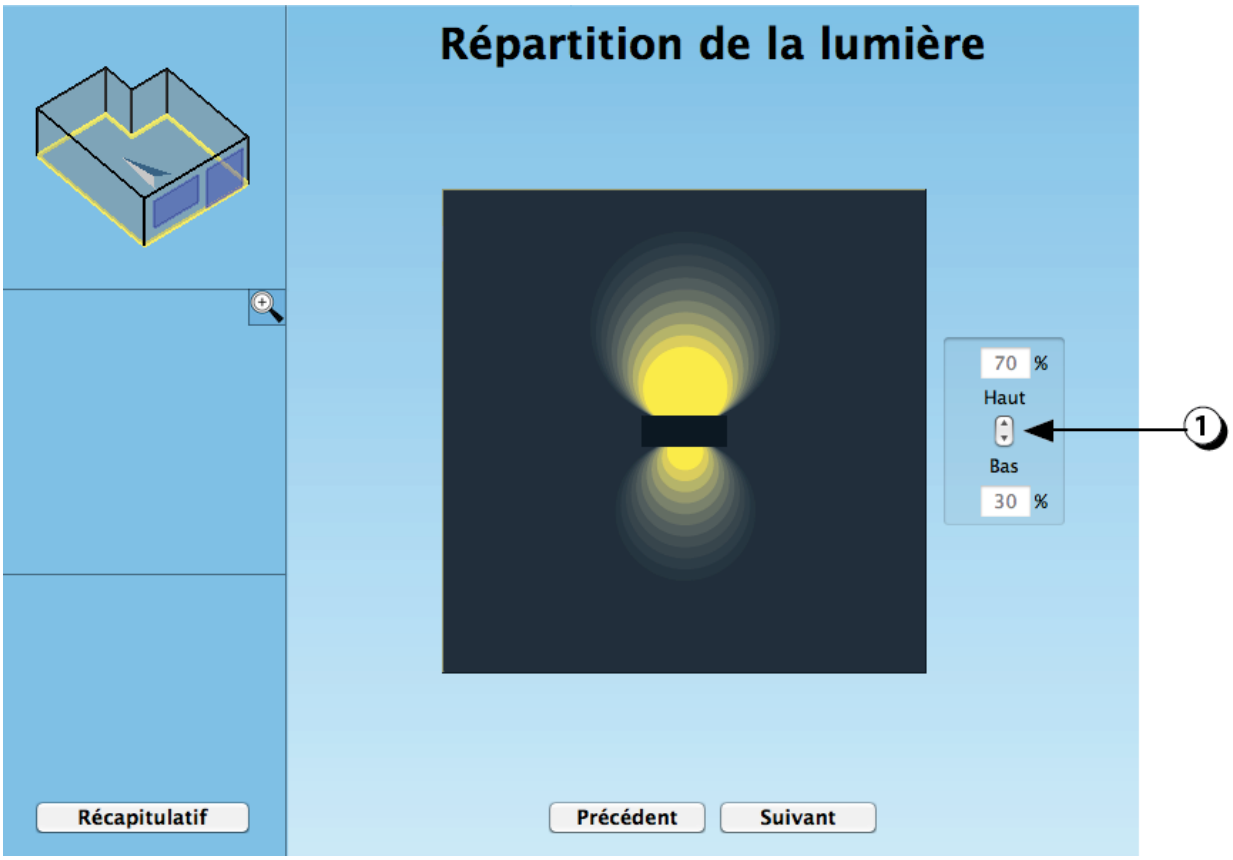


Figure 78 : Sélection de la répartition entre lumière directe et indirecte.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Positionnement d'un luminaire

1. Vous pouvez déplacer le luminaire à l'aide de la souris.
2. Vous pouvez aussi entrer les coordonnées (m) en plan à l'aide de votre clavier.
3. N'oubliez pas de vérifier la hauteur (surtout si vous avez importé un luminaire d'après un fichier *eulumdat*).

   ATTENTION : n'oubliez pas de cliquer sur le bouton « Appliquer » pour valider les changements effectués dans les champs.
4. Vous pouvez changer l'orientation du luminaire (+-90°) à l'aide de la souris (ceci est surtout important dans le cas des sources linéaires et/ou asymétriques)
5. Utilisez ce bouton pour dupliquer le luminaire sélectionné (toutes les caractéristiques seront reprises à l'exception du positionnement).
6. Utilisez le bouton « + » pour ajouter un luminaire (pour supprimer un luminaire, voir détail page suivante).

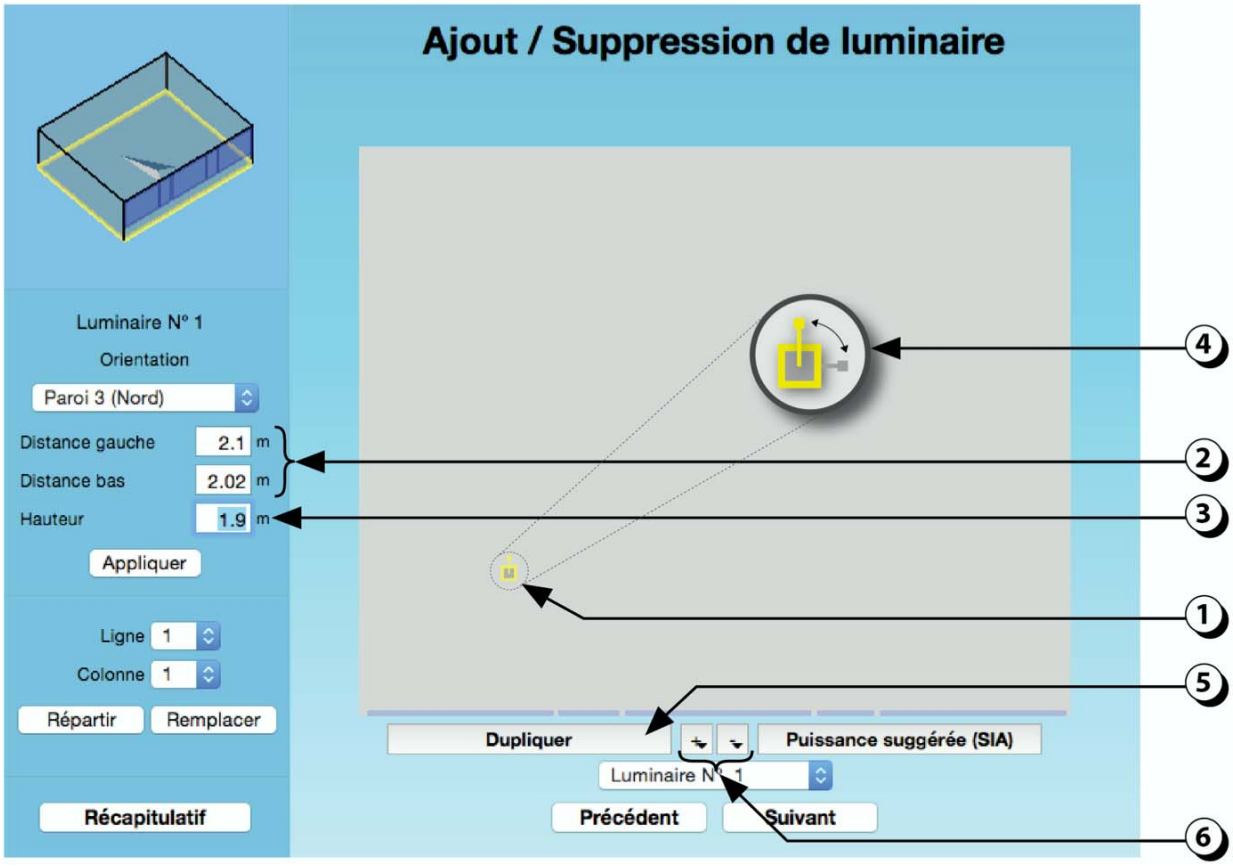


Figure 79 : Ecran de description du positionnement d'un luminaire.

Description de rangées de luminaire

1. Vous pouvez aussi décrire des rangées de luminaires en choisissant le nombre de lignes et de colonnes à l'aide de ces menus déroulants.
2. Une fois que vous avez paramétré le nombre de lignes et de colonnes, cliquez sur « Répartir» pour générer les luminaires correspondants. Dans le cas de locaux en « L », les luminaires « excédentaires » seront automatiquement supprimés si leur axe central est situé en dehors du local.
3. Si vous avez déjà décrit une série de luminaires et que vous voulez modifier le nombre de ligne ou de colonnes, cliquez sur « Remplacer » (sinon, un nouveau système sera généré par dessus le précédent).
4. Pour supprimer un ou plusieurs luminaires déjà décrits, cliquez sur le bouton « - » (pour supprimer tous les luminaires décrits, choisissez l'option « Supprimer tous »).

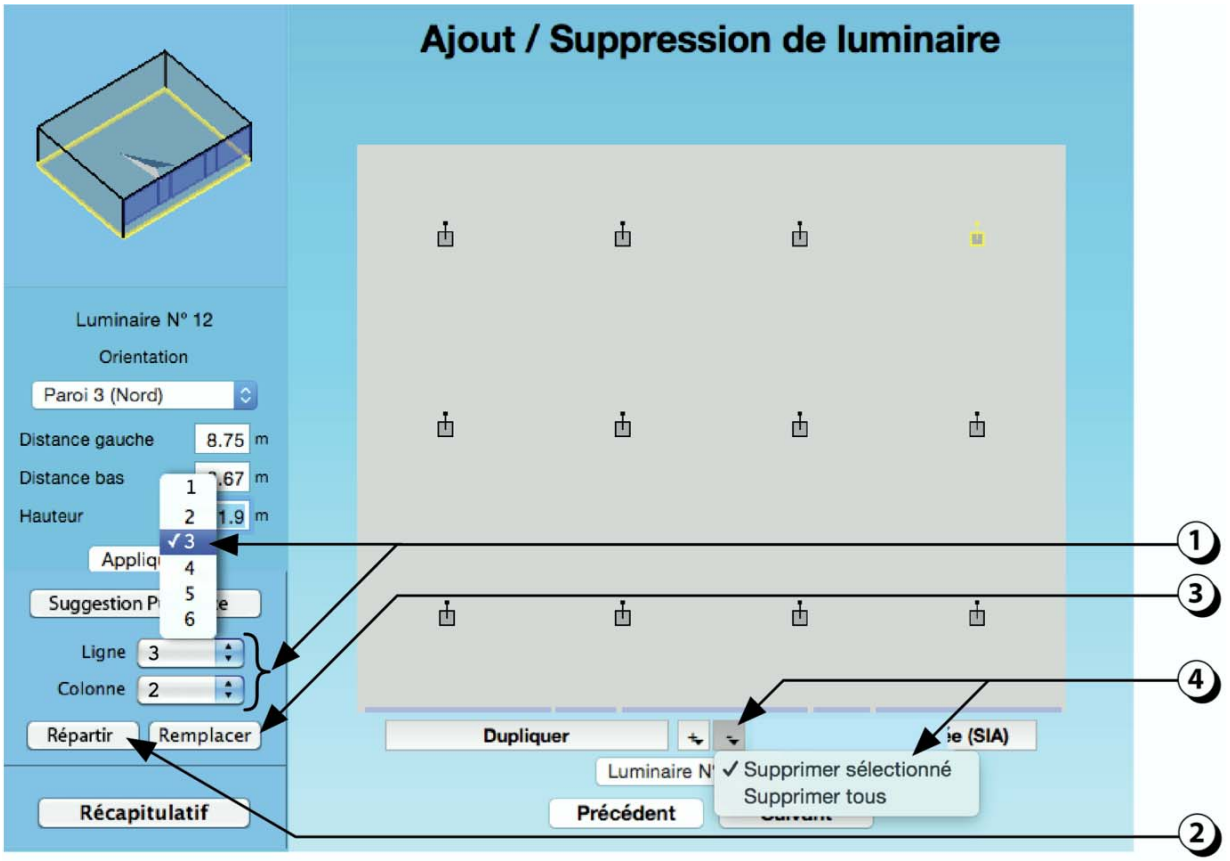


Figure 80 : Ecran de description d'une série de plusieurs luminaires (rangées).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Suggestion de puissance (selon SIA 380/4)

Si vous n'avez aucune idée du nombre de luminaires qu'il faudrait installer,

1. Sélectionner un des luminaires que vous avez décrit
2. Cliquez sur le bouton « Puissance suggérée (SIA) ». Une puissance installée et un nombre de luminaires vous seront alors suggérés sur la base du type de luminaire que vous avez sélectionné (selon norme Suisse SIA 380/4).

   ATTENTION : Dans la mesure où cette suggestion est basée sur la fourniture d'un niveau d'éclairement uniforme sur toute la surface du local, elle peut parfois conduire à surestimer la puissance de l'installation.

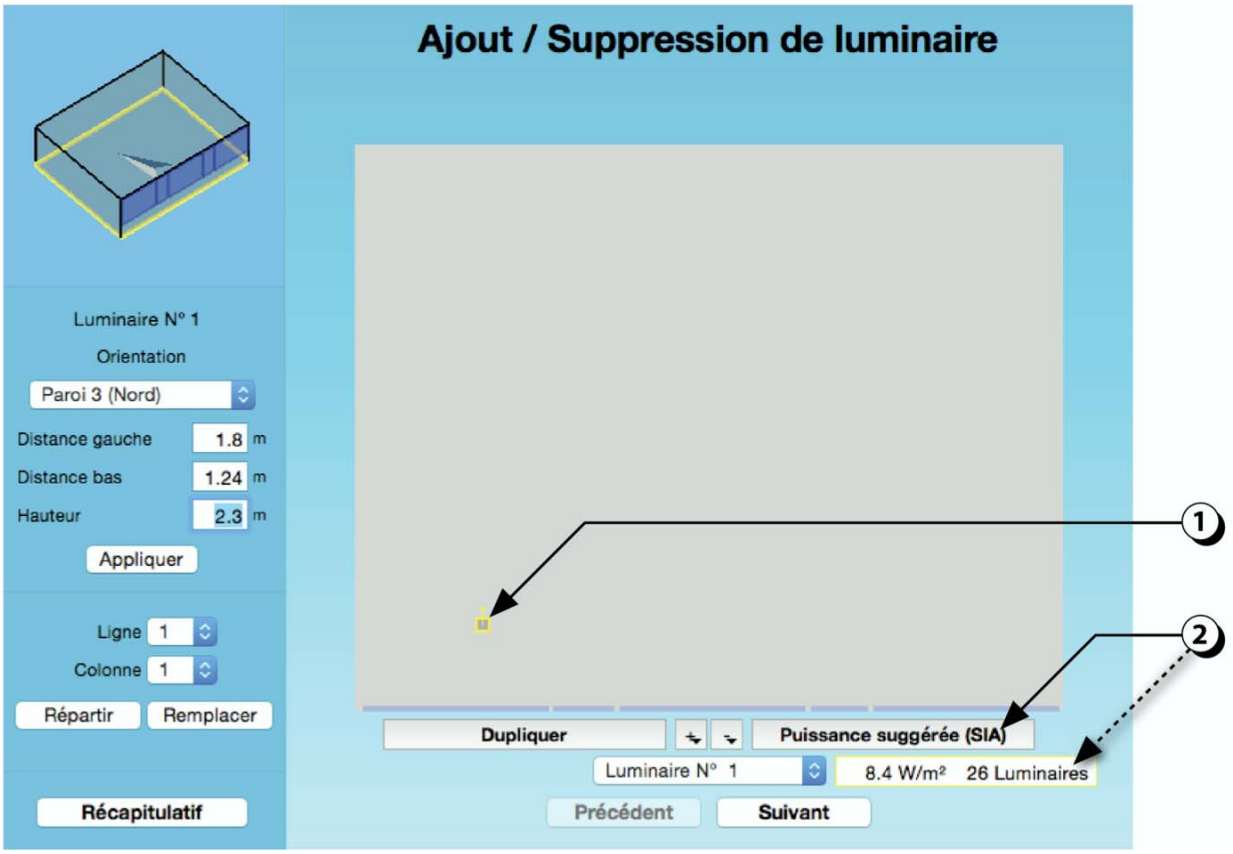


Figure 81 : Recommandation de la puissance et du nombre de luminaires selon SIA 389/4.

Choix de la commande

La commande d'enclenchement des luminaires influence très largement la consommation d'électricité liée à l'éclairage artificiel.

On considère par exemple que :

- un détecteur de présence permet de réduire de 20% la consommation.
- une sonde d'éclairement permet de diviser par 2 la consommation.

1. Indiquez si l'installation est équipée d'un détecteur de présence.
2. Sélectionnez le type de régulation que vous prévoyez de mettre en œuvre.

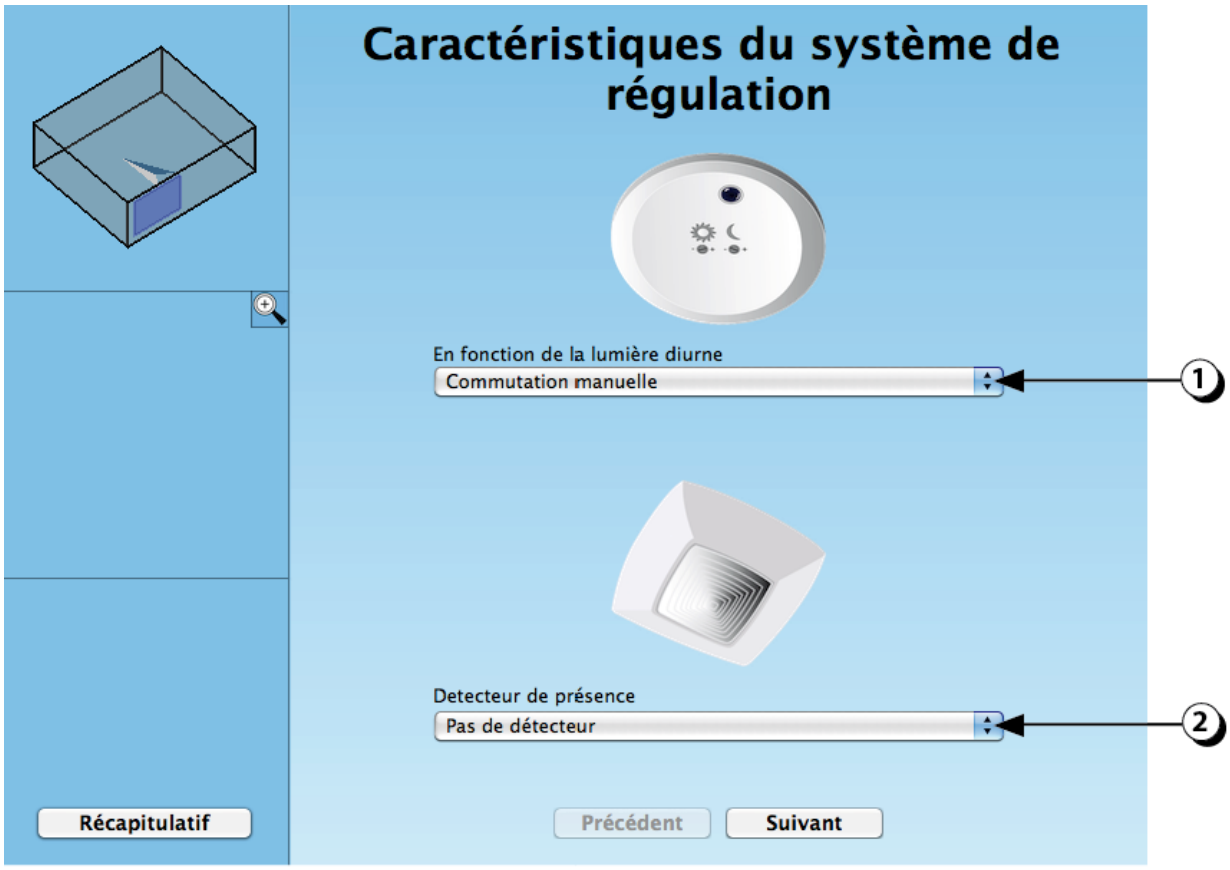


Figure 82 : Ecran de sélection de la commande de l'éclairage artificiel.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

COMPLEMENT PARAMETRES THERMIQUES

En complément des paramètres dimensionnels du local, la simulation thermique dynamique nécessite de préciser la composition des parois (masse thermique, isolation, revêtement, etc.) ainsi que les stratégies prévues pour contrôler l'ouverture des fenêtres (ventilation).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Contact Sol

La première étape consiste à indiquer si les parois sont en contact avec l'extérieur ou avec l'intérieur (vers un autre local, chauffé ou non).

1. Sélectionnez le type de contact.
2. La couleur du plancher varie en fonction du choix effectué :
   - **Intérieur** (rouge): il n'y a pas de transfert de chaleur par cet élément (adiabatique).
   - **Extérieur** (bleu): La face extérieure est soumise au climat extérieur.
   - **Température constante** (violet) : Le local voisin présente une température spécifique constante qui peut être définie par l'utilisateur.
   - **Avec facteur de réduction** (vert): La température du local adjacent (T_{adj}) varie en fonction du climat extérieur (T_{ext}) et du climat du local simulé (T_{Sim}). Ainsi on a, par exemple :
     - facteur de réduction = 1 -> $T_{adj} = T_{ext}$
     - facteur de réduction = 0 -> $T_{adj} = T_{Sim}$
     - facteur de réduction = 0.5 -> T_{adj} = moyenne (T_{ext} , T_{Sim})
   - **Terrain** (BRUN): La face extérieure est en contact avec le terrain (calcul selon ISO 13370).

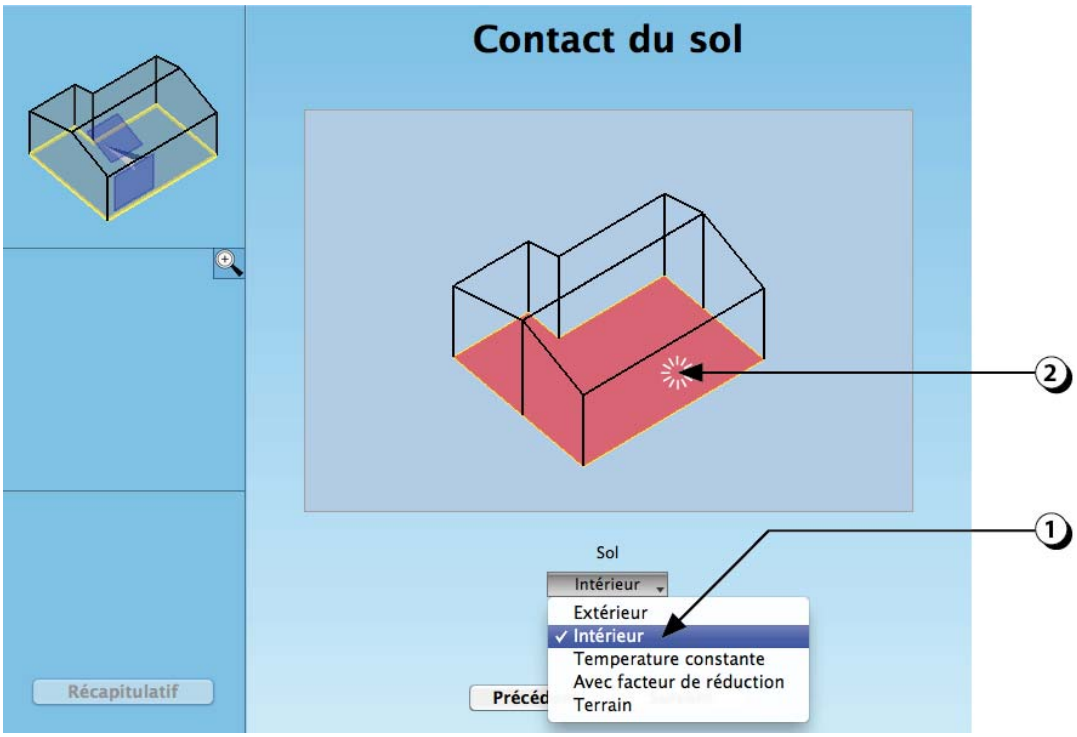


Figure 83 : Choix du type de contact du sol du local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Contact parois verticales

1. Sélectionnez le type de contact
2. La couleur de la paroi varie en fonction du choix effectué :
   - **Intérieur** (rouge): il n'y a pas de transfert de chaleur par cet élément (adiabatique).
   - **Extérieur** (bleu) : La face extérieure est soumise au climat extérieur.
   - **Température constante** (violet) : Le local voisin présente une température spécifique constante qui peut être définie par l'utilisateur.
   - **Avec facteur de réduction** (vert) : La température du local adjacent (T_{adj}) varie en fonction du climat extérieur (T_{ext}) et du climat du local simulé (T_{Sim}). Ainsi on a, par exemple :
     - facteur de réduction = 1 -> $T_{adj} = T_{ext}$
     - facteur de réduction = 0 -> $T_{adj} = T_{Sim}$
     - facteur de réduction = 0.5 -> T_{adj} = moyenne (T_{ext} - T_{Sim})
3. Ce bouton permet de donner la même caractéristique de contact à toutes les parois verticales.

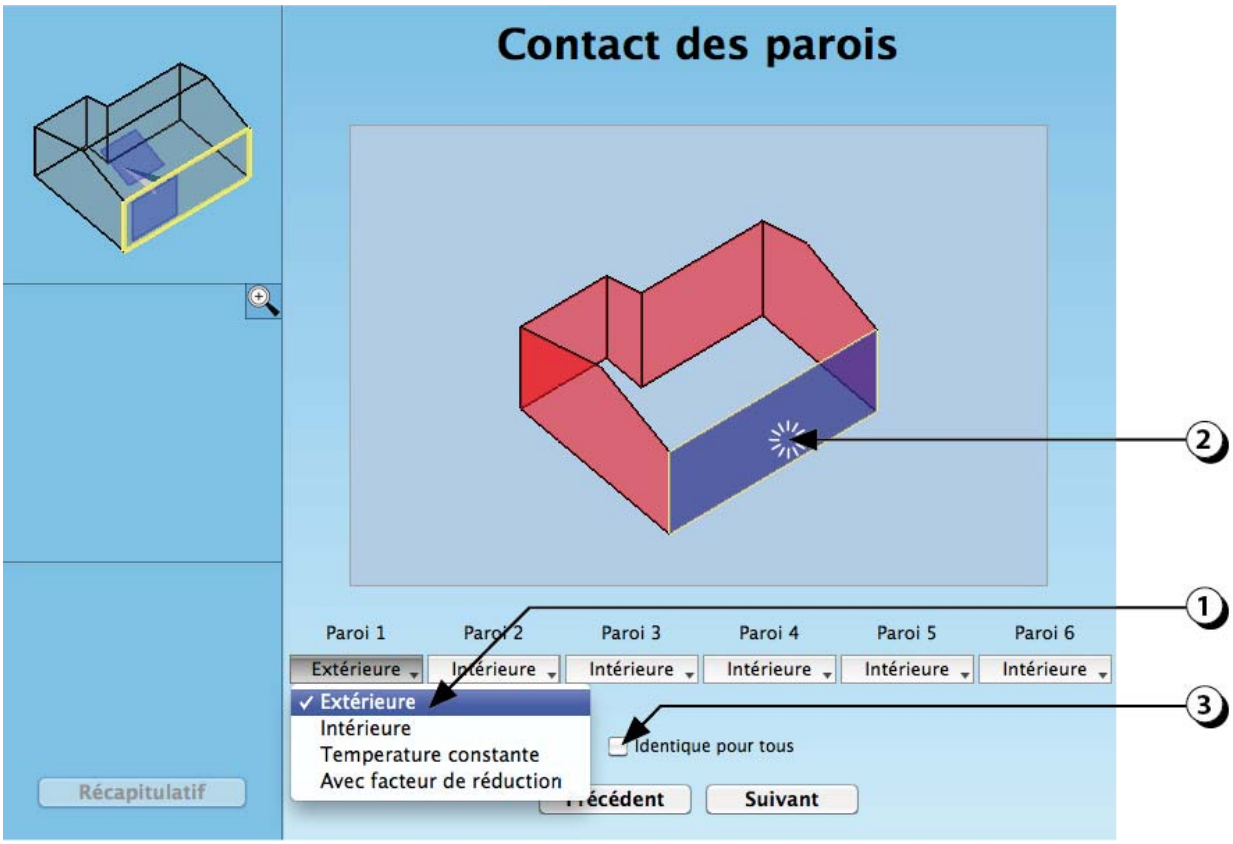


Figure 84 : Choix du contact des parois verticales.

Contact plafond(s)

1. Sélectionnez le type de contact.
2. La couleur du plafond varie en fonction du choix effectué :
   - **Intérieur** (rouge) : il n'y a pas de transfert de chaleur par cet élément (adiabatique).
   - **Extérieur** (bleu) : La face extérieure est soumise au climat extérieur.
   - **Température constante** (violet) : Le local voisin présente une température spécifique constante qui peut être définie par l'utilisateur.
   - **Avec facteur de réduction** (vert) : La température du local adjacent (T_{adj}) varie en fonction du climat extérieur (T_{ext}) et du climat du local simulé (T_{Sim}). Ainsi on a, par exemple :
     - facteur de réduction = 1 -> $T_{adj} = T_{ext}$
     - facteur de réduction = 0 -> $T_{adj} = T_{Sim}$
     - facteur de réduction = 0.5 -> T_{adj} = moyenne (T_{ext} - T_{Sim})
3. Ce bouton permet de donner la même caractéristique de contact à toutes les parois.

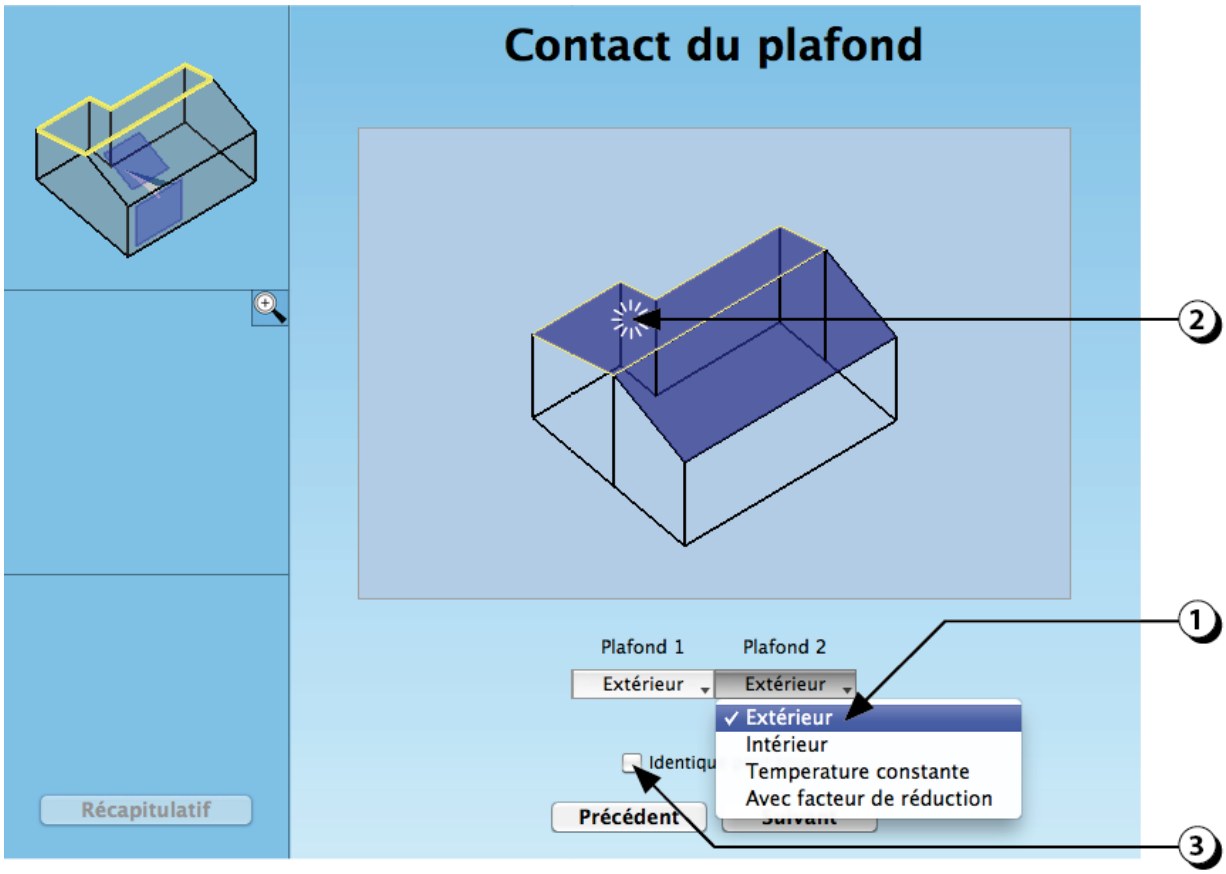


Figure 85 : Choix du contact pour le(s) plafond(s).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Paroi(s) donnant sur l'extérieur : Typologie

1. Sélectionnez la typologie de la ou des paroi(s) donnant sur l'extérieur.
   Les choix disponibles caractérisent respectivement une paroi :
   - « Légère» (Panneaux sandwich),
   - « Moyenne » (Maçonnerie),
   - « Lourde» (Béton).
2. Ce bouton permet d'affecter la même caractéristique de contact à toutes les parois.
3. Utilisez la vue 3D pour repérer la paroi qui vous intéresse.

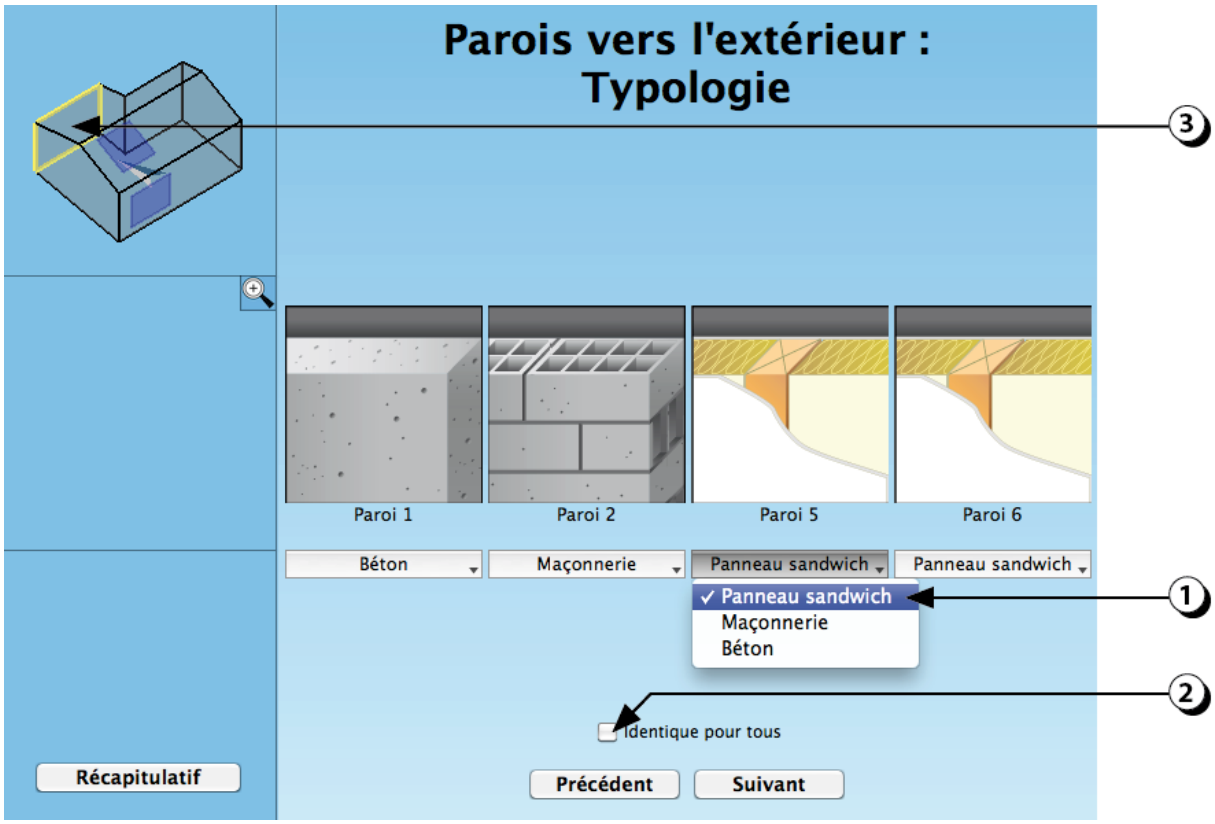


Figure 86 : Description de la nature des parois donnant sur l'extérieur.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Parois donnant sur l'extérieur : Isolation

1. Pour chaque paroi en contact avec l'extérieur, sélectionnez la position de l'isolant (intérieur, intermédiaire ou extérieur).
   REMARQUE : Si l'isolant est placé à l'intérieur, la masse thermique du local sera réduite et donc le potentiel de rafraîchissement passif sera moindre.

2. Indiquez l'épaisseur de l'isolant.

   ATTENTION : Par défaut, la conductivité thermique de l'isolant est fixée à 0.04 W/mK. Si la valeur que vous avez prévue est différente, vous devez adapter l'épaisseur en conséquence.

3. Ce bouton permet de d'affecter des caractéristiques identiques à toutes les parois en contact avec l'extérieur.

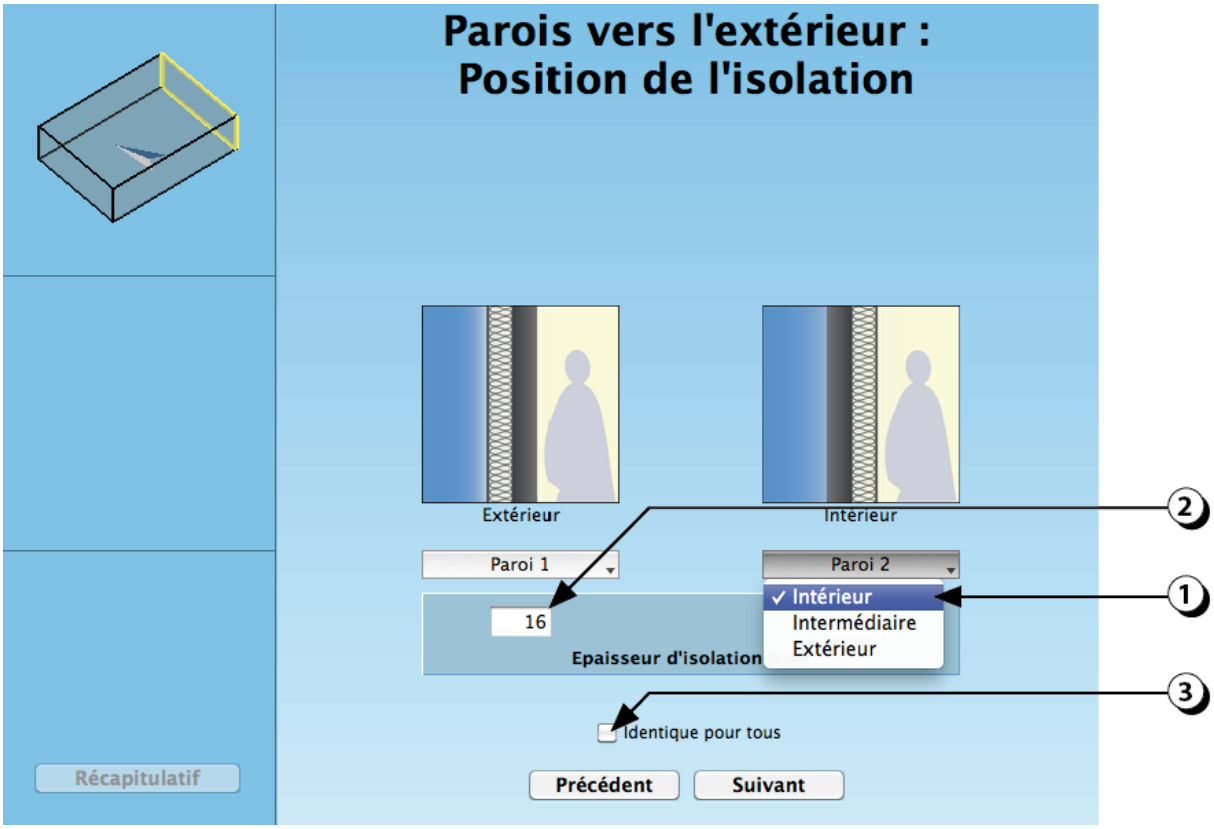


Figure 87 : Choix de la position de l'isolation (pour les parois extérieures).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Parois en contact avec l'intérieur : Typologie

1. Sélectionnez la typologie de la ou des paroi(s) en contact avec l'intérieur.

   Les choix disponibles caractérisent respectivement une paroi :

   - « Légère » (Cloison légère),
   - « Plutôt légère » (Carreaux de plâtre),
   - « Moyenne » (Briques),
   - « Lourde » (Maçonnerie),
   - « Très lourde» (Béton).

2. Ce bouton permet de donner la même caractéristique de contact à toutes les parois.

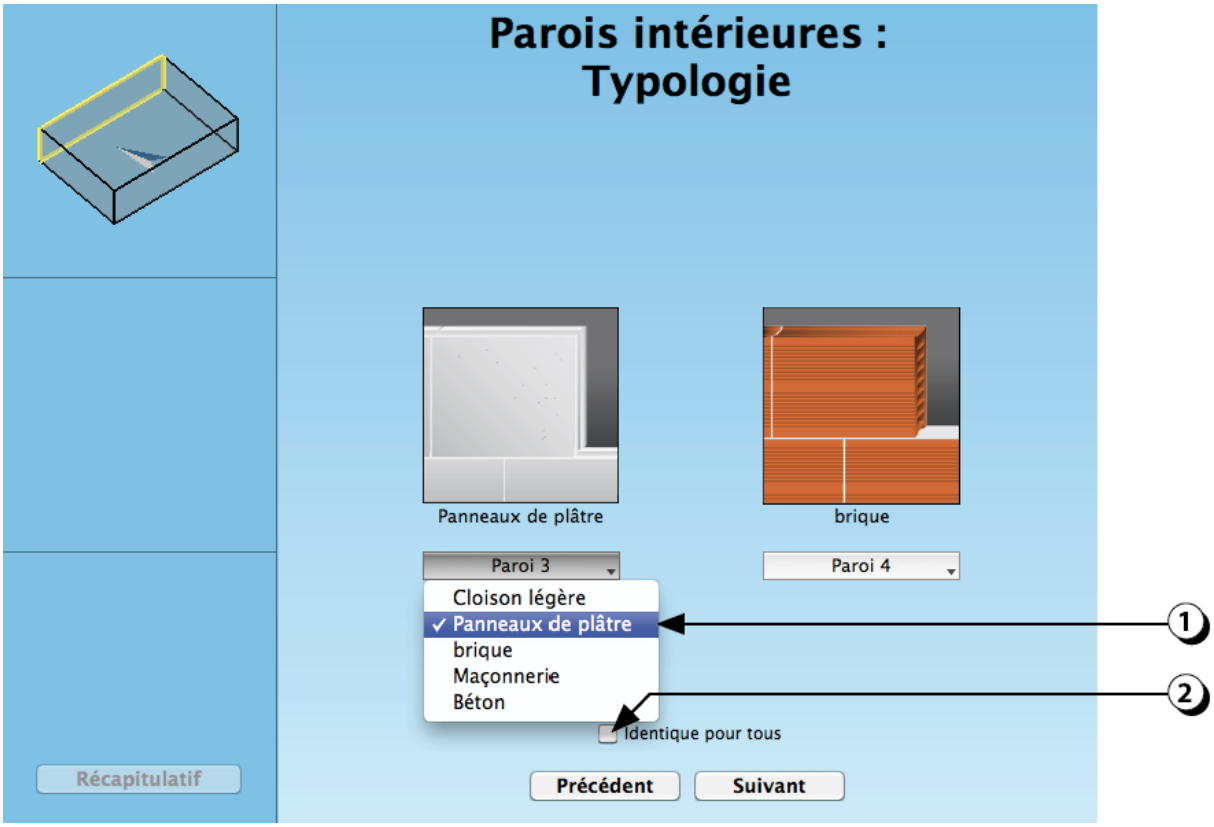


Figure 88 : Description de la nature des parois verticales intérieures.

Plafond en contact avec l'intérieur : Typologie

1. Sélectionnez la typologie du plafond en contact avec l'intérieur.
   Les choix disponibles caractérisent respectivement un plafond :

   - « Léger » (Structure acier ou bois),
   - « Moyenne » (Poutrelles + Hourdis),
   - « Lourde » (Béton).

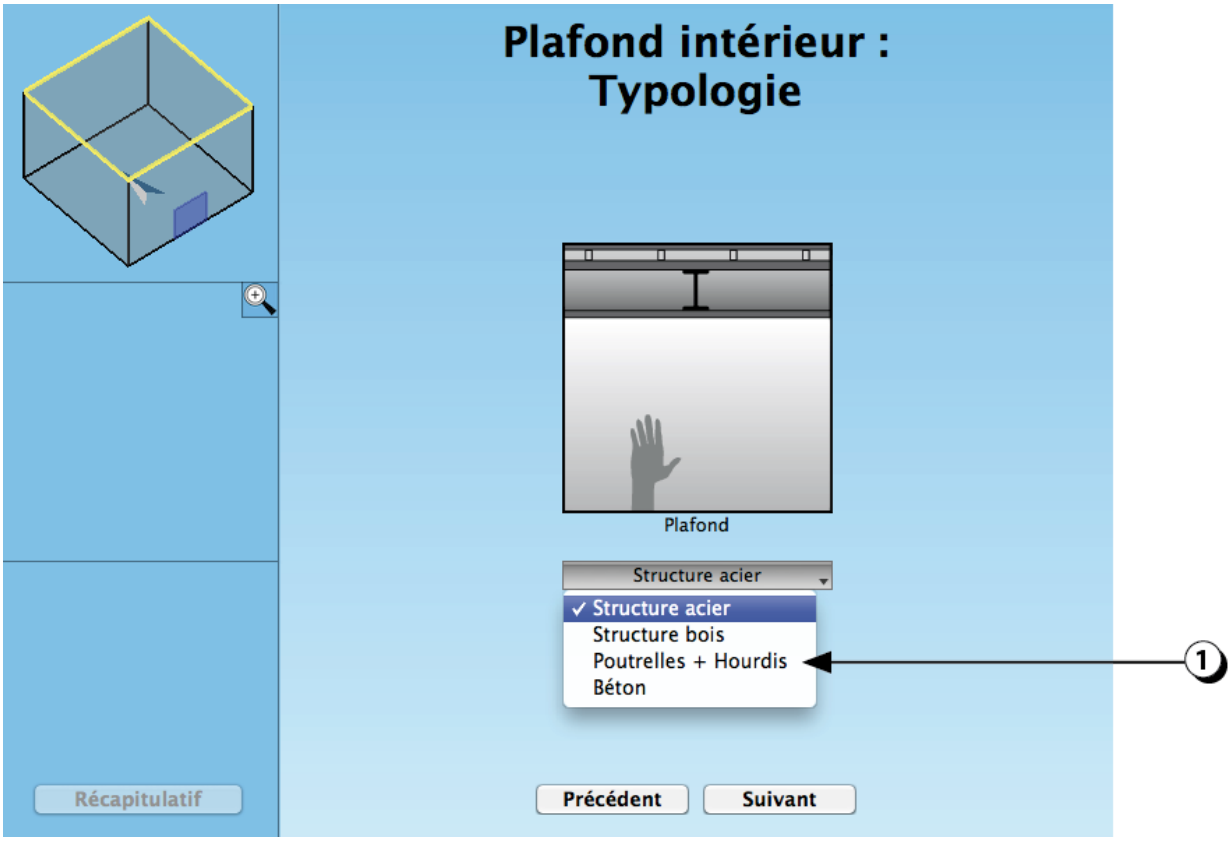


Figure 89 : Description de la nature du plafond.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Sol en contact avec l'intérieur : Typologie

1. Sélectionnez la typologie du sol en contact avec l'intérieur.
   Les choix disponibles caractérisent respectivement un sol :
   - « Léger » (Structure acier ou bois),
   - « Moyenne » (Poutrelles + Hourdis),
   - « Lourde » (Béton).

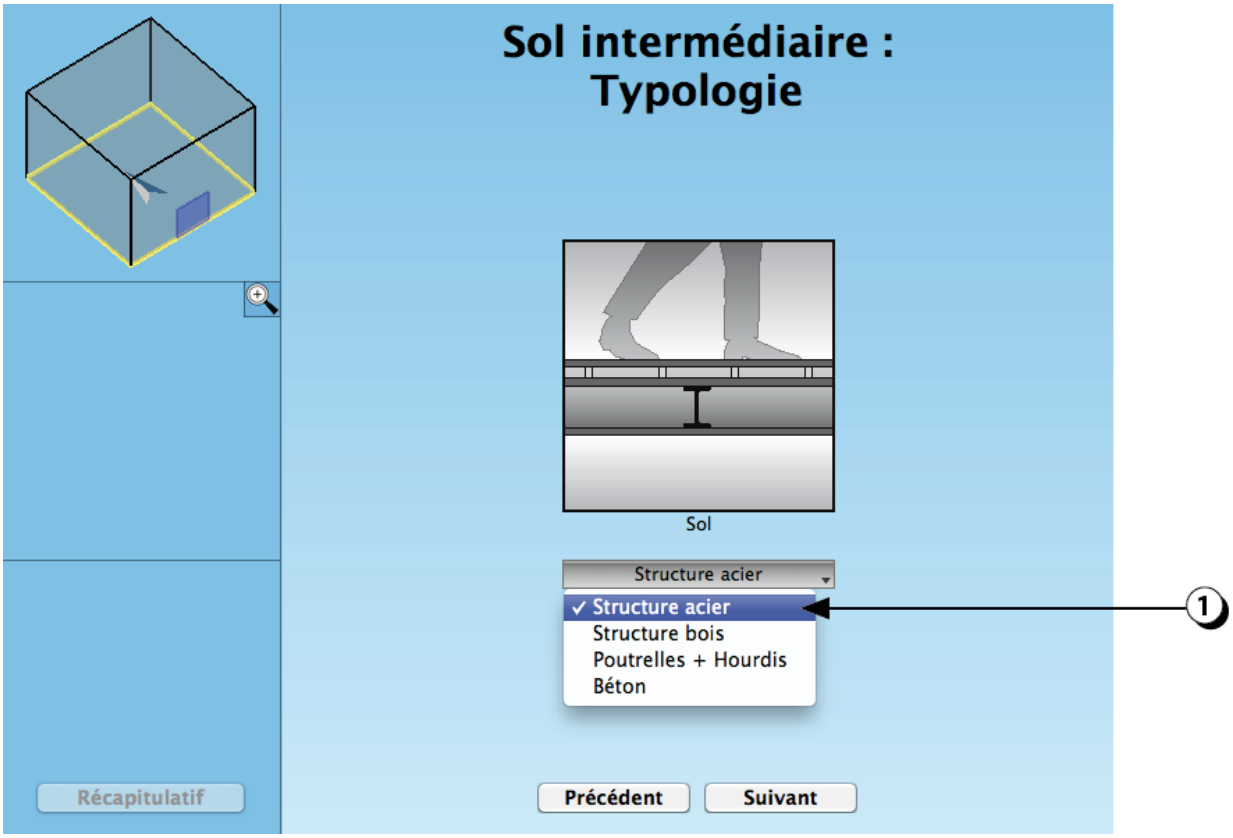


Figure 90 : Description de la nature du sol du local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Parois verticales : Revêtement intérieur

1. Sélectionnez le type de revêtement de chaque paroi verticale.
    - Les choix « Bois» et « Panneaux acoustiques » ont pour conséquence de couper l'accès à la masse thermique des parois.
2. Ce bouton permet d'affecter un revêtement identique à toutes les parois.

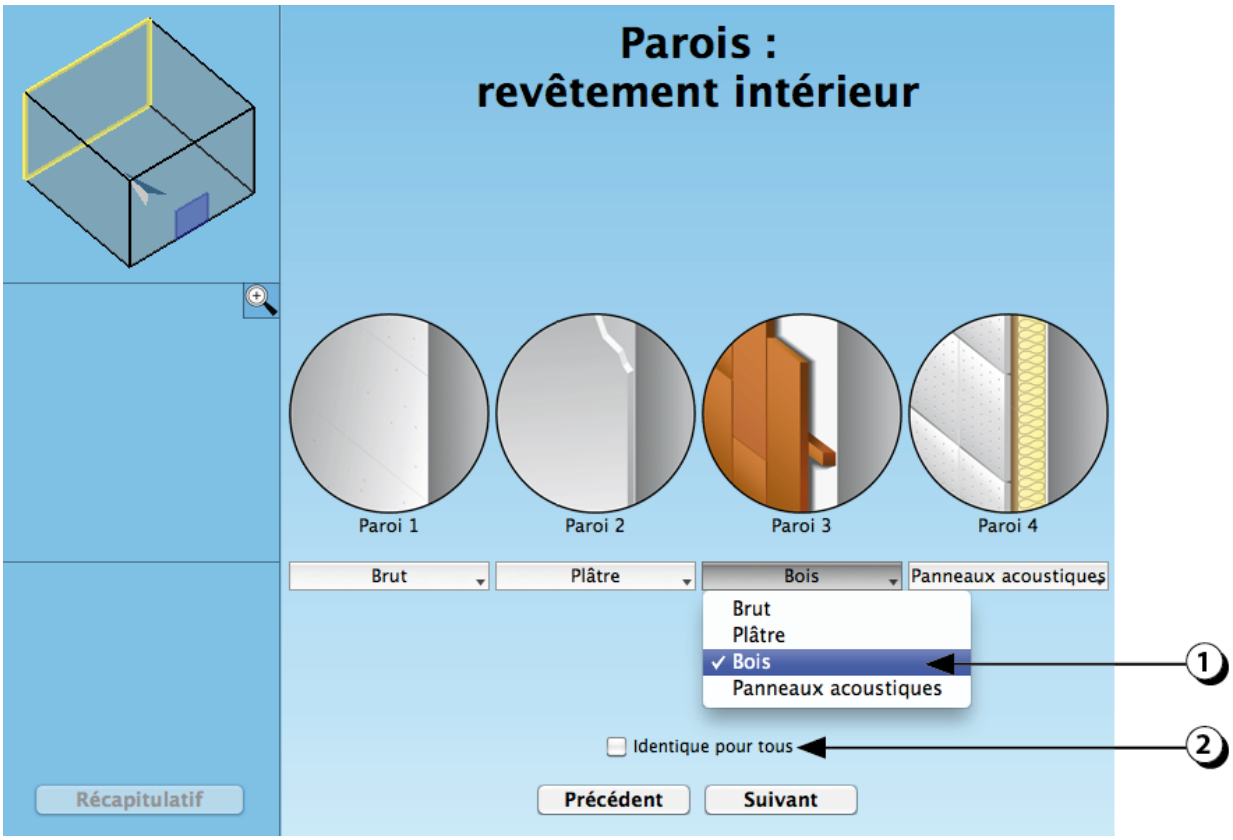


Figure 91 : Choix du revêtement intérieur des parois verticales.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Plafond : Revêtement intérieur

1. Sélectionnez le type de revêtement du ou des plafond(s).
    - Les choix « Bois», « Faux plafond» et « Panneaux acoustiques » ont pour conséquence de couper l'accès à l'éventuelle masse thermique de la dalle supérieure.

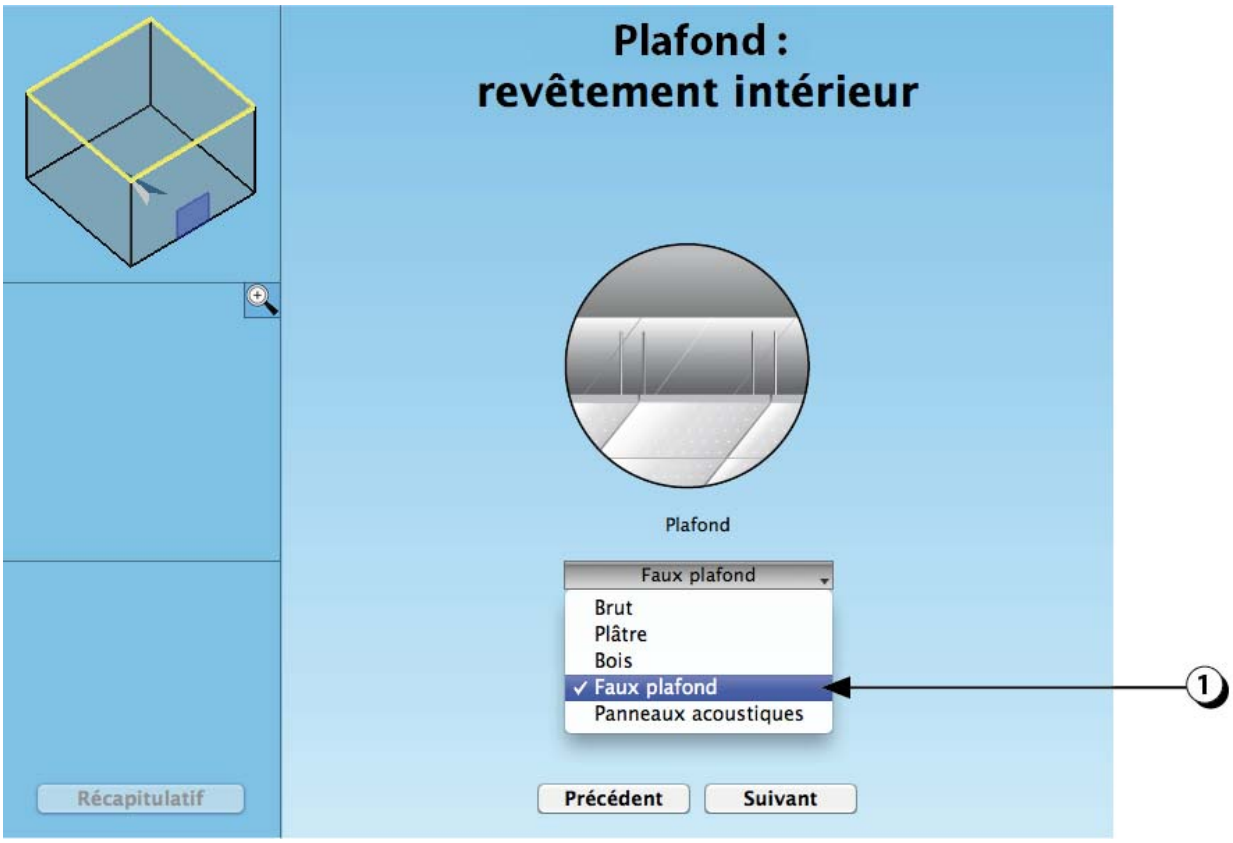


Figure 92 : Choix du revêtement intérieur du plafond.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Sol : Revêtement intérieur

1. Sélectionnez le type de revêtement sol.
    - Les choix « Parquet» et « Faux plancher» ont pour conséquence de couper l'accès à l'éventuelle masse thermique de la dalle inférieure.
    - Le choix « Moquette / Linoleum » a pour conséquence de couper partiellement l'accès à l'éventuelle masse thermique de la dalle inférieure.

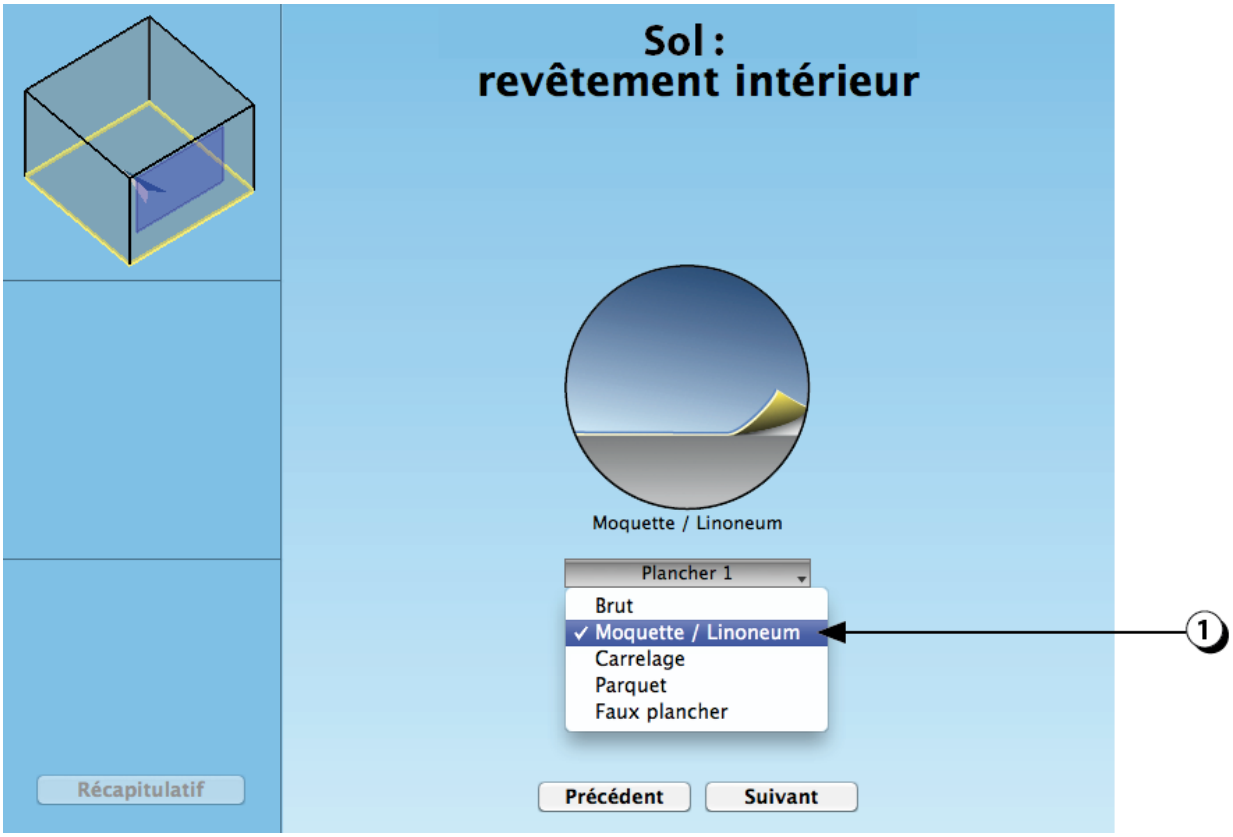


Figure 93 : Choix du revêtement intérieur du sol.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Personnaliser la composition des parois

(Utilisateurs experts)

Il est possible de définir précisément la composition des parois constituant votre local. Pour cela, il faut :

1. Créer un dossier dont le nom reprend celui votre **local** suivi de «*_Composition*» (par exemple : « *Bureau 1_Composition* »)
2. Placer ce dossier dans le même dossier que votre **projet** DIAL+
3. Créer dans le dossier composition une série de fichier textes correspondants aux différentes parois du local en question.
   - Pour un local parallélépipédique, le dossier devra comporter les fichiers suivants : « Floor.txt », « Wall1.txt », « Wall2.txt », « Wall3.txt », « Wall4.txt » et « Roof1.txt »
   - Pour un local « en L » avec un toit à deux pentes, les fichiers « Wall5.txt », « Wall6.txt » et « Roof2.txt » devront être ajoutés.
4. Le contenu de chaque fichier texte décrit les caractéristiques (Capacité, Conductivité, Densité, Epaisseur) des différentes couches constitutives de la paroi depuis l'intérieur (première ligne de valeurs) vers l'extérieur (dernière ligne).

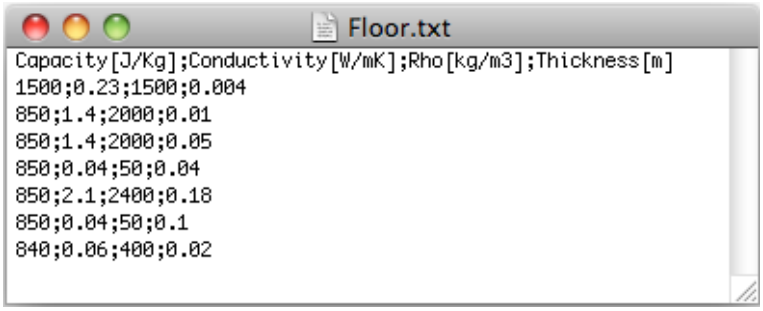


Figure 94 : Exemple de fichier décrivant la composition spécifique d'une paroi (ici le sol).

ATTENTION : Chaque paroi doit au moins être constituée de 3 couches pour être compatible avec le modèle nodal implémenté. La première couche décrit la surface intérieure et doit être de faible épaisseur (idem couche extérieure).

ATTENTION : Pour chaque nouveau local, il faut créer l'ensemble des fichiers (y-compris lorsque vous dupliquez ou renommez un local).

Pour plus de facilité, vous pouvez copier les lignes suivantes, modifier les valeurs et, ajouter des lignes de textes correspondant à des couches supplémentaires).

```
Capacity[J/Kg];Conductivity[W/mK];Rho[kg/m3];Thickness[m]
1500;0.23;1500;0.004
850;1.4;2000;0.01
850;1.4;2000;0.05
850;0.04;50;0.04
850;2.1;2400;0.18
```


©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Gains internes liés à l'occupation

PRECISION : Pour les simulations thermiques, la **période d'occupation** correspond aux tranches horaires pendant lesquelles les utilisateurs sont supposés être présents dans le local (par défaut valeurs Norme Suisse SIA-2024 dépendant de l'affectation du local).

La notion de **période d'utilisation**, quant à elle, correspond à la période pendant laquelle les appareils sont enclenchés (ceci permet de prendre en considération le cas des logements pour lesquels le local peut être occupé (chambre la nuit) alors que les appareils sont éteints).

1. Les gains internes liés à l'occupation sont exprimés en W/m^2. Ils dépendent de l'affectation du local et sont sensible au nombre de personnes, à l'activité de ces personnes et aux périodes d'utilisation du local.
2. Par défaut, une valeur « standard » est affichée. Vous pouvez la modifier en cliquant sur ce menu (choix entre « Faible », « Standard » et « Important »).
   Il est aussi possible de rentrer une valeur « Utilisateur » si vous désirez utiliser une valeur spécifique.
3. Cette valeur sera utilisée en combinaison avec un profil horaire d'occupation adapté à l'affectation choisie (Hypothèse : une personne avec une activité « moyenne » dégage environ 70 W).

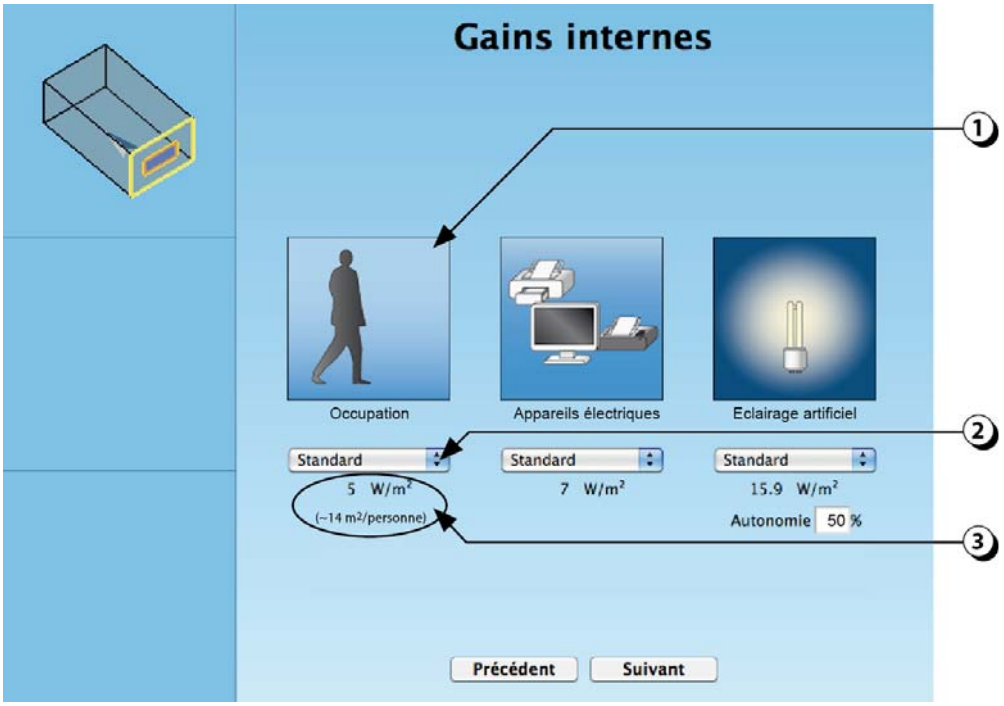


Figure 95 : Paramètres de saisie concernant les gains internes liés à l'occupation.

Note : Dans le calcul dynamique, les parts radiatives et convectives liées à l'occupation sont de 50% chacune.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Personnaliser les profils d'utilisation et d'occupation

(Utilisateurs experts)

Il est possible de définir précisément les profils d'occupation et d'utilisation des locaux. Pour cela il faut :

1. Créer un fichier texte sur le modèle présenté ci-dessous et qui décrit, pour chaque heure :
   - la présence («*Jours d'occupation PERSONNES*»),
   - les heures d'enclenchement des appareils («*Jour d'utilisation APPAREILS*»),

   ainsi que :
   - les pertes en stand by,
   - le nombre de jour non-occupé par semaine («*Nb jour ferme/semaine*»).
2. Donner à ce fichier le nom de votre local (Exemple : "Bureau 1.txt »)
3. Placer ce fichier dans le dossier correspondant à votre projet DIAL+.

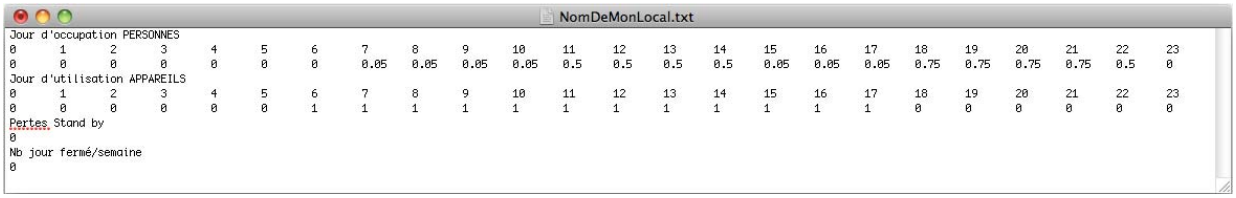


Figure 96: Exemple de fichier décrivant un profil d'utilisation particulier.

ATTENTION :

- Dans la liste des heures, l'indice « 0 » correspond à la première heure (de 0:00 à 1:00 du matin).
- Les valeurs d'occupation et d'utilisation doivent être comprises entre 0 et 1 (facteur de simultanéité). Les puissances spécifiques d'occupation et d'utilisation sont celles décrites à la page 105.
- Si le nom du local est modifié (ex. duplication), le fichier de profil d'utilisation ne sera plus lié au nouveau local.

Pour plus de facilité, vous pouvez recopier les lignes qui suivent :

```
Jour d'occupation PERSONNES
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
0 0 0 0 0 0 0 0.1 0.1 0.1 0.1 0.5 0.5 0.5 0.5 0.1 0.1 0.1 0.7 0.7 0.7 0.7 0.5 0
Jour d'utilisation APPAREILS
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
Pertes Stand by
0
Nb jour fermé/semaine
0
```

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Gains internes liés aux appareils

Pour les simulations thermiques, la **période d'occupation** correspond aux tranches horaires pendant lesquelles les utilisateurs sont supposés être présents dans le local (par défaut valeurs Norme Suisse SIA-2024 dépendant de l'affectation du local).

La notion de **période d'utilisation**, quant à elle, correspond à la période pendant laquelle les appareils sont enclenchés (ceci permet de prendre en considération le cas des logements pour lesquels le local peut être occupé (chambre la nuit) alors que les appareils sont éteints).

1. Les gains internes liés aux équipements électriques sont exprimés en W/m^2. Ils dépendent de l'affectation du local :
   - Logement : télévision, petit et gros électroménager, cuisson, etc.
   - Bureaux : ordinateurs, imprimantes, fax, etc.
   - Industrie : machines, processus de fabrication, etc.
2. Par défaut, une valeur « standard » est affichée. Vous pouvez la modifier en cliquant sur ce menu (choix entre « Faible », « Standard » et « Important »).
   Il est aussi possible de rentrer une valeur « Utilisateur » si vous désirez utiliser une valeur spécifique.
3. La valeurs affichée sera utilisée en combinaison avec un profil d'occupation (horaires) adapté à l'affectation choisie (dans cette version du logiciel, ces profils ne peuvent pas être modifiés).

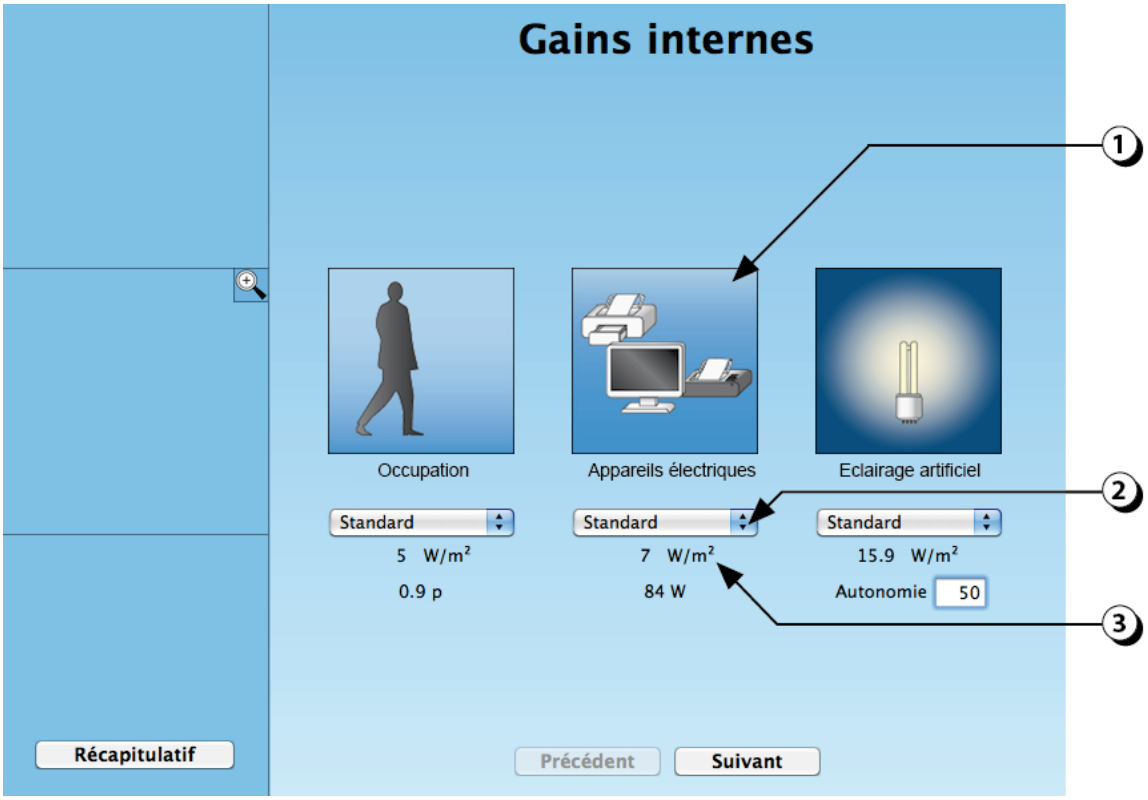


Figure 97 : Paramètres de saisie concernant les gains internes liés aux appareils.

Note : Dans le calcul dynamique, la part convective des gains liés aux appareils est fixée à 80% et la part radiative à 20%.

Gains internes liés à l'éclairage artificiel

1. Les gains internes liés à l'éclairage artificiel sont exprimés en W/m^2.
   La valeur indiquée dépend de la puissance totale des sources lumineuses raccordées, rapportée à la surface du local.

2. Vous pouvez utiliser la valeur « standard », qui correspond à une puissance typique correspondant à l'affectation choisie, ou bien choisir une valeur « Utilisateur ». Si vous avez déjà évalué le potentiel d'éclairage artificiel du local vous pouvez reporter la valeur de « Puissance spécifique » (cf. page 161).

3. Par défaut, la couverture des besoins par la lumière naturelle pendant la journée (autonomie) est fixée à 50%. Si vous avez déjà évalué le potentiel d'éclairage naturel du local vous pouvez reporter la valeur moyenne de l'autonomie calculée (p.150).

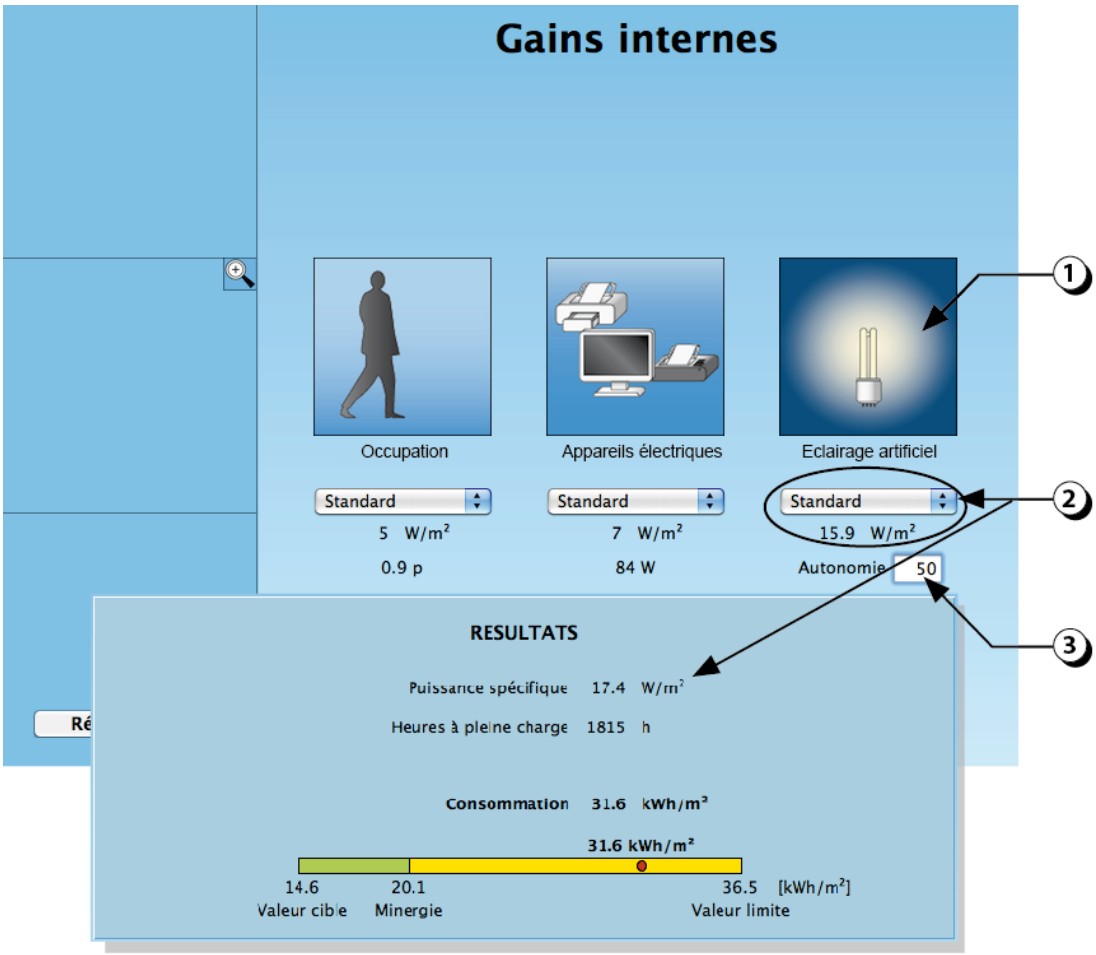


Figure 98 : Paramètres de saisie concernant les gains internes liés à l'éclairage.

Note : Dans le calcul dynamique, la part convective des gains liés à l'éclairage est de 30% et la part radiative de 70%.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Paramètres de ventilation : Débits d'air

La ventilation du local joue également un rôle très important sur le comportement thermique dynamique du local.

1. Le débit d'air de base correspond à l'évacuation de l'air vicié et à son remplacement par de l'air neuf. Par défaut, un débit d'air constant est proposé à l'utilisateur en fonction de la surface du local et de son affectation.
2. En choisissant « Valeur Utilisateur », vous pouvez définir manuellement le débit d'air à l'aide de votre clavier. Ce débit d'air sera utilisé pendant l'utilisation du local.
3. Un débit d'air réduit standard est proposé en dehors des heures d'utilisation. Vous pouvez adapter cette valeur en entrant une « Valeur utilisateur ».
4. Récupération chaleur : vous pouvez fixer le pourcentage de chaleur récupérée (double-flux).
5. Modulation de la ventilation pendant l'utilisation :
   - 1 vitesse : le débit appliqué est celui figurant dans le champs 2.
   - 2 vitesses : - Si taux occupation < 50% alors débit = 50%.
     - Si taux occupation > 50% alors débit 100%.
   - En continu : le débit indiqué au champ 2 s'adapte au taux d'occupation.

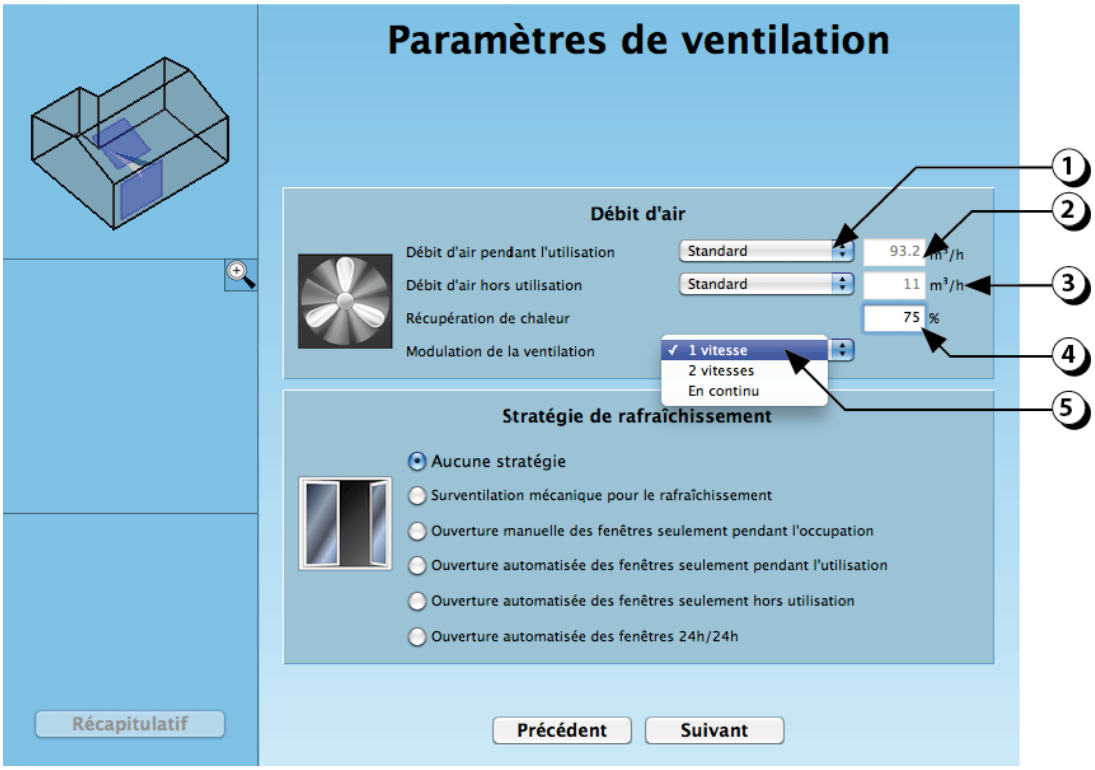


Figure 99 : Sélection des débits d'air pendant et hors occupation.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Paramètres de ventilation : Stratégie de rafraîchissement

Au delà de la fonction hygiénique, la ventilation permet de rafraîchir le local.

1. Si vous choisissez « Aucune stratégie », le calcul montrera comment le local se comporte lorsque l'air n'est pas utilisé pour extraire la chaleur en saison chaude.
2. Le débit de ventilation mécanique est augmenté lorsque $T_{ext} < T_{int}$ (et $T_{int} > T_{min}$*). Entrez le débit de sur-ventilation dans le champ adjacent.
3. Les utilisateurs ouvrent les fenêtres lorsque $T_{int} > T_{max}$*. Ce scénario est appliqué seulement pendant les heures d'occupation.
4. Les ouvrants sont activés pendant les heures d'occupation dès que $T_{ext} < T_{int}$ (et $T_{int} > T_{min}$*).
5. Les ouvrants sont activés entre 20h00-8h00, dès que $T_{ext} < T_{int}$ (et $T_{int} > T_{min}$*).
6. Les ouvrants sont activés en permanence dès que $T_{ext} < T_{int}$ (et $T_{int} > T_{min}$*).

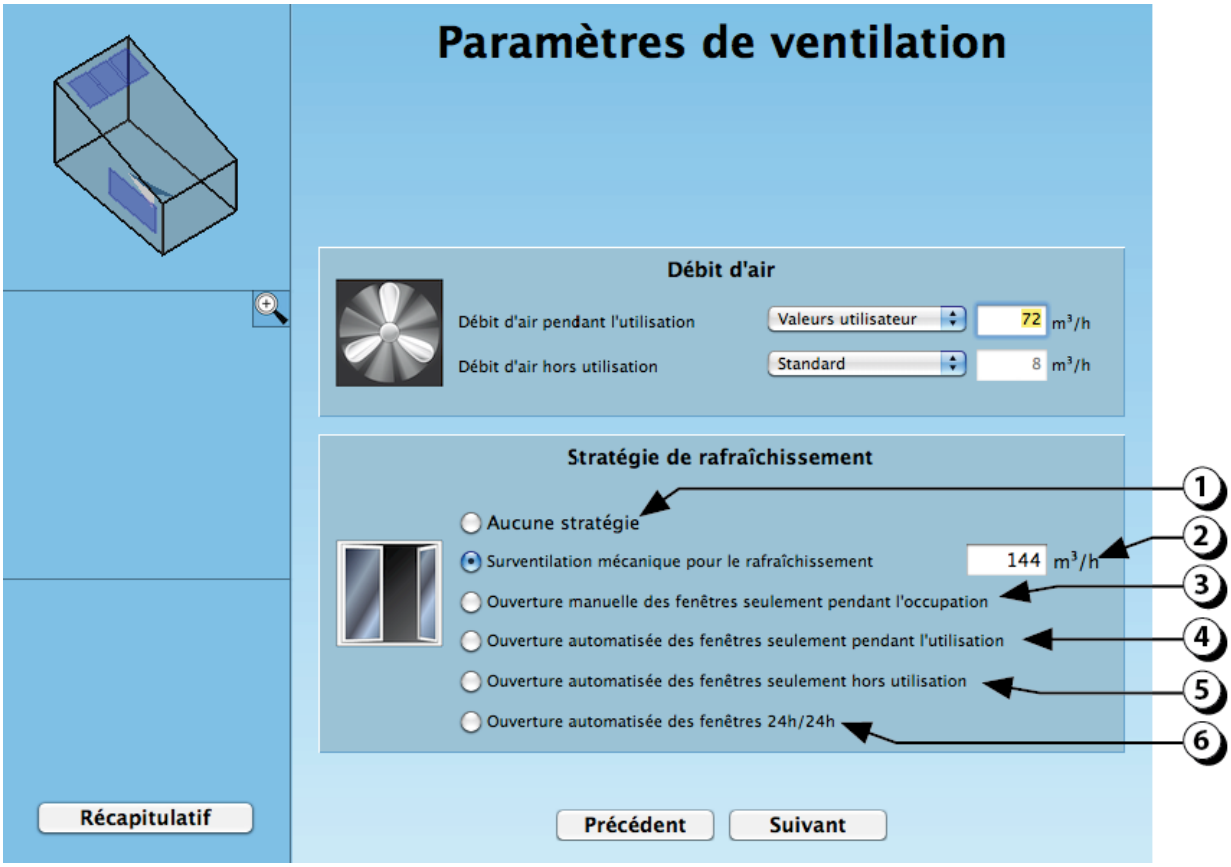


Figure 100 : Paramètres de ventilation liés à la stratégie de rafraîchissement.

*T_{min} et T_{max} sont les températures de confort, pour plus de détail (cf. p. 111 & 112).

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Emetteurs de chaleur

Il est possible de définir la méthode de distribution de chaleur dans le local. Les algorithmes développés introduiront les puissances nécessaires dans les éléments correspondants. Sélectionnez le mode de distribution de chaleur souhaité :

1. Pas de chauffage: variation libre de la température du local, sans système de chauffage.
2. Radiateurs: 50% de la chaleur est distribuée sur les surfaces intérieures (radiatif) et 50% est distribuée sur l'air (convectif).
3. Convecteur : La totalité de la chaleur est distribuée sur l'air (100% convectif).
4. Dalle active : Modèle permettant de distribuer la chaleur dans la masse du plafond (suppose la présence d'une dalle en béton).
5. Panneaux radiants : Modèle permettant de distribuer la chaleur dans un élément spécifique positionné au plafond (valable quel que soit le type de plafond).
6. Plancher chauffant : Modèle permettant de distribuer la chaleur dans la chape du plancher (suppose une composition de sol avec chape).
7. Adapter les valeurs de consigne pendant et hors utilisation.
8. Définir la puissance maximum de chauffage. Par défaut, une valeur correspondante à 100W/m^2 est proposée (si la puissance maximum ne suffit pas à couvrir la demande, la température dans le local risque d'être inférieure à la température de consigne).

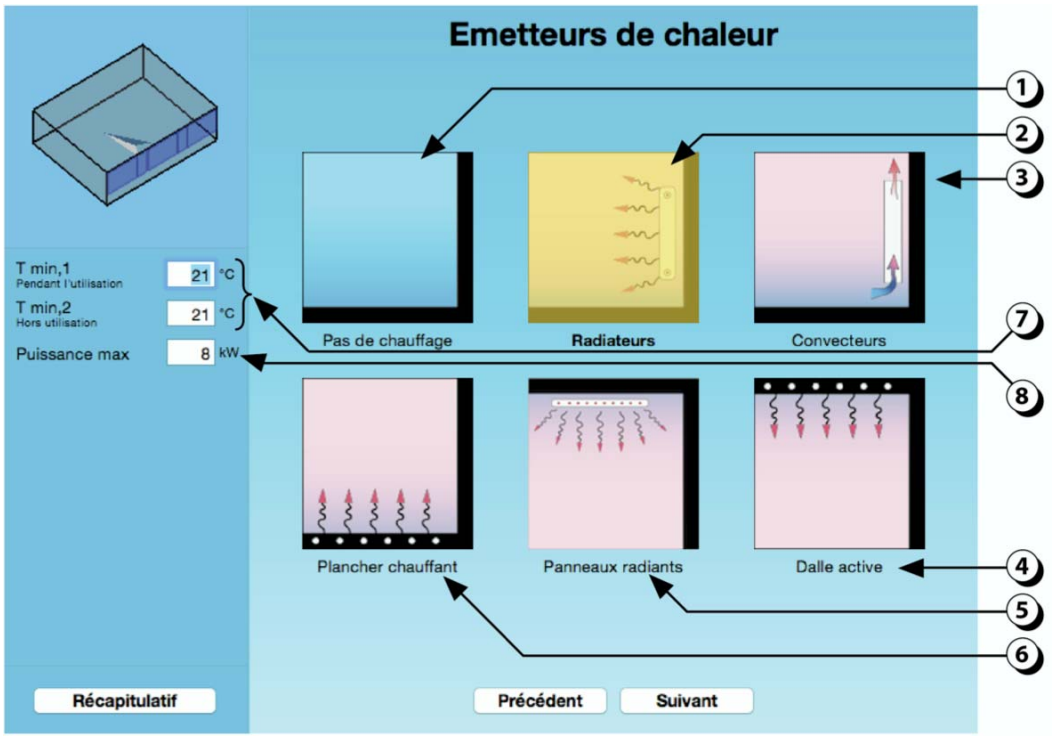


Figure 101 : Choix des émetteurs de chaleur.

Emetteurs de froid

Il est possible de définir la méthode de distribution de froid dans le local. Les algorithmes développés introduiront les puissances nécessaires dans les éléments correspondants. Sélectionnez le mode de distribution souhaité :

1. Pas de refroidissement : La simulation montrera comment fluctue la température du local sans système de refroidissement.
2. Par l'air : La totalité de la chaleur sera distribuée sur l'air (100% convectif).
3. Dalle active : Modèle permettant de distribuer le froid dans la masse du plafond (suppose la présence d'une dalle en béton).
4. Panneaux radiants : Modèle permettant de distribuer le froid dans un élément spécifique positionné au plafond (valable quel que soit le type de plafond).
5. Plancher froid : Modèle permettant de distribuer la chaleur dans la chape du plancher (suppose une composition de sol avec chape).
6. Vous pouvez modifier la température de consigne pendant et en dehors de l'utilisation du local.
   Pour la température hors utilisation (Tmax'), la valeur par défaut est fixée à 99°, afin de laisser dériver la température intérieure hors utilisation (clim. coupée).
7. Vous pouvez aussi définir la puissance maximum de froid. Par défaut, une valeur correspondante à 200W/m^2 est proposée (si la puissance maximum ne suffit pas à couvrir la demande, la température dans le local risque de dépasser la température de consigne).

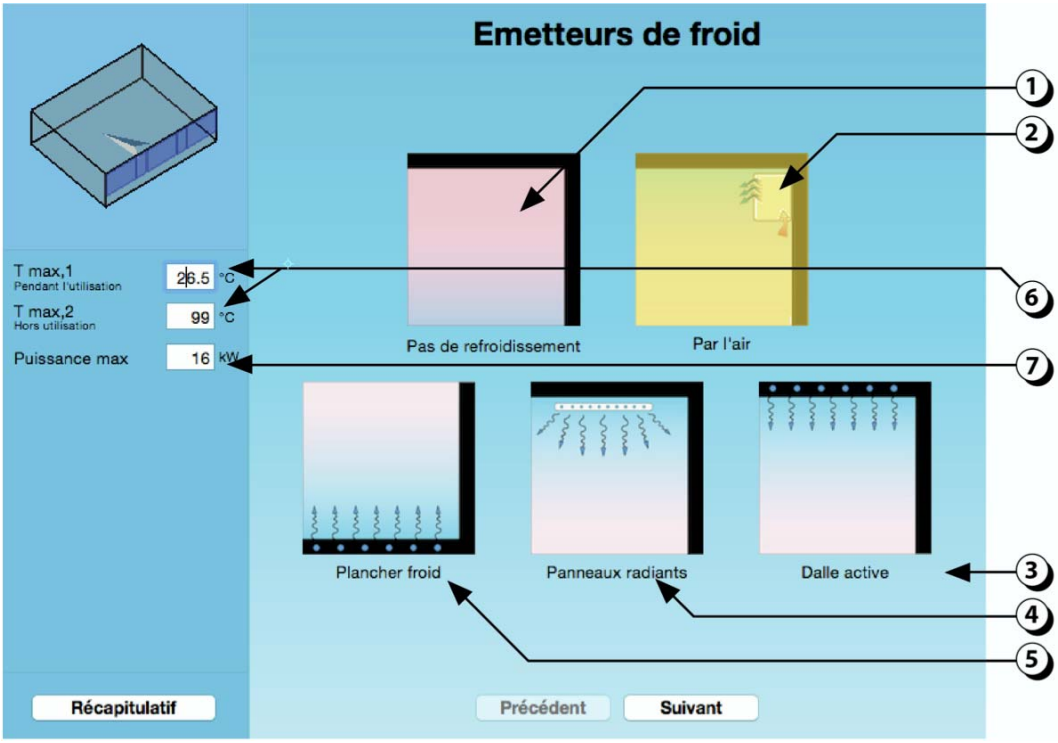


Figure 102 : Choix des émetteurs de froid.

PARAMETRES VENTILATION

Les vecteurs de ventilation naturelle sont le vent et l'effet de cheminée.

- **Le vent** est un phénomène aléatoire, tant pour sa fréquence que pour son intensité et son orientation. Les régions où il est régulier et prévisible sont rares et le comportement du bâtiment sous l'effet du vent est difficile à contrôler.
- **L'effet de cheminée**, quant à lui, crée un mouvement d'air dès qu'il y a une différence de température entre l'air intérieur et extérieur. Comme le vent n'est pas toujours présent, une approche réaliste consiste à dimensionner les ouvrants pour fonctionner avec l'effet de cheminée et avoir le vent comme aide complémentaire à la ventilation naturelle.

Il est en effet rare que le vent travaille contre l'effet de cheminée. Cela n'arrive que lorsqu'une ouverture de sortie se situe face au vent alors que l'ouverture d'entrée est sur une façade opposée. En dehors de cette situation, les débits de ventilation par effet de cheminée sont garantis et même augmentés en cas de vent.

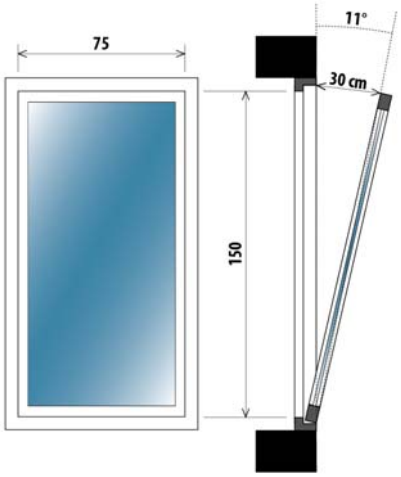
L'outil ventilation naturelle du module **DIAL+*Cooling*** évalue le potentiel de renouvellement d'air lié à l'effet de cheminée.

Il permet de calculer les débits d'air transitant par les ouvrants en fonction de la taille de ces derniers et de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ouvertures en façade: Remarque sur les ouvertures partielles

Le cas des ouvertures partielles de type oscillo-battant ou imposte est parfois délicat à saisir. Nous fournissons ci dessous un graphique permettant de déterminer le pourcentage d'ouverture à prendre en considération de l'ouverture en fonction de l'angle d'ouverture possible et du ratio hauteur/ largeur.



Par exemple, prenons une fenêtre de 150cm de haut pour 75 cm de large qui s'ouvre sur 30 cm dans la partie haute, tel que décrit ci-contre.

L'angle d'ouverture est de 11°.

La surface équivalente d'ouverture, qui peut être lue sur la Figure 103, est dans ce cas de environ 21% (courbe orange : ratio hauteur/largeur ouverture = 2)

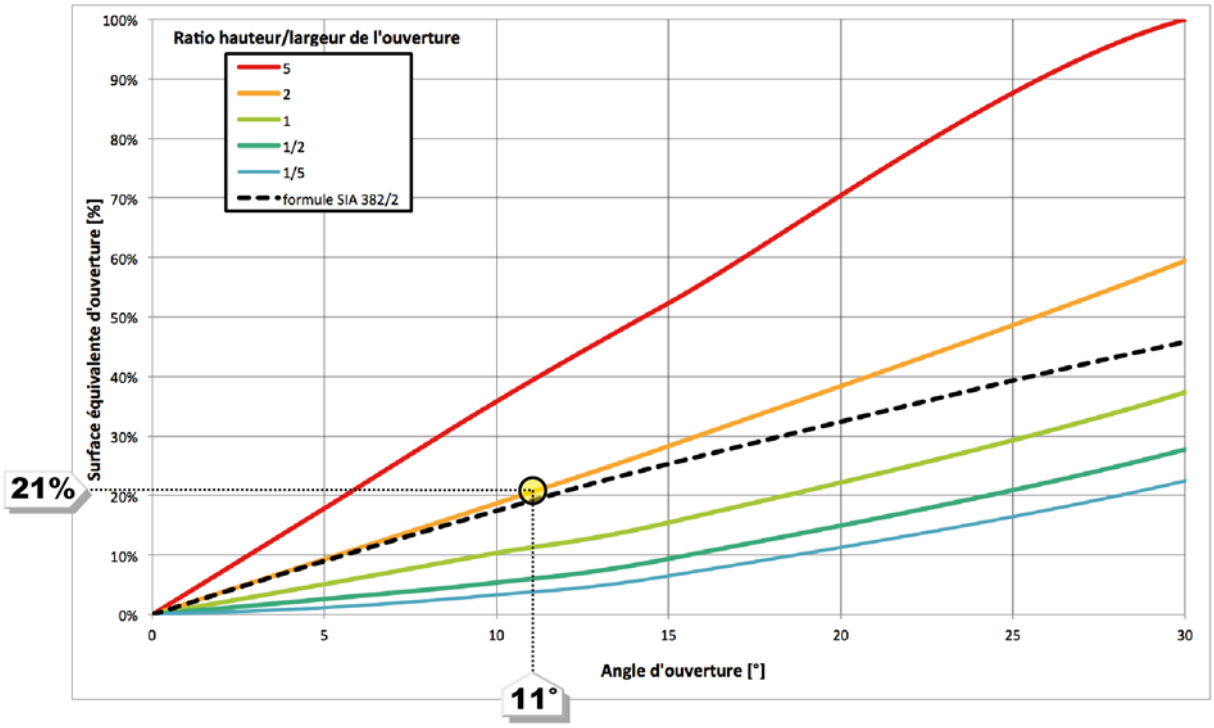


Figure 103 : Abaque permettant de déterminer la surface équivalente d'ouvrant en fonction de l'angle d'ouverture et du ratio hauteur/largeur de l'ouvrant.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

OUVERTURES EN FACADE : position de l'ouvrant dans la paroi

La position de la fenêtre dans le mur peut modifier le potentiel de ventilation. Ceci est particulièrement sensible dans le cas des ouvertures en imposte ou en oscillo-battant, comme le montre la Figure 104. En règle générale, pour les huisseries qui s'ouvrent vers l'intérieur, le meilleur potentiel est obtenu avec une position au nu intérieur de la façade.

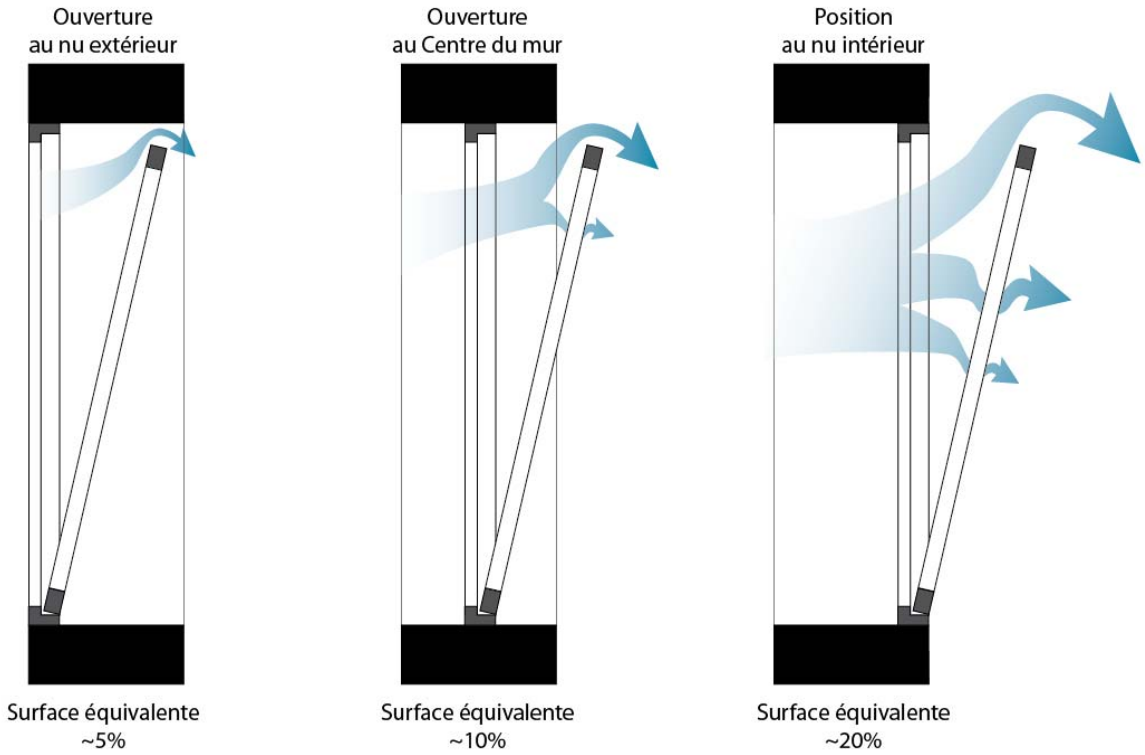


Figure 104 : Influence de la position de l'ouverture dans l'épaisseur du mur sur le potentiel de ventilation naturelle.

ATTENTION : les valeurs indiquées ici sont indicatives et dépendent de plusieurs facteurs notamment type du cadre et de la forme des embrasures.

Influence des ouvrants abrités

L'utilisateur devra également faire attention à ce que la surface d'ouverture équivalente prenne en compte les obstacles à la ventilation (grille pare-pluie, tôle perforée, grillage antieffraction).

Ainsi, par exemple, pour une ouverture abritée par une tôle perforée, si le taux de perforation est de 15%, alors la surface équivalente d'ouvrant propre à la fenêtre devra être multiplié par 0.15)

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

RECAPITULATIF

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Visualisation du local

La page récapitulative permet d'accéder à l'ensemble des paramètres de description des locaux. En haut et à gauche du récapitulatif, figure une petite fenêtre de visualisation du local sélectionné (cliquer sur la visualisation pour agrandir la fenêtre).

ATTENTION : Il est fortement recommandé de visualiser le local avant de lancer la simulation, afin de repérer d'éventuelles incohérences géométriques.

Sur l'agrandissement, il est possible d'utiliser la molette de la souris et le clic de gauche pour zoomer sur le local et changer le point de vue (cf. page 36)

1. Le contour de l'ouverture sélectionnée est indiqué en orange.
2. Le clic droit de la souris permet de faire apparaître ou disparaître les objets intérieurs.
3. Cliquer pour fermer l'agrandissement.

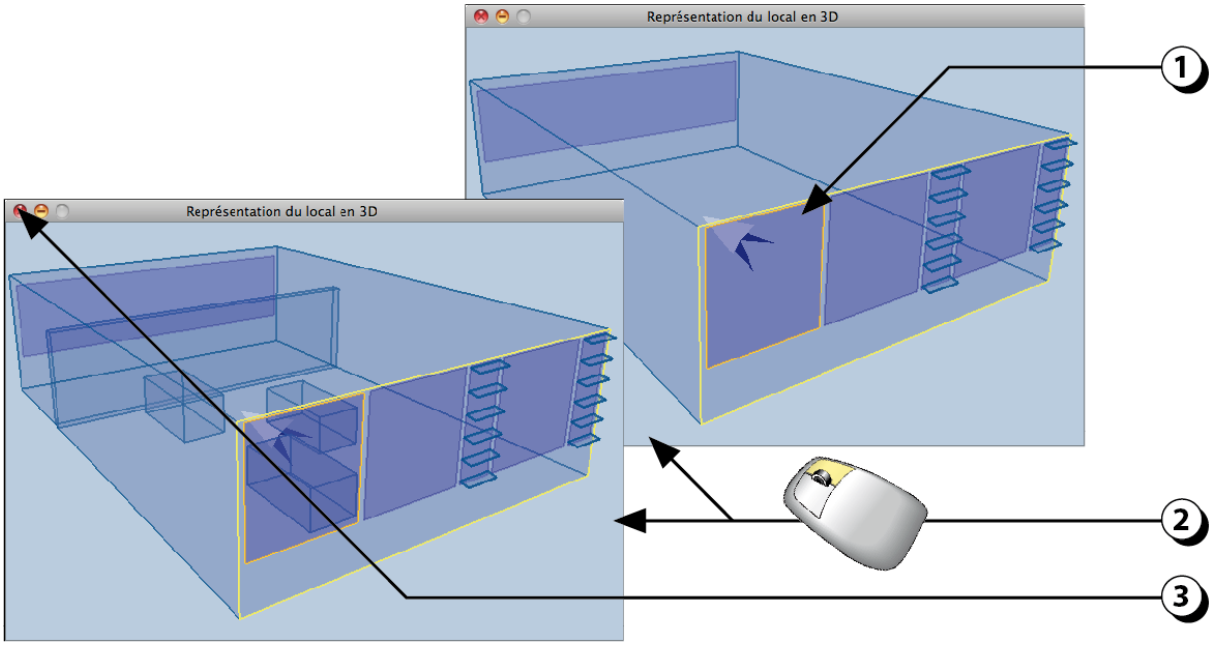


Figure 105 : Fenêtre de visualisation du local (vue agrandie).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Choix du local / Navigation

Le récapitulatif permet d'accéder à l'ensemble des paramètres que vous avez décrits et sert aussi à ajouter ou retirer des éléments (locaux, ouvertures, objets intérieurs).

1. Cliquer sur cette liste pour accéder à l'ensemble des locaux appartenant au projet en cours et sélectionner celui qui vous intéresse.
2. Cliquer sur ce bouton pour ajouter ou supprimer un local.
3. Cliquer sur ce bouton pour ajouter ou supprimer une nouvelle ouverture au local en cours d'étude.
4. Cliquer sur ce bouton pour ajouter ou supprimer un objet intérieur dans le local en cours d'étude.
5. Ce bouton permet d'ajouter des luminaires au local.
6. Cliquer sur ce bouton pour accéder à la page de Menu (cf. page 78).
7. Cliquer sur ce bouton pour évaluer le local en cours.

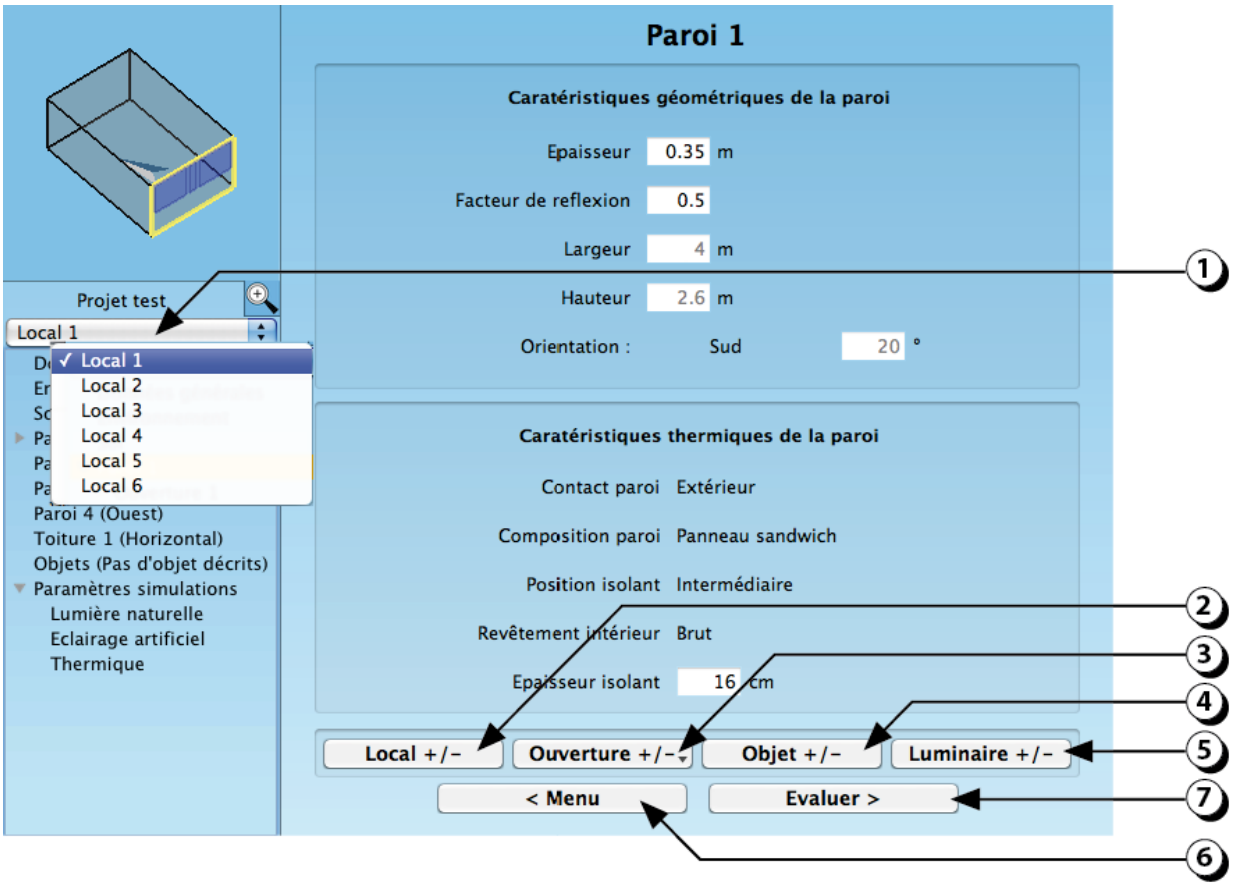


Figure 106 : Ecran récapitulatif.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Données générales

Cliquer sur le menu contextuel, vous permet d'afficher les différentes pages du récapitulatif

1. Cliquer ici pour afficher les données générales du projet.
2. Ces informations correspondent à celles rentrées au tout début du projet.
3. Vous pouvez changer les données climatiques en sélectionnant un autre pays ou une autre ville.
4. La liste des climats disponibles s'actualise automatiquement (pour ajouter des données climatiques, cf. procédure exposée en page 10).
5. Cliquer sur ce bouton pour changer l'affectation du local.

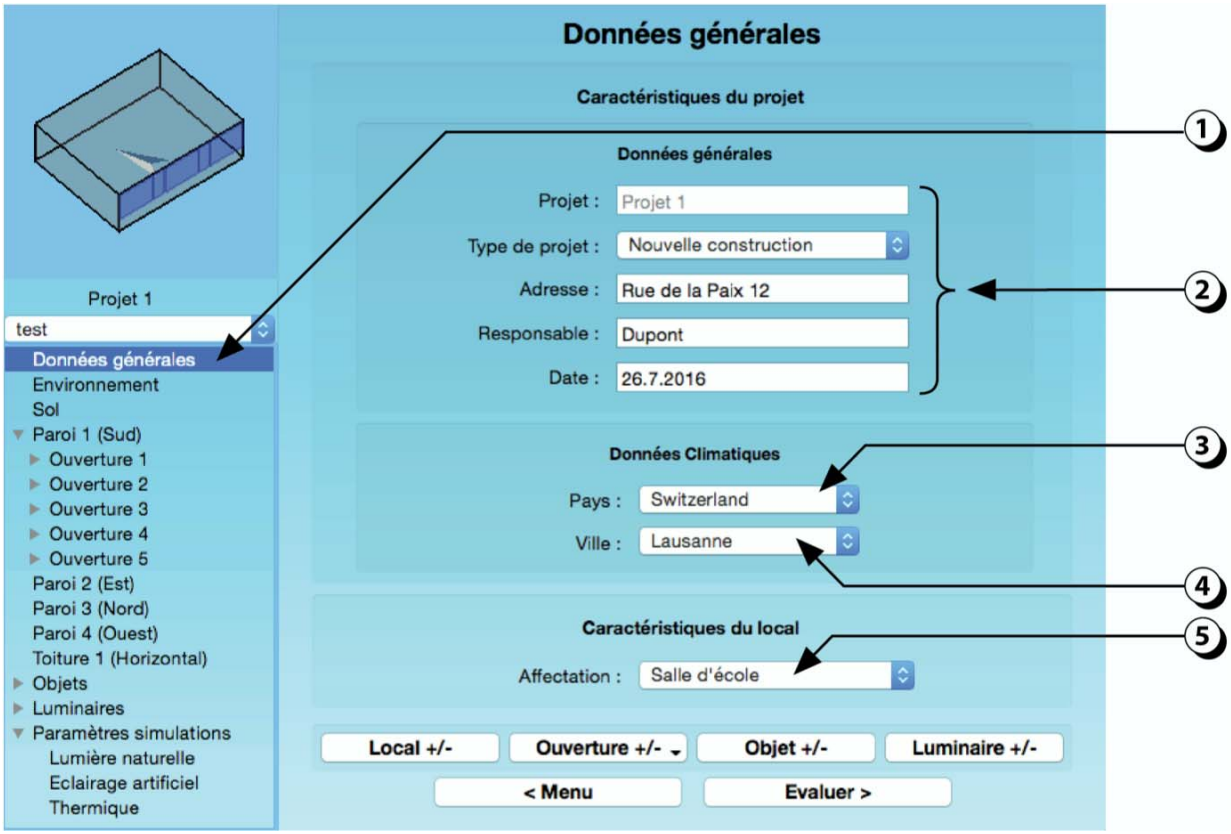


Figure 107 : Ecran récapitulatif des données générales du projet.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Environnement

1. Cliquer ici pour accéder aux paramètres de description de l'environnement (Ceci aura pour conséquence d'afficher l'écran décrit à la page 21).

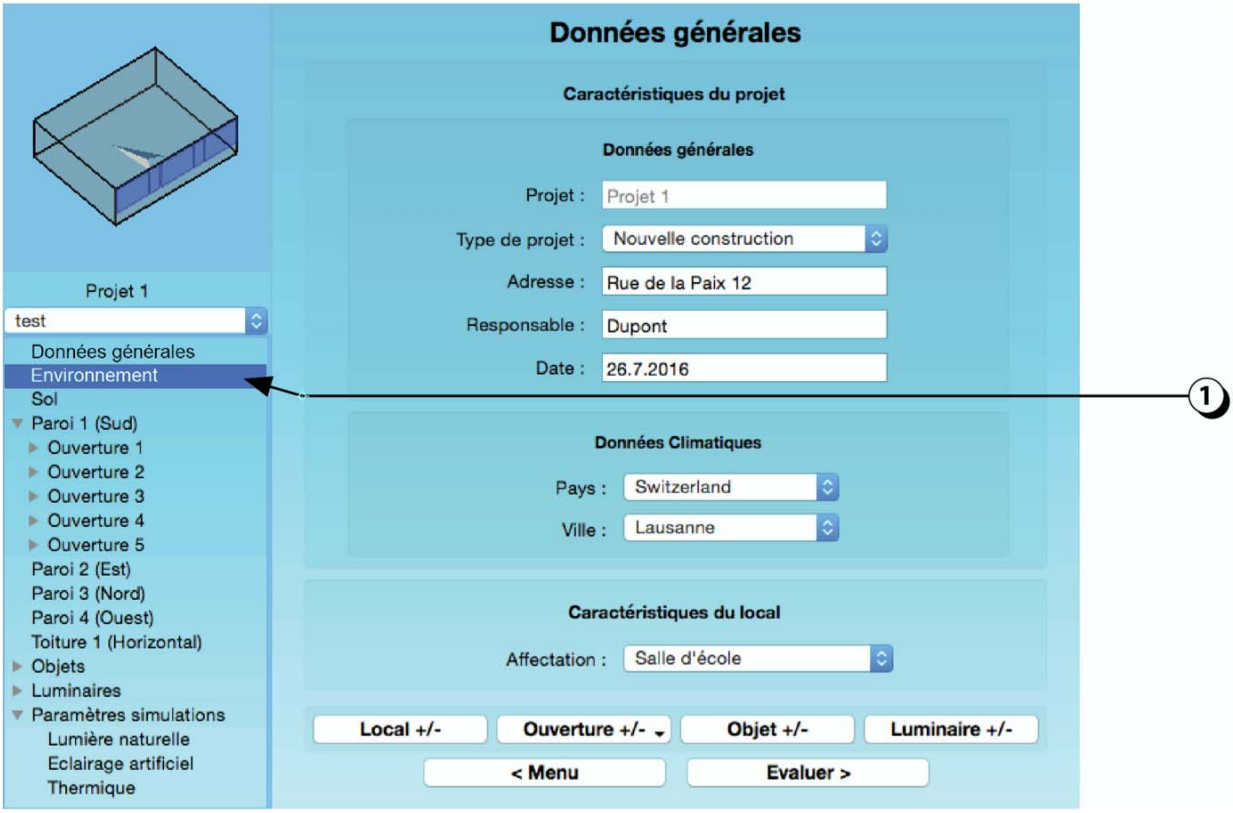


Figure 108 : Utiliser le Récapitulatif pour accéder aux paramètres de l'environnement.

Paramètres de description du Sol intérieur

1. Cliquer ici pour afficher les paramètres de description du sol de votre local (Le contour de cette surface s'affiche en jaune sur la vue 3D).

2. Certains paramètres peuvent être directement modifiés avec votre clavier dans les champs correspondants.

3. Lorsque vous placez la souris sur un « mots-titre », sa couleur devient jaune. Il suffit alors de cliquer pour accéder à l'écran de description du paramètre correspondant.

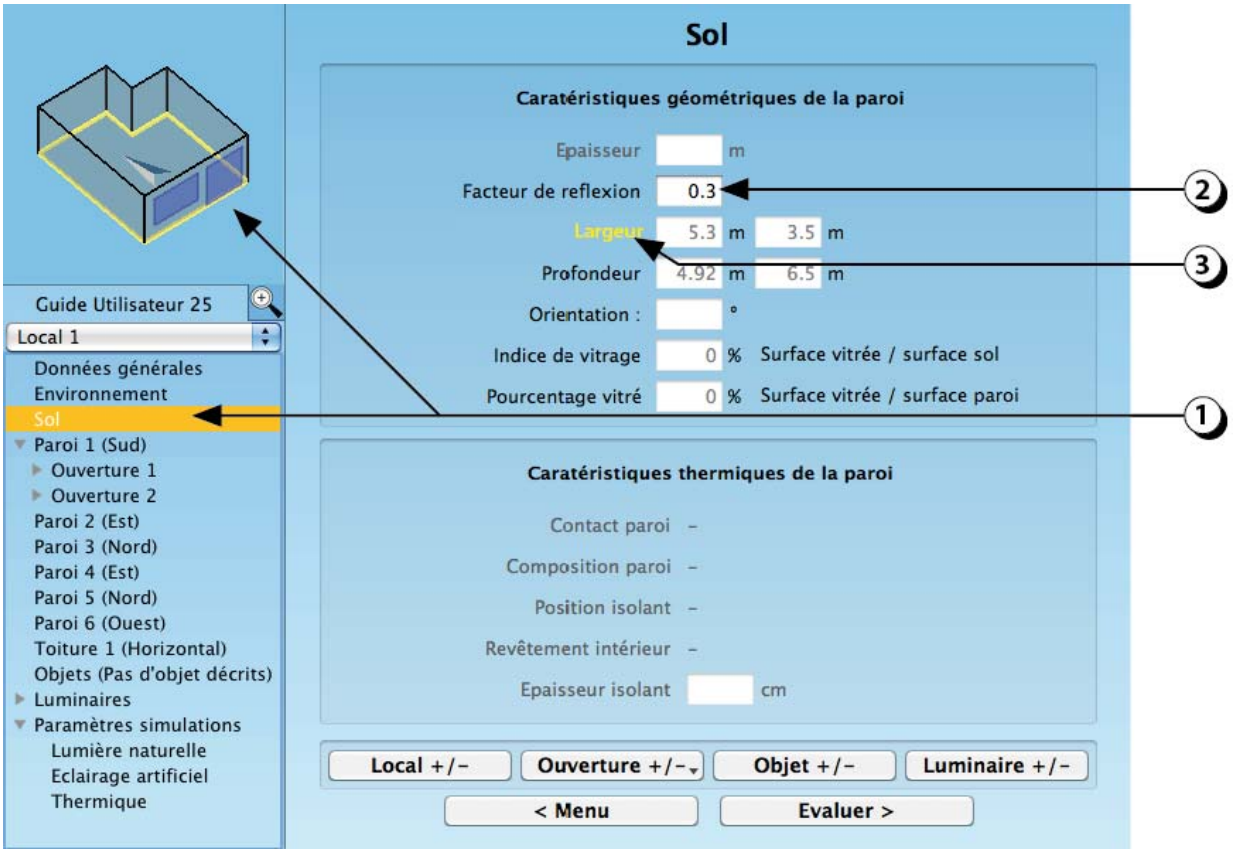


Figure 109 : Récapitulatif portant sur la description du sol intérieur du local étudié.

Paramètres de description des Parois intérieures

1. Lorsque vous cliquez sur l'une des parois du local, la liste des ouvertures contenues dans cette paroi s'affiche au dessous de la paroi en question.
   (Le contour de la paroi s'affiche en jaune dans la vue 3D).

2. Certains paramètres peuvent être directement modifiés avec votre clavier dans les champs correspondants.

3. Lorsque vous placez la souris sur un « mot-titre », sa couleur devient jaune.
   Il suffit alors de cliquer pour accéder à l'écran de description du paramètre correspondant.

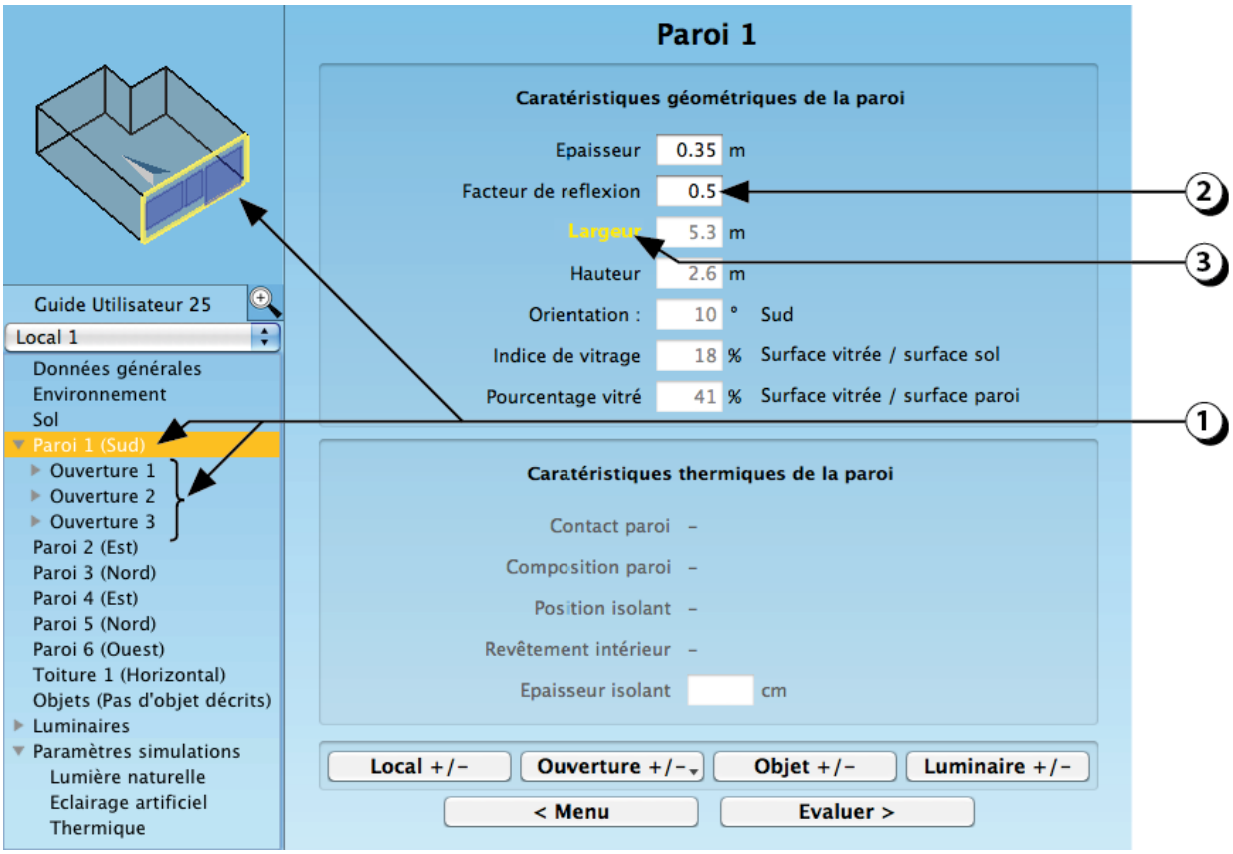


Figure 110 : Récapitulatif portant sur la description d'une des parois intérieures du local étudié.

Paramètres de description des Ouvertures

1. Lorsque vous sélectionnez l'une des ouvertures, son contour s'affiche en orange dans la vue 3D.
2. Certains paramètres peuvent être directement modifiés avec votre clavier dans les champs correspondants.
3. Lorsque vous placez la souris sur un « mot-titre », sa couleur devient jaune. Il suffit alors de cliquer pour accéder à l'écran de description du paramètre correspondant.
4. Pour ajouter ou supprimer une ouverture, cliquer sur ce bouton.

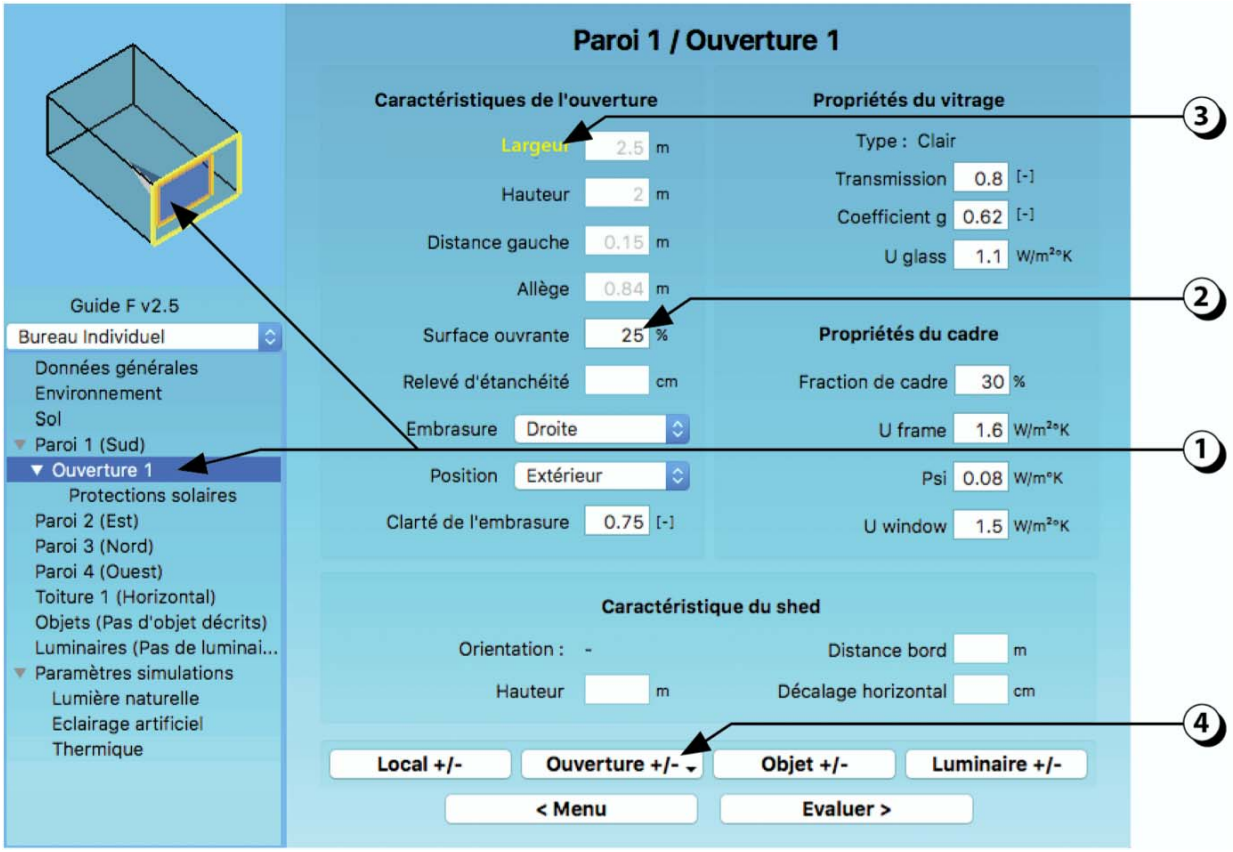


Figure 111 : Ecran récapitulatif des paramètres concernant les ouvertures.

Protections solaires

1. Une fois que vous avez sélectionné l'ouverture qui vous intéresse (ici « l'Ouverture 1 » de la « Paroi 1 », cliquez sur « Protection solaire ».
2. Cette série de champs concerne les protections mobiles (stores, volets, etc).
3. Cette série de champs concerne les systèmes de lames fixes (verticales ou horizontales).
4. Cette série de champs concerne les éléments en débord (avant-toit, balcon, éléments verticaux situés sur le pourtour des ouvertures.
5. En cliquant sur les « mots-titres », il est possible d'accéder à la page correspondante à la description du paramètre en question (ici les caractéristiques de l'avant-toit supérieur).
   Il est possible de modifier directement certains des paramètres à l'aide du clavier.

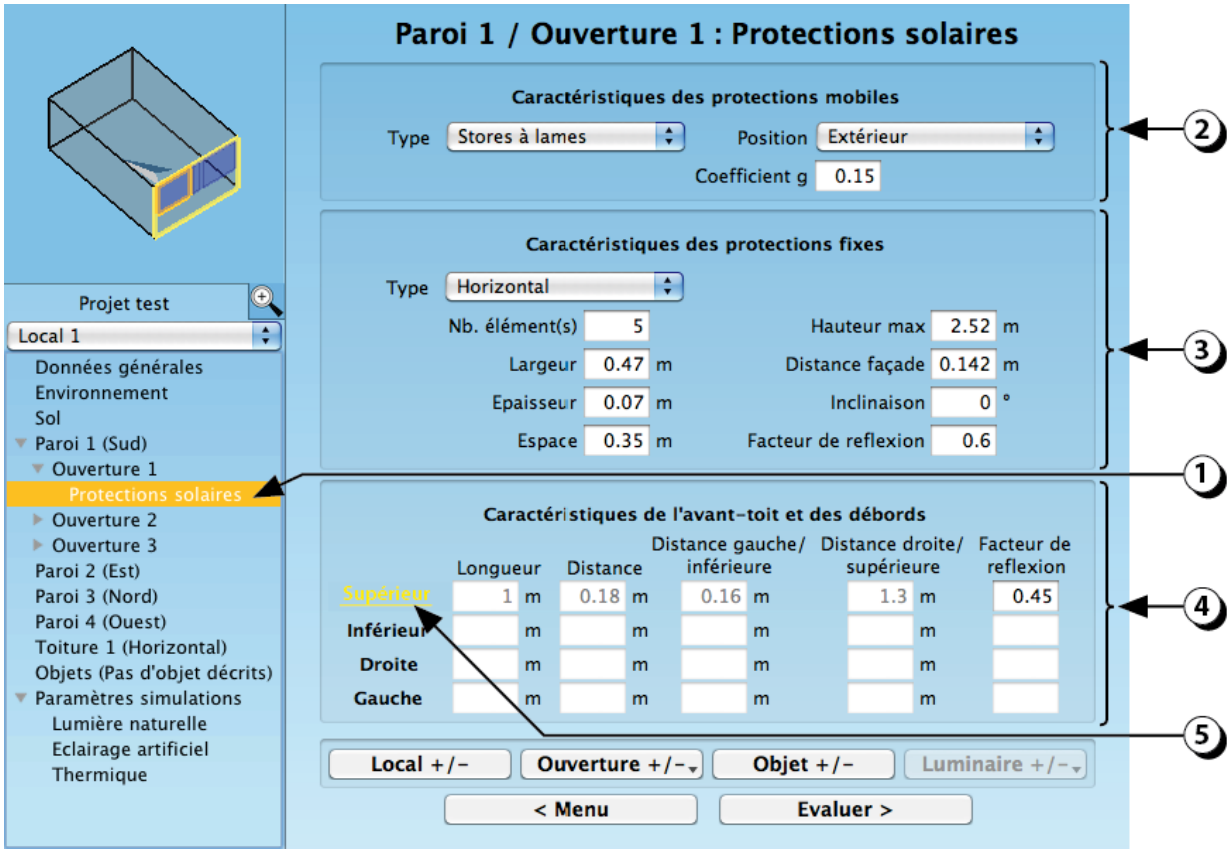


Figure 112 : Ecran récapitulatif des paramètres concernant les protections solaires.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Objets intérieurs

1. Cliquer pour ouvrir la liste des objets déjà décrits.
2. Sélectionnez l'objet dont vous voulez afficher les propriétés (son contour s'affiche en jaune dans la vue 3D).
3. En cliquant sur les « mots-titres », il est possible d'accéder à la page correspondante à la description du paramètre en question (ici la distance entre la paroi gauche et l'objet sélectionné).
4. Il est possible de modifier directement certains des paramètres à l'aide du clavier.
5. Pour ajouter ou supprimer un objet, cliquer sur ce bouton.

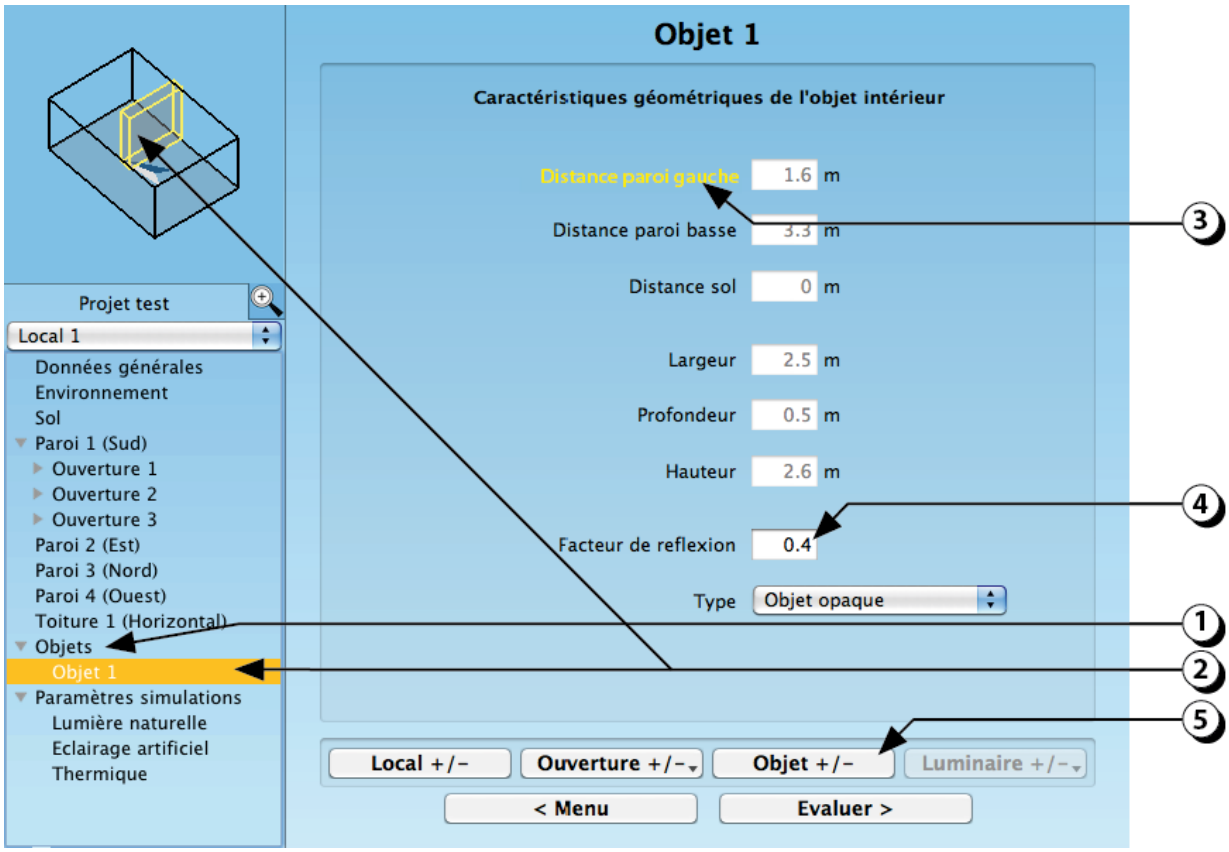


Figure 113 : Ecran récapitulatif des paramètres concernant les objets intérieurs.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Luminaires

1. Cliquer pour ouvrir la liste des luminaires déjà décrits.
2. Sélectionnez le luminaire dont vous voulez afficher les propriétés.
3. En cliquant sur les « mots-titres », il est possible d'accéder à la page correspondante à la description du paramètre en question (ici la puissance du luminaire sélectionné).
4. Il est possible de modifier directement certains des paramètres à l'aide du clavier.
5. Pour ajouter ou supprimer un luminaire, cliquer sur ce bouton.

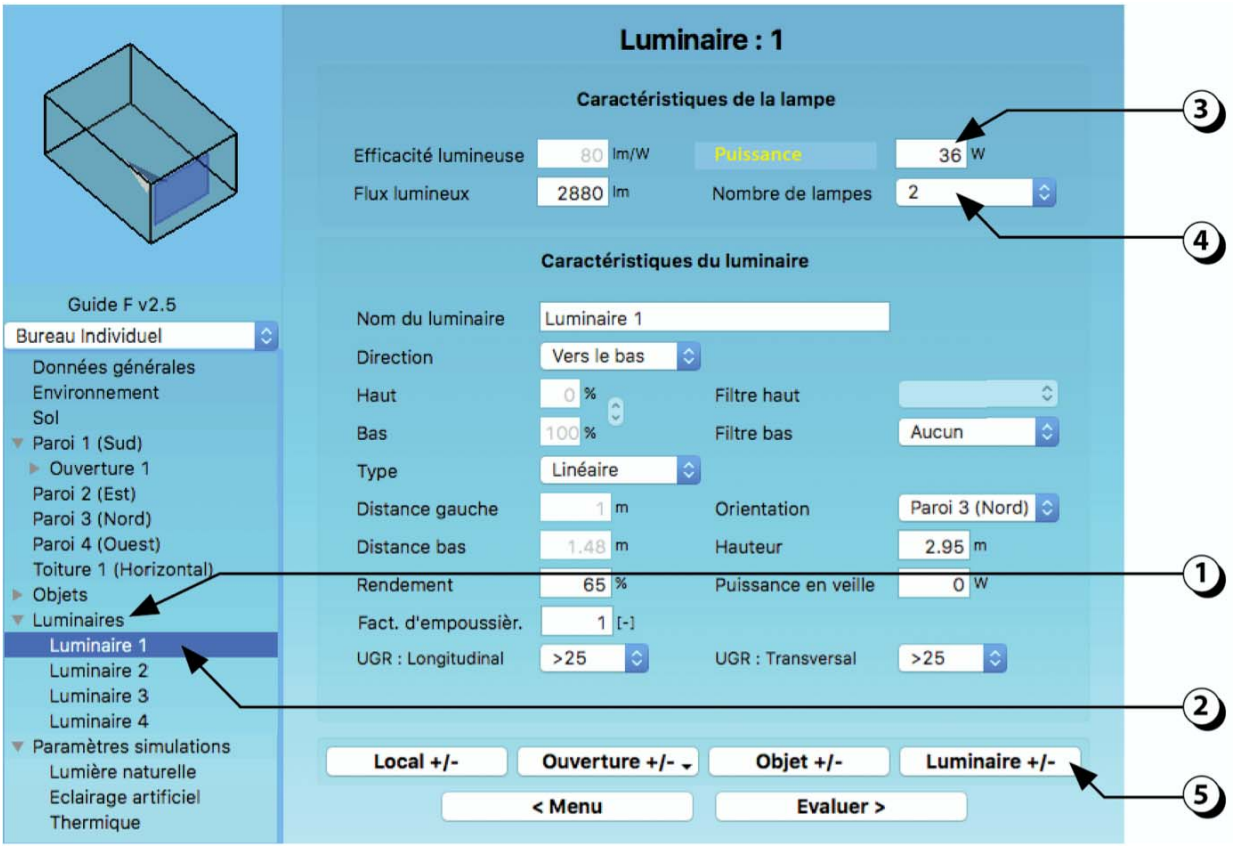


Figure 114 : Ecran récapitulatif des paramètres concernant les objets intérieurs.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Paramètres de simulation : Lumière naturelle

1. Cliquez ici pour faire apparaître la liste des paramètres de simulation.
2. Sélectionnez le thème dont vous voulez faire apparaître les paramètres (ici la lumière naturelle).
3. Vous pouvez modifier le plan sur lequel le calcul d'éclairage va être réalisé.
4. En cliquant sur les « mots-titres », il est possible d'accéder à la page correspondante à la description du paramètre en question (ici la hauteur du plan de travail).
5. Il est possible de modifier directement certains des paramètres à l'aide du clavier.
6. Si la thématique sélectionnée (ici la lumière naturelle) n'a pas été décrite, cliquer sur le bouton « Menu» pour accéder à l'écran qui vous permettra compléter la description (cf. page 78).

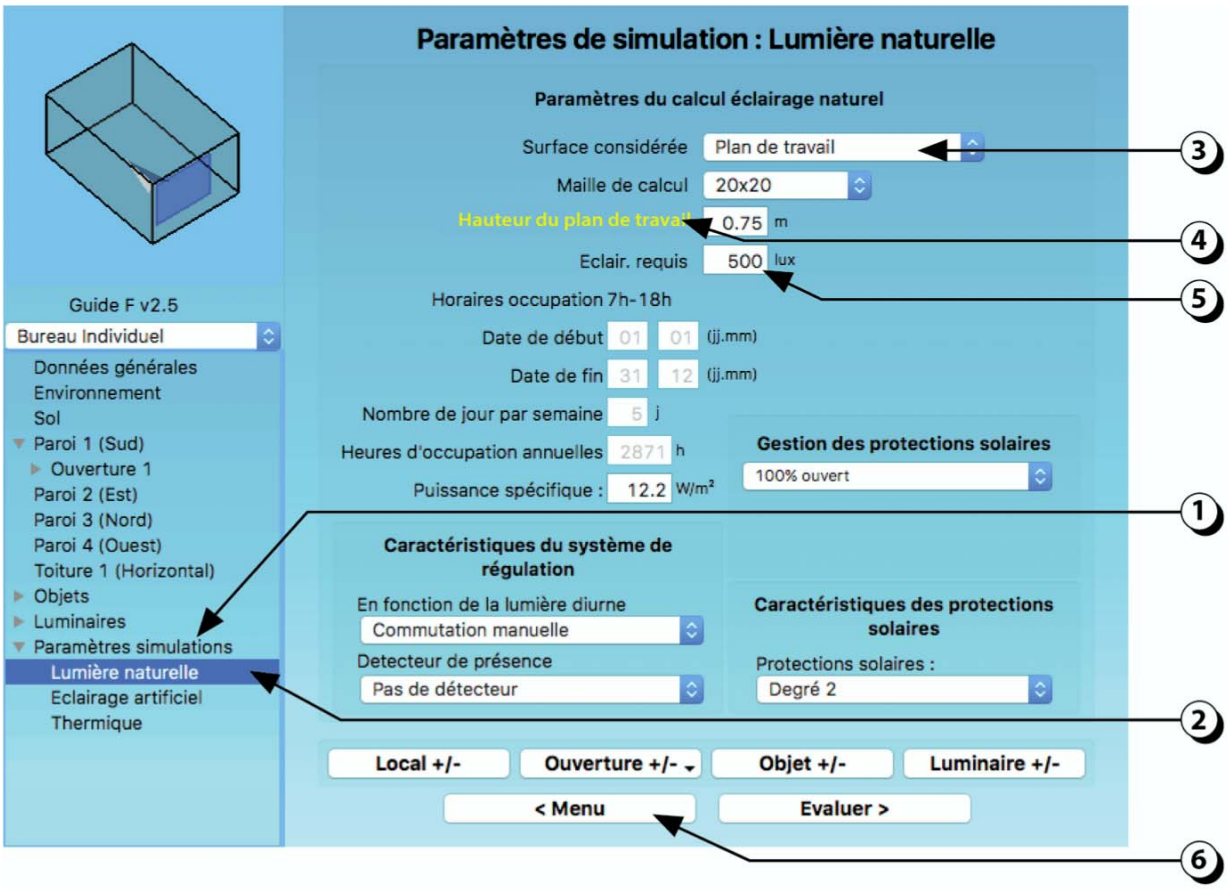


Figure 115 : Ecran récapitulatif des paramètres de simulation de l'éclairage naturel.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Paramètres de simulation : Eclairage artificiel

1. Cliquez ici pour faire apparaître la liste des paramètres de simulation.
2. Sélectionnez le thème dont vous voulez faire apparaître les paramètres (ici l'éclairage artificiel).
3. Les conditions d'utilisation sont liées aux paramètres d'affectation et reprennent par défaut les valeurs de la SIA 380/4 (Norme Suisse).
4. La puissance installée correspond à la somme totale des puissances des luminaires que vous avez décrits dans le local.
5. La puissance spécifique correspond à la puissance totale installée rapportée à la surface du local.
6. Si la thématique sélectionnée (ici l'éclairage artificiel) n'a pas été décrite, cliquer sur le bouton « Menu» pour accéder à l'écran qui vous permettra compléter la description (cf. page 78).

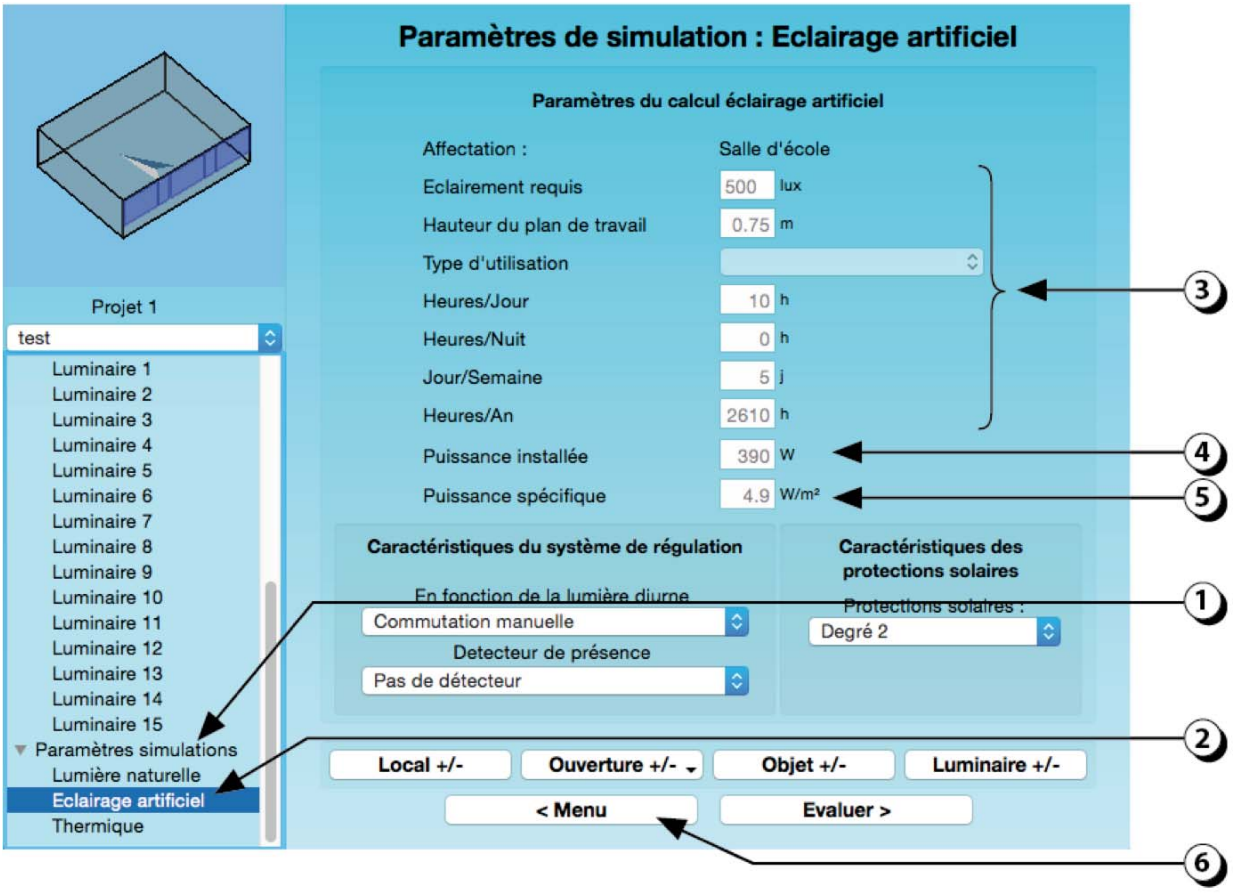


Figure 116 : Ecran récapitulatif des paramètres de simulation de l'éclairage naturel.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Paramètres de simulation : Thermique

1. Cliquez ici pour faire apparaître la liste des paramètres de simulation.
2. Sélectionnez le thème dont vous voulez faire apparaître les paramètres (ici la thermique).
3. Vous pouvez modifier les sélections effectuées lors de la description initiale.
4. Si la thématique sélectionnée (ici la thermique) n'a pas été décrite, cliquer sur le bouton « Menu» pour accéder à l'écran qui vous permettra compléter la description (cf. page 78).

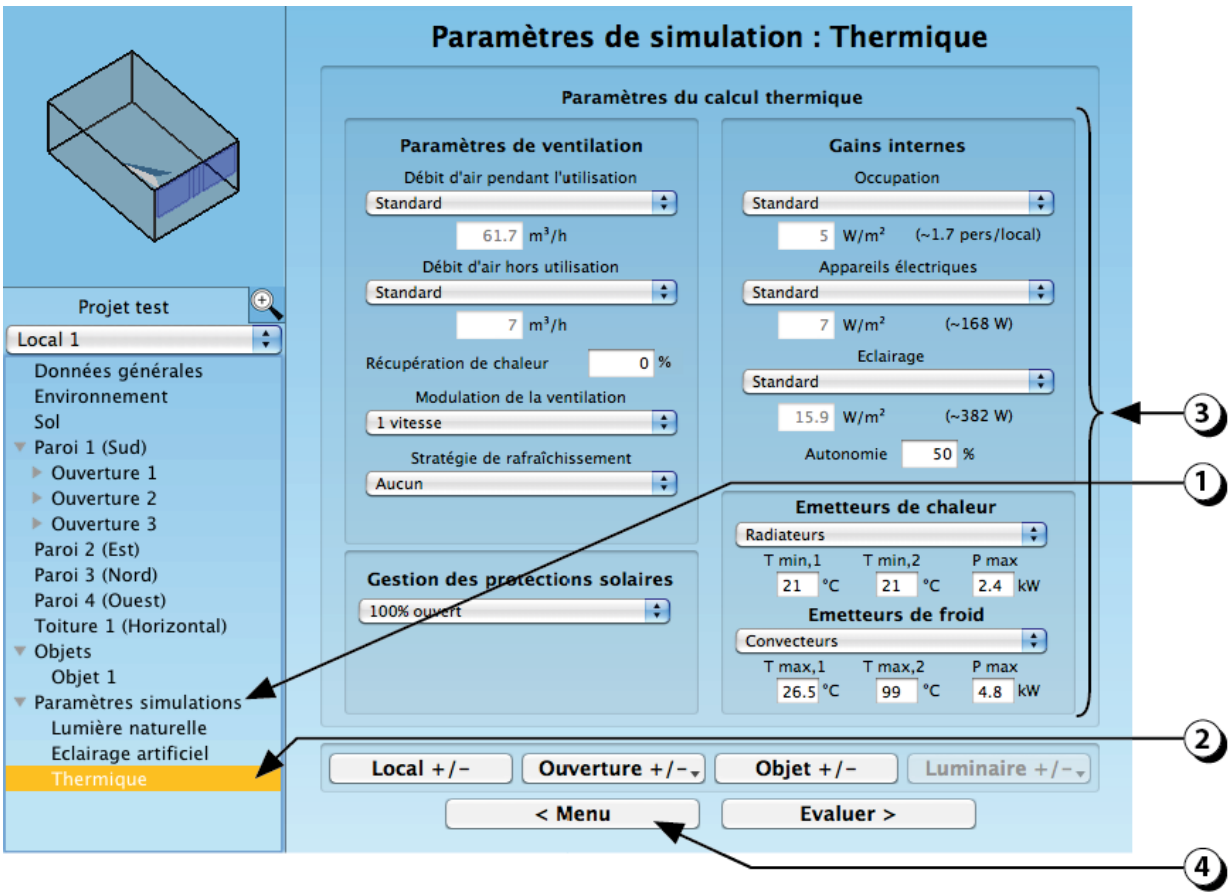


Figure 117 : Ecran récapitulatif des paramètres de simulation de la thermique.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Préférences pour la thermique

1. Les conditions de simulation dépendent d'une suite de préférences que vous pouvez éditer en cliquant sur « Projet / Préférences pour la thermique » dans la barre de menu de DIAL+ (en haut de votre écran).
2. Dates de début et de fin de la simulation.
3. **T_{start} :** Température du local et des murs au début de la simulation.

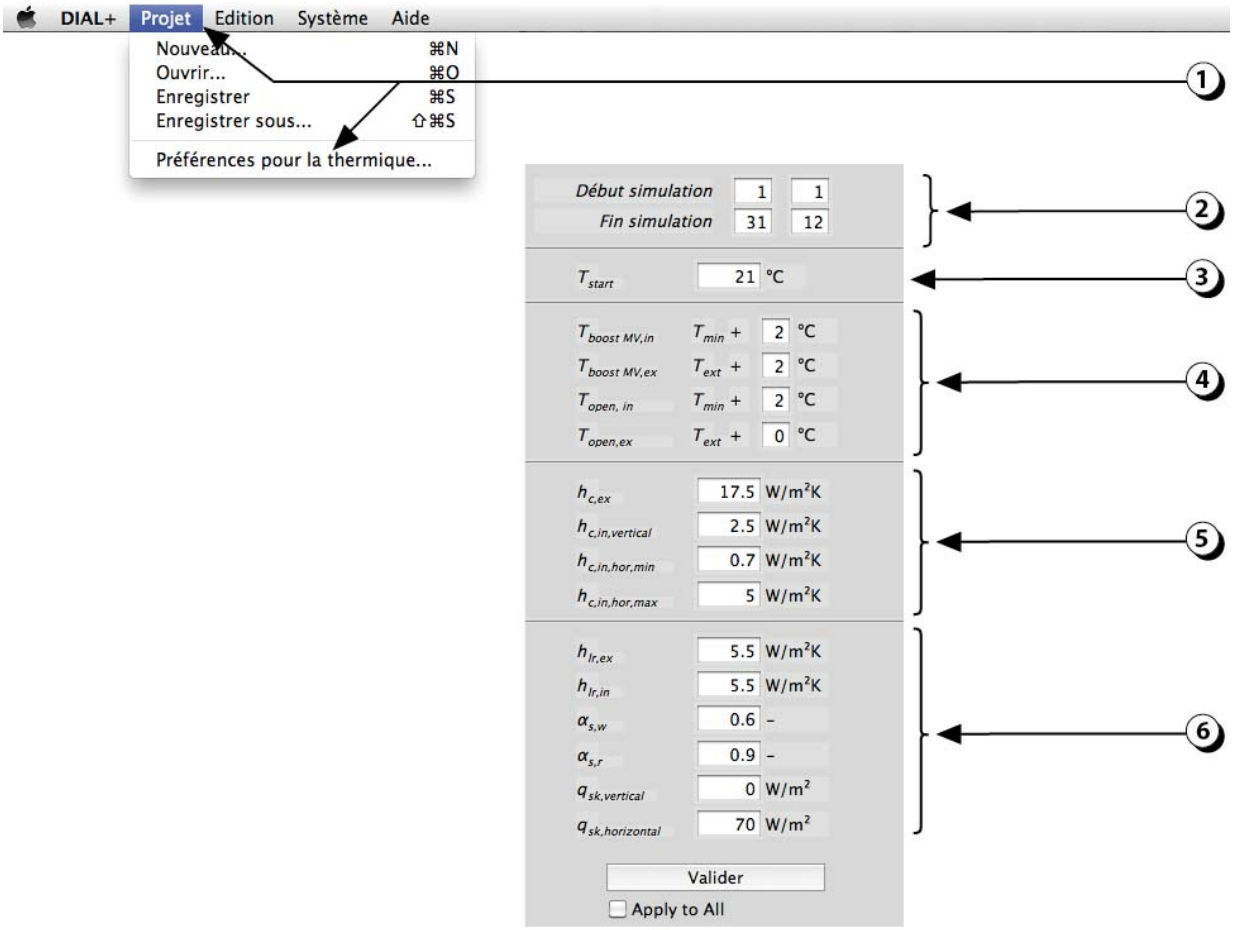


Figure 118 : Liste des préférences pour la thermique.

4. **$T_{boost,MV,in}$** : Sert à définir la température intérieure en dessous de laquelle la surventilation mécanique s'éteindra.
   Par exemple, la valeur 2° indiquera que la surventilation ne sera pas possible lorsque la température intérieure est inférieure à T_{min} + 2° (donc 23° dans l'exemple).

   $T_{boost,MV,in}$: Sert à définir la différence de température en l'intérieur et l'extérieur en dessous de laquelle la surventilation mécanique ne s'enclenchera pas.

   Par exemple, la valeur 2° indiquera que la surventilation ne sera pas enclenchée lorsque la température intérieure n'est pas plus de 2° supérieure à la température extérieure.

   $T_{open,in}$: Sert à définir la température intérieure en dessous de laquelle les fenêtres ne pourront pas être ouvertes.

   Par exemple, la valeur 2° indiquera que l'ouverture des fenêtres ne sera pas possible lorsque la température intérieure est inférieure à T_{min} + 2° (donc 23° dans l'exemple).

   $T_{open,ex}$: Sert à définir la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur en dessous de laquelle les fenêtres ne pourront pas être ouvertes.

   Par exemple, la valeur 0° indiquera que l'ouverture des fenêtres ne sera pas possible lorsque la température intérieure est inférieure à la température extérieure (utilisation optimale de l'ouverture).

   La valeur 2° indiquera que l'ouverture des fenêtres ne sera pas possible lorsque la température intérieure n'est pas plus de 2° supérieure à la température extérieure.

   La valeur -5° indiquera que l'ouverture des fenêtres ne sera possible que lorsque la température intérieure est inférieure de plus de 5° à la température extérieure (l'ouverture peut contribuer à surchauffer le local dans cette situation).
5. Ces valeurs correspondent aux coefficients de convection sur les surfaces extérieures et intérieures des parois. Pour plus de précisions, se référer aux Normes EN-15265 et EN 15255 (les valeurs par défaut sont celles recommandées par ces normes).
6. Ces valeurs correspondent respectivement aux :
   - coefficients d'échanges radiatifs ($h_{lr,ex}$ et $h_{lr,in}$),
   - coefficients d'absorption extérieurs des murs et du toit ($\alpha_{s,w}$ et $\alpha_{s,r}$),
   - coefficients de correction du flux de densité de chaleur des surfaces extérieures vers le ciel ($q_{sk,vertical}$ et $q_{sk,horizontal}$).

Pour plus de précisions, se référer aux Normes EN-15265 et EN 15255 (les valeurs par défaut sont celles recommandées par ces normes).

EVALUATION

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Lancement des évaluations

1. Après avoir décrit complètement le local, cliquez sur le bouton « Evaluer » situé en bas et à droite de la page récapitulative.

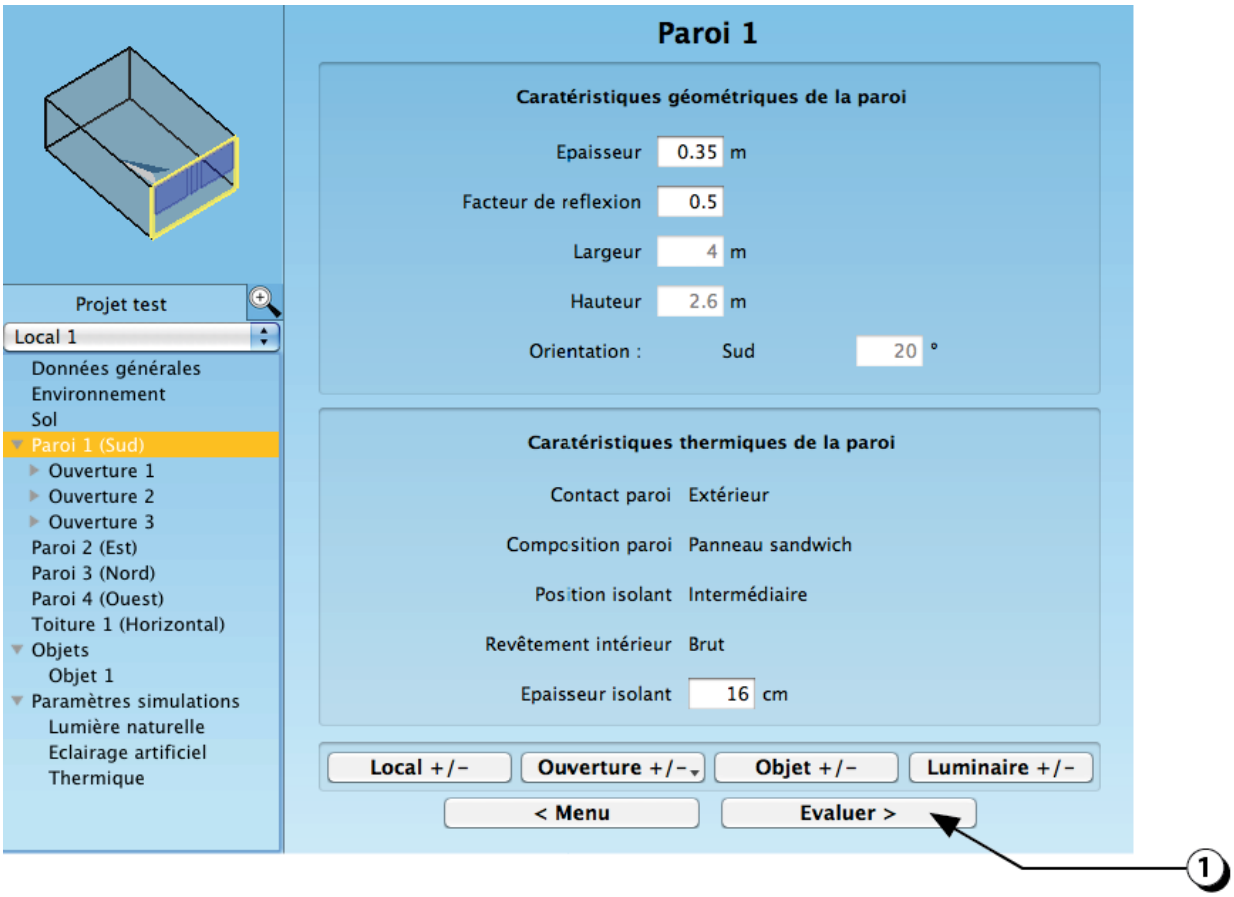


Figure 119 : Page récapitulative : Lancement des évaluations.

Choix de l'évaluation

DIAL+ est une suite complète de modules de calculs. En fonction de la licence que vous avez acquise, vous pouvez accéder aux modules suivants:

DIAL+*Lighting*

1. Générateur de masques d'horizon : superposition des trajectoires solaires et des masques liés à l'horizon proche et lointain (cf. p. 136).
2. Etude d'ombrage : facteur d'ensoleillement de chaque ouverture en fonction des protections solaires fixes (cf. p. 142).
3. Facteur de lumière du jour et autonomie (temps pendant lequel la valeur de l'éclairement intérieur requis sera atteinte sans avoir recours à l'éclairage artificiel) (cf. p. 142 à 166).
4. Consommation d'éclairage artificiel selon la norme suisse 380/4 (cf. page 170). Simulations Radiance (niveaux d'éclairement liés à d'éclairage artificiel).

DIAL+*Cooling*

5. Confort thermique : simulation dynamique de l'évolution horaire de la température intérieure du local en fonction du type de chauffage, de la stratégie de ventilation et de la gestion des protections solaires (besoins de chaleur, besoins de climatisation, nombre annuel d'heure de surchauffe, etc., cf. pages 144 à 190).
6. Calcul du potentiel de ventilation naturelle par les ouvertures (débits, renouvellement d'air et charge calorifique extraite, cf. page 192).

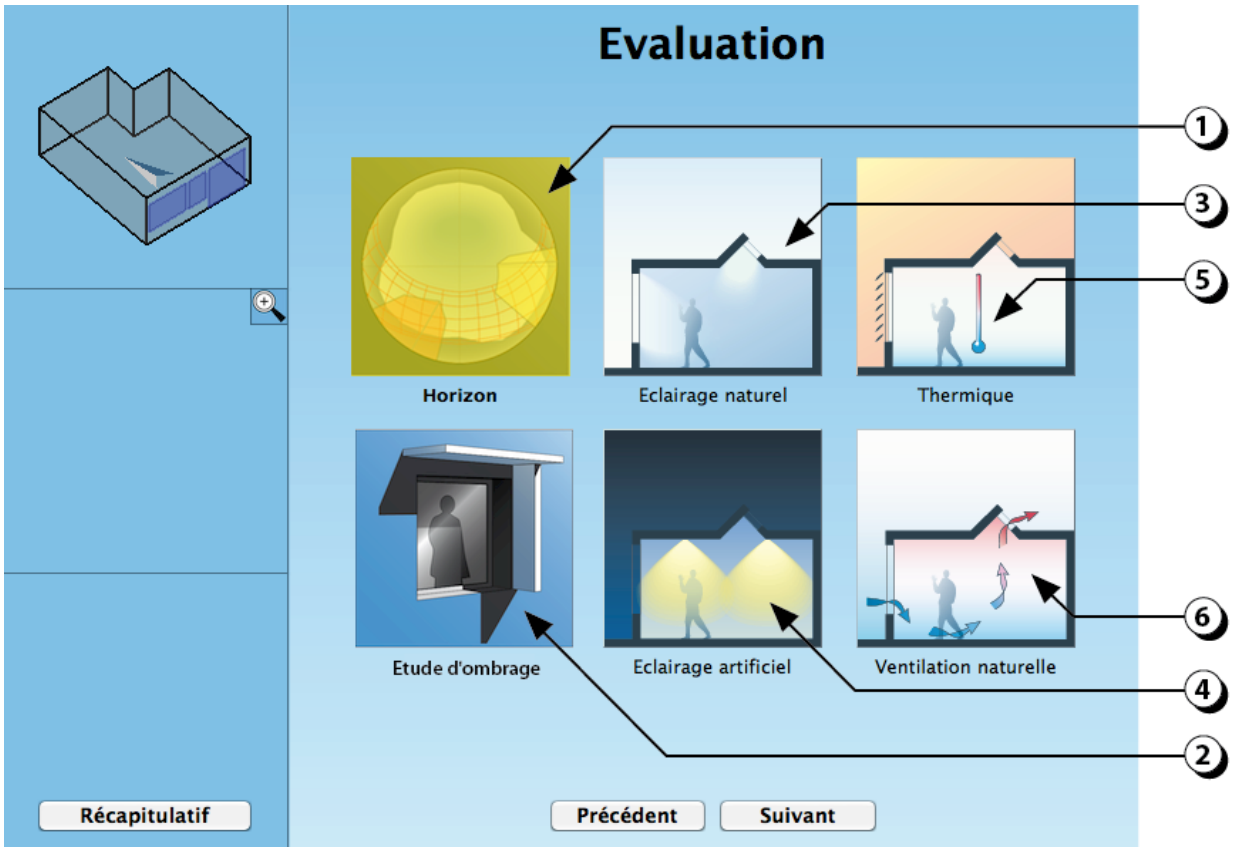
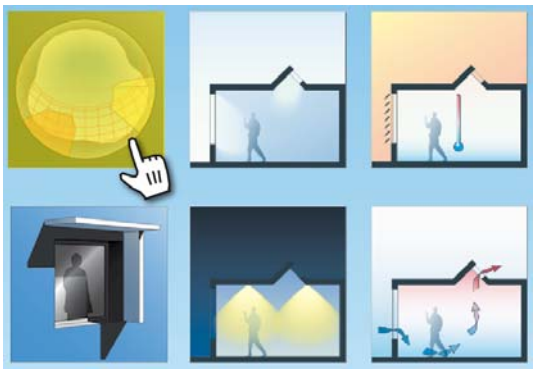


Figure 120 : Ecran de lancement des différents modules d'évaluation.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

EVALUATION : MASQUES D'HORIZON



Ce module d'évaluation sert à afficher sur un seul graphique, les trajectoires solaires annuelles ainsi que les masques que constituent l'environnement lointain et les bâtiments proches.

Il permet de connaître quelles sont les périodes de l'année pendant lesquelles l'ouverture aura accès au soleil.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Masques d'horizon

Le générateur de masques d'horizon permet de visionner sur un seul graphique :

1. Les trajectoires solaires qui sont dessinées pour le 21 de chaque mois. Les heures représentées sont des heures solaires.
2. Les masques proches correspondant aux bâtiments (cf. pages 22 à 29).
3. Les masques lointains (montagnes ou reliefs, cf. pages 33 et 34).
4. Vous pouvez changer le mode de représentation à l'aide de ces deux boutons.
5. Ce bouton permet de copiez le graphique dans la mémoire tampon de l'ordinateur (pour coller l'image dans un document (.doc, .ppt ou autre), taper ctrl+v (ou cmd+v pour les utilisateurs Apple).

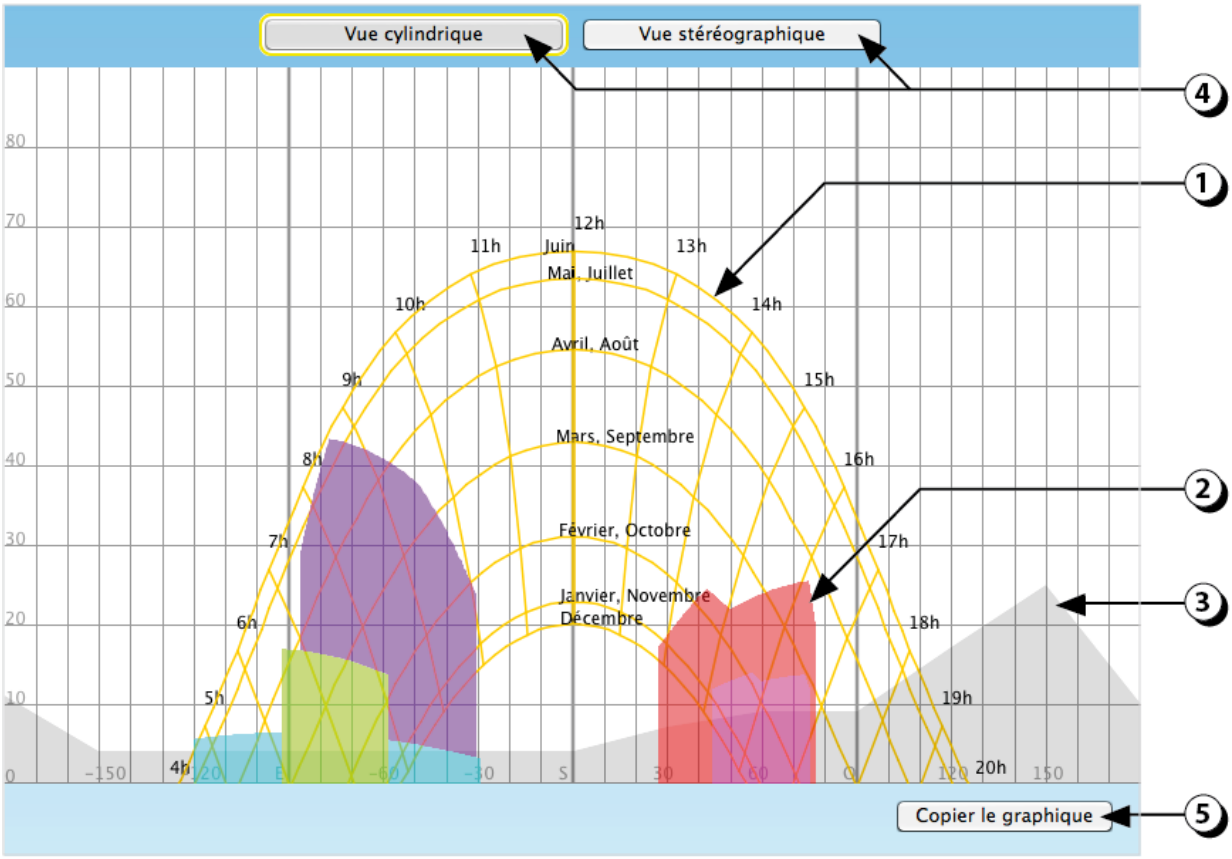


Figure 121 : Représentation des trajectoires solaires avec les masques d'horizon proches et lointains.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

EVALUATION ETUDE D'OMBRAGE

Ce module d'évaluation permet de calculer le facteur d'ensoleillement d'une ouverture en fonction des caractéristiques de ses protections et débord fixes.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Facteur d'ensoleillement / Année

1. Sélectionner la paroi et l'ouverture pour laquelle vous voulez afficher les facteurs d'ensoleillement.
2. Les valeurs affichées sur le graphique correspondent au facteur d'ensoleillement pour le 15 de chaque mois. Cette valeur est calculée selon le référentiel PERENE[1].
   Un facteur d'ensoleillement de 0.84 signifie que, à la date considérée, seule 16% de la surface vitrée est ombrée.
3. La valeur affichée dans ce champ correspond à la valeur moyenne annuelle du facteur d'ensoleillement pour le vitrage considéré.
4. La fraction de ciel vue est calculée à partir du centre du vitrage. Cette valeur ne dépend pas de la date.
5. Pour visualiser le détail d'une journée (le 15 de chaque mois), cliquer sur les boutons «<<» ou «>>» ou bien encore sur les barres mensuelles du graphique.

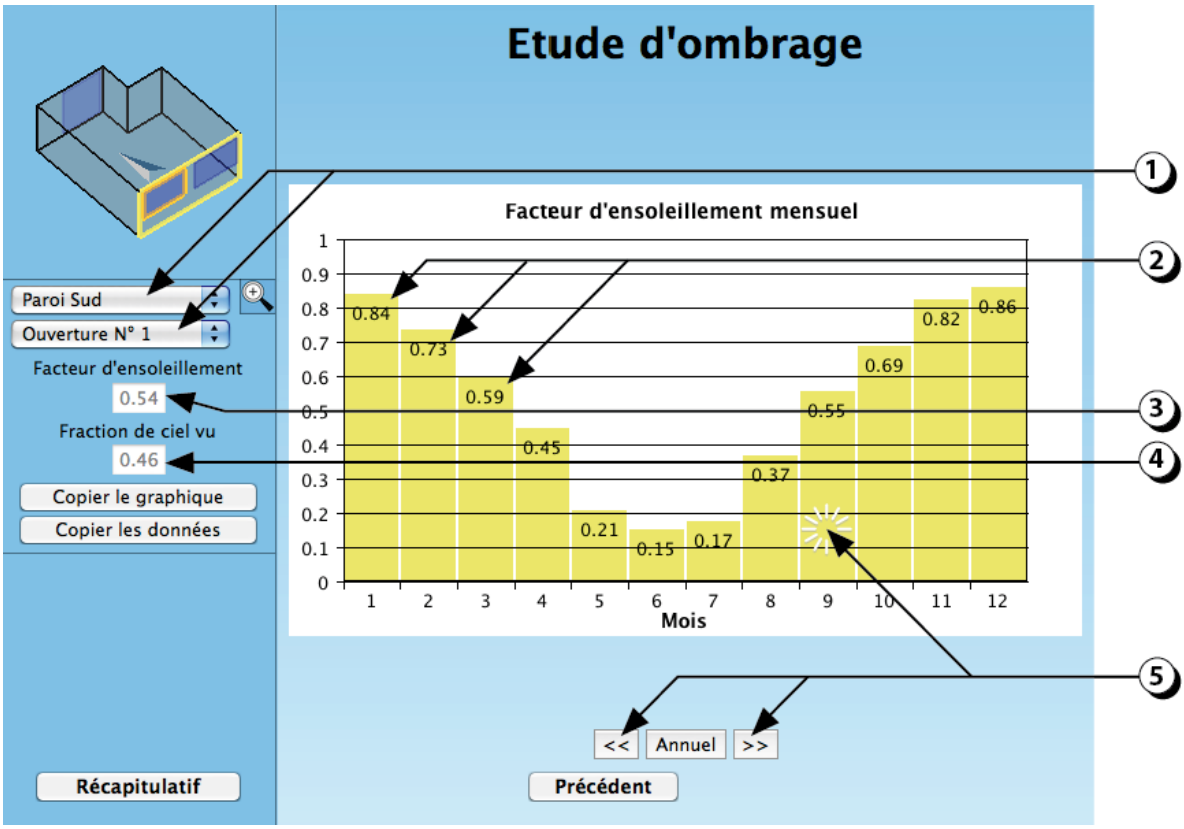


Figure 122 : Facteurs d'ensoleillement à l'échelle annuelle.

[1] PERENE Réunion : « PERformances ENErgétiques des bâtiments à La Réunion », Mise à jour 2009. LBPS Imageen.

Facteurs d'ensoleillement / Mois

1. Le facteur d'ensoleillement correspondant au mois que vous avez sélectionné s'affiche dans ce champ (valeur pour le 15 du mois; ici le 15 mars).
2. Sur ce graphique sont représentées :
   - en bleu, les heures de nuit,
   - en blanc, les heures de jour pendant lesquelles le soleil ne peut pas atteindre la paroi considérée,
   - en gris, la portion ombrée du vitrage pour chaque heure,
   - en jaune, la portion ensoleillée du vitrage pendant chaque heure.
3. Ici, le vitrage considéré est muni d'un avant-toit et d'un élément vertical à l'Est, ce qui explique que le vitrage est partiellement ombré le matin.
4. Cliquer ici pour faire défiler les mois.
5. Cliquer ici pour revenir au graphique annuel (cf. page précédente).

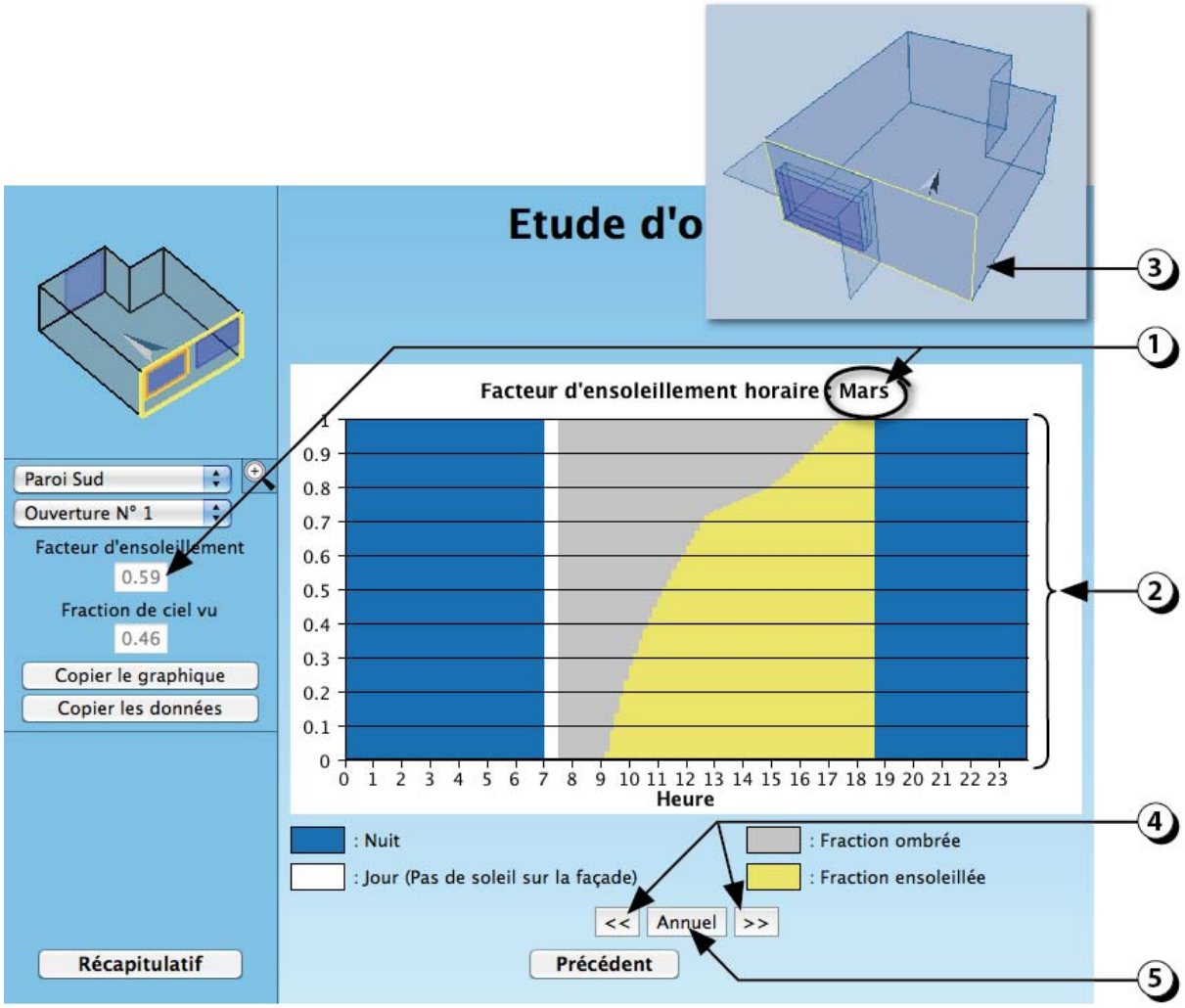
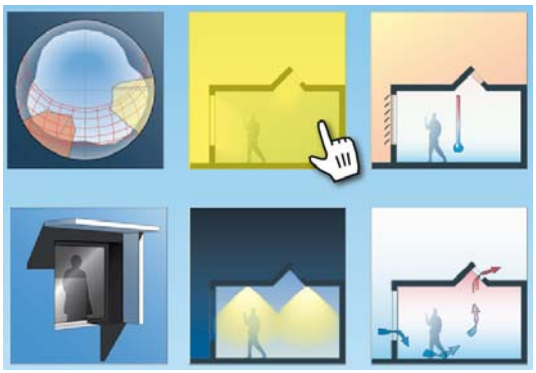


Figure 123 : Facteurs d'ensoleillement mensuel (ici, le 15 mars).

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

EVALUATION ECLAIRAGE NATUREL



Ce module d'évaluation sert à calculer le potentiel d'éclairage par la lumière du jour pour un local donné.

Le logiciel permet de fournir plusieurs types de résultats :

Autonomie selon Minergie-ECO®
La valeur d'autonomie est approchée en appliquant le calcul simplifié décrit par le label Minergie®.

Facteurs de lumière du jour (FLJ)
Le logiciel lance une simulation Radiance avec un ciel couvert CIE.

Autonomie en lumière diffuse (DDA)
Les valeurs de FLJ sont croisées avec les données climatiques (éclairement diffus horaire) pour estimer le temps pendant lequel la lumière diffuse en provenance du ciel (sans soleil) permettra d'atteindre les exigences du local.

Simulations dynamiques
Des simulations horaires sont réalisées avec Radiance (Three-phase Method) et permettent de connaître pour chaque heure la contribution de l'éclairage naturel dans le local. Ce processus permet notamment de calculer les valeurs de **sDA** (Spatial Daylight Autonomy) et de **UDI** (Useful Daylight Illuminance).

Une connexion avec le module d'éclairage artificiel existe et permet de vérifier (simulation Radiance) que les valeurs d'éclairement fournis par les luminaires sont conformes aux exigences liées à l'affectation. (cf. Figure 124)

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

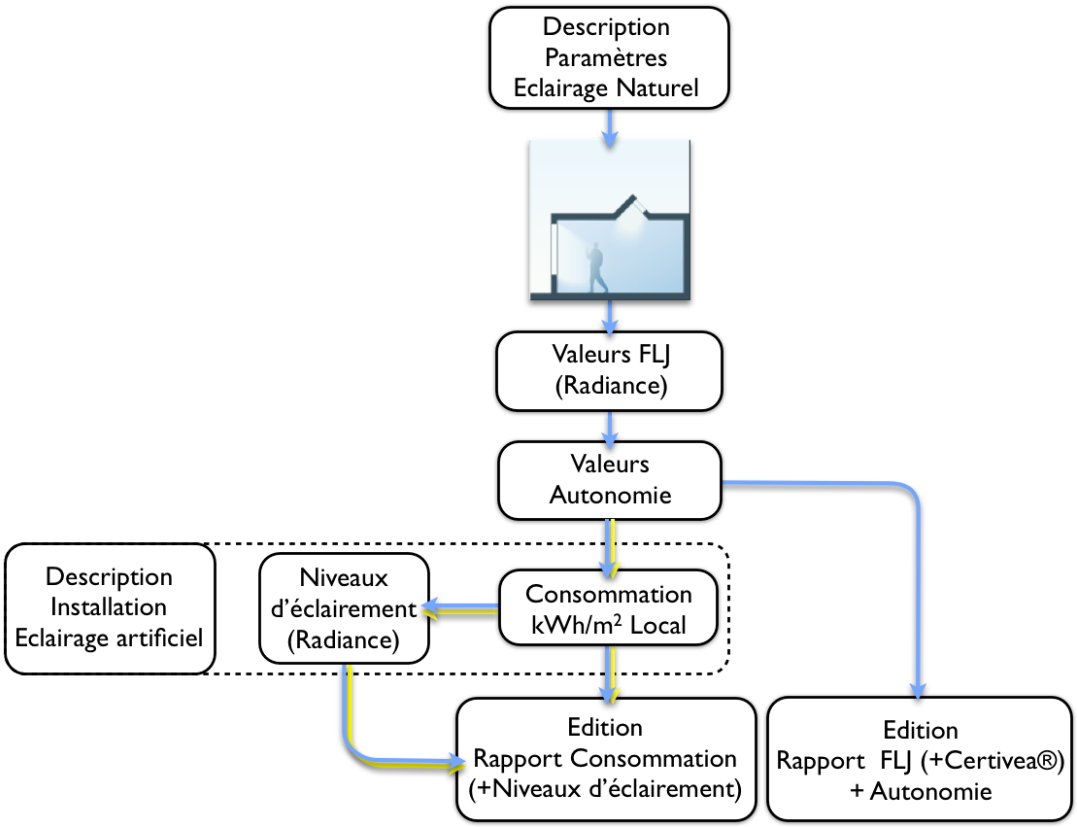


Figure 124: Schéma fonctionnel décrivant les possibilités d'évaluations du module d'éclairage naturel

Lumière naturelle : choix de la surface d'analyse

1. Sélectionner la surface pour laquelle vous voulez effectuer le calcul de lumière naturelle.
   Il est possible de calculer les niveaux de FLJ sur un plan horizontal virtuel (plan de travail) ou bien sur l'une des différentes parois verticales du local.

2. Si vous sélectionner « Plan de travail », le calcul s'effectuera sur un plan fictif dont vous devrez préciser la hauteur par rapport au sol à l'aide du curseur. Le plan est matérialisé par une surface jaune.

3. Vous pouvez aussi entrer la hauteur du plan de travail à l'aide de votre clavier.

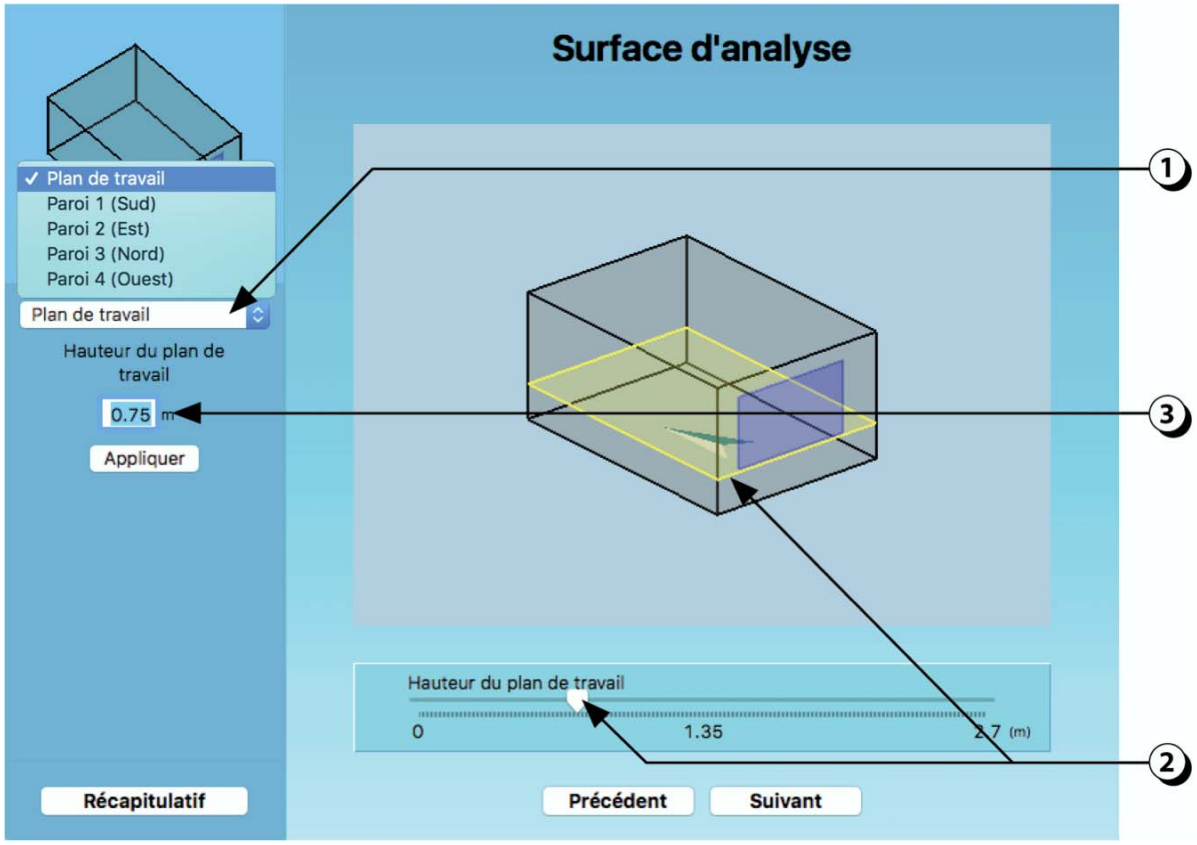


Figure 125 : Surface de simulation en éclairage naturel.

Lumière naturelle : choix de la simulation

1. Ajustez la maille de calcul en fonction de la précision du résultat désiré (maximum 100x100 ; le calcul s'effectue au centre de chaque maille). Le temps de calcul est fortement dépendant de la maille choisie.
2. Vous pouvez, à l'aide de votre souris, redéfinir la surface de calcul (rectangle jaune) pour cibler une portion spécifique du local.

   ATTENTION : Dans ce cas, le calcul de moyennes sur les zones de premier et second rang (référentiel Certivea) n'est pas valide !
3. Vous pouvez aussi entrer les coordonnées de l'aire de calcul à l'aide de votre clavier.
4. Sélectionnez le type de simulation que vous souhaitez réaliser.
   - Simulation ciel couvert CIE = Facteurs de lumière du jour (FLJ) & Autonomie en lumière diffuse (DDA).
   - Simulation dynamique = Spatial Daylight Autonomy (sDA) & Useful Daylight Illuminance (UDI).

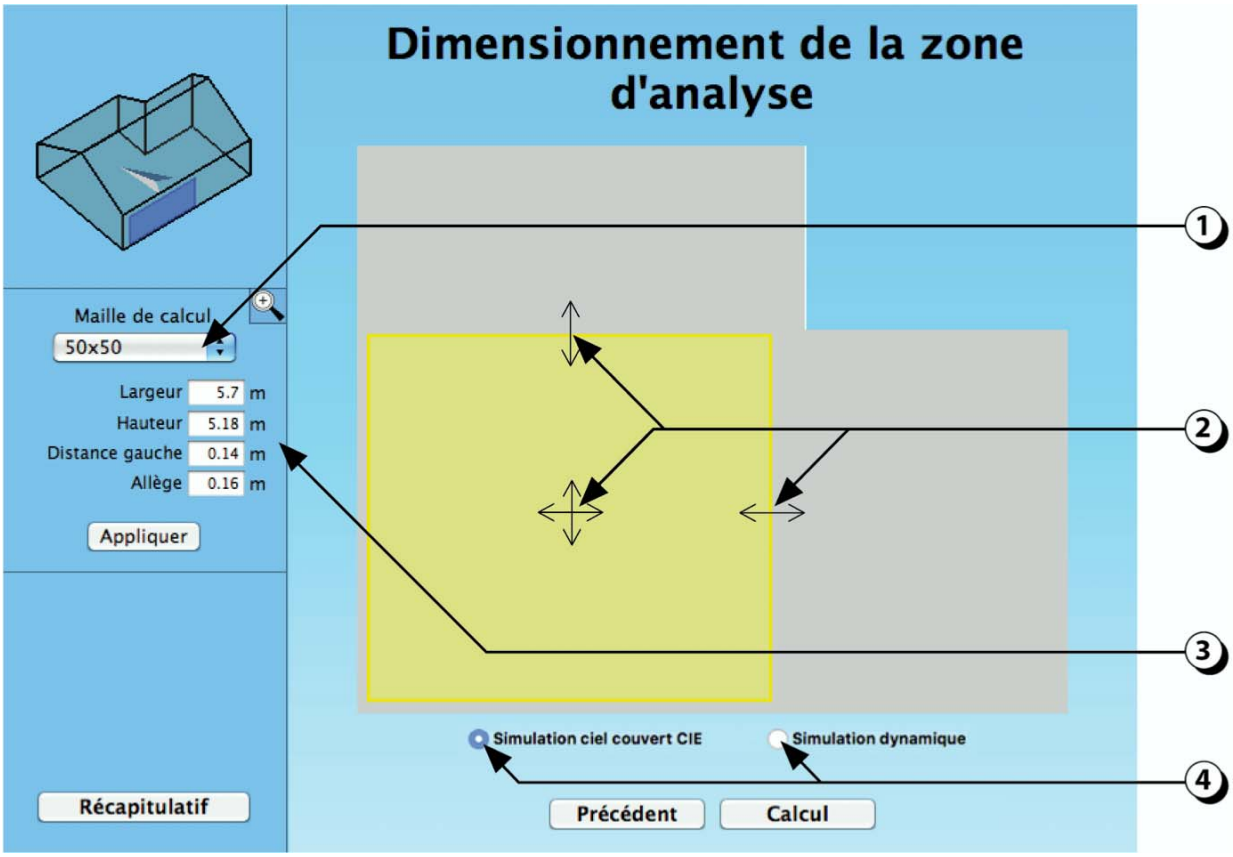


Figure 126 : Sélection de la maille, de la surface de calcul et du type de simulation.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ciel Couvert : Facteurs de lumière du jour

Le calcul des inter-réflexions lumineuses est réalisé avec Radiance[1].

Pour le facteur de lumière du jour, le modèle de ciel utilisé est le « ciel couvert CIE ».

La distribution des luminances de la voûte céleste est donc régie par l'équation suivante :

$$L(\theta) = Lz \cdot (1+ 2\cos\theta)/3$$

1. Les résultats sont affichés sous la forme de patches de couleur dont les correspondances sont données par l'échelle chromatique située sur la droite.
2. Ces champs permettent d'afficher les valeurs « Maximum », « Moyenne », « Médiane » et « Minimum » du facteur de lumière du jour. L'uniformité correspond au ratio valeur minimum / valeur moyenne.
3. Cliquer sur ce bouton pour générer une copie des résultats (patches de couleur). Vous pouvez alors avec la commande « **ctrl+v** » ou « **cmd+v**», coller l'image correspondante dans une application externe (Word, Powerpoint, Illustrator, etc).
4. Cliquer sur ce bouton pour générer un fichier de valeurs (format .csv) qui pourra être ouvert avec un tableur de type Excel.
5. Cliquer sur ce bouton pour afficher les valeurs d'autonomie.

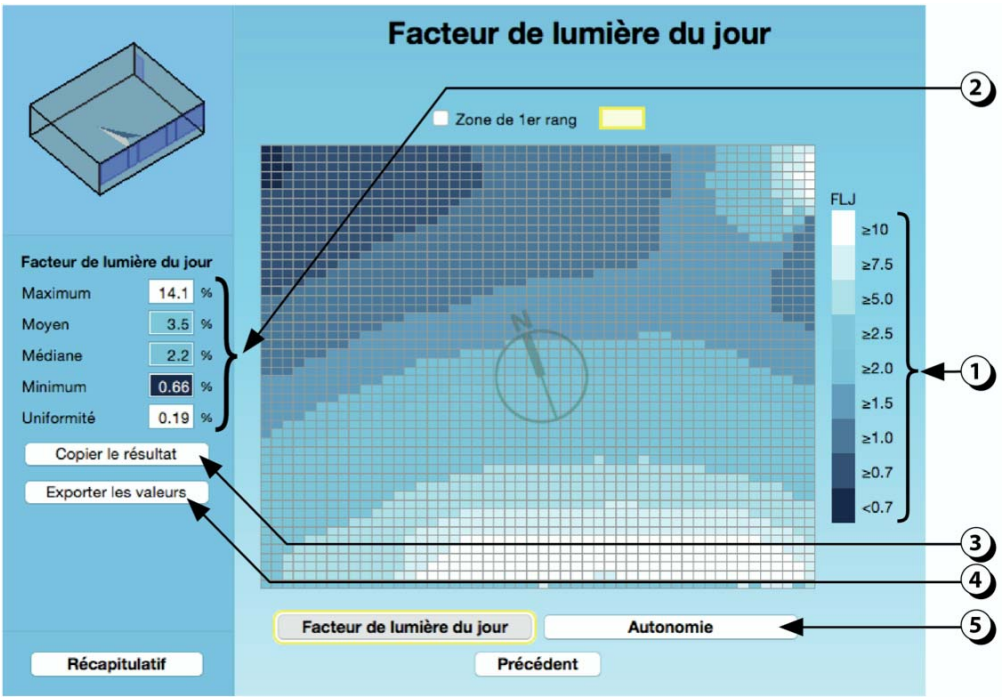


Figure 127 : Affichage des résultats du calcul des valeurs de facteurs de lumière du jour.

[1] *The Radiance software (http://radsite.lbl.gov/) is developed by the Lawrence Berkeley National Laboratory (http://www.lbl.gov/).*

Ciel Couvert : Facteurs de lumière du jour / Détails

1. En déplaçant la souris sur les patches de couleur, on fait apparaître un réticule en jaune ainsi que la valeur de la maille sur laquelle est placée le curseur. La valeur du facteur de lumière du jour correspondant au point considéré s'affiche.
2. La distance par rapport à la paroi gauche s'affiche
3. La distance par rapport à la paroi du bas s'affiche.
4. Le fait de cliquer sur une des mailles permet de tracer un profil des valeurs de FLJ (profil horizontal ou vertical, cf. Figure 129).

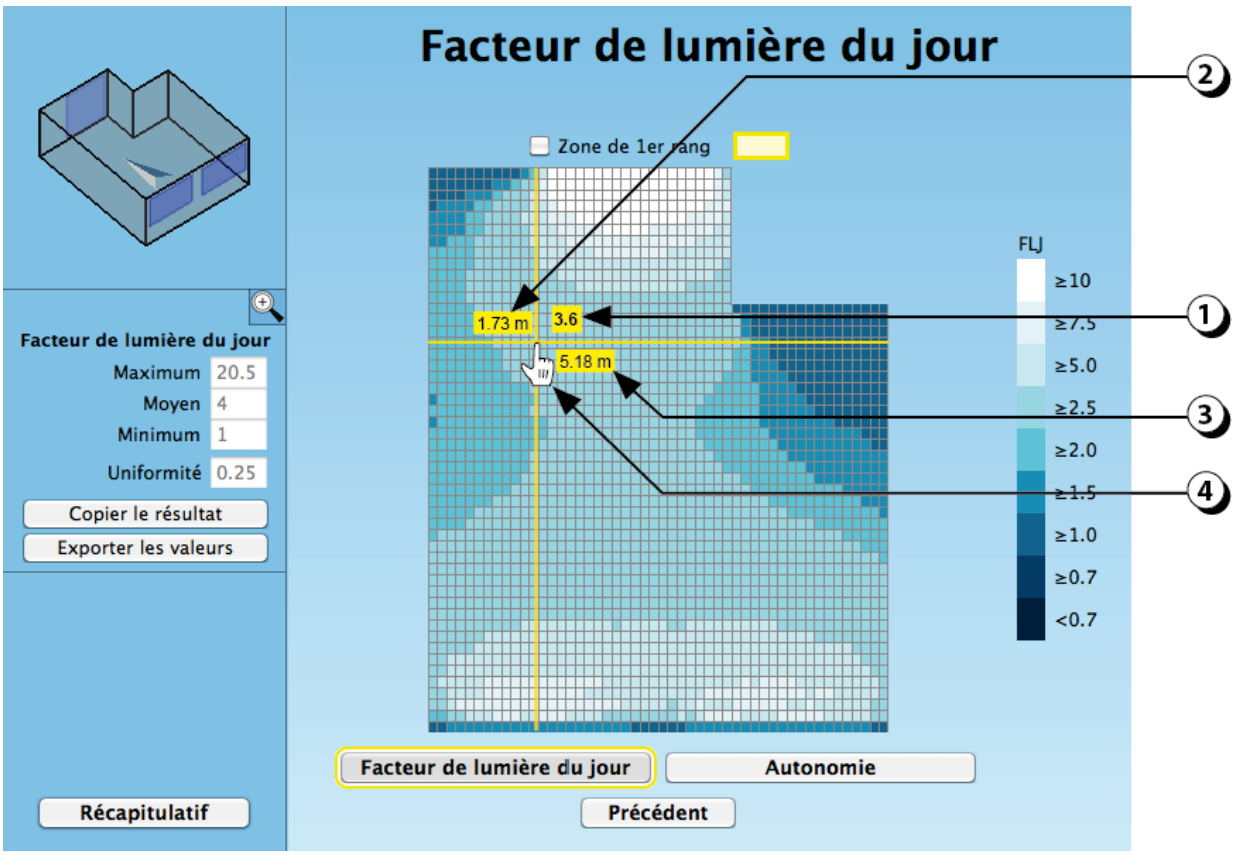


Figure 128 : Facteurs de lumière du jour : affichage des résultats.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ciel couvert : Facteurs de lumière du jour / Profils

1. Le fait de cliquer sur l'une des mailles de calcul permet d'afficher le profil (horizontal ou vertical) des valeurs de FLJ passant par celle-ci.
2. Cliquer sur ce bouton pour changer le profil (horizontal ou vertical).

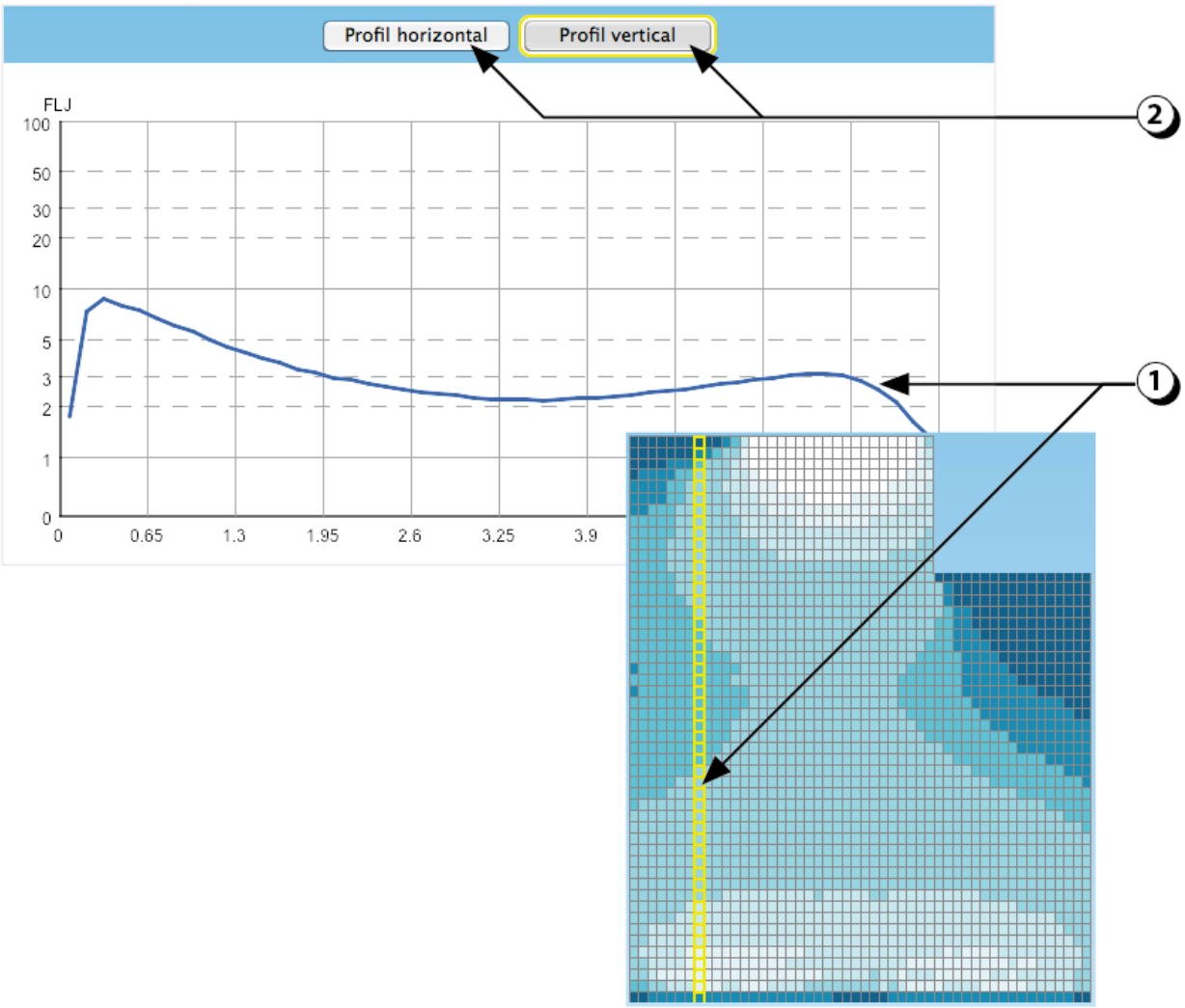


Figure 129 : Affichage des profils de FLJ.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ciel couvert : Référentiel CERTIVEA®

La représentation schématique de la zone de premier rang selon le référentiel Certivéa® est décrite à la Figure 131.

1. Cliquer sur la coche « Zone de 1er rang »
2. Une fenêtre s'affiche alors, dans laquelle il vous faut préciser quelles sont les parois en contact avec l'extérieur.
3. Une fois la sélection effectuée, cliquer sur « Suivant ».
4. Le contour de la zone de premier rang s'affiche alors en jaune (cf. représentation schématique des zones de 1er et 2nd rang selon référentiel Certivea® sur la Figure 131).
5. Et une fenêtre spécifique permet d'afficher les différents seuils d'analyse du référentiel Certivéa.

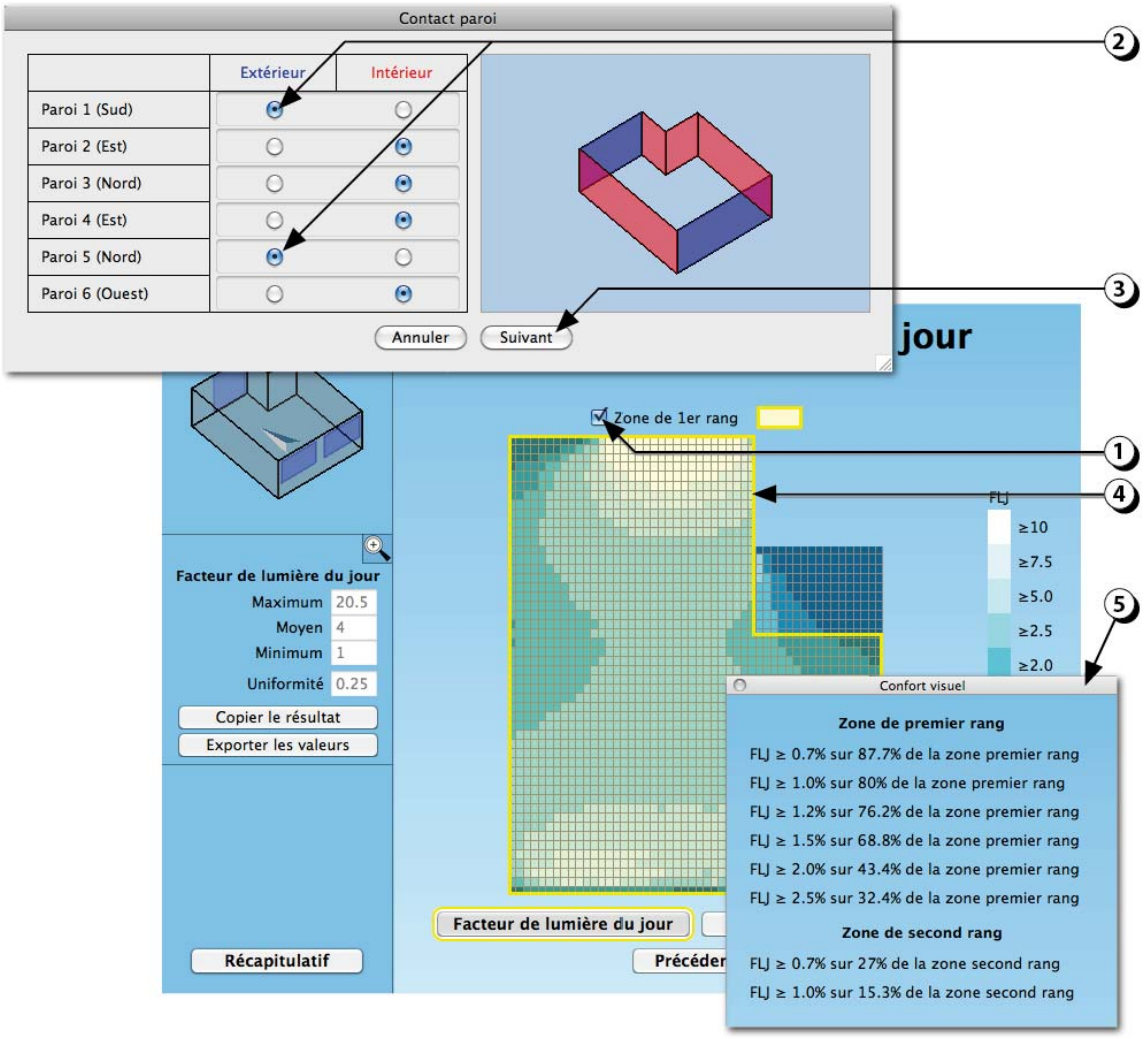


Figure 130 : Affichage des FLJ pour les zones de premier et second rang (référentiel Certivea®).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Référentiel Certivéa®: Définition zone de premier rang

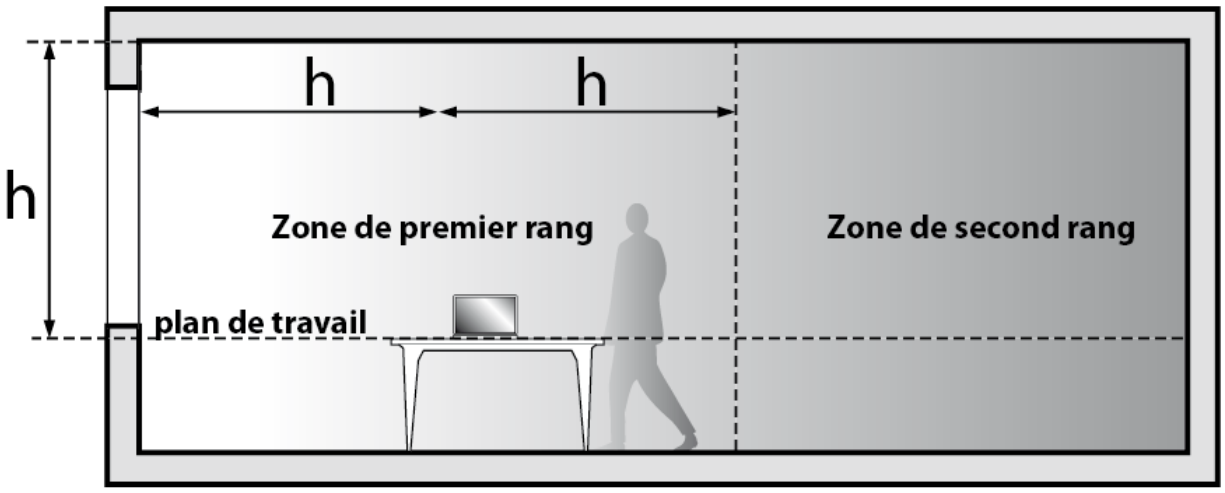


Figure 131 : Représentation schématique des zones de premier et second rangs (référentiel Certivea®).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Description

Il existe plusieurs méthodes pour quantifier la couverture des besoins assurée par la lumière du jour. Celle-ci ne dépend pas seulement des détails de la façade et des obstacles extérieurs, mais aussi du climat, de l'orientation et aussi de l'occupation des locaux (plages d'utilisation et comportement des occupants).

Par défaut et ce depuis la première version, DIAL+ propose un calcul simplifié, directement dérivé des valeurs de facteurs de lumière du jour (FLJ). Celui-ci tient compte uniquement des apports en provenance de la voûte céleste (soleil non considéré). Le principe consiste à utiliser les données climatiques (données horaires Météonorm correspondant à la ville sélectionnée) pour établir la distribution cumulée de l'éclairement diffus extérieur (échelle annuelle, pas de temps horaire).

Dans l'exemple présenté à la Figure 132, on constate qu'un FLJ de 2.2% permet d'atteindre 300 lux pendant 64% des heures d'ouverture (ici 8h-18h) à Genève. L'un des avantages de cette métrique réside dans la rapidité de calcul (quasiment instantané après le calcul du FLJ). On notera que cette méthode est indépendante de la gestion des protections solaires qui est éminemment difficile à modéliser lors que celle-ci n'est pas automatisée.

Les résultats obtenus varient en fonction de la localisation du local et de l'orientation des ouvertures (dans la figure présentée ici, la relation entre FLJ et DDA correspond à une ouverture horizontale en toiture).

Cette méthode est reprise, sous une forme simplifiée, par la nouvelle Norme Européenne EN 17037 « *Daylight of Buildings* ».

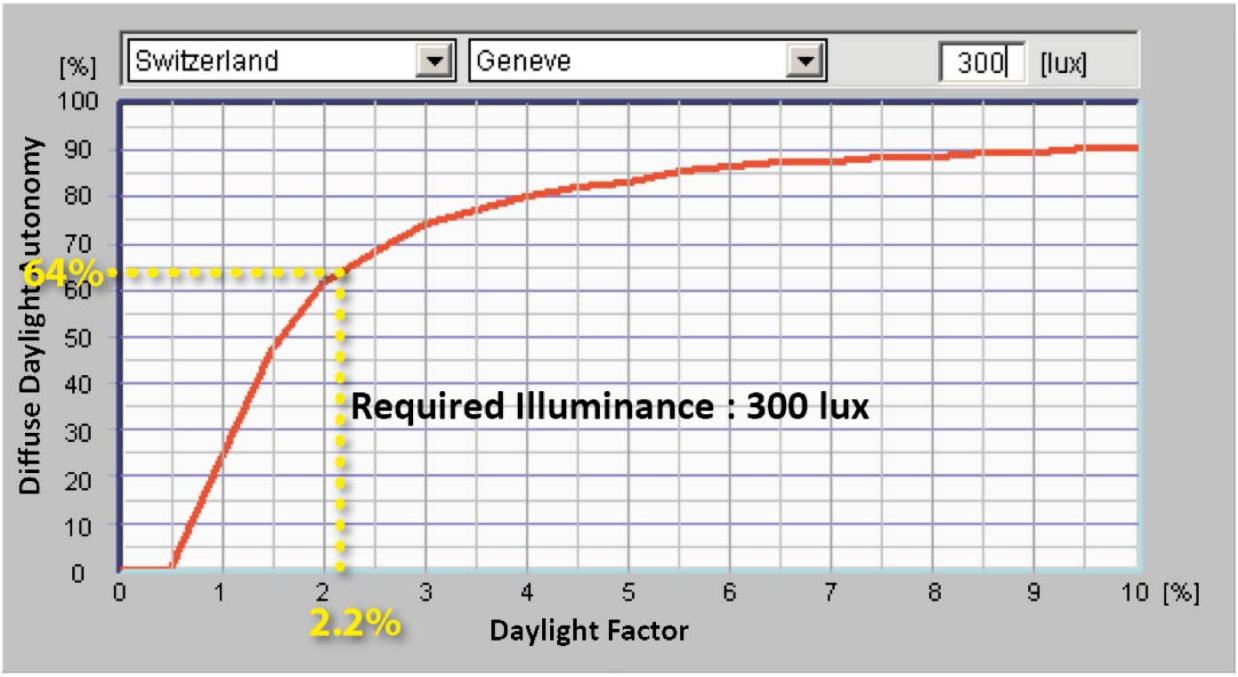


Figure 132 : Abaque montrant la relation entre Facteurs de lumière du jour (FLJ) et Autonomie en lumière diffuse (DDA) pour le climat de Genève (8h00-18h00, cas d'une ouverture horizontale).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Résultats [%]

Les résultats, exprimés en %, sont affichés sous la forme de patches de couleur dont les correspondances sont données par l'échelle chromatique située sur la droite **(a)**.

1. Ces quatre champs permettent de connaître les valeurs « Maximum », « Moyenne », « Médiane » et Minimum » de l'autonomie en lumière diffuse.
2. Il est possible de changer la valeur de l'éclairement requis, et d'afficher directement les valeurs d'autonomie correspondantes (n'oubliez pas de cliquer sur le bouton « Appliquer »).
3. Cliquer sur ce bouton pour générer un fichier de valeurs qui pourra être ouvert avec un tableur de type Excel (format .csv).
4. Cliquer sur ce bouton pour afficher les valeurs sous la forme d'heures (cf. page 152).
5. Cliquer sur ce bouton pour estimer la consommation d'éclairage artificiel en fonction de l'autonomie (valable seulement si un luminaire au moins a été décrit, cf. page 161).
6. Cliquer sur ce bouton pour générer un rapport concernant la performance en éclairage naturel de ce local.

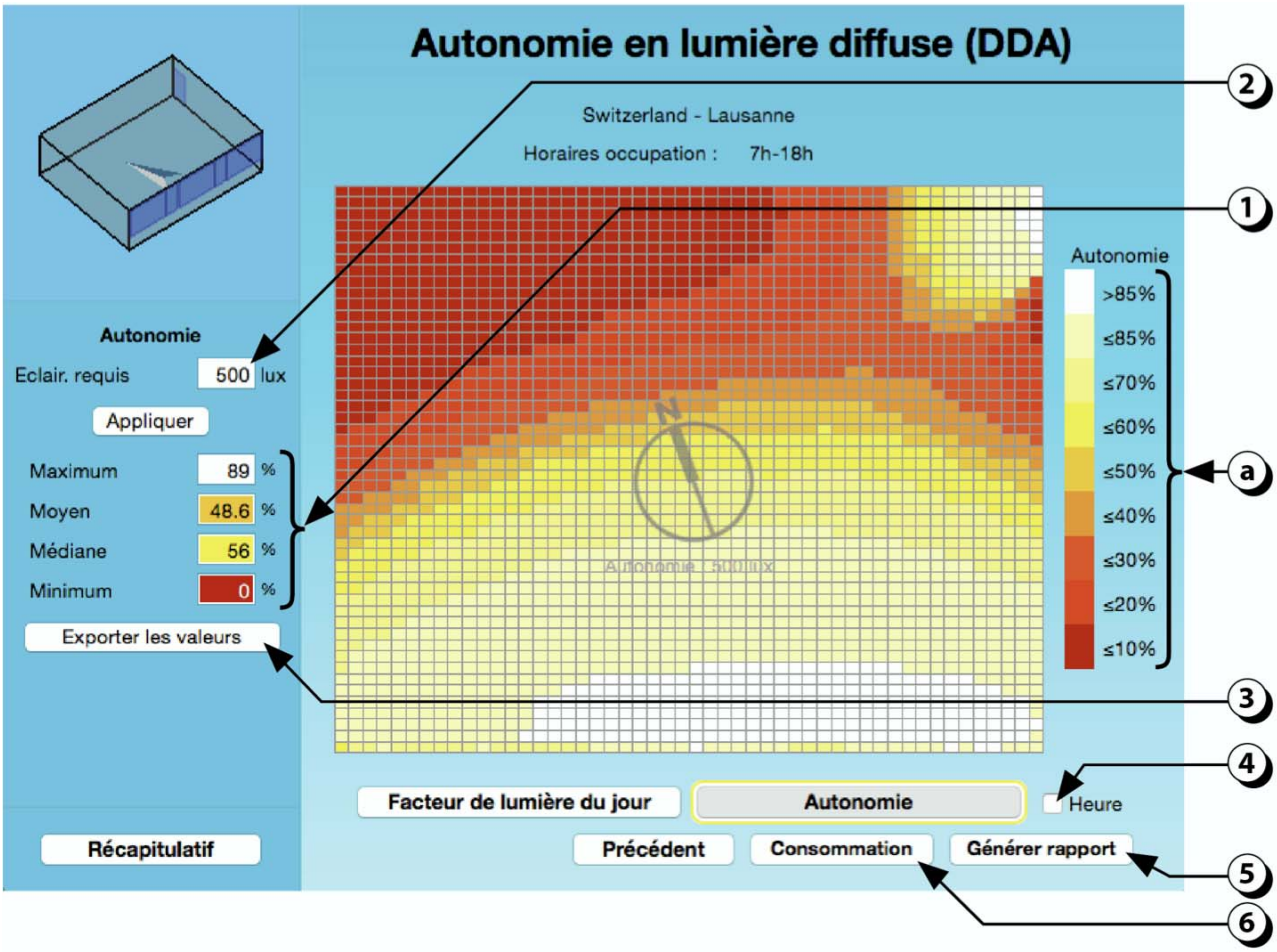


Figure 133 : Autonomie en éclairage naturel, affichage des résultats.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Détails

1. En déplaçant la souris sur les patches de couleur, on fait apparaître un réticule de couleur bleue ainsi que la valeur de la maille sur laquelle est placée le curseur.
2. La distance par rapport à la paroi gauche s'affiche.
3. La distance par rapport à la paroi du bas s'affiche.
4. Le fait de cliquer permet de tracer un profil (horizontal ou vertical) des valeurs d'autonomie (voir facteurs de lumière du jour, cf. Figure 129).
5. Cliquer sur ce bouton pour estimer la consommation d'électricité liée à l'éclairage artificiel (cf. pages 161 et suivantes). Note : il est nécessaire d'avoir décrit au préalable des luminaires, cf. pages 83 et suivantes.
6. Cliquer sur ce bouton pour générer un rapport concernant la performance en éclairage naturel de ce local.
7. Cliquer ici si vous voulez changer les plages horaires d'occupation du local (cf. page 153).

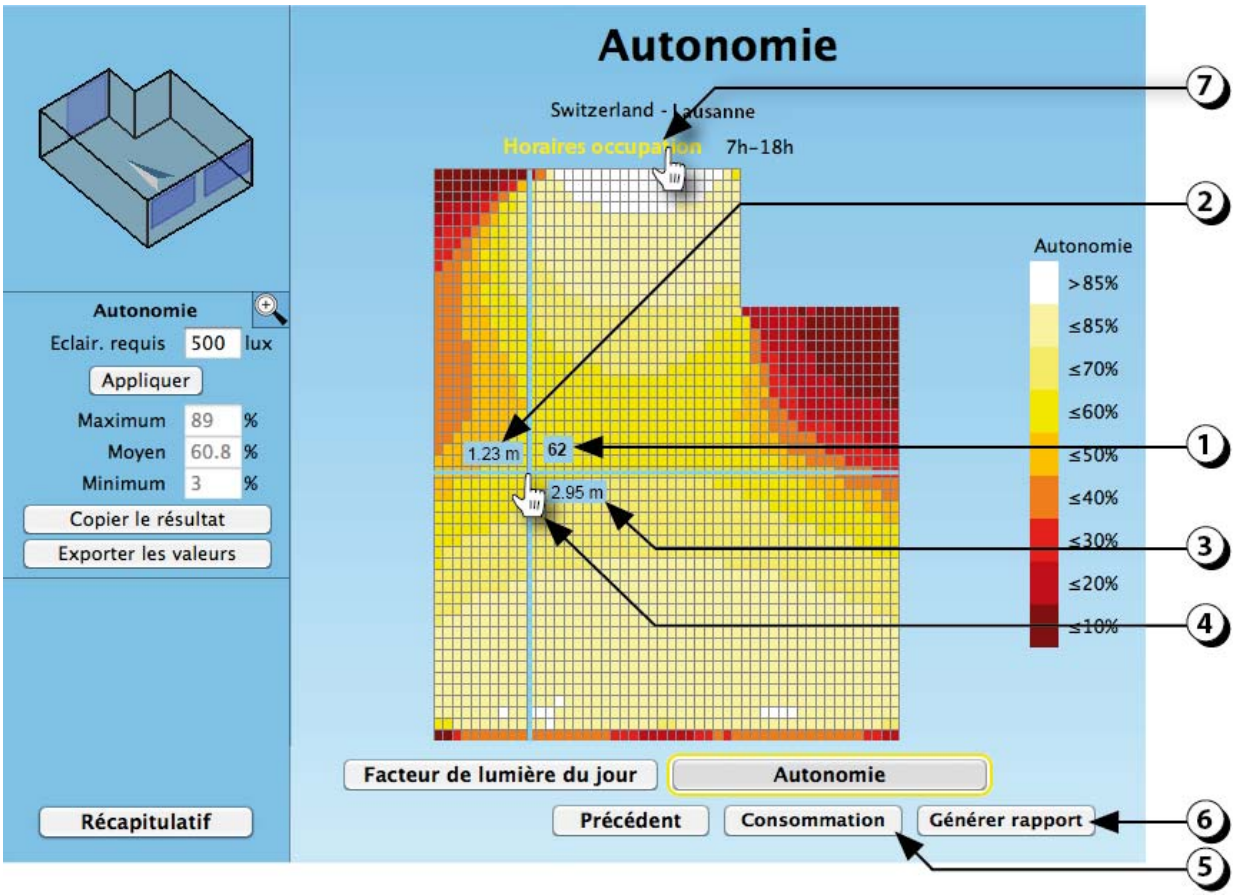


Figure 134 : Autonomie : affichage des résultats.

Autonomie en lumière diffuse (DDA) : Résultats en heures

Il est possible d'afficher l'autonomie non seulement en terme de pourcentage, mais aussi sous forme d'heures (h pendant lesquelles l'éclairement intérieur dépasse la valeur de l'éclairement requis grâce à la lumière naturelle en provenance du ciel).

1. Ces quatre champs permettent d'afficher les valeurs « Maximum », « Moyenne », « Médiane » et Minimum » des heures d'autonomie en lumière diffuse.
2. Il est possible de changer la valeur de l'éclairement requis, et d'afficher directement les valeurs correspondantes (n'oubliez pas de cliquer sur le bouton « Appliquer »).
3. Cliquer sur ce bouton pour générer un fichier de valeurs qui pourra être ouvert avec un tableur de type Excel (format .csv).
4. Pour retourner à l'affichage de l'autonomie en pourcentage du temps, cliquer sur ce bouton.
5. Cliquer sur ce bouton pour générer un rapport concernant la performance en éclairage naturel de ce local.
6. Cliquer sur ce bouton pour estimer la consommation d'éclairage artificiel en fonction de l'autonomie (cf. page 161 et suivantes). Note : il est nécessaire d'avoir décrit au préalable des luminaires, cf. pages 83 et suivantes.

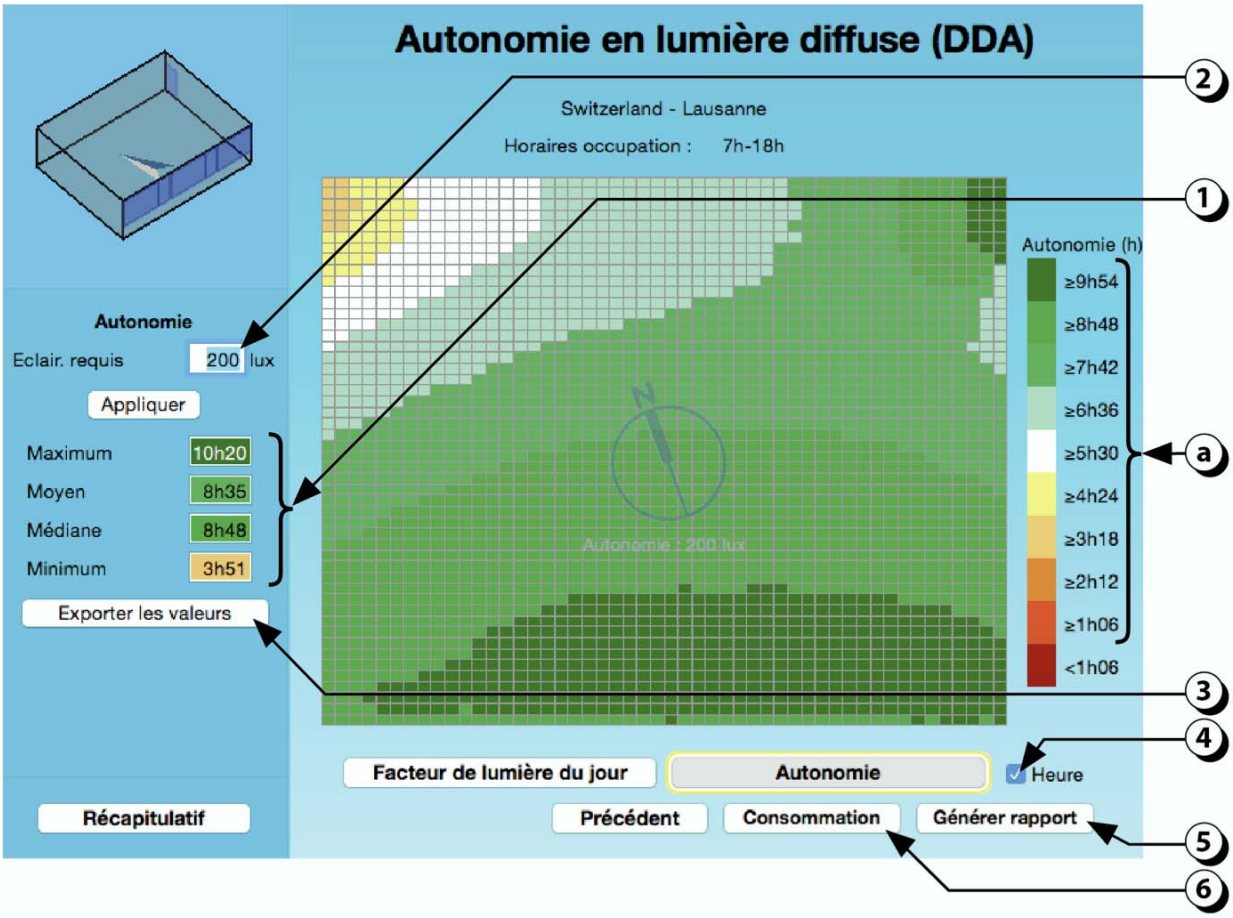


Figure 135 : Affichage de l'autonomie sous la forme d'heures.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Lumière naturelle : Autonomie : Horaires d'occupation

PRECISION : Ce calendrier n'est utilisé que pour les simulations d'éclairage.

1. Adapter l'heure du début de l'occupation avec le curseur ou en modifiant la valeur dans le champ correspondant.
2. Adapter l'heure de fin d'occupation avec le curseur ou en modifiant la valeur dans le champ correspondant.
3. Cliquer ici si vous voulez tenir compte du changement d'horaire lié à l'heure d'été.
4. Précisez le nombre de jour par semaine pour lesquels le local est utilisé.
5. Réglez les dates de début et de fin de l'analyse. Cette fonction est particulièrement utile si vous voulez connaître l'autonomie pour un mois ou une saison donnée, ou bien encore si vous voulez exclure une période (par ex. l'été pour une école)
6. Cliquez ici si vous voulez faire l'analyse entre le lever et le coucher du soleil.
7. Cliquer ici si vous voulez réinitialiser les valeurs (par défaut, les paramètres d'occupation sont ceux de la norme Suisse (cahier technique 2024).
8. Une fois que tous les paramètres sont conformes, cliquez ici pour recalculer l'autonomie.

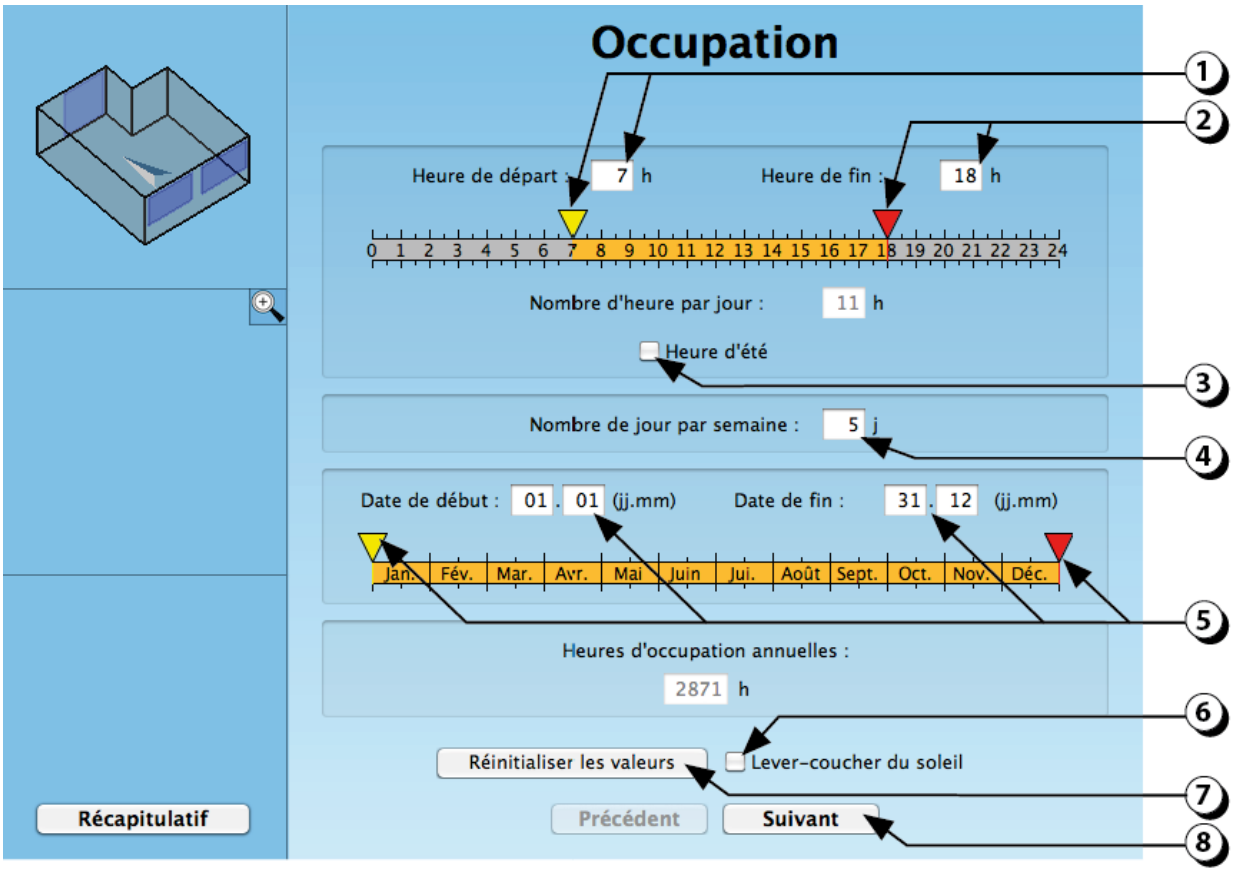


Figure 136 : Calendrier d'occupation pour l'autonomie en éclairage naturel.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Simulations dynamiques : Eclairement annuel moyen

Les simulations dynamiques sont réalisées avec Radiance («Three Phase Method»). A chaque pas de temps (heure) les calculs prennent en compte les apports directs (soleil) et diffus (ciel). Ce mode de calcul suppose une gestion automatisée des protections solaires dans la mesure où le caractère aléatoire de la gestion manuelle par les utilisateurs ne peut être modélisé.

A chaque pas de temps, l'éclairement intérieur est calculé pour les différents points du local, puis le programme établit une moyenne à l'échelle annuelle.

1. Ces 5 champs permettent d'afficher les valeurs maximum, moyenne, médiane, minimum de l'éclairement annuel moyen, ainsi que le facteur d'uniformité (min/moy).
2. Cliquer sur ce bouton pour exporter les valeurs (fichier.csv).
3. Cliquer sur ce bouton pour générer un fichier décrivant l'état des protections solaires pour chaque heure de l'année.
4. Cliquer sur ce bouton pour afficher une « temporal map » (diagramme temporel ou carpet diagram) de l'éclairement annuel moyen et de l'état des protections solaires (cf. page 156).
5. Cliquer sur ces boutons pour faire défiler les cartes d'éclairement heure par heure (cf. page suivante).

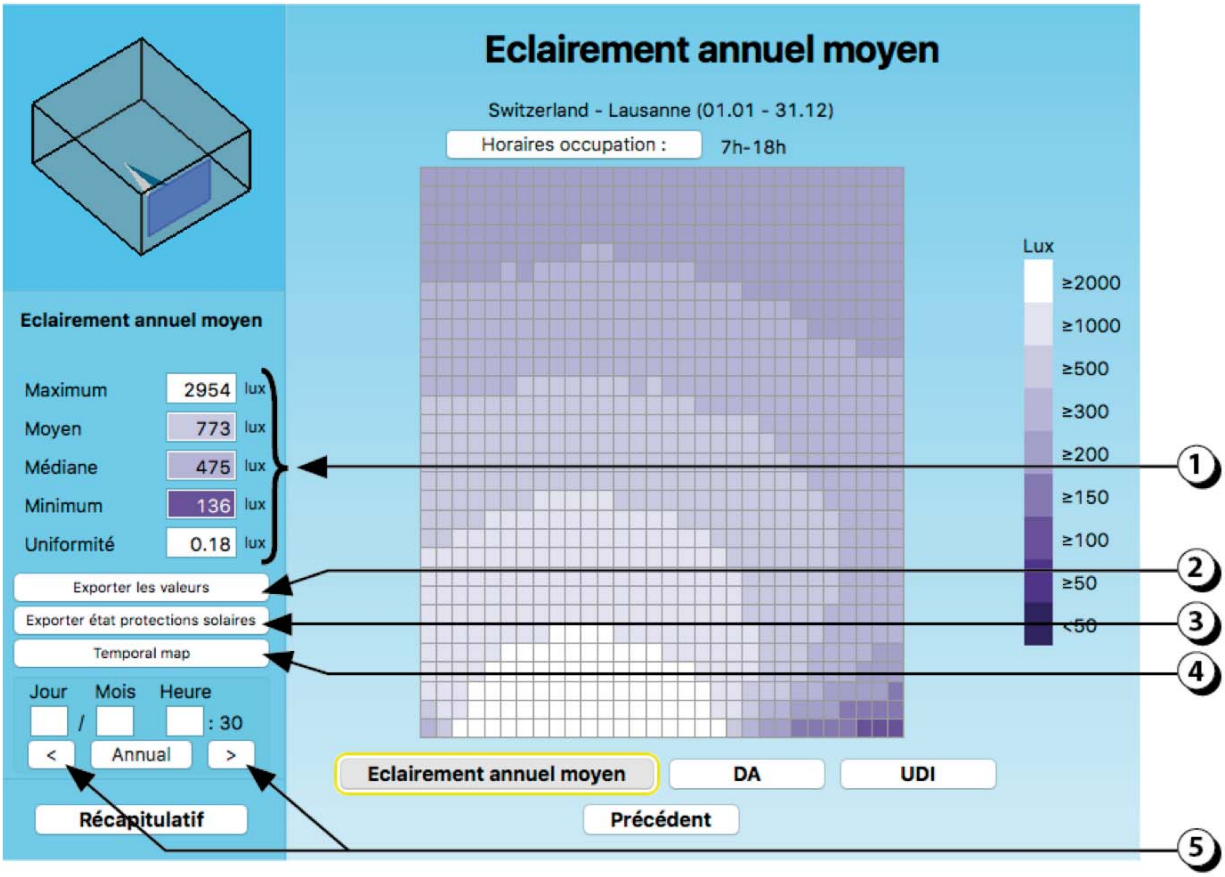


Figure 137 : Eclairement annuel moyen (simulation dynamique).

Simulations dynamiques : Eclairement horaire

Il est possible d'afficher la carte des éclairements pour chaque heure de l'année en utilisant les boutons de défilement mentionnés au point 5 de la page précédente.

La Figure 138 illustre comment la lumière naturelle pénètre dans un local donné au fur et à mesure du déroulement de la journée (ici de 8h à 16h, le 1er janvier, pour un bureau orienté au sud et situé à Lausanne).

Ce type d'affichage permet de mieux comprendre la relation entre l'ouverture et le local.

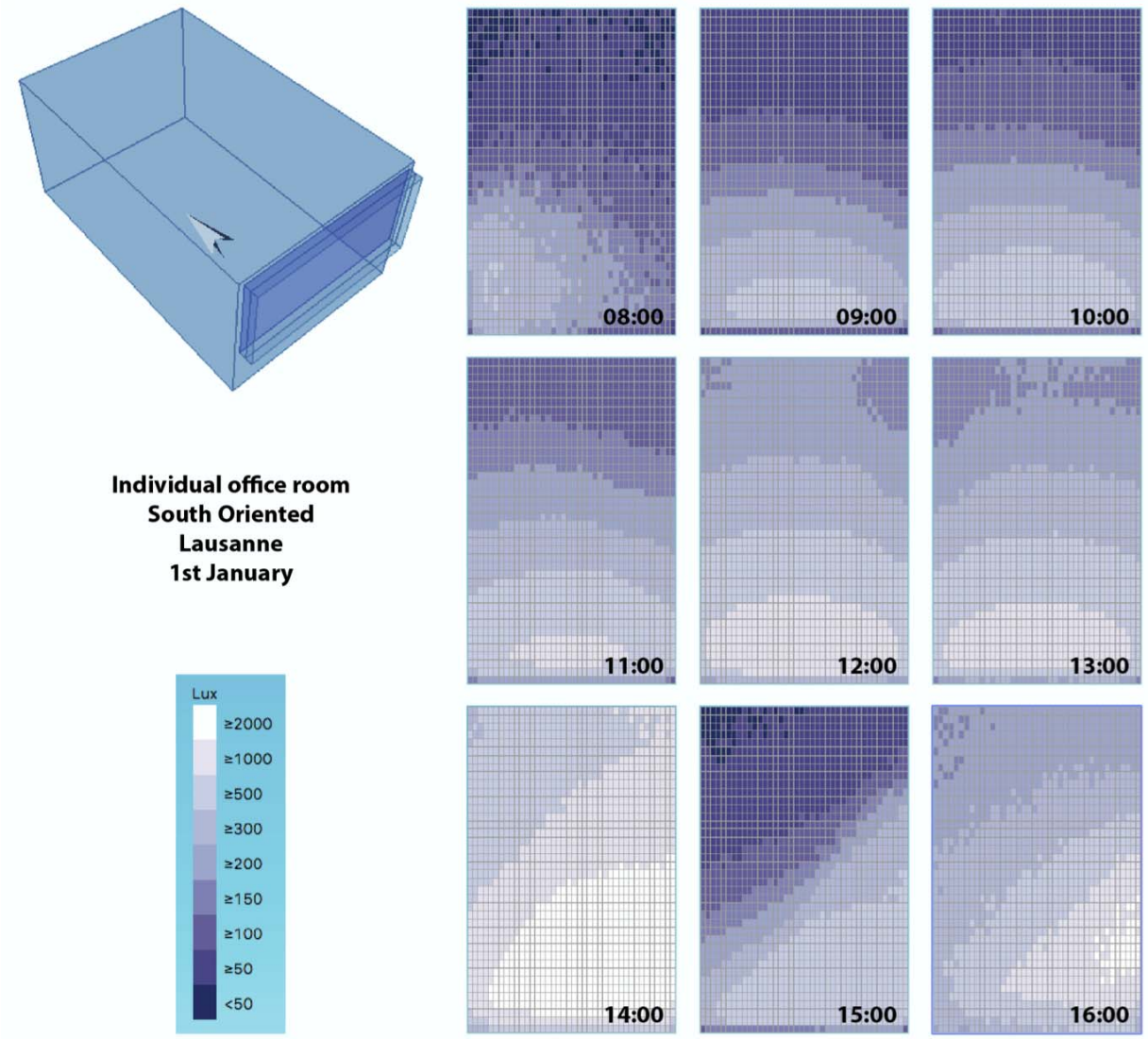


Figure 138 : Eclairement horaire, affichage des niveaux d'éclairement le premier janvier entre 8h et 16h.

Simulations dynamiques : Temporal maps

Comme indiqué au point 4 de la page 154, il est possible d'afficher sur un diagramme temporel, une vision d'ensemble de l'état des protections solaires ainsi que l'éclairement moyen dans le local. La Figure 139 ci-dessous montre ainsi la position des stores pour chaque heure de l'année.

Sur ce diagramme, les heures (de 0 à 24h) sont représentées sur l'axe vertical, tandis que les mois (de 1 à 12) sont représentés sur l'axe horizontal.

1. Sélectionner la temporal map que vous désirez afficher (« Eclairement moyen » ou « Etat des protections solaires »

2. Si vous avez sélectionné l'affichage de l'état des protections solaires, précisez la paroi concernée et la fenêtre pour laquelle vous voulez afficher l'état des stores.

3. L'état (il s'agit ici d'un store à lames mobiles automatisés) de la protection solaire est représenté par des patches de couleurs dont l'échelle figure en bas à droite de l'écran.

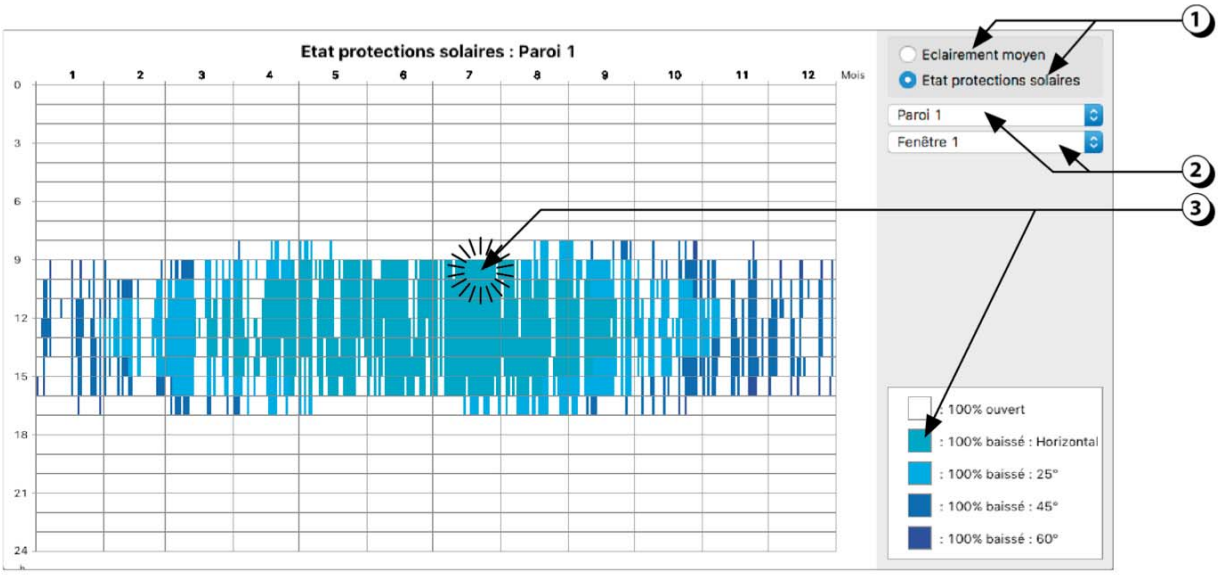


Figure 139 : Affichage des états de la protection solaire à l'échelle annuelle.

Spatial Daylight Autonomy (sDA) : Définition

La Spatial Daylight Autonomy a été définie par l'IES (Illuminating Engineering Society)[1]. Cette métrique décrit la couverture des besoins par la lumière du jour et caractérise le pourcentage de la surface utile pour laquelle un niveau minimum d'éclairement est atteint et ce, pendant une fraction donnée des heures d'utilisation du local.

Les valeurs limites recommandées sont 300 lux et 50% des heures d'ouverture journalières (8h-18h) et la valeur de sDA est donnée en %.

Une valeur de sDA de 78% indique que 78% de la surface du local atteint 300 lux pendant plus de 50% des heures d'ouvertures.

Elle est calculée de la manière suivante :

$$\mathrm{sDA}_{300,50\%} = \frac{\text{Surface pour laquelle E } \geq \text{ 300lx pendant au moins 50\% des heures d'utilisation}}{\text{Surface globale du local}} * 100$$

Les valeurs cibles déterminées par l'IES sont les suivantes :

- sDA300,50% ≥ 55%: Acceptable (*nominally acceptable daylight sufficiency)*
- sDA300,50% ≥ 75%: Favorable (*preferred daylight sufficiency*)

[1] IES, Illuminating Engineering Society, (2012). IES LM-83-12, Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Spatial Daylight Autonomy (sDA) : Résultats

1. Ces 4 champs permettent d'afficher les valeurs maximum, moyenne, médiane et minimum de la Spatial Daylight Autonomy.
2. Cliquer sur ce bouton pour exporter les valeurs (fichier .csv).
3. Vous pouvez modifier la valeur de l'éclairement requis dans ce champ.
4. Vous pouvez modifier le pourcentage de temps de référence dans ce champ.
5. La valeur de sDA est affichée dans ce champ.

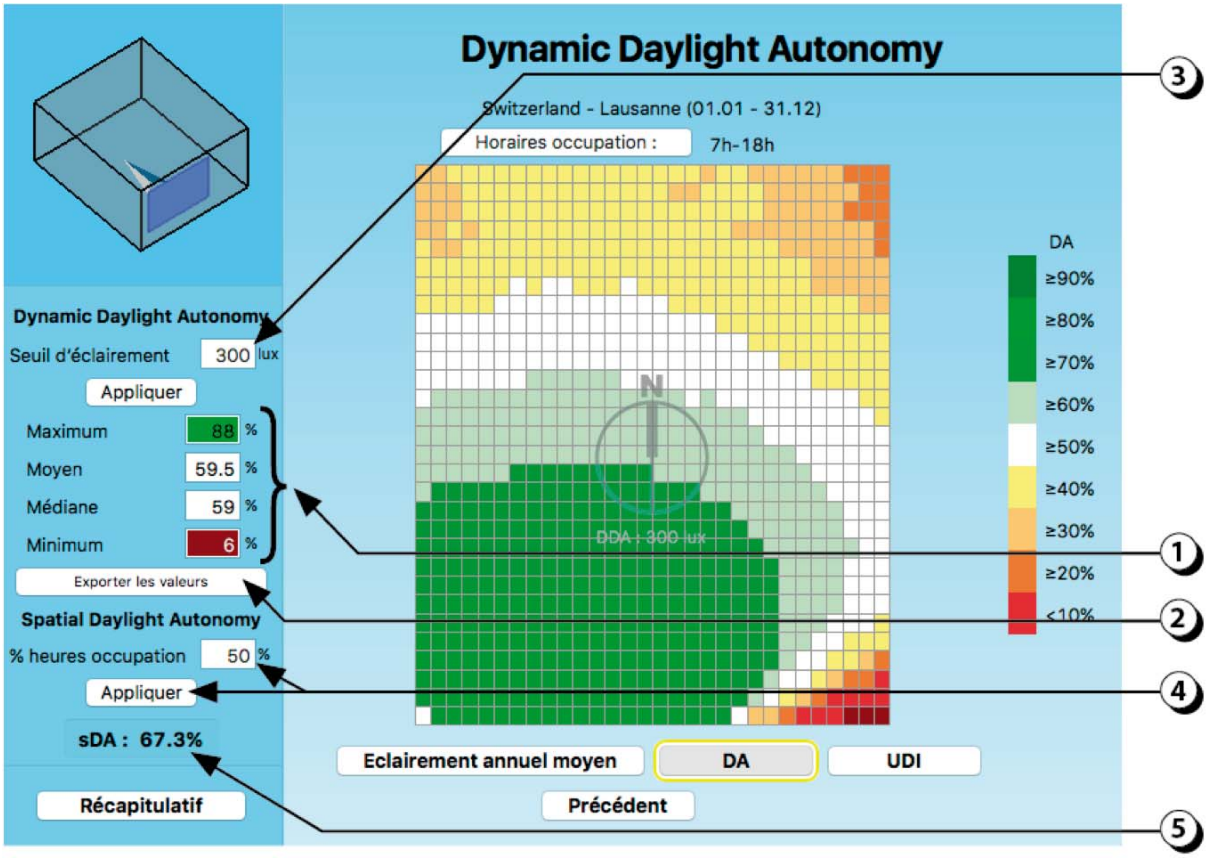


Figure 140 : Dynamic Daylight Autonomy : Affichage des résultats pour chaque maille du local ainsi que de la valeur de Spatial Daylight Autonomy (sDA).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Useful Daylight Illuminance (UDI)[2] : Définition

Cette métrique introduit un seuil supérieur au delà duquel la lumière naturelle est considérée comme susceptible de procurer un gène (éblouissement). Par défaut, l'UDI est calculé avec un seuil inférieur de 100 lux et un seuil supérieur de 2000 lux.

L'UDI définit à l'échelle annuelle, le pourcentage du temps pendant lequel l'éclairement dû à la lumière du jour se situe dans une fourchette de valeurs (seuil bas et seuil haut). Cette fourchette a été définie pour englober l'éclairement "utile" pour les occupants d'un local.

A la différence de l'éclairage artificiel, pour lequel la valeur cible de l'éclairement est de l'ordre de 500 lux pour les locaux de travail, différentes études ont montré qu'un éclairement de 100 lux fourni par la lumière naturel pouvait être jugé comme suffisant. Par ailleurs, les niveaux d'éclairement de l'ordre de 2000/2500 lux sont susceptibles de générer un inconfort visuel.

En résumé, 4 classes ont été définies :

- Eclairement naturel < 100 lux = Insuffisant
- Eclairement naturel compris entre 100 et 500 lux = suffisant, éventuellement à compléter par l'éclairage artificiel.
- Eclairement naturel compris entre 500 lux et 2000/2500 lux = autonomie complète (pas d'éclairage artificiel).
- Eclairement naturel > 2000/2500 lux = inconfort visuel.

Ces limites peuvent être adaptées en fonction de l'affectation des locaux et des occupants.

Les classes d'UDI notées comme suit:

- UDI-f (UDI fell-short): L'éclairement est inférieur à 100 lx,
- UDI-s (UDI supplementary): L'éclairement est compris entre 100 lux et 300/500 lux,
- UDI-a (UDI autonomous): L'éclairement est compris entre 300/500 lx et 2000/2500 lux,
- UDI-e (UDI exceeded): L'éclairement est supérieur à 2000/2500 lux.

Cette métrique étant basée sur des simulations horaires, le temps nécessaire pour converger est de l'ordre de plusieurs minutes. En phase de conception, nous conseillons donc vivement de commencer par le calcul d'Autonomie en Lumière Diffuse (DDA) en vue d'optimiser le design puis de ne réaliser les simulations dynamiques qu'en dernier ressort, une fois que les paramètres de conception sont stabilisés.

[2] Nabil, A. and J. Mardaljevic, Useful daylight illuminance: a new for assessing daylight in buildings. Lighting Research & Technology, 2005. 37(1): p. 41-59.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Useful Daylight Illuminance (UDI) : Résultats

1. Ces 4 champs permettent d'afficher les valeurs maxima, moyenne, médiane et minimum de la Useful Daylight Illuminance.
2. Cliquer sur ce bouton pour exporter les valeurs (fichier .csv).
3. Vous pouvez modifier la valeur des seuils haut et bas dans ces deux champs (par défaut, les valeurs de 100 et 2000 lux sont utilisées).

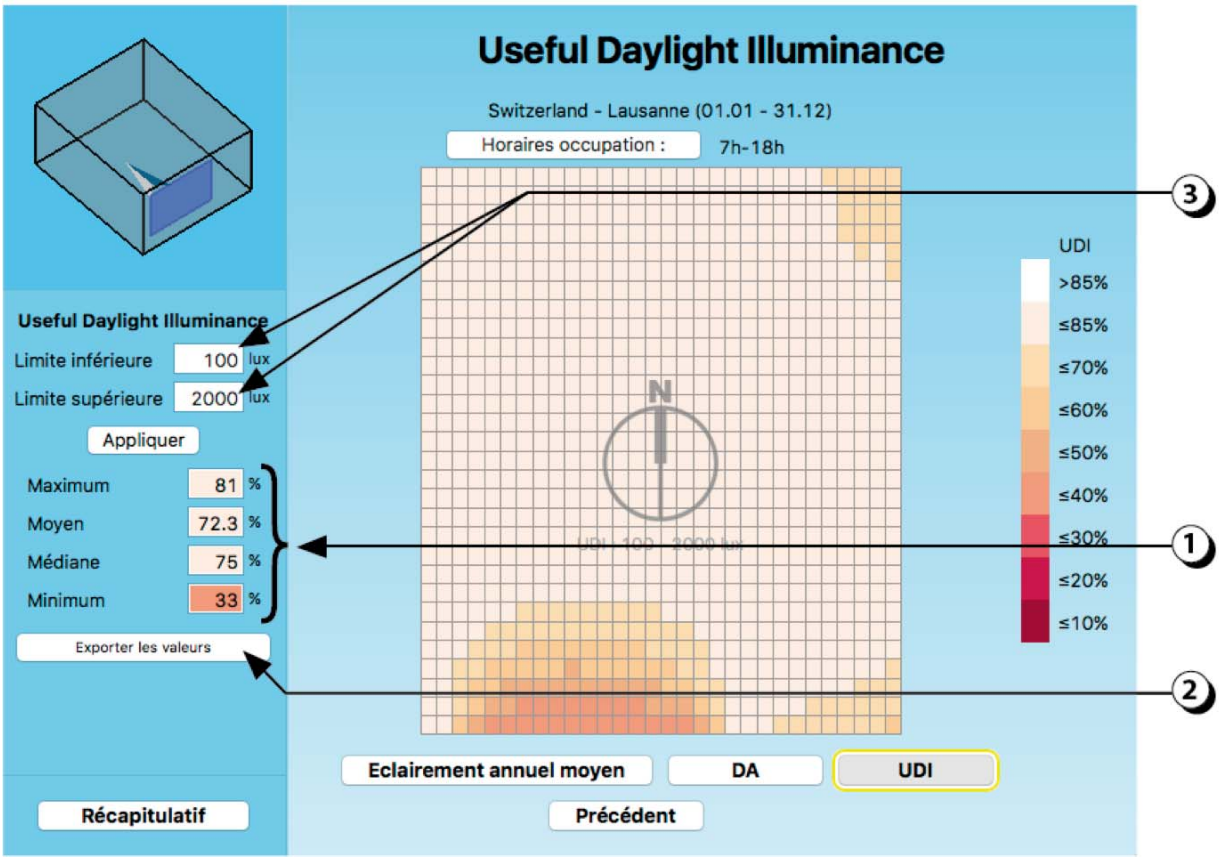


Figure 141 : Useful Daylight Illuminance.

Eclairage artificiel : Consommation selon la méthode DIAL+

Consommation annuelle d'électricité par local

Une fois que vous avez calculé l'autonomie en éclairage naturel, et si par ailleurs, vous avez décrit au moins un luminaire dans le local, il est possible d'estimer la consommation annuelle d'électricité liés à l'éclairage artificiel.

1. La consommation annuelle d'électricité liée à l'éclairage artificiel est affichée.
Cette valeur dépend de la puissance spécifique installée (a), de l'autonomie en éclairage naturel (b) qui permet de déduire un nombre équivalent d'heures à pleine charge (c) en fonction du système de régulation.
2. Vous pouvez modifier le système de régulation (commande de l'éclairage artificiel) afin d'évaluer l'influence sur la consommation d'éclairage artificiel.

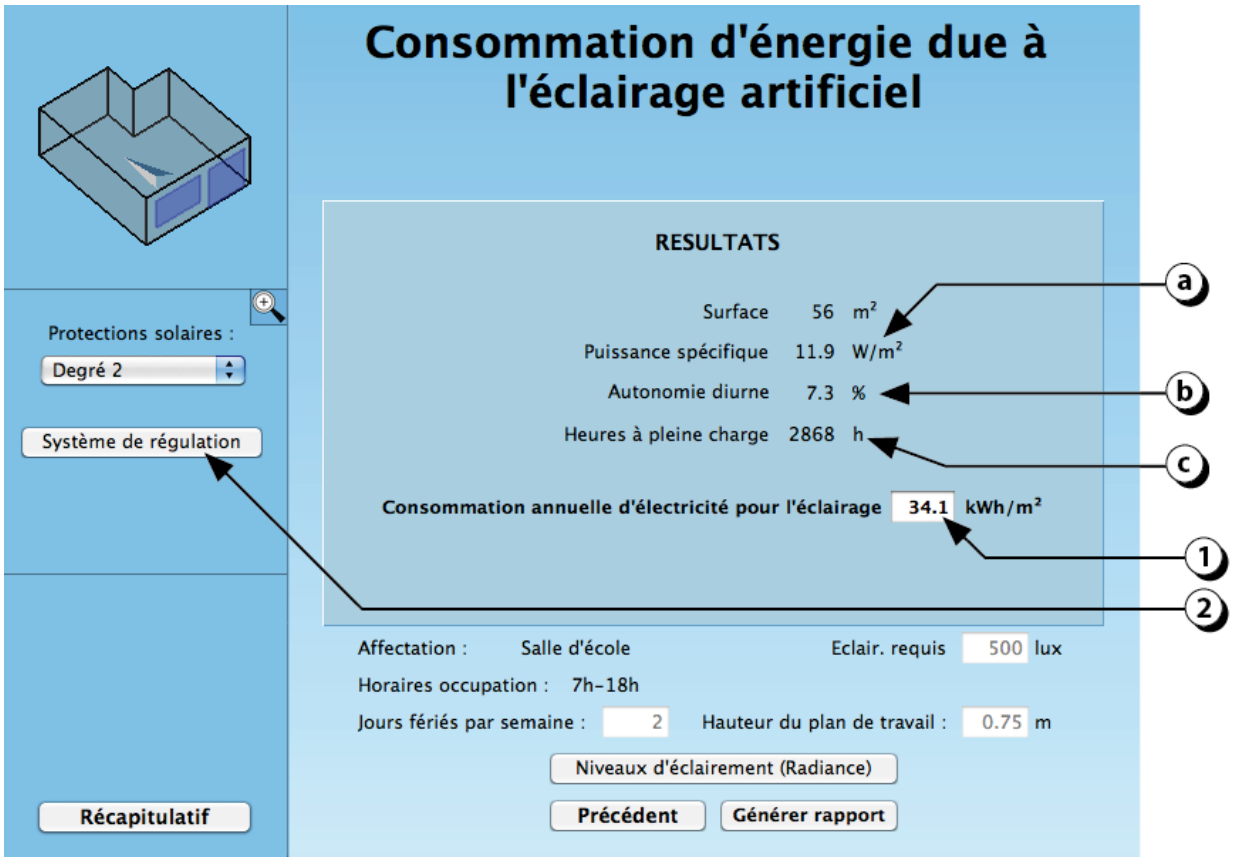


Figure 142 : Ecran d'affichage de la consommation spécifique d'éclairage d'un local.

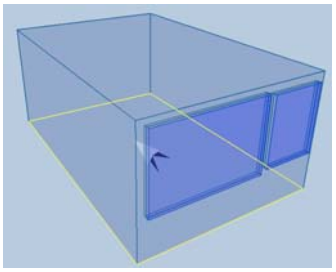
Les scénarios de régulation sont explicités ci-après dans les pages suivantes.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Eclairage artificiel : description des scénarios de commande de l'éclairage

Pour expliciter les différents scénarios de commande de l'éclairage, nous avons pris pour exemple un local dont les caractéristiques sont les suivantes :

- S (surface local) = 24 m^2
- H_{occ} (heures annuelle d'occupation): 2871 h par an (7h-18h, 5 j/semaine)
- $Auto_{Moy}$ (Autonomie Moyenne DIAL+) = 47.3%
- P (Puissance spécifique) : 11.8 W/m^2
- Niveau d'éclairement requis 500 lux
- Puissance en stand-by (si applicable) : 3W / luminaire



Quel que soit le scénario de régulation, la première étape du calcul de la consommation porte sur le nombre équivalent d'heures à pleine charge (temps pendant lequel 100% de la puissance spécifique sera appelée).

La valeur moyenne de l'autonomie (ici 47.3%) est utilisée pour déduire le nombre théorique d'heures de « **Non–Autonomie** » qui représente le complément par rapport à 100% (soit ici 52.5% des heures d'utilisation).

Les résultats des 6 scénarios retenus sont ensuite pondérés (k) en fonction de l'utilisation ou non d'un détecteur de présence.

- Pas de détecteur : k = 1.0
- Détecteur On/Off (le détecteur est utilisé pour l'allumage et l'extinction) : k = 0.8
- Détecteur avec déclenchement automatique (seule l'extinction est gérée) : k = 0.7

Scénario 1 : Commutation manuelle
La gestion des lampes est totalement manuelle.

Sonde d'éclairement	Ce scénario postule que le nombre total des heures d'enclenchement correspond au nombre d'heures de « Non-Autonomie » majoré de 20% afin de tenir compte d'une gestion « imparfaite » de l'extinction par les utilisateurs. (Hpc = 2871*(53.7/100) * 1.20)
Sans	

Type détecteur	Heures pleine charge	Consommation
Consommation sans détecteur	1814 h	21.4 kWh/m^2
Consommation avec détecteur On/Off	1451 h	17.1 kWh/m^2
Consommation avec détecteur à déclenchement automatique	1270 h	15.0 kWh/m^2

Figure 143 : Exemple de consommations d'électricité liée à l'éclairage avec une commande par interrupteur classique (commutation manuelle).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Scénario 2 : Commutation manuelle avec arrêt automatique pendant la pause de midi

Un ordre d'extinction est donné par une horloge à midi.

Sonde d'éclairement Sans	Ce scénario reprend les hypothèses du scénario 1 mais en appliquant seulement une majoration de 10% du nombre d'heures à pleine charge. Ceci tient compte de l'extinction automatique à midi.

Type détecteur	Heures pleine charge	Consommation
Consommation sans détecteur	1662 h	19.6 kWh/m^2
Consommation avec détecteur On/Off	1330 h	15.7 kWh/m^2
Consommation avec détecteur à déclenchement automatique	1164 h	13.7 kWh/m^2

Figure 144 : Exemple de consommations d'électricité liée à l'éclairage avec une commande par interrupteur classique (commutation manuelle) couplée à une horloge déclenchant un arrêt automatique à midi.

Scénario 3 : Commutation Enclenché/Déclenché

Lorsque l'éclairement est inférieur à l'éclairement requis les lampes sont allumées à 100%.

Sonde d'éclairement On/Off	Ce scénario postule que si l'autonomie est de 47.3 %, alors, la durée d'enclenchement de l'éclairage artificiel correspondra au complément des heures d'utilisation du local, soit 52.7%. Cette situation correspond à une régulation On/Off avec un seuil d'enclenchement et d'extinction strictement égal au niveau d'éclairement requis.

Type détecteur	Heures pleine charge	Consommation
Consommation sans détecteur	1511 h	17.8 kWh/m^2
Consommation avec détecteur On/Off	1209 h	14.3 kWh/m^2
Consommation avec détecteur à déclenchement automatique	1058 h	12.5 kWh/m^2

Figure 145 : Exemple de consommations d'électricité liée à l'éclairage avec commutation au moyen d'une sonde d'éclairement « enclenché/déclenché » (On/Off).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Scénario 4 : Régulation luminosité constante sans mise en stand-by

Une sonde d'éclairement permet d'appeler la puissance nécessaire pour compléter le niveau d'éclairement. Le système est en veille active pendant toute l'année (la puissance en stand-by peut être définie par l'utilisateur).

Sonde d'éclairement	Ce scénario calcule l'autonomie par pas de 50 lux. Pour chaque pas, le nombre d'heures d'utilisation est multiplié par le pourcentage de puissance nécessaire pour compléter le niveau d'éclairement naturel. La consommation en stand-by est appliquée sur toute l'année
Régulation constante	

Type détecteur	Heures pleine charge	Consommation
Consommation sans détecteur	936 h	15.4 kWh/m^2
Consommation avec détecteur On/Off	749 h	13.1 kWh/m^2
Consommation avec détecteur à déclenchement automatique	655 h	12.0 kWh/m^2

Figure 146 : Exemple de consommations d'électricité liée à l'éclairage avec une régulation constante de l'éclairage, sans mise en stand-by.

Scénario 5 : Régulation luminosité constante avec mise en stand-by

Une sonde d'éclairement permet d'appeler la puissance nécessaire pour compléter le niveau d'éclairement.

Sonde d'éclairement	Ce scénario calcule l'autonomie par pas de 50 lux. Pour chaque pas, le nombre d'heures d'utilisation est multiplié par le pourcentage de puissance nécessaire pour compléter le niveau d'éclairement naturel.
Régulation constante	

Type détecteur	Heures pleine charge	Consommation
Consommation sans détecteur	936 h	11.0 kWh/m^2
Consommation avec détecteur On/Off	749 h	8.8 kWh/m^2
Consommation avec détecteur à déclenchement automatique	655 h	7.7 kWh/m^2

Figure 147 : Exemple de consommations d'électricité liée à l'éclairage avec une régulation constante de l'éclairage, avec mise en stand-by.

Scénario 6 : Arrêt automatique et enclenchement manuel

Une sonde d'éclairement permet d'éteindre les lampes dès que l'éclairement intérieur dépasse l'éclairement requis.

On considère par ailleurs que l'utilisateur rallume spontanément les lampes lorsque l'éclairement intérieur est inférieur à 30% de la valeur requise (soit, dans l'exemple traité : 150 lux pour E_{requis} = 500 lux).

Sonde d'éclairement Arrêt automatique	Ce scénario postule que l'éclairement est coupé dès que la lumière du jour suffit pour atteindre le niveau d'éclairement requis. De plus, on pose l'hypothèse selon laquelle les utilisateurs ne redonnent un ordre d'enclenchement que lorsque la valeur moyenne de l'éclairement est inférieure à 30% de la valeur de l'éclairement requis.

Type détecteur	Heures pleine charge	Consommation
Consommation sans détecteur	1027 h	12.1 kWh/m^2
Consommation avec détecteur On/Off	821 h	9.7 kWh/m^2
Consommation avec détecteur à déclenchement automatique	719 h	8.5 kWh/m^2

Figure 148 : Exemple de consommations d'électricité liée à l'éclairage avec un arrêt automatique de l'éclairage sans ré-enclenchement.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Lumière naturelle : Autonomie / Pourcentage du temps

Variation de l'autonomie en fonction du niveau de l'éclairement intérieur requis

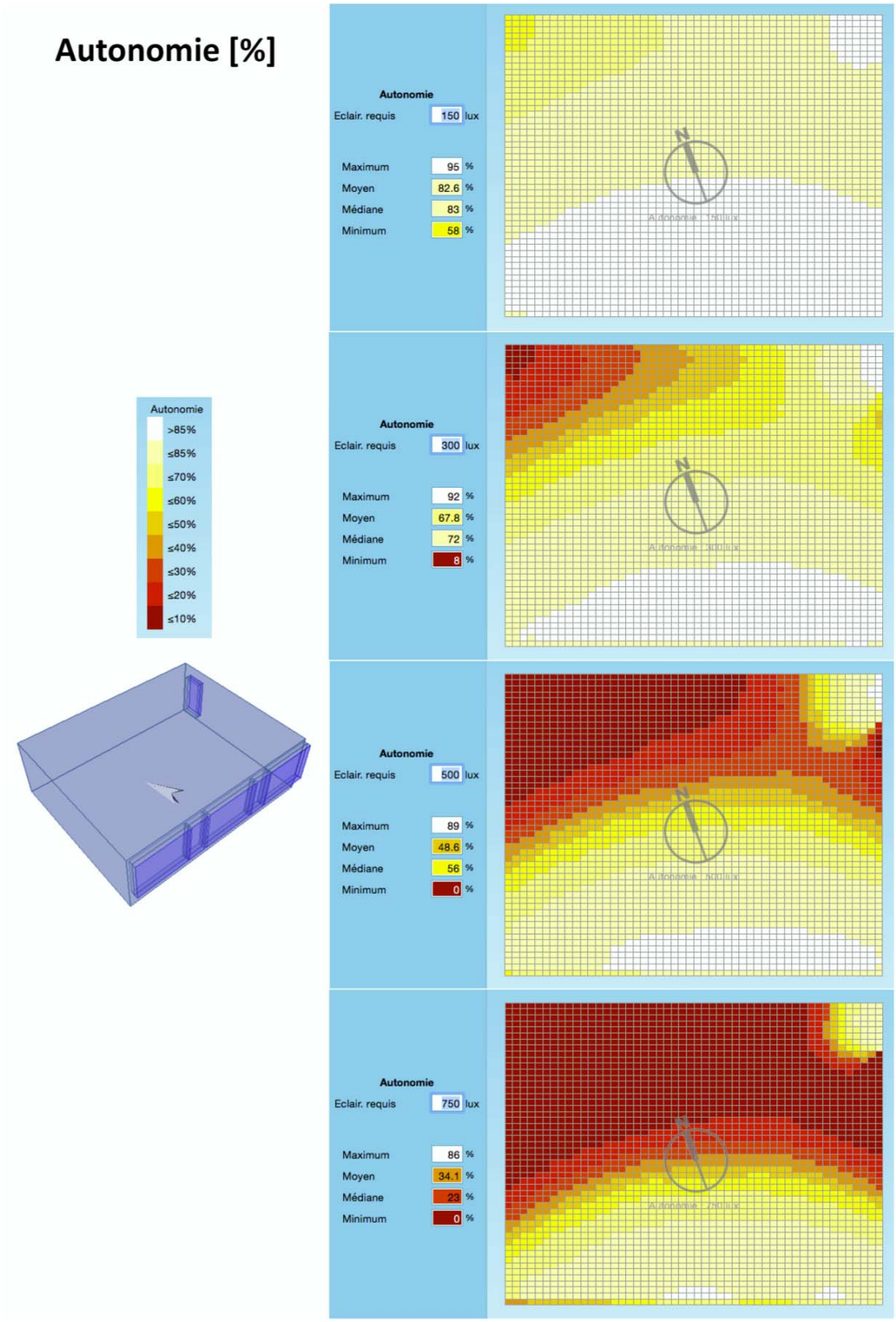


Figure 149 : Différentes valeurs d'autonomie en fonction de l'éclairement requis.

Lumière naturelle : Autonomie / Heures

Variation de l'autonomie en fonction du niveau de l'éclairement intérieur requis

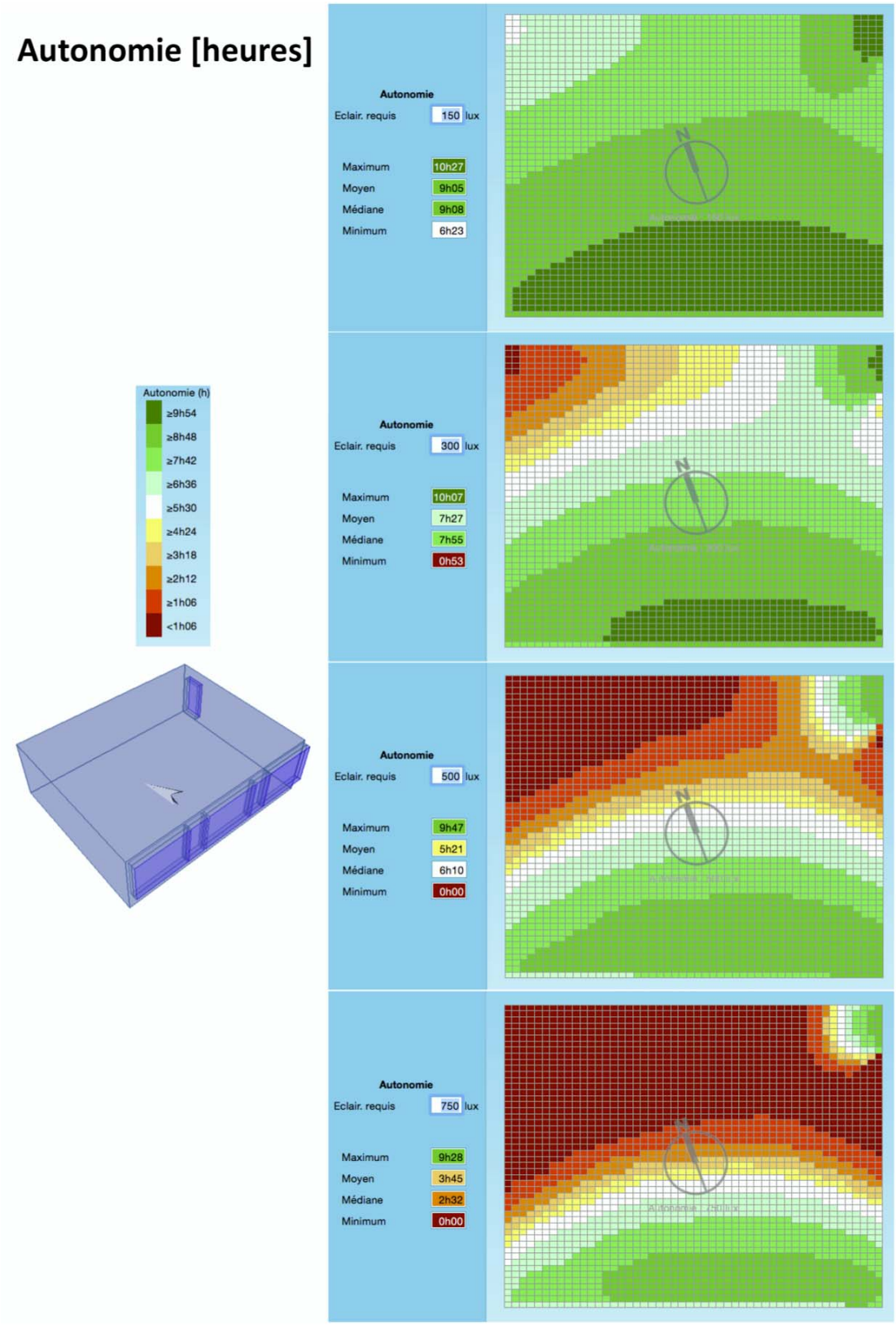


Figure 150 : Différentes valeurs d'autonomie en fonction de l'éclairement requis.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

EVALUATION ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Ce module propose plusieurs possibilités d'évaluation de l'éclairage artificiel, ainsi que le montre la Figure 151.

- Evaluation de la consommation selon **Norme Suisse SIA 380/4**
  Cette fonctionnalité, permet d'analyser la consommation d'éclairage pour un ou plusieurs locaux et de générer un rapport de synthèse correspondant aux exigences de la **norme 380/4**.

  Ce rapport sert aussi de **justificatif Minergie®**.

  Il est aussi possible d'éditer un **justificatif Minergie-ECO®**.
- Evaluation des niveaux d'éclairements fournis par l'installation d'éclairage artificiel (**simulation RADIANCE**, DIAL+*Lighting*).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

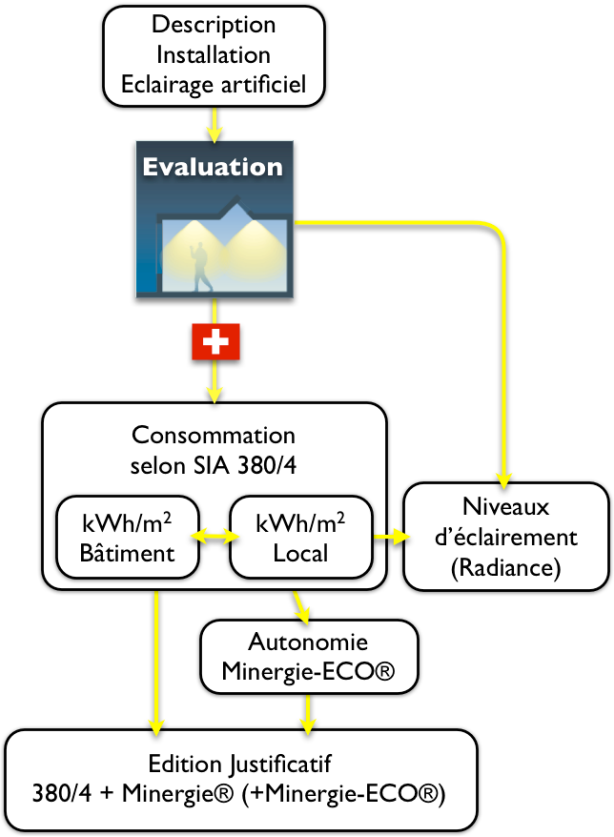


Figure 151 : Schéma descriptif des différentes possibilités d'évaluation de l'éclairage artificiel.

Eclairage artificiel : Consommation selon Norme suisse 380/4

1. Cliquer sur le bouton « Eclairage artificiel » dans la page de lancement des évaluations. Ceci fait apparaître une seconde fenêtre (2).
2. Cliquer ici pour sélectionner l'analyse de consommation selon la norme SIA 380/4 (Norme Suisse).
3. Sélectionner les locaux que vous voulez inclure dans l'analyse (l'installation d'éclairage artificiel de chacun des locaux sélectionnés doit avoir été décrite auparavant).
4. Cliquer ici si vous désirez sélectionner tous les locaux.
5. Cliquer ici pour lancer l'évaluation.

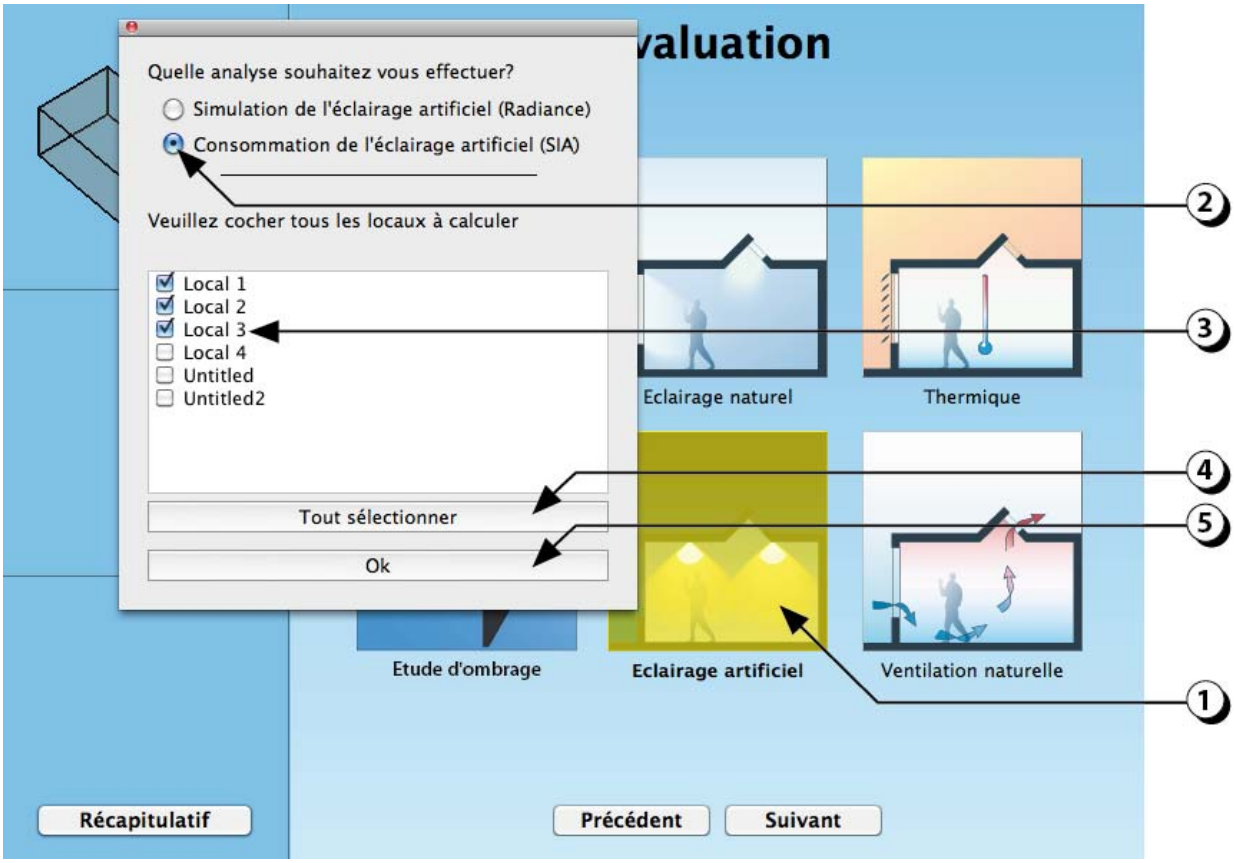


Figure 152 : Ecran de lancement de l'analyse de l'éclairage artificiel selon la norme suisse SIA 380/4.

Eclairage artificiel : Valeurs limite, Cible et Minergie®

La norme Suisse comporte les 3 niveaux d'exigence suivants :

- Valeur Limite : Il s'agit d'une valeur maximale à ne pas dépasser.
- Valeur Cible : Il s'agit d'une valeur correspondant à la mise en œuvre des « bonnes pratiques » et des meilleures technologies disponibles.
- Valeur Minergie® : Il s'agit de la valeur de performance exigée par le label Minergie®. Cette exigence concerne la performance globale de l'ensemble des locaux d'un même projet (ainsi des locaux particulièrement performants peuvent compenser la relative faiblesse d'autres locaux).

1. Le programme calcule la consommation annuelle d'électricité pour l'ensemble des locaux sélectionnés. La valeur globale (ici 18.2 kWh/m^2) correspond à la moyenne pondérée des locaux (fond vert : la valeur satisfait le niveau d'exigence à atteindre).
2. Vous pouvez modifier la surface globale représentée par les locaux que vous avez décrits à l'aide de la souris et du clavier.
3. Les valeurs particulières des différents locaux figurent dans le tableau.
4. Cliquer ici pour changer le niveau d'exigence à atteindre (Limite, Cible ou Minergie).
5. Cliquer ici pour afficher le détail de l'analyse de chaque local.
6. Cliquer ici pour vérifier si le projet satisfait les exigences minergie-ECO®.
7. Cliquer ici pour générer un rapport d'analyse (cf. page 173).

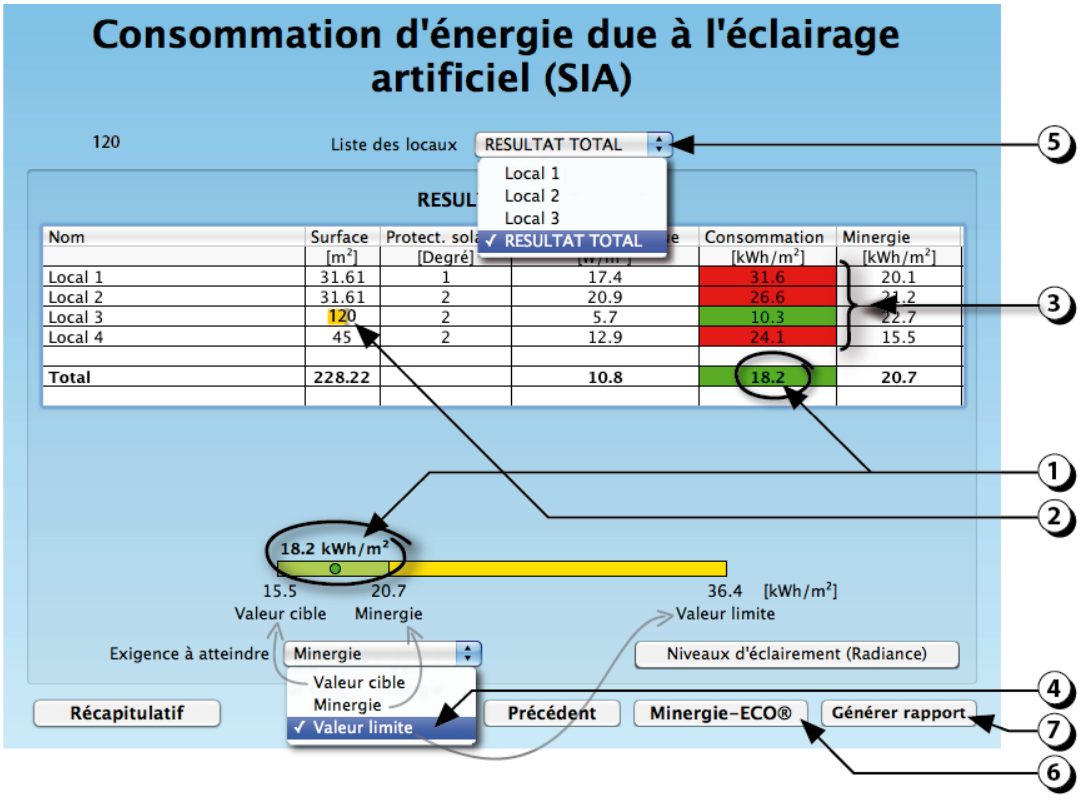


Figure 153 : Ecran d'affichage de la consommation d'électricité liée à l'éclairage artificiel selon la norme 380/4.

Eclairage artificiel : Exigence Minergie-ECO®

Pour satisfaire l'exigence Minergie-ECO® éclairage, l'autonomie en lumière naturelle de tous les locaux d'utilisation principale, pondérée par leur surface, doit être supérieure ou égale à 50%. En outre, la surface des locaux qui ont une autonomie en lumière naturelle < 50% ne doit pas dépasser 20% de la surface totale d'utilisation principale.

La page de résultats permet de vérifier :

1. La valeur moyenne pondérée de l'autonomie sur l'ensemble des locaux d'utilisation principale.
2. Le pourcentage de la surface des locaux pour lesquels l'autonomie est supérieure à 50%.
3. Le pourcentage de la surface des locaux pour lesquels l'autonomie est inférieure à 50%.

ATTENTION : L'autonomie issue du calcul Minergie-ECO® est différente de celle calculée par DIAL+*Lighting*. Cette valeur est spécifique à la norme Suisse et n'est pas basée sur des données climatiques spécifiques au lieu d'implantation du bâtiment.

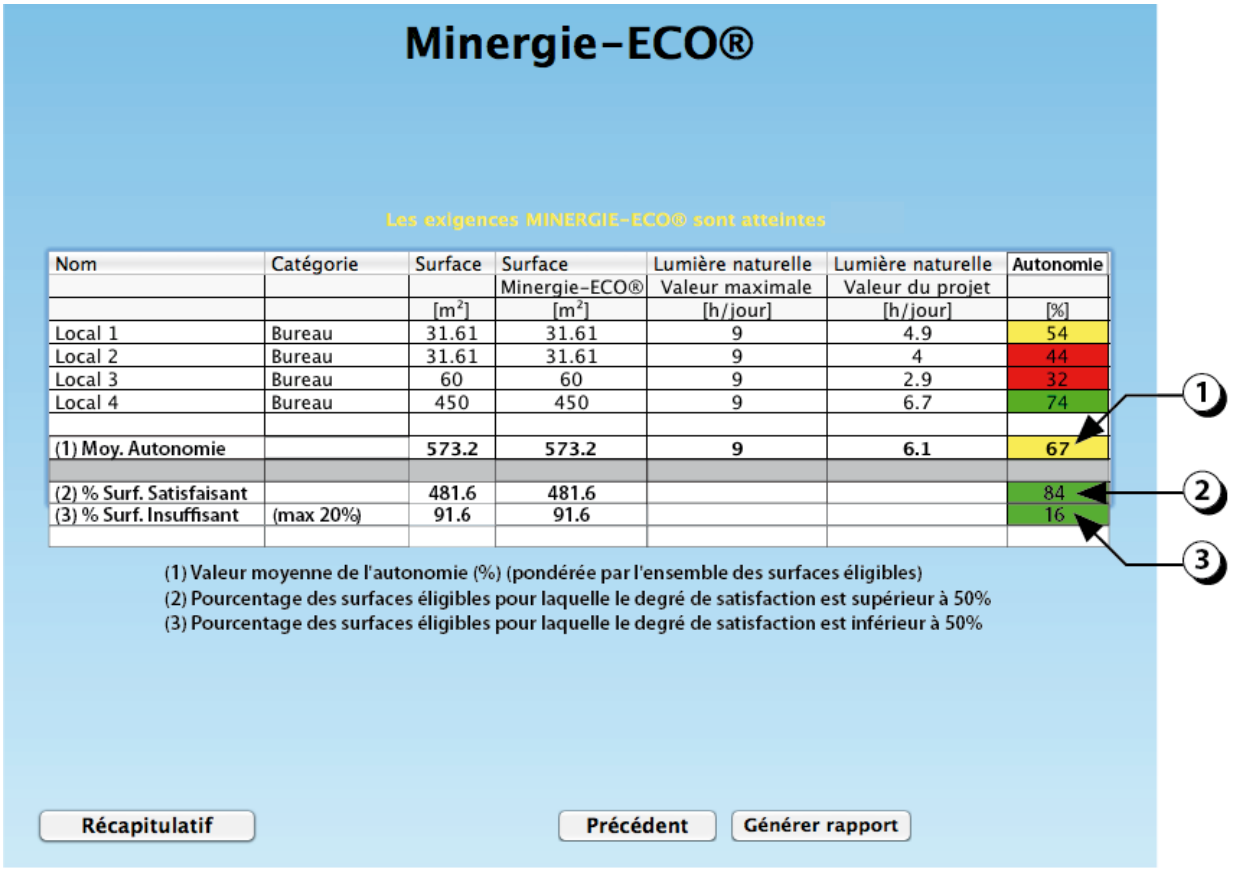
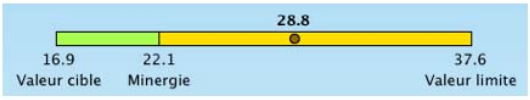


Figure 154 : Ecran d'affichage du justificatif Minergie-ECO.

Eclairage artificiel : Exemple de Rapport selon Norme suisse 380/4

Evaluation de l'éclairage selon SIA 380/4 et MINERGIE©

Projet :	Guide Utilisateur 25	**Surface éclairée :**	94.83 m²
Adresse :	Lausanne	**Energie**	2.7 MWh/a
Responsable :		**Exigence à atteindre :**	Valeur limite
Société :	Estia SA	**Exigence :**	37.6 kWh/m²
Date :	2.5.2013	**Consommation électrique**	28.8 kWh/m²
Signature		**Exigence atteinte?**	Oui



sia MINERGIE®

Les signataires confirment avoir réalisé le bâtiment et fourni les informations et dossiers nécessaires à la certification conformément au règlement d'utilisation MINERGIE®. L'auteur du dépôt de la demande est tenu de signaler les modifications de projet en fournissant tous les documents nécessaires. Si les modifications survenues imposent un nouveau contrôle, les travaux seront alors facturés selon leur étendue.

1 Liste locaux

Nom	Affectation	Largeur [m]		Profondeur [m]		Hauteur [m]			Eclair. [lx]	h/jour [h]	h/nuit [h]	j/an [j]	h/an [h]	Plan de travail [m]
Local 1	Bureau	3.5	5.3	6.5	4.92			2.6	500	11	0	261	2871	0.75
Local 2	Bureau	3.5	5.3	6.5	4.92	4.1	3	3	500	11	0	261	2871	0.75
Local 3	Bureau	3.5	5.3	6.5	4.92			2.6	500	11	0	261	2871	0.75

2 Utilisation de la lumière naturelle et régulation de lumière

Nom	Affectation	Surface vitrée (mur) [m²]	Surface vitrée (toiture) [m²]	Rapport vitrage/ surface [%]	Clarté	Trans. vitrage [%]	Dist. fen. / plafond [m]	Protect. solaire	Profond. du balcon [m]	Angle d'obst. [°]	Régulation de la lumière	Détecteur
Local 1	Bureau	5.7	0	0	Normal	80	2.1	2	1.5	0	(1)	Manuelle
Local 2	Bureau	5.1	0.7	0	Normal	80	2.2	2	0	0	(5)	auto off
Local 3	Bureau	5.1	0	0	Normal	80	2.1	2	1.4	0	(1)	Manuelle

(1) : Commutation manuelle
(2) : Commutation manuelle avec arrêt automatique pendant la pause de midi
(3) : Régulation à luminosité constante, sans mise en standby
(4) : Commutation enclenché/déclenché
(5) : Arrêt automatique et enclenchement manuel
(6) : Régulation permanente et mise en standby

3 Luminaires

Local	Nom Luminaire	Nombre de lampe	Rendement Luminaire [%]	Proportion de lumière directe [%]	UGR : Longitudinal / Transversal	Puissance Luminaire [W]	Puissance en veille [W]	Flux lumineux Total [lm]	Efficacité lumineuse [lm/W]
Local 1	Luminaire 1	2	65	30	>25/>25	110	0	5500	33
	Luminaire 2	2	65	30	>25/>25	110	0	5500	33
	Luminaire 3	2	65	30	>25/>25	110	0	5500	33
	Luminaire 4	2	65	30	>25/>25	110	0	5500	33
	Luminaire 5	2	65	30	>25/>25	110	0	5500	33
Local 2	Luminaire 1	4	75	20	<25/<25	220	0	16500	56
	Luminaire 2	4	75	20	>25/>25	220	0	16500	56
	Luminaire 3	4	75	20	>25/>25	220	0	16500	56
Local 3	Luminaire 1	1	65	50	<25/<25	36	0	2700	49
	Luminaire 2	1	65	50	>25/>25	36	0	2700	49
	Luminaire 3	1	65	50	>25/>25	36	0	2700	49
	Luminaire 4	1	65	50	>25/>25	36	0	2700	49
	Luminaire 5	1	65	50	>25/>25	36	0	2700	49

4 Récapitulatif

Local	Surface [m²]	Nombre de luminaire	Puissance installée [W]	Puissance spécifique [W/m²]
Local 1	31.6	5.000633	550	17.4
Local 2	31.6	3.00038	660	20.9
Local 3	31.6	5.000633	180	5.7

5 Evaluation énergétique

Nom	Affectation	Surface [m²]	Exigence [kWh/m²]	Consommation [kWh/m²]	Puissance spécifique [W/m²]	Consommation annuelle [MWh/a]
Local 1	Bureau	31.6	38.7	45.2	17.4	1.4
Local 2	Bureau	31.6	35.7	26.5	20.9	0.8
Local 3	Bureau	31.6	38.5	14.7	5.7	0.5
Total		**94.8**	**37.6**	**28.8**	**14.7**	**2.7**
Exigence			**Valeur limite**	**atteinte**		

Figure 155 : Exemple de rapport selon Norme 380/4.

Eclairage artificiel : Consommation selon Norme suisse 380/4

1. Pour afficher la consommation spécifique d'un local, choisissez dans cette liste.
2. La consommation spécifique est calculée à partir :
   a) De la puissance spécifique installée (dépend du nombre de lampes).
   b) Du nombre d'heures à pleine charge (lui-même déduit d'après l'autonomie diurne et les horaires d'occupation).
3. Pour vérifier si la puissance installée permet d'atteindre le niveau d'éclairement requis, cliquer sur ce bouton pour lancer une simulation Radiance (cf. page 175).

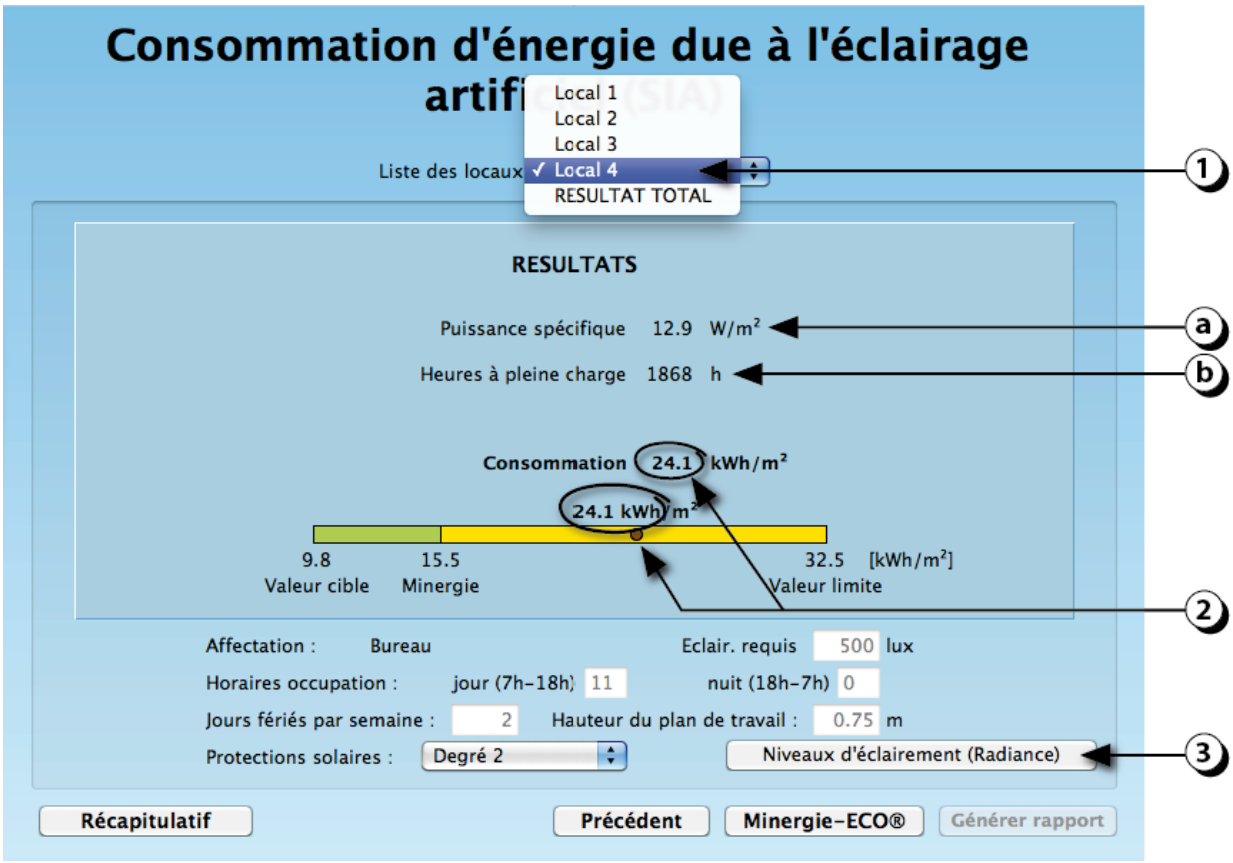


Figure 156 : Ecran d'affichage de la consommation spécifique d'un local selon norme 380/4.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Eclairage artificiel : Lancement simulation Radiance par local

1. Cliquer sur ce bouton pour lancer une simulation détaillée de l'éclairage artificiel.
2. Sélectionnez le local que vous voulez simuler.
3. Lancez le calcul.

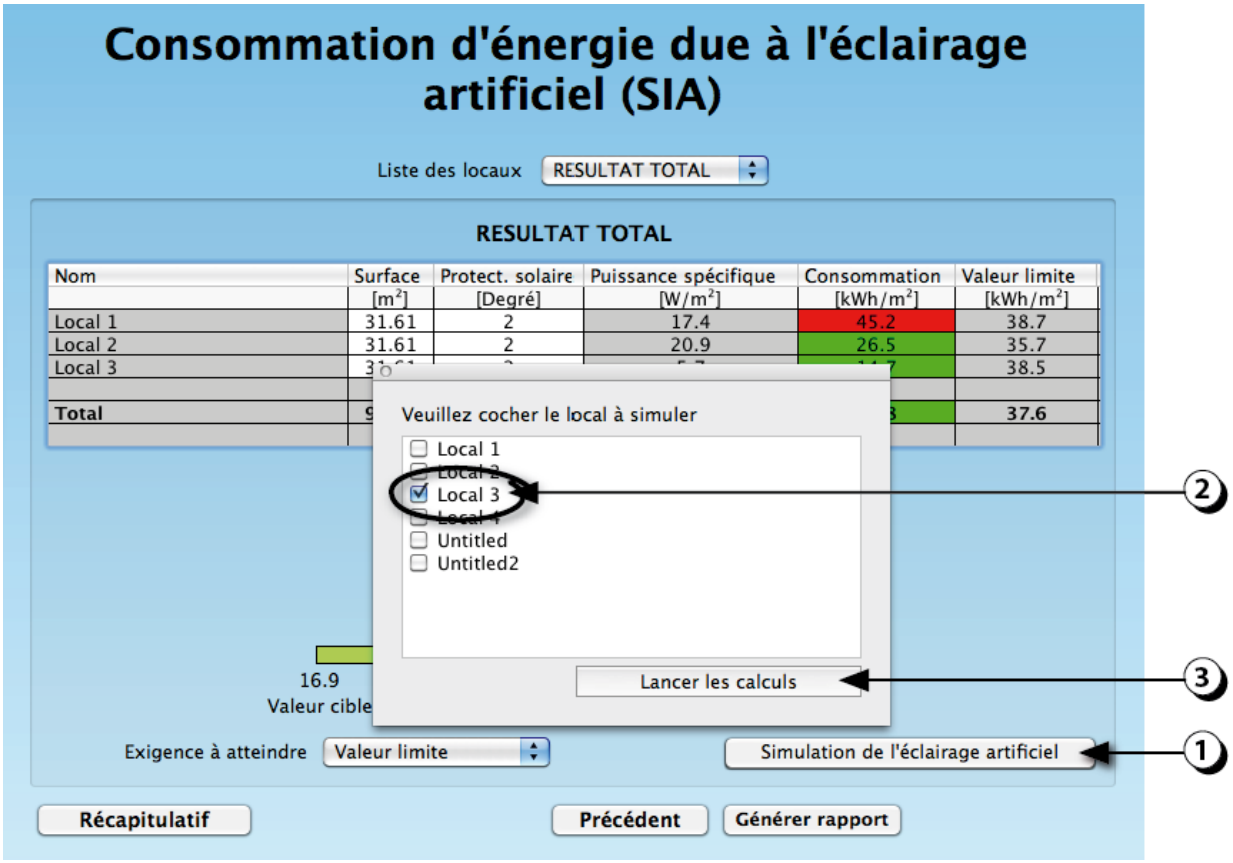


Figure 157 : Ecran d'affichage de la consommation spécifique d'un local selon norme 380/4.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Eclairage artificiel : Résultats simulation Radiance par local

1. Le résultat de la simulation permet d'afficher les niveaux d'éclairements sur le plan de travail selon une échelle colorée de 25 à 750 lux.
2. En déplaçant la souris sur le plan, les valeurs d'éclairement s'affichent.
3. Si le niveau moyen d'éclairement n'atteint pas le niveau correspondant à l'affectation, une alarme s'affiche (au besoin, vous pouvez alors redimensionner l'installation d'éclairage artificiel en augmentant la puissance installée jusqu'à obtenir satisfaction).
4. En cliquant sur ce bouton, le programme lance un calcul de l'autonomie en éclairage naturel sur la base du facteur de lumière du jour (cf. pages 150). Ceci permet alors de calculer le temps d'enclenchement de l'éclairage artificiel.

ATTENTION : Ce calcul est différent de celui effectué pour la norme 380/4 (cf. page 174). Il est plus précis et est basé sur la valeur horaire de l'éclairement diffus horizontal extérieur et des facteurs d'orientations propres au lieu d'implantation choisi.

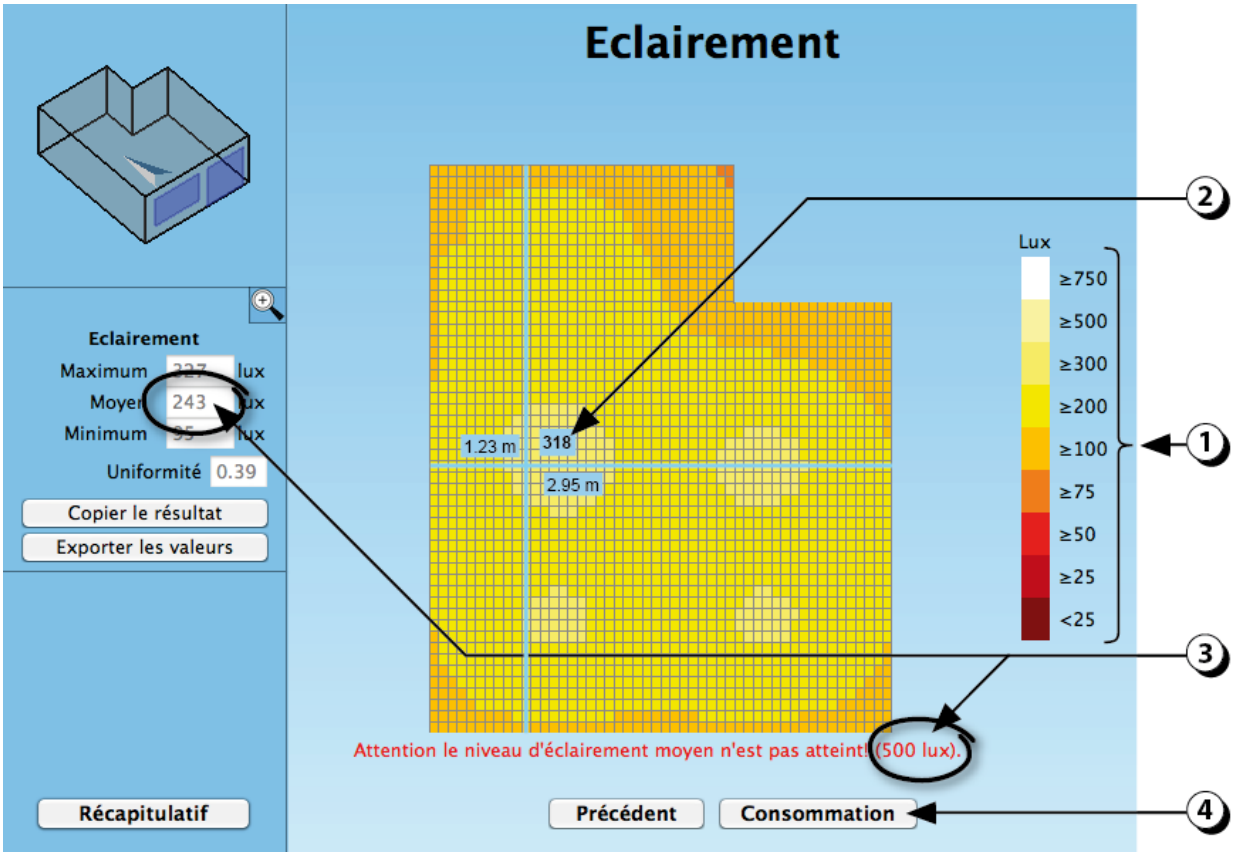
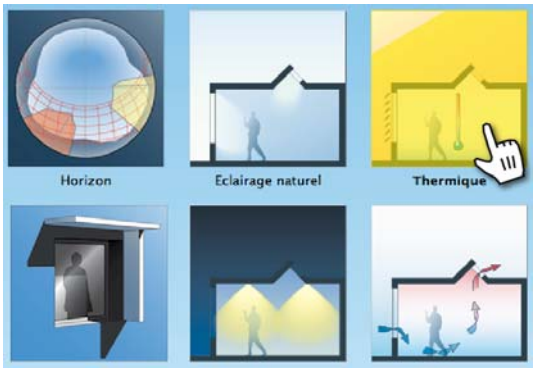


Figure 158 : Calcul des niveaux d'éclairement liés à l'installation d'éclairage artificiel.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

EVALUATION THERMIQUE



Ce module permet d'effectuer des simulations dynamiques du comportement thermique par local.

Les résultats obtenus sur un pas de temps horaire sont les suivants :

- Température de l'air,
- Température des parois intérieures,
- Température opérative,
- Gains solaires, gains internes,
- Débits d'air (ventilation naturelle & mécanique),
- Puissance de chaud et froid,
- Nombre d'heures de surchauffes selon EN15251 et norme suisse SIA 180.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée

Les fichiers météo pour la simulation thermique sont générés avec METEONORM 7 (www.meteonorm.com)

Pour effectuer l'analyse thermique, cliquez d'abord sur le bouton « Evaluer » dans la page récapitulative (cf. p. 133), puis cliquer sur le pavé «Thermique » pour lancer la simulation (cf. point 3 p. 134).

Le calcul, qui dure quelques secondes, se termine par l'ouverture d'une fenêtre permettant d'accéder aux résultats de simulations.

1. La courbe en vert représente le profil annuel de la température intérieure du local (pas horaire).
2. La courbe grise correspond au profil horaire de la température de l'air extérieur (pas horaire)
3. La valeur indiquée correspond au nombre d'heures de surchauffe, calculé par rapport à la valeur T_{max} soit, ici 26.5°C (cf. préférences pour la thermique, p. 112).
4. La valeur indiquée correspond aux besoins de chaleurs du local rapportés à la surface de plancher.
5. La valeur indiquée correspond aux besoins de froid [kWh/m^2] (valeur égale à 0 si pas de climatisation).
6. Cliquer ici pour afficher les besoins du local en valeur absolue.

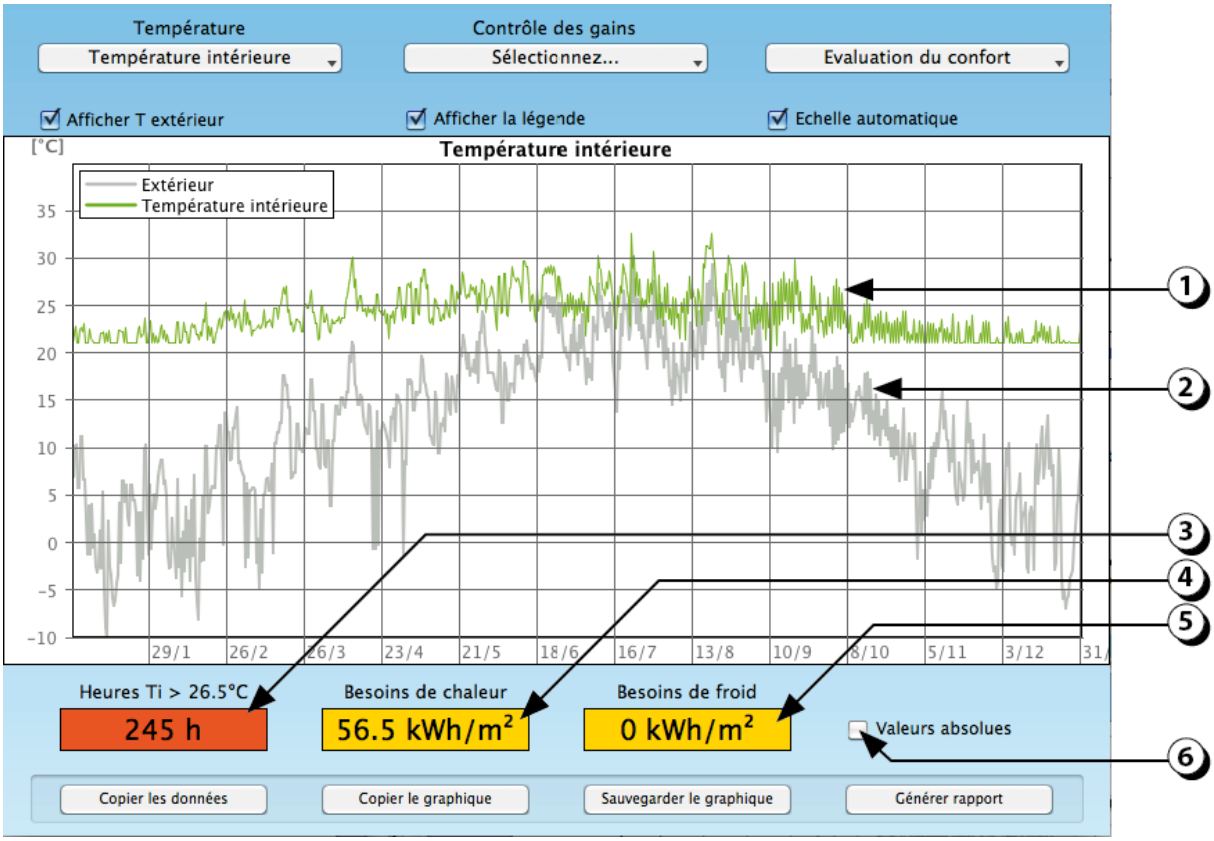


Figure 159 : Affichage des résultats de la simulation dynamique du comportement thermique du local.

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée : fonctions d'édition

Les fonctions d'éditions du module d'analyse thermique sont les suivantes :

1. Coche permettant d'afficher ou non le profil de température extérieure.
2. Coche permettant d'afficher ou non la légende.
3. Coche permettant de fixer la plage des valeurs en ordonnée.
4. Bouton permettant de copier les données affichées dans le presse papier.
5. Bouton permettant de copier le graphique dans le presse papier.
6. Bouton permettant de sauvegarder le graphique.
7. Bouton permettant de générer un rapport (format .pdf).

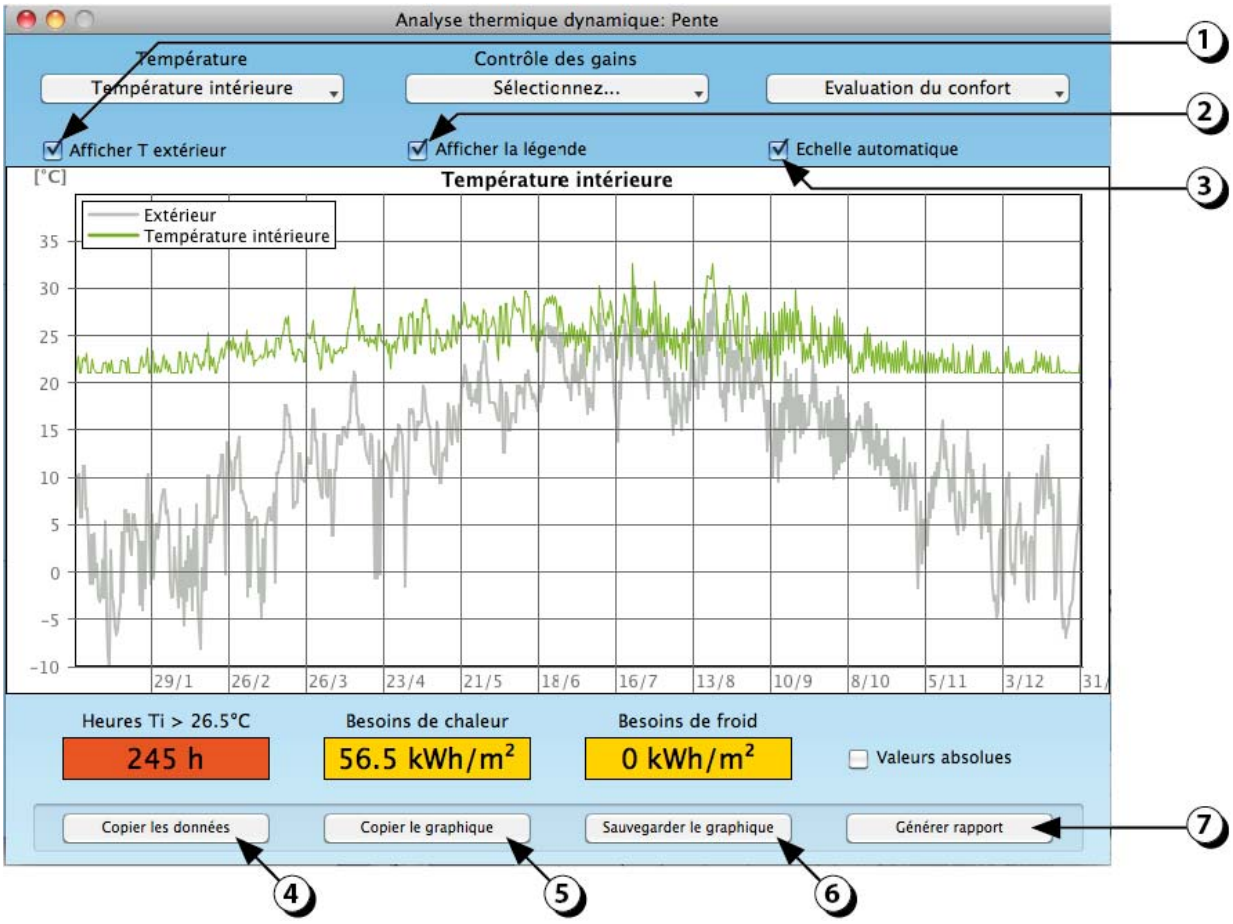


Figure 160 : Fonctions d'édition des résultats du module d'analyse thermique.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée / Zoom sur les résultats

1. **Zoom sur le graphique**. Un zoom sur le graphique est possible en cliquant sur le bouton gauche de la souris tout en déplaçant celle-ci vers la droite. La période sur laquelle le zoom va être fait est surlignée en jaune. Lorsque le bouton est relâché, le graphique se met à jour.

   Pour « dé-zoomer », appuyer sur le bouton de gauche sans déplacer la souris.

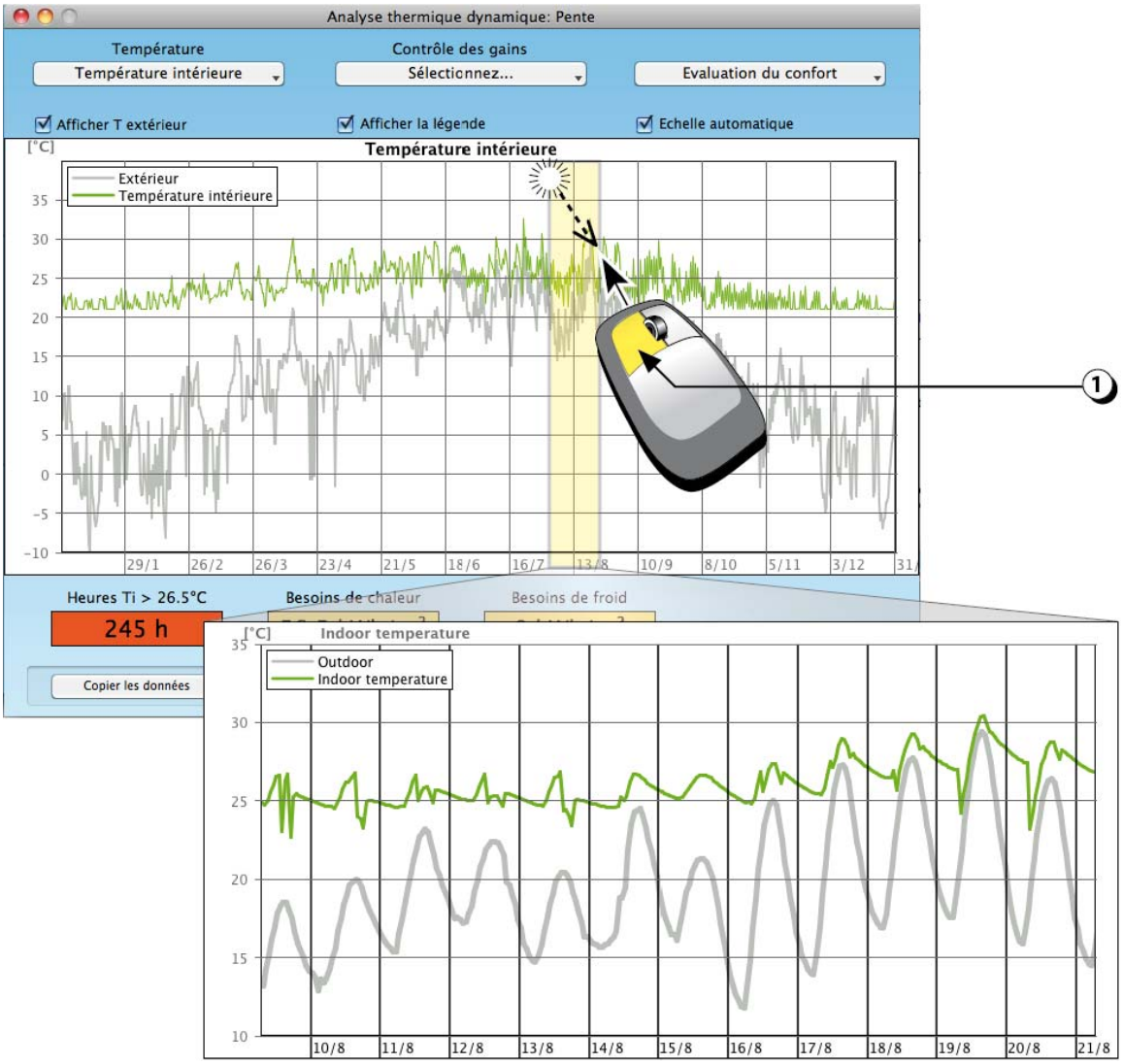


Figure 161 : Zoom sur le profil des températures.

Défilement du graphique : Pour faire défiler le graphique, utiliser le bouton droit de la souris tout en déplaçant celle-ci vers la droite ou vers la gauche.
Il faut également noter que ce procédé ne fait défiler que selon l'axe horizontal [date, heure]. L'axe vertical s'adapte automatiquement à l'ensemble des valeurs affichées.

Définition de l'échelle verticale : Il est possible de fixer l'échelle verticale et ainsi de ne pas avoir un ajustement automatique en fonction des valeurs affichée (cf. point 3 page précédente).

Thermique : Analyse détaillée des températures

1. Cliquer ici pour afficher les différents profils de température :
    a. Température intérieure (T de l'air).
    b. Température opérative (moyenne entre T de l'air et la température moyenne de surface).
    c. Températures de surface.
    d. Température de la chape (disponible seulement pour un plancher avec chape).

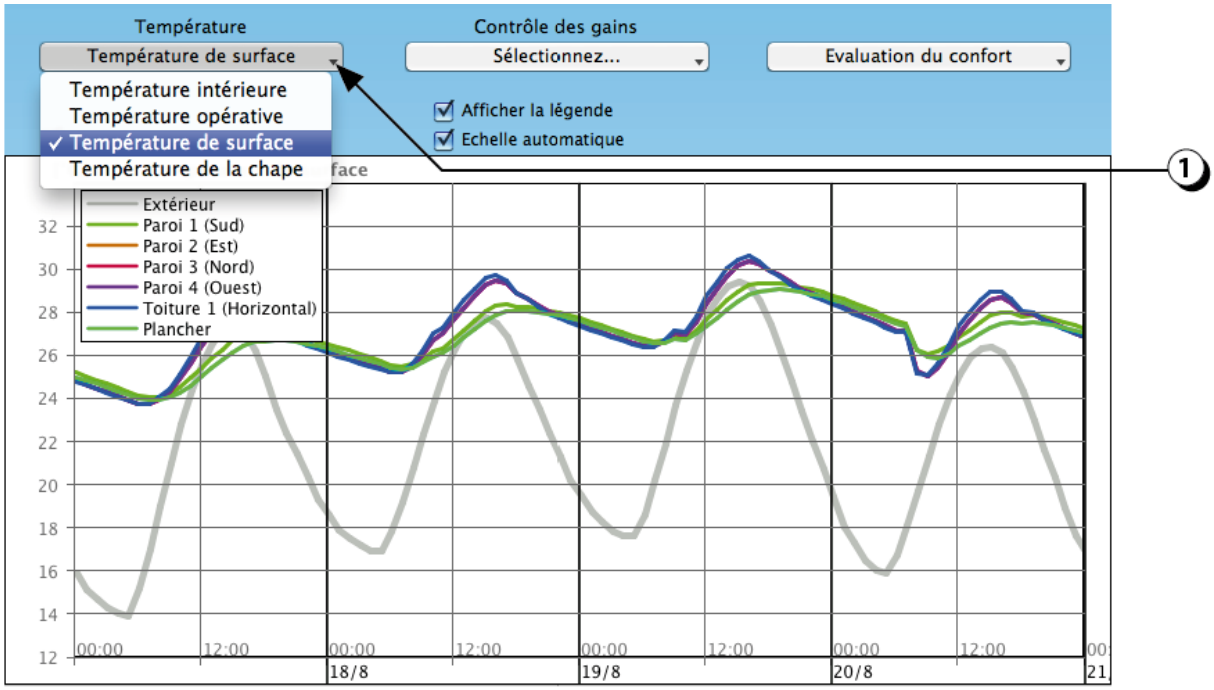


Figure 162 : Menu d'édition des températures

(Ici affichage des différentes températures de surfaces du local).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : Analyse détaillée des gains solaires

1. Le menu de contrôle des gains vous permet d'afficher différents profils auxiliaires :
    a. Les gains solaires par façade (ici gains par la façade Sud, avec protection solaire (en vert) et sans protection solaire (en gris).

Il est aussi possible d'afficher :

    b. Les gains solaires pour l'ensemble de façade.
    c. Les gains solaires totaux.

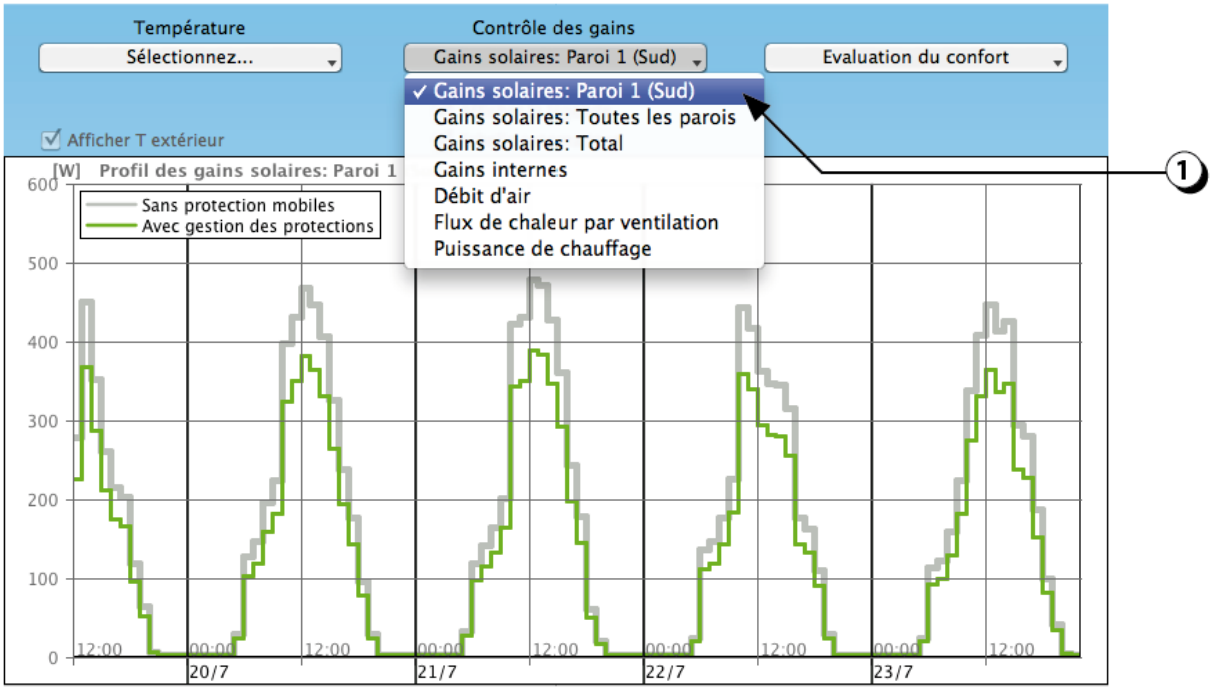


Figure 163 : Affichage des gains solaires (ici façade Sud, avec et sans protection solaire).

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : Analyse détaillée des gains internes

1. Le menu de contrôle des gains vous permet aussi d'afficher les gains internes. Celui reflète le profil d'occupation du local (selon norme SIA, dépend de l'affectation choisie).

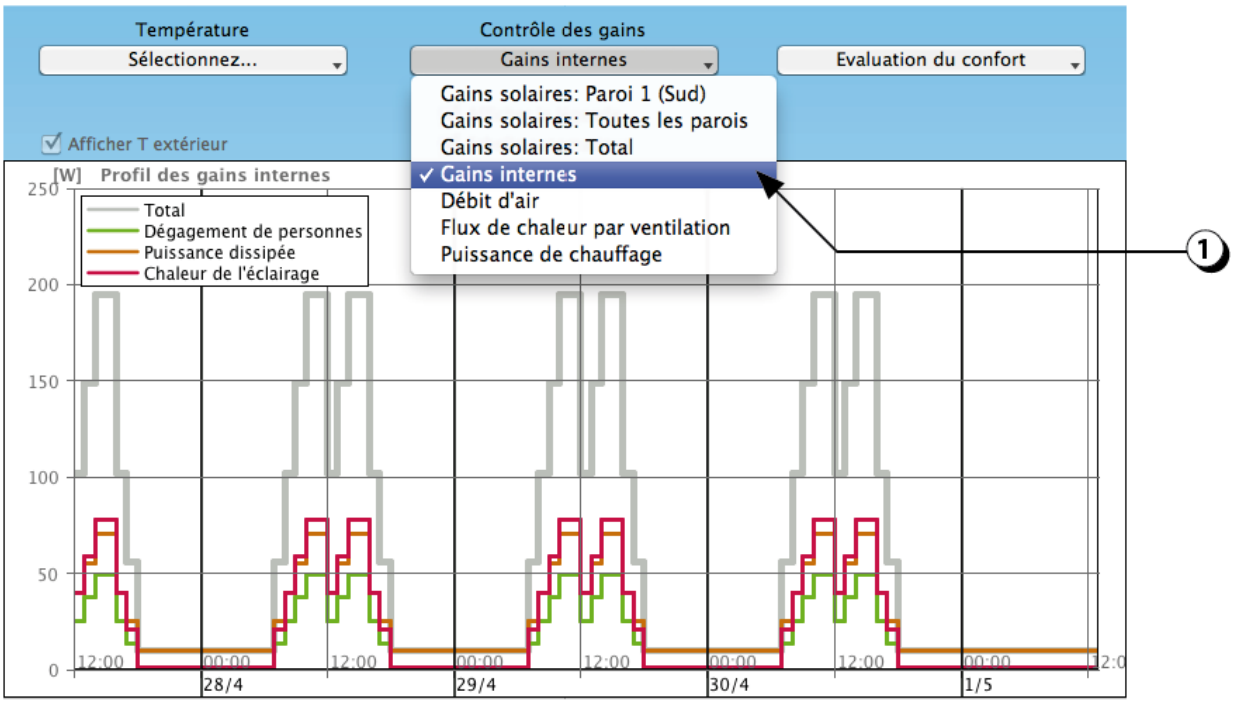


Figure 164 : Affichage des gains internes en fonction du profil d'occupation.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : Analyse détaillée des débits d'air

1. Le menu de contrôle des gains vous permet aussi d'afficher les débits d'air (ventilation mécanique et ventilation naturelle), en fonction du scénario de ventilation choisi.

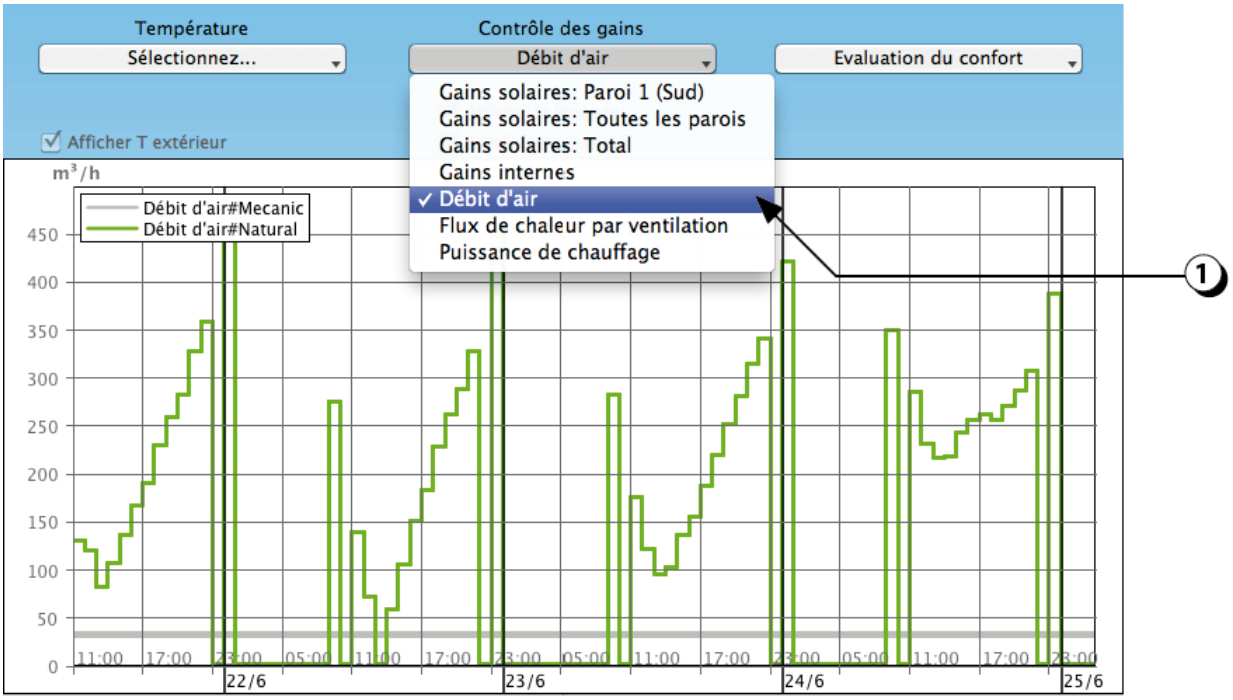


Figure 165 : Affichage des débits d'air.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée des flux de chaleur évacués par la ventilation

1. Le menu de contrôle des gains vous permet aussi d'afficher les flux de chaleur évacués par la ventilation d'air (ventilation mécanique et ventilation naturelle), en fonction du scénario de ventilation choisi.

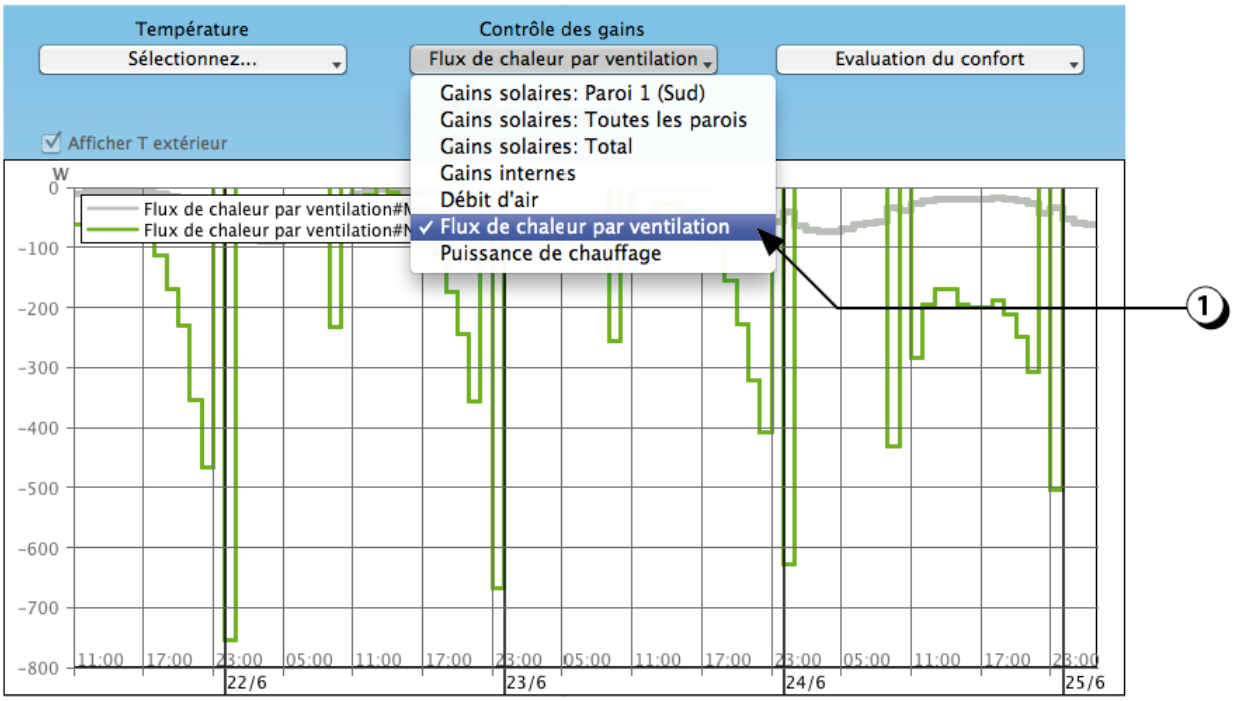


Figure 166 : Affichage des flux de chaleurs évacués par la ventilation.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée de la puissance de chauffage

1. Le menu de contrôle des gains vous permet aussi d'afficher la puissance de chauffage.

   PRECISION : Les puissances sont négatives dans le cas d'un refroidissement par climatisation.

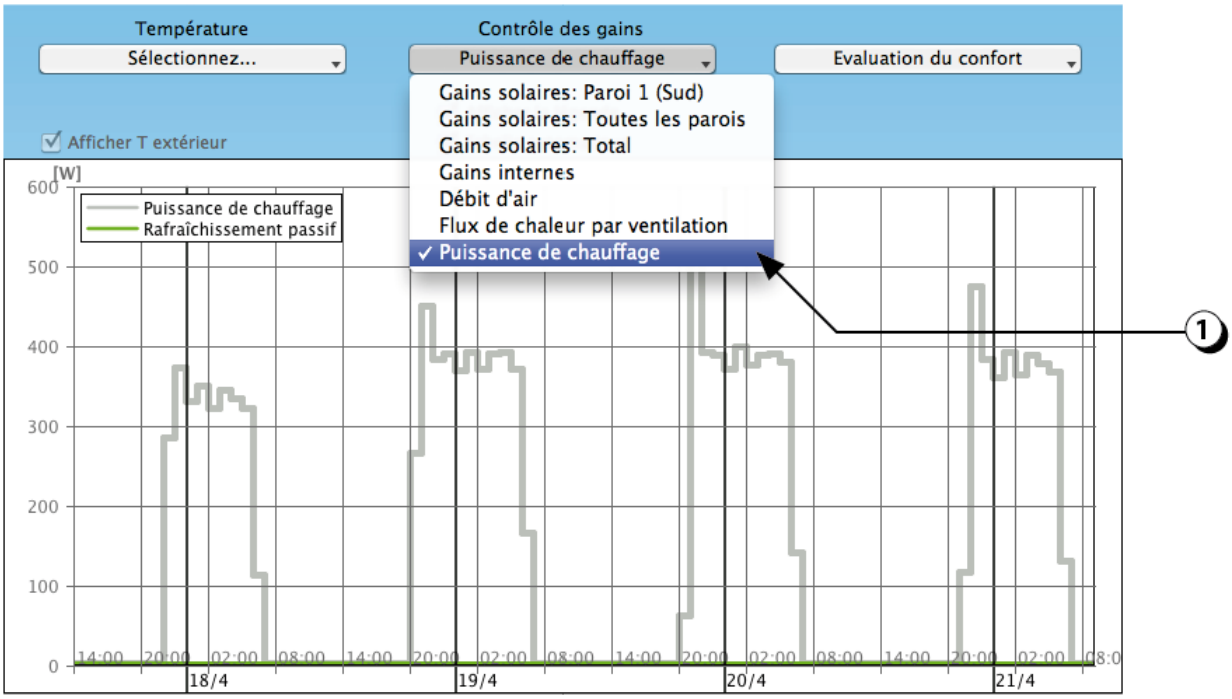


Figure 167 : Affichage de la puissance de chauffage appelée.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée de la zone de confort utilisateur (SIA 382/1)

Le menu « Evaluation du confort » vous permet d'afficher la distribution de la température de l'air intérieur du local en fonction de la température extérieure.

1. Le graphique « Zone de confort utilisateur » représente en ordonnée la température opérative calculée par le logiciel et en abscisse la température maximale pendant la journée. Ce mode est compatible avec les exigences de la norme suisse SIA 180. Par défaut, la zone de confort correspond à la norme suisse SIA 180, elle peut-être adaptée par l'utilisateur dans la marge de droite.
2. Le graphique « Zone de confort EN 15251 » affiche les résultats en fonction de la norme européenne éponyme.

Les points rouges représentent les heures de surchauffe.

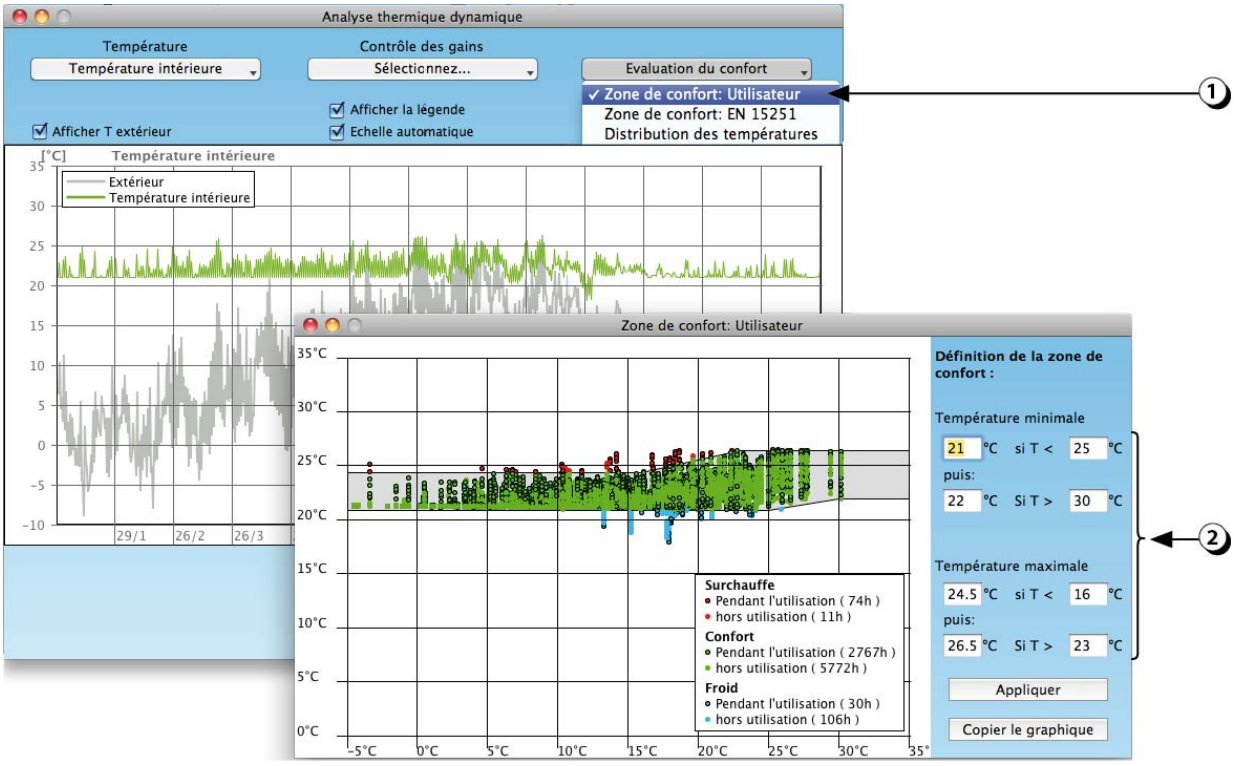


Figure 168 : Affichage de la zone de confort thermique.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée de la Zone de confort EN 15251

Le menu « Evaluation du confort » vous permet d'afficher la distribution de la température de l'air intérieur du local en fonction de la température extérieure.

1. Zone de confort : EN 15251

Ce graphique représente en ordonnée la température opérative calculée par le logiciel et en abscisse la température extérieure moyenne glissante sur 48h. Ce mode est compatible avec les exigences de la norme européenne EN 15251. Le graphique « Zone de confort EN 15251 » affiche les résultats en fonction de la norme européenne éponyme.

Les points rouges représentent les heures de surchauffe.

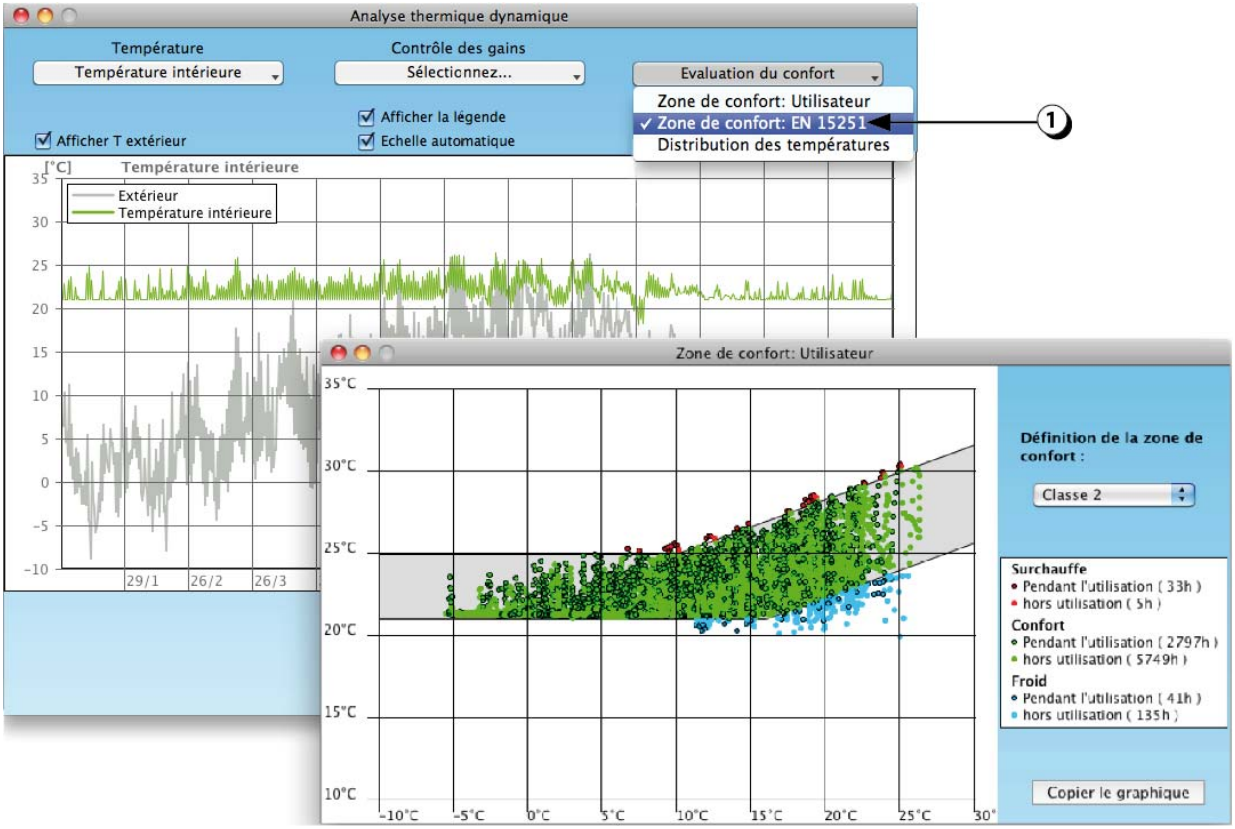


Figure 169 : Affichage de la zone de confort thermique selon EN 15251.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : analyse détaillée de la distribution des températures

Le menu « Evaluation du confort » vous permet d'afficher la distribution de la température de l'air intérieur du local en fonction de la température extérieure.

1. Le choix « Distribution des températures » permet d'afficher un histogramme de la température intérieure du local par tranches de 1°C. En cliquant avec la souris sur une barre, le nombre d'heures correspondant s'affiche en rouge.

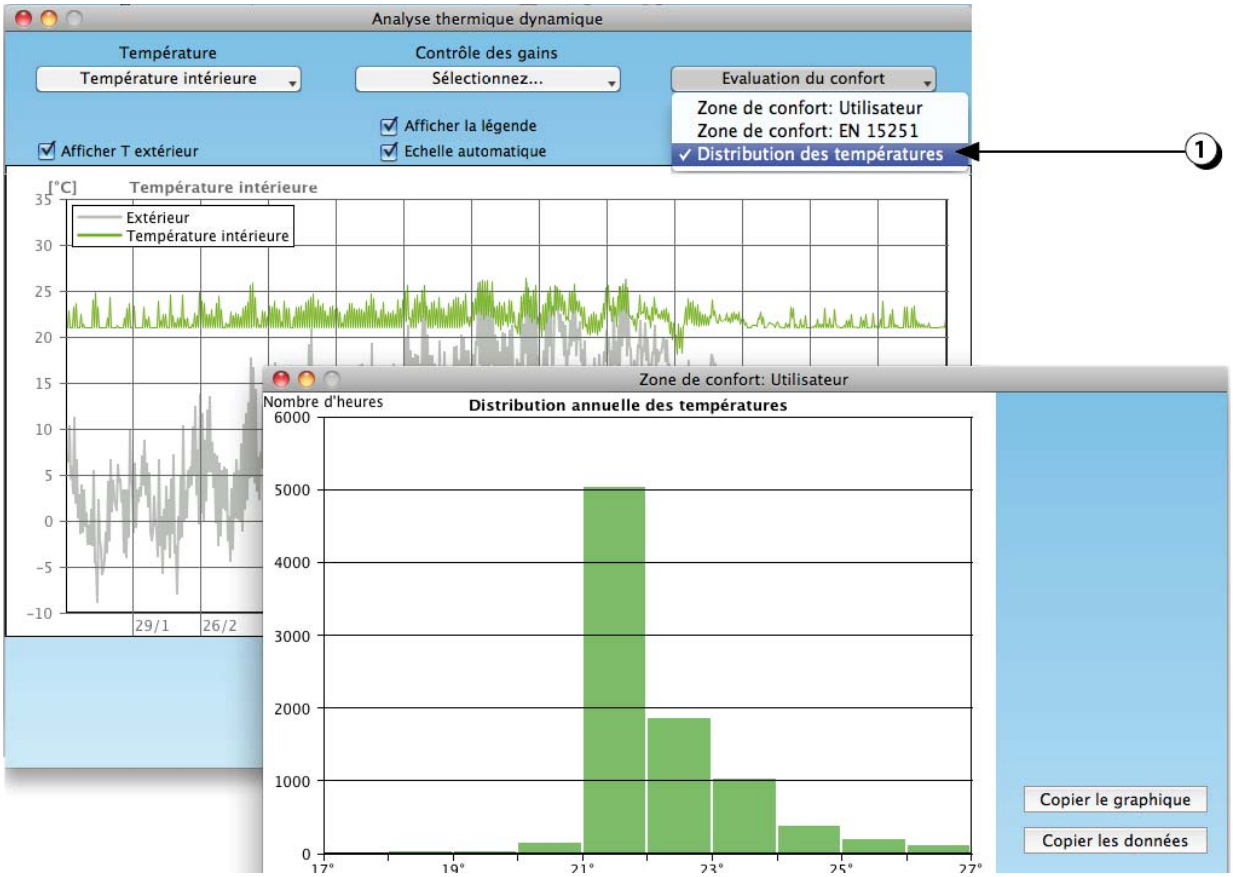


Figure 170 : Affichage de la distribution des températures dans le local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Thermique : Comparaison de plusieurs locaux

Il est possible de comparer les performances thermiques de plusieurs locaux déjà décrits. Pour lancer cette analyse voir point 4 page 134.

Le programme effectue à la suite les calculs correspondant aux configurations sélectionnées et affiche sur un même graphique les différents profils des températures correspondants, comme le montre l'exemple ci-dessous.

Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour juger du poids d'un paramètre (masse thermique, automatisation des protections solaires ou des ouvrants, etc).

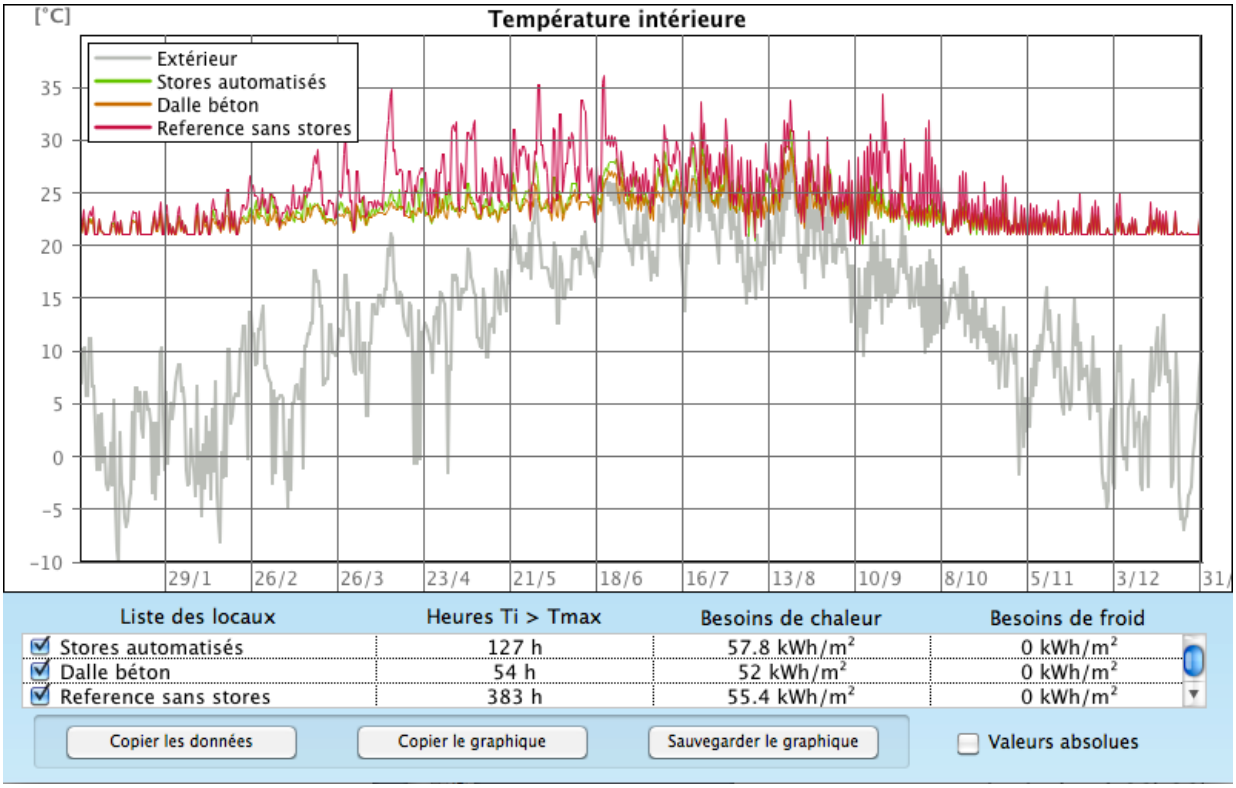


Figure 171 : Affichage comparatif du comportement thermique de plusieurs variantes d'un local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

EVALUATION VENTILATION NATURELLE

Ce module permet d'effectuer d'évaluer le potentiel de renouvellement d'air lié aux ouvertures de fenêtres.

Il permet, en fonction des températures intérieure et extérieure, de calculer pour chaque ouverture :

- Les débits d'air entrant et sortant,
- Le taux de renouvellement d'air,
- La position du niveau neutre,
- Le temps nécessaire pour renouveler tout ou partie de l'air du local.

©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Ventilation naturelle

Pour lancer l'analyse du potentiel de ventilation naturelle voir point 5 page 134.

1. Le logiciel affiche les trajets d'air entrants et sortants par les différentes ouvertures en fonction de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur (cf. point 5).
2. Pour chaque ouverture, le débit entrant et sortant est affiché [m^3/h].
3. Le renouvellement d'air instantané est affiché [vol/h].
4. L'altitude du niveau neutre (altitude du local où les pressions intérieure et extérieures sont équilibrées) est affichée sous la forme d'un plan de couleur jaune et sous forme numérique [m].
5. Les curseurs permettent de faire varier les températures (le graphique et les valeurs se réajustent en temps réel).
6. Le programme permet de connaître le temps nécessaire pour évacuer l'air vicié.

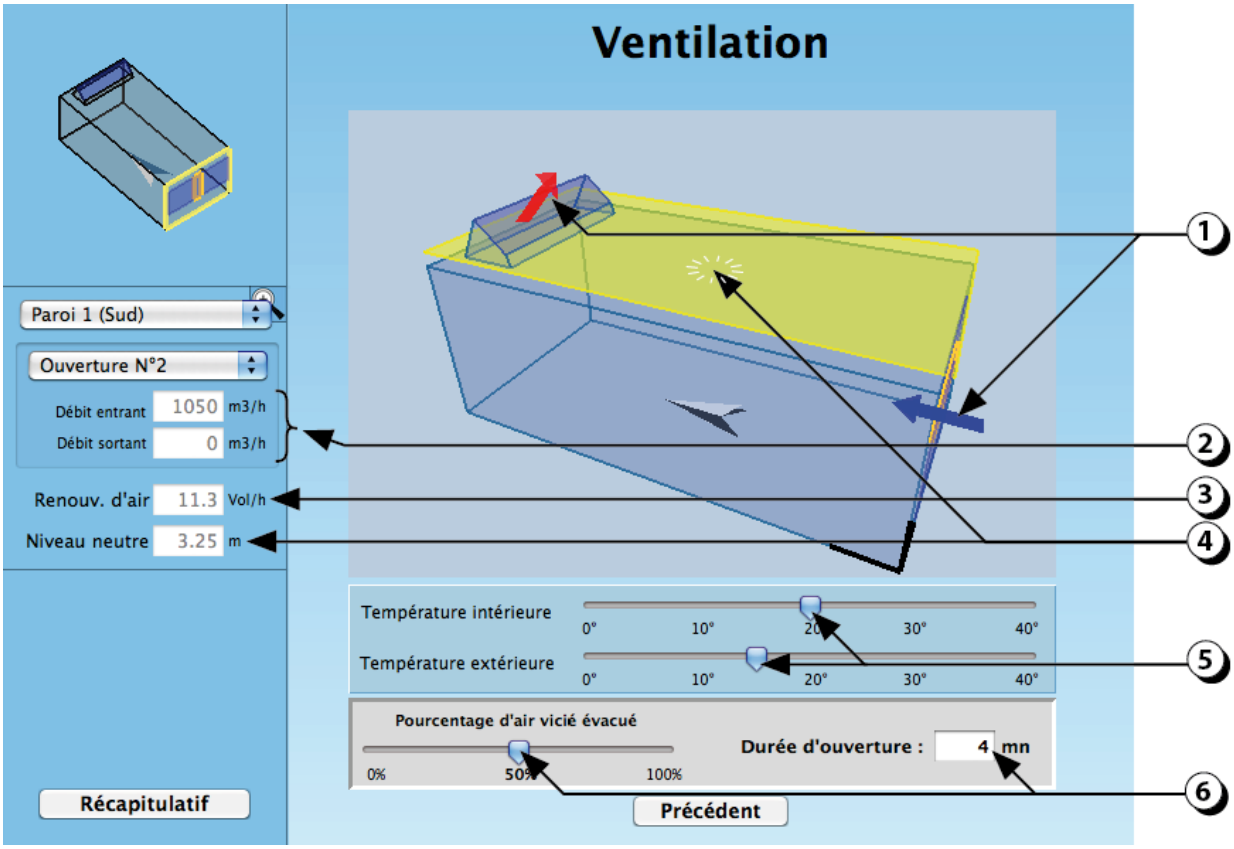


Figure 172 : Affichage du potentiel de ventilation naturelle du local.

BIBLIOGRAPHIE

EN 15255 (juillet 2008 – Indice de classement : P50-781) : Performances thermiques des bâtiments – Calcul de la charge de refroidissement en chaleur sensible d'un local – Critères généraux et procédures de validation.

EN 15265 (juillet 2008 – Indice de classement : P50-782) : Performances thermiques des bâtiments – Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux – Critères généraux et procédures de validation.

EN ISO 13790 (novembre 2004 – Indice de classement : P50-773) : Performance thermique des bâtiments – Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage des locaux.

EN ISO 13791 (juillet 2005 – Indice de classement : P50-751) : Performance thermique des bâtiments - Température intérieure en été d'un local non climatisé - Critères généraux et méthodes de calcul.

SN 520 380/4 : L'énergie électrique dans le bâtiment, SIA, 2006.

SIA 382/1 : Installations de ventilation et de climatisation: Bases générales et performances requises, 2007.

Cahier Technique 2024 : Conditions d'utilisation standard pour l'énergie et les installations du bâtiment, SIA, édition 2006.

PERENE Réunion : « PERformances ENErgétiques des bâtiments à La Réunion », Mise à jour 2009. LBPS Imageen B. Paule, J. Kaempf : "From research tools and instruments to lighting retrofit practice" IEA Workshop Lund, Sweden, March 2013

B. Paule, F. Flourentzou; S. Pantet; J. Boutillier, N. Heeren : "DIAL+Suite : a new suite of tools to optimize the global energy performance of room design" 17. Status-Seminar «Forschen für den Bau im Kontext von Energie und Umwelt», Zürich, 2012.

Flourentzou F., Paule B., Pantet S., Natural ventilation and passive cooling. Simulation is not any more a proviledge for experts. Proceedings of the 33rd AIVC conference – 2nd TightVent conference, Copehnagen, Denmark, Oct. 2012

Paule B., et al, 2012. DIAL+Suite : a new suite of tools to optimize the global energy performance of room design, Status Seminar, Zurich, sept. 2012.

Paule B., Bauer M., Flourentzou F., Nguyen B., Pantet S., Fenêtres : dimensionnement et performances, Cahier Pratique, Le moniteur des travaux publics et du bâtiment, nov. 2011.

Paule B., Flourentzou F., Pantet S., Boutillier J., DIAL+Suite : A complete but simple suite of tools to optimize the global performance of openings : Daylight, natural ventilation / Overheating risks, Proceedings of the CISBAT 2011 Conference, Lausanne, sept. 2011

Paule B., Flourentzou F., Pantet S., Boutillier J., DIAL+ A complete but simple suite of tools to optimize the global performance of openings, 4th *VELUX Daylight Symposium* Lausanne, May 2011

 ©Estia SA, PSE-EPFL CH-1015 Lausanne, Suisse

Damelincourt J.-J., Zissis G., Corbé C., Paule B., Éclairage intérieur et ambiances visuelles, Éditions Lavoisier, 2010.

Ragonesi M. et al., Minergie-P®, Édition Minergie®, Fribourg, 2010.

Roulet C.-A., Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments, 2e édition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), 2008.

Paule, B., Bouvier, F., Courret, G., Éclairage naturel : Techniques de l'Ingénieur, Réf. C3315, fév. 2008.

Paule B., G. Courret G., Dispositifs d'éclairage naturel, C3316, Techniques de l'Ingénieur, 2008.

PERENE Réunion : « PERformances ENErgétiques des bâtiments à La Réunion », Mise à jour 2009. LBPS Imageen.