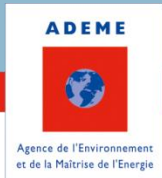


OBEC - Objectif Bâtiment Energie Carbone

1^{er} colloque PACA - 27 novembre 2018

GT : La simulation thermique dynamique comme outil complémentaire à E+C-



envirobat bdm



Eduardo Serodio



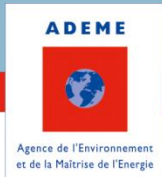
Sujets abordés

- Simulation du comportement de l'enveloppe et confort d'été
- Établissement du bilan de consommation tous usages et engagement de performance énergétique
- Photovoltaïque et autoconsommation

OBEC - Objectif Bâtiment Energie Carbone

1^{er} colloque PACA - 27 novembre 2018

Simulation du comportement de l'enveloppe et confort d'été



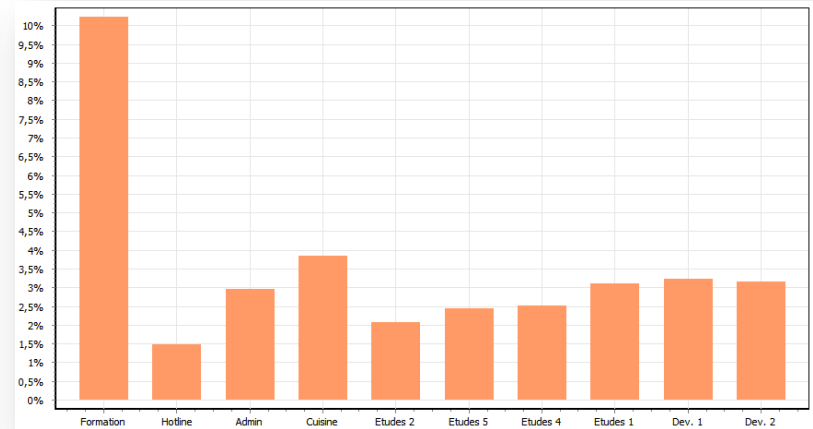
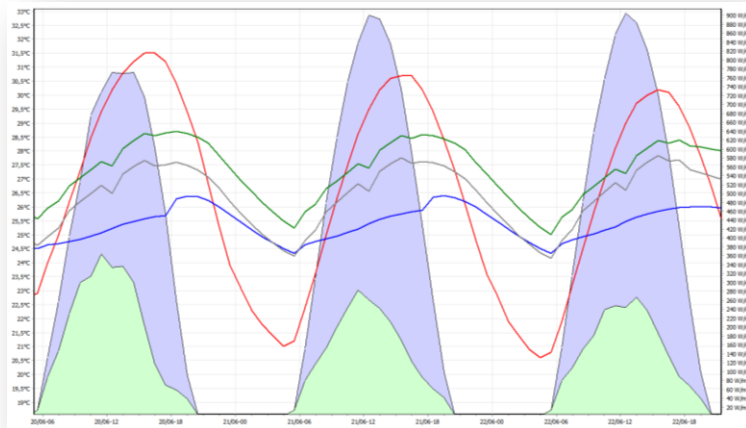
envirobat bdm



Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été

- Température horaire
- Taux ou durées d'inconfort sur limite de température fixe
 - ➔ ex : nombre d'heures $> 28^{\circ}\text{C}$



Simulation de l'enveloppe et confort d'été

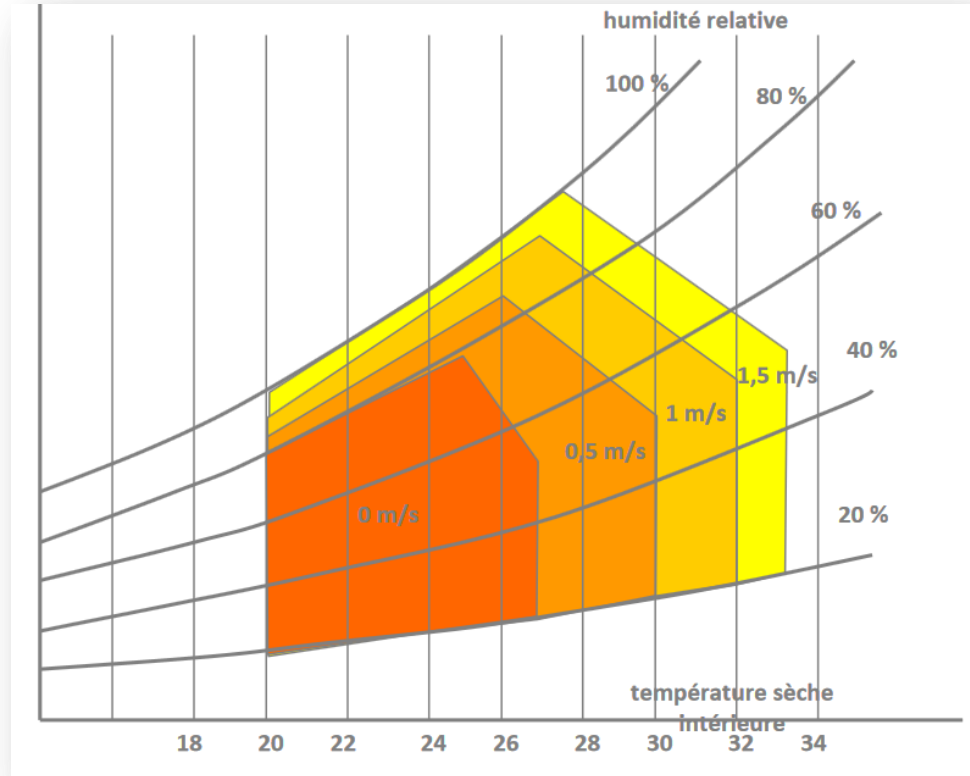
Indicateurs de confort d'été



Diagrammes de Givoni

- Température et humidité
- Vitesse d'air

HQE®



Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : PMV et PPD

PMV : vote moyen prévisible (Norme ISO 7730:2005)

- ➔ Valeur moyenne des votes d'un groupe de personnes exprimant leur sensation thermique

Echelle de sensation thermique à 7 niveaux	
+3	Chaud
+2	Tiède
+1	Légèrement tiède
0	Neutre
-1	Légèrement frais
-2	Frais
-3	Froid

Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : PMV et PPD

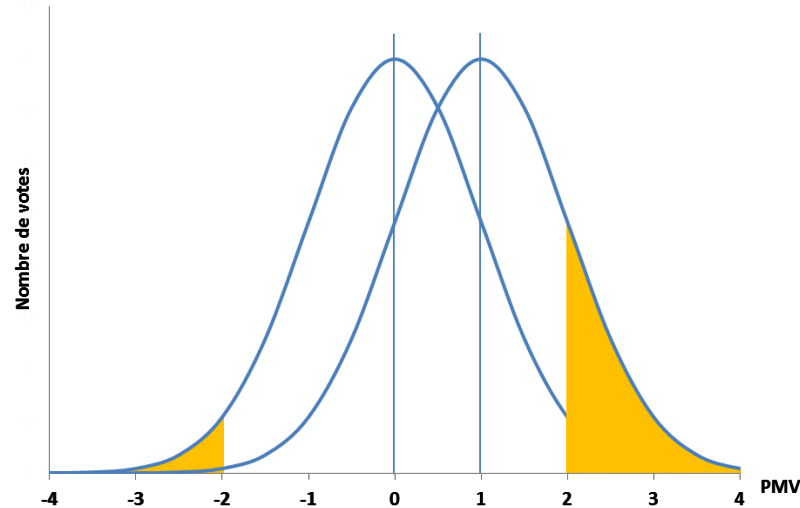
- Le PMV est fonction de :

Grandeur physique
Température de l'air
Température moyenne de rayonnement
Humidité de l'air
Vitesse d'air
Activité en Met
Habillement en Clo

Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : PMV et PPD

- **PPD : pourcentage prévisible d'insatisfaits (ISO 7730:2005)**
 - ➔ PMV = vote moyen, PPD = répartition des votes
 - ➔ Pourcentage d'insatisfaits (votes ≥ 2 ou ≤ -2)



Simulation de l'enveloppe et confort d'été

- Indicateurs de confort d'été : PMV et PPD

● Catégories d'ambiance :

Catégorie	Etat thermique global du corps	
	PPD %	PMV
I	< 6	- 0,2 < PMV < +0,2
II	< 10	- 0,5 < PMV < +0,5
III	< 15	- 0,7 < PMV < +0,7
IV	> 15 %	PMV < -0,7 ou PMV > 0,7

BREEAM®

● Attention : pour les locaux chauffés et climatisés

Simulation de l'enveloppe et confort d'été

- Indicateurs de confort d'été : confort adaptatif

● Confort adaptatif, pour les bâtiments non climatisés :

- ➔ Adaptation des occupants
- ➔ Capacité de contrôle
 - ex : ouverture de fenêtres, occultation
- ➔ --> Changement de leurs exigences

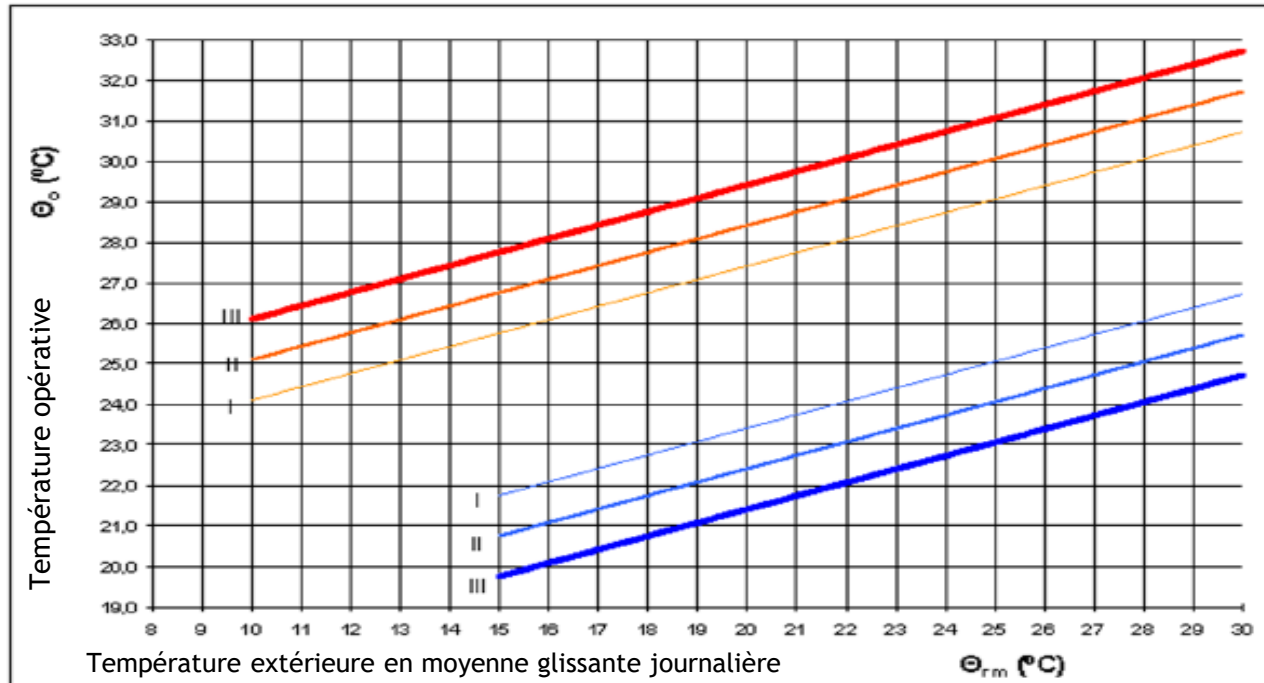
● Plusieurs approches :

- ➔ Diagramme de Bragger, EN15251...

Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : confort adaptatif

- EN15251 : « Température intérieure acceptable »



Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : la DIES

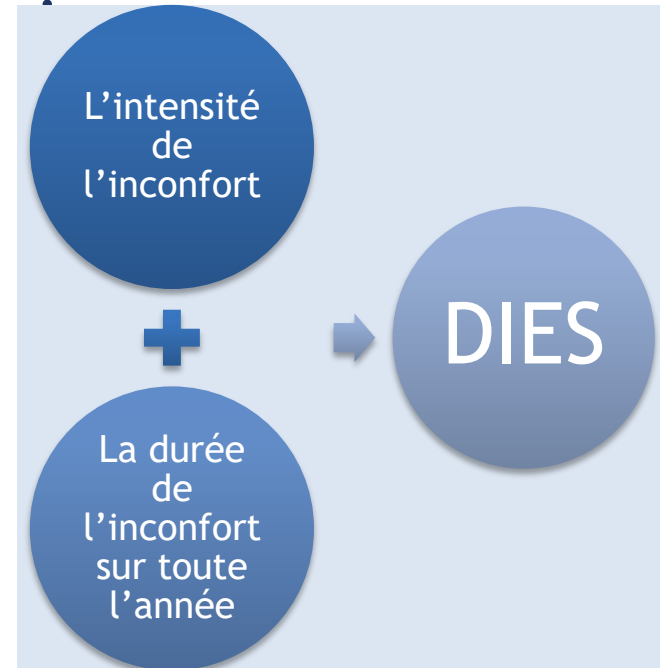
● Nouvel indicateur introduit dans E+C- :

- ➔ « Durée d'inconfort d'été statistique »
- ➔ (heures)



● Dans le moteur RT 2012 ● depuis la v8 (oct 18)

- ➔ Mode de calcul Th-D



Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : la DIES

- Principes :
 - ➔ confort adaptatif (NF EN 15251)
 - ➔ confort thermique PMV et PPD (NF EN 7730)

- Etape 1 : détermination des heures d'inconfort :

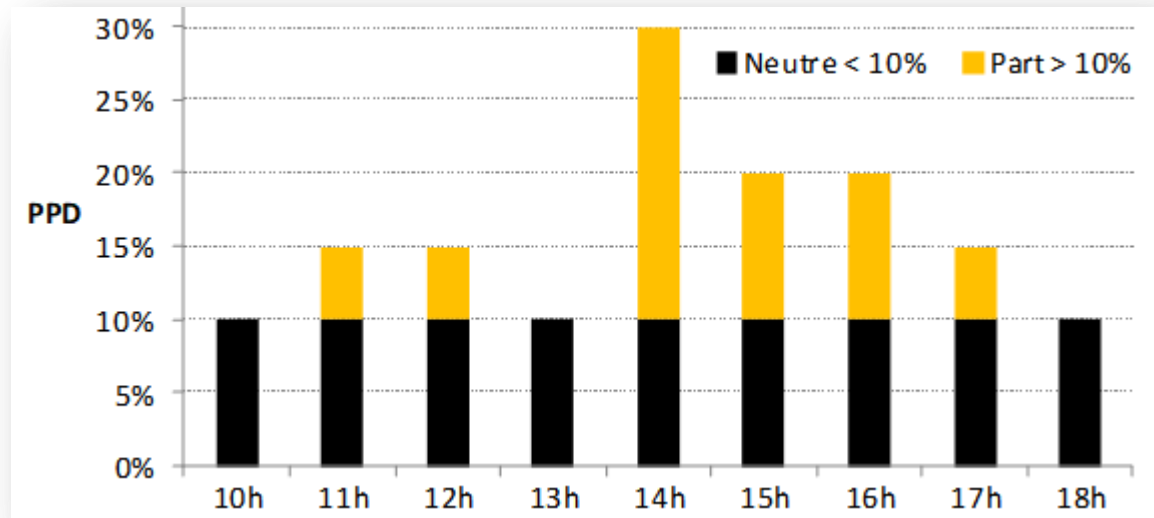


Simulation de l'enveloppe et confort d'été

Indicateurs de confort d'été : la DIES

- Etape 2 : calcul pour chaque heure d'inconfort du pourcentage d'insatisfaction corrigé
- Etape 3 : Somme sur toute l'année du nombre d'heures pondérées

$$Dies = \sum_h PPD_{\text{corrigé}}(h)$$



Indicateurs de confort d'été : la DIES

- **Indicateurs associés :**
 - ➔ durée d'inconfort non pondérée
 - ➔ durée de dépassement de la limite de confort de 1 et 2 °C
 - ➔ Pourcentage d'insatisfaits moyens

- **Pertinence ?**
 - ➔ Progrès net / Tic
 - ➔ Une seule DIES par groupe
 - ➔ Mais attention, toujours pas un outil de conception

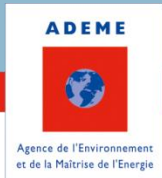
Indicateurs de confort d'été : la DIES

- Nouveaux systèmes de rafraîchissement passif pris en compte :
 - ➔ Puits hydrauliques pour le rafraîchissement de l'air neuf,
 - ➔ Rafraîchissement adiabatique par humidification directe ou indirecte de l'air (centrale de traitement d'air),
 - ➔ Brasseurs d'air dans les locaux.

OBEC - Objectif Bâtiment Energie Carbone

1^{er} colloque PACA - 27 novembre 2018

Établissement du bilan de consommation tous usages et engagement de performance énergétique



envirobat bdm



Bilan énergétique tous usages

E+C- : Nouveau périmètre de l'évaluation énergie

● Réglementaires

- ➔ 5 usages RT



● Non réglementaires

- ➔ Usages mobiliers
- ➔ Ascenseurs
- ➔ Parkings
- ➔ Autres parties communes



- Calcul au pas horaire dans ThBCE depuis la v8

Bilan énergétique tous usages

E+C- : Nouveau périmètre de l'évaluation énergie

● Usages mobiliers (ratio kWhEF/m²SRT)

Maison individuelle	29
Logement collectif	27
Bureau	26
Etablissement accueil petite enfance	6
Enseignement primaire	3

➔ Autres usages voir référentiel

● Parties communes des logements collectifs

➔ Éclairage circulations

➔ $E_{ef,com,écl} = 1,1 \text{ kWh}_{ef}/\text{m}^2 \cdot \text{an}$

Bilan énergétique tous usages

E+C- : Nouveau périmètre de l'évaluation énergie



Parkings

→ Ventilation et éclairage

Type de parking: Intérieur

Nombre de places: 1

Nom: Parking 1

Eclairage

- Extinction de l'éclairage si le parking est fermé
- Puissance d'éclairage par défaut
- Puissance d'éclairage totale installée: 0 W
- Horaires d'éclairage en semaine: 24h/24h
- Horaires d'éclairage le week-end: 24h/24h
- Horaires d'éclairage par défaut
- Jours d'ouverture par défaut: Définir les jours d'ouverture
- Horaires d'ouverture par défaut
- Horaires d'ouverture en semaine: 24h/24h
- Horaires d'ouverture le week-end: 24h/24h
- Nombre de niveaux: 1

Sans impact sur le calcul Th BCE. Uniquement pour le calcul E+C-.

Ventilation

- Ventilation mécanique
- Type d'usage: Bureau



Ascenseurs

Nom: Ascenseur 1

Sans impact sur le calcul Th BCE. Uniquement pour le calcul E+C-.

Course de l'ascenseur: 10 m

Nb de niveaux desservis: 2

Charge de la cabine: 400 kg

Vitesse nominale de la cabine: 1 m/s

Typologie: Traction avec réduction

Equilibrage de l'ascenseur: 0.5

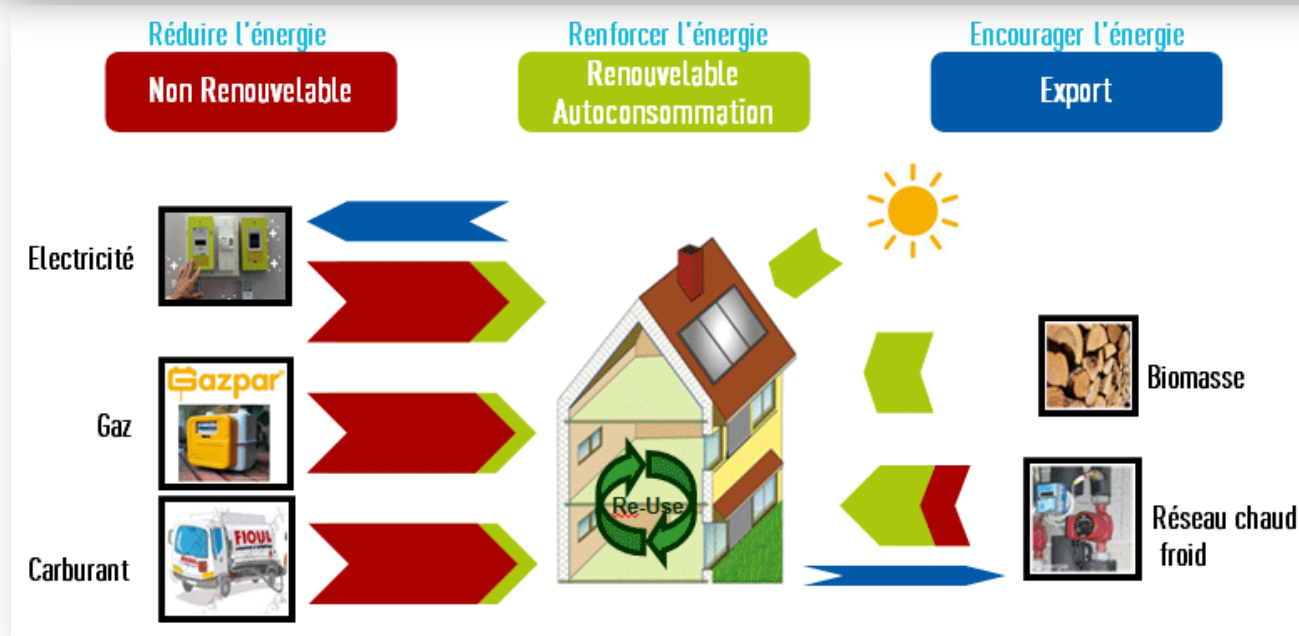
Le scénario de mise en veille est connu

Puissance totale auxiliaire et principale de veille cabine immobile	1000 W
Premier décrétement de la puissance totale de veille cabine immobile	50 W
Second décrétement de la puissance totale de veille cabine immobile	500 W
Durée avant premier décrétement de la puissance de veille	100 s
Durée avant second décrétement de la puissance de veille	100 s

Bilan énergétique tous usages

Le bilan BEPOS

$$\text{Bilan BEPOS} = \sum \text{Consommation d'énergie non renouvelable} - \sum \text{Exportation d'énergie renouvelable}$$



Bilan énergétique tous usages

STD / SED : Détermination du bilan énergétique



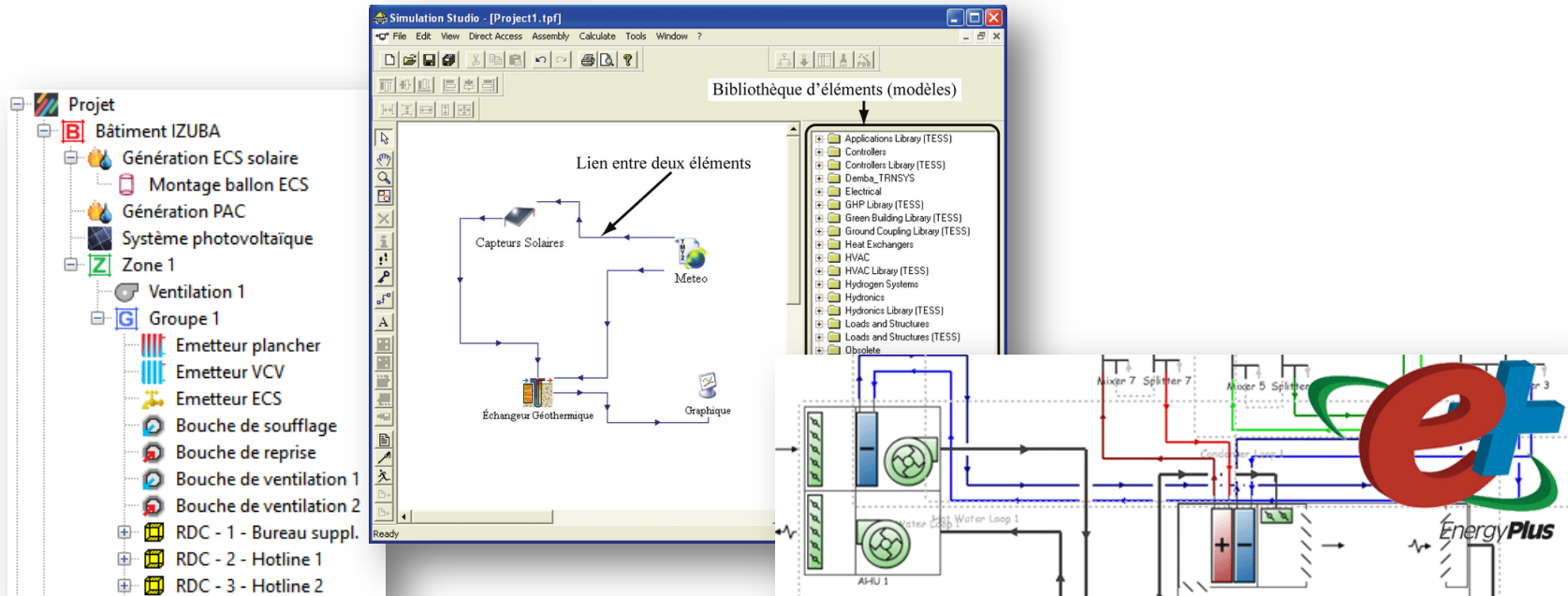
○ STD :
« Simulation
thermique
dynamique »
• *Enveloppe seule*

○ SED : « Simulation
énergétique
dynamique »
• *Enveloppe et systèmes
énergétiques*

Bilan énergétique tous usages

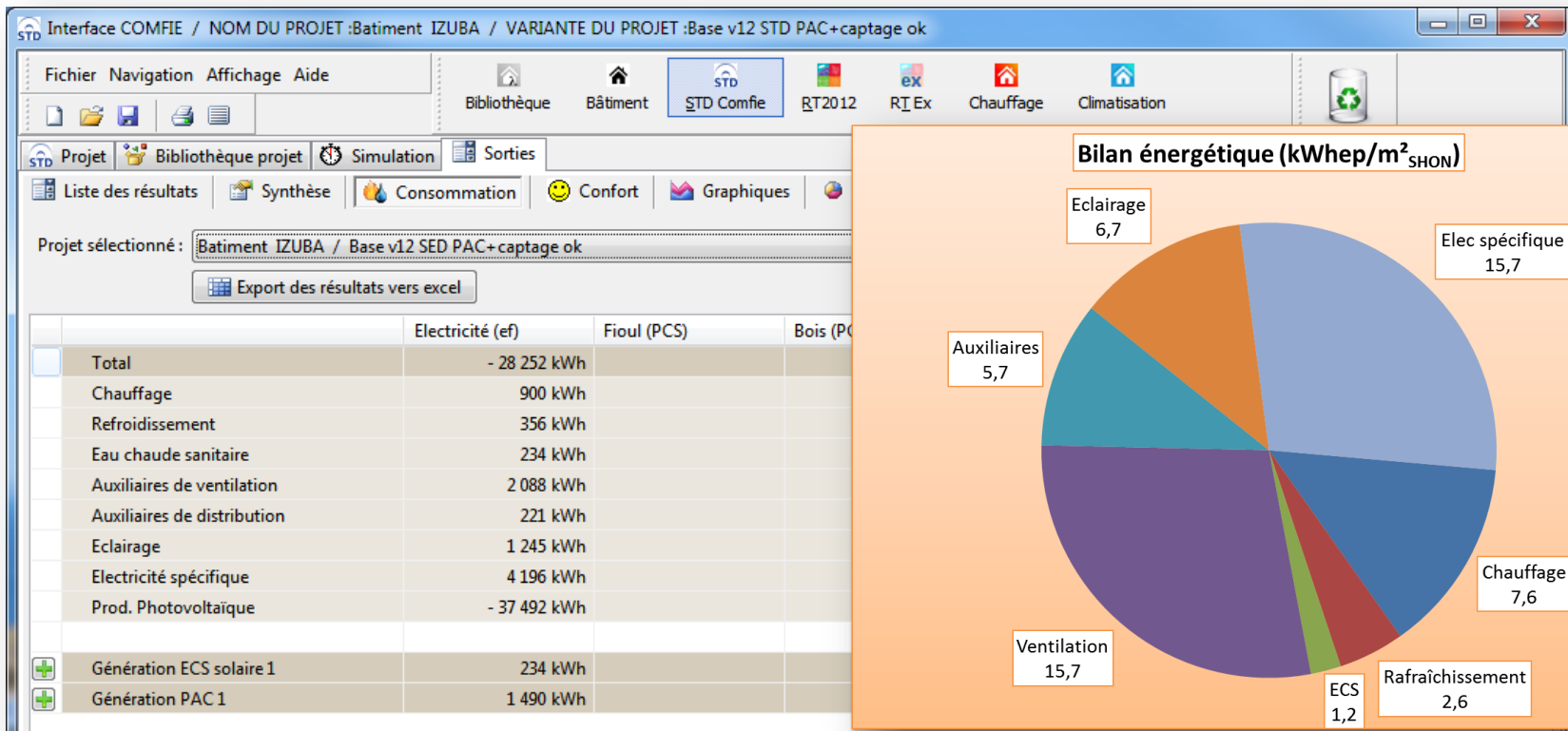
STD / SED : Détermination du bilan énergétique

● Modélisation des systèmes énergétiques



Bilan énergétique tous usages

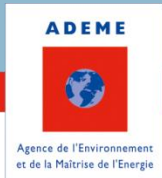
STD / SED : Détermination du bilan énergétique



OBEC - Objectif Bâtiment Energie Carbone

1^{er} colloque PACA - 27 novembre 2018

Photovoltaïque et autoconsommation



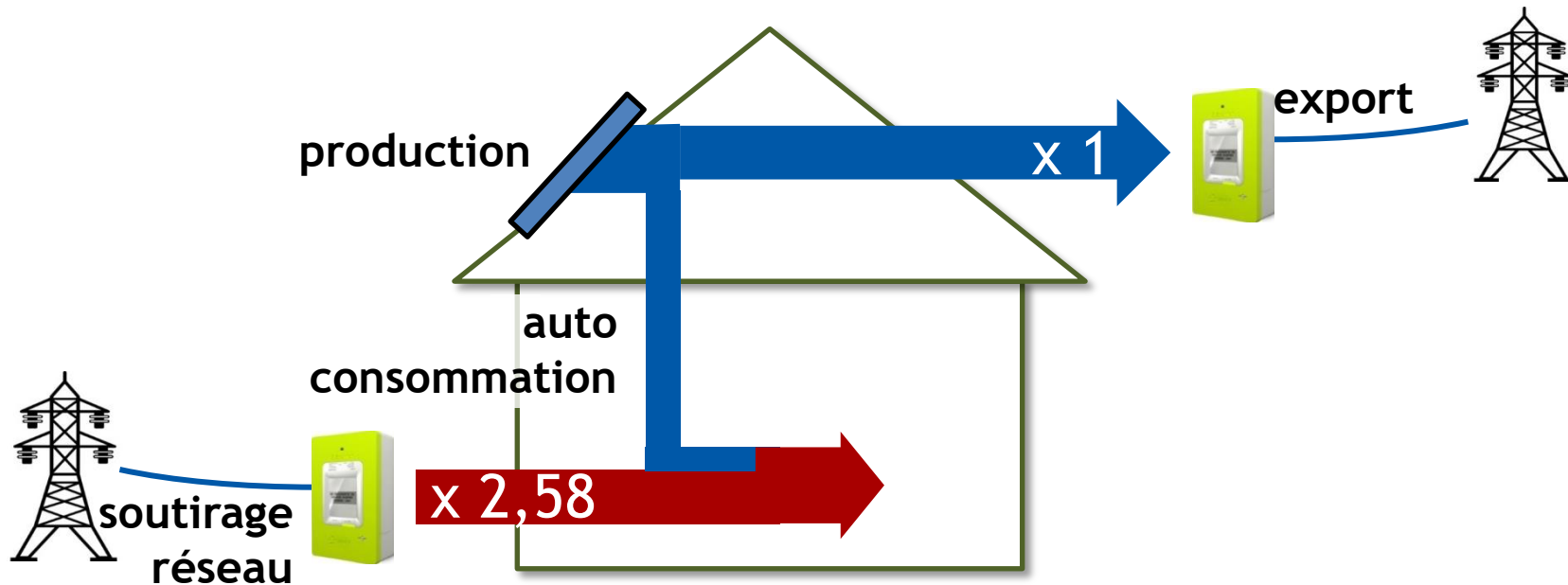
envirobat bdm



Production locale d'électricité

E+C- : PV, autoconso et export

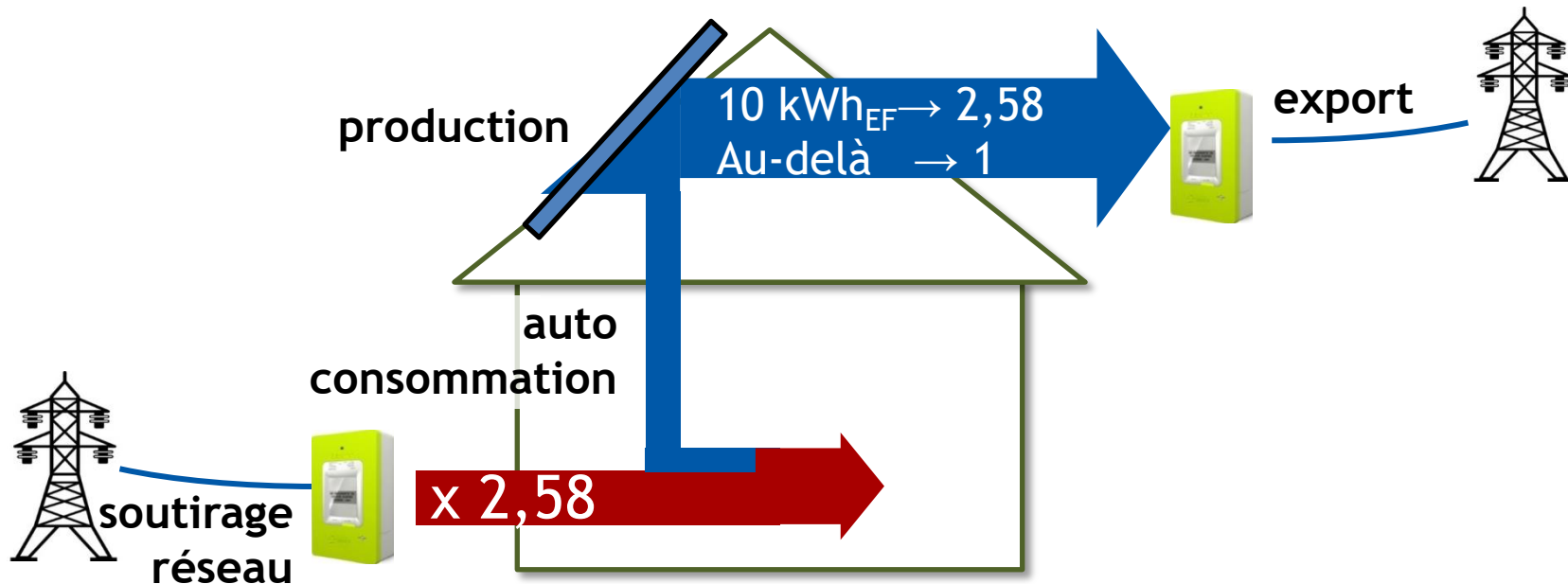
- Vérification des niveaux énergie 1 et 2 :



Production locale d'électricité

E+C- : PV, autoconso et export

- Vérification des niveaux énergie 3 et 4 :



Calcul de l'autoconsommation

E+C- : PV, autoconso et export

- Indépendant du type de contrat de vente de l'électricité
- Calcul d'un taux d'autoconsommation horaire :

$$\Rightarrow TAC = \sum(\sum C_{ef\ elec(h)} - \Phi_{ef\ prod\ PV(h)})$$

- Th-BCE depuis moteur 8



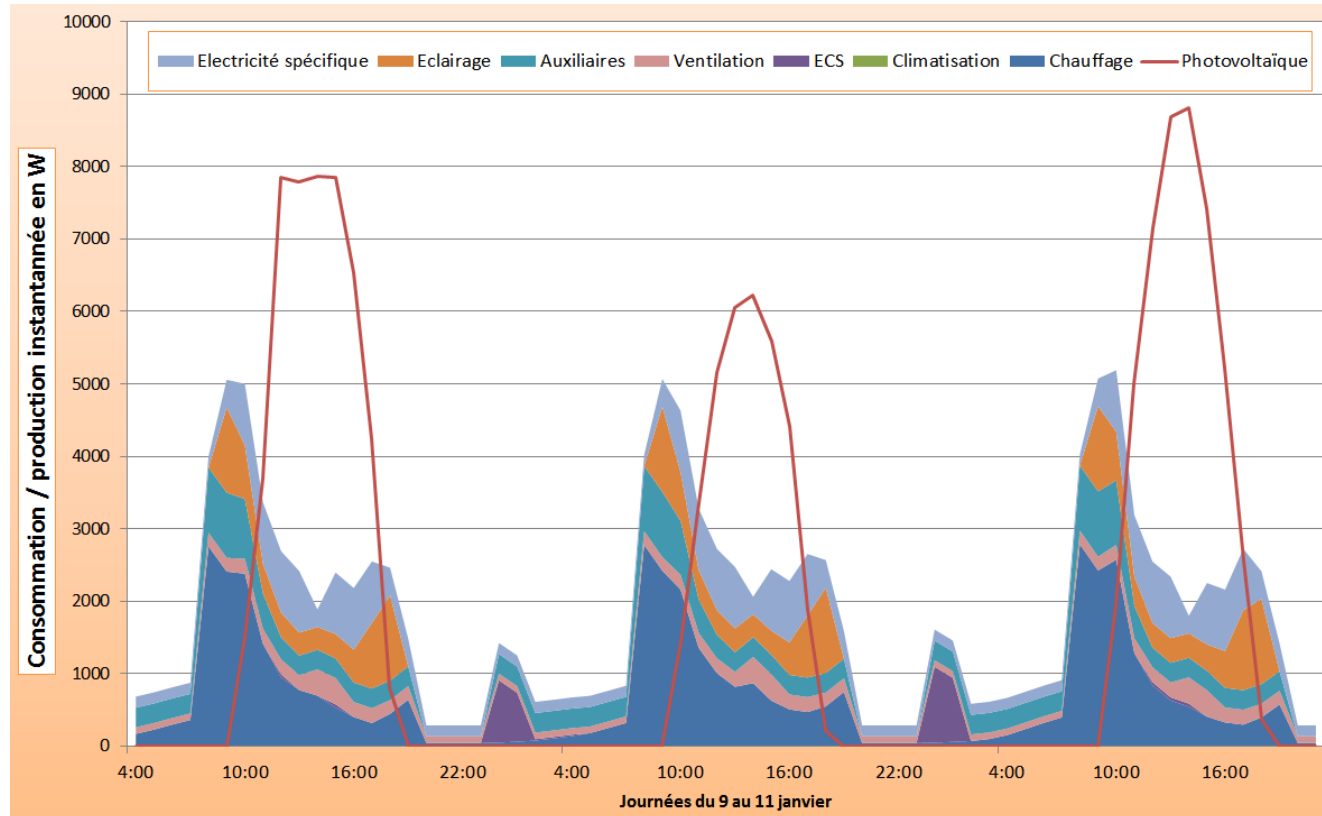
Bâtiment	Niveau	Bilan BEPOS	Bilan BEPOS Max			
		(kWhEp/m ² SRT)	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Bâtiment IZUBA	Niveau 4	- 23.6	183.2	162.9	109.4	0.0

Détail du résultat du bilan BEPOS

Bâtiment	Bilan BEPOS	Cep Non renouvelable	Electricité exportée	Usages mobiliers	Usages immobiliers	% Autoconsommation
Bâtiment IZUBA	- 23.6	46.3	69.9	67.1	1.2	31.70

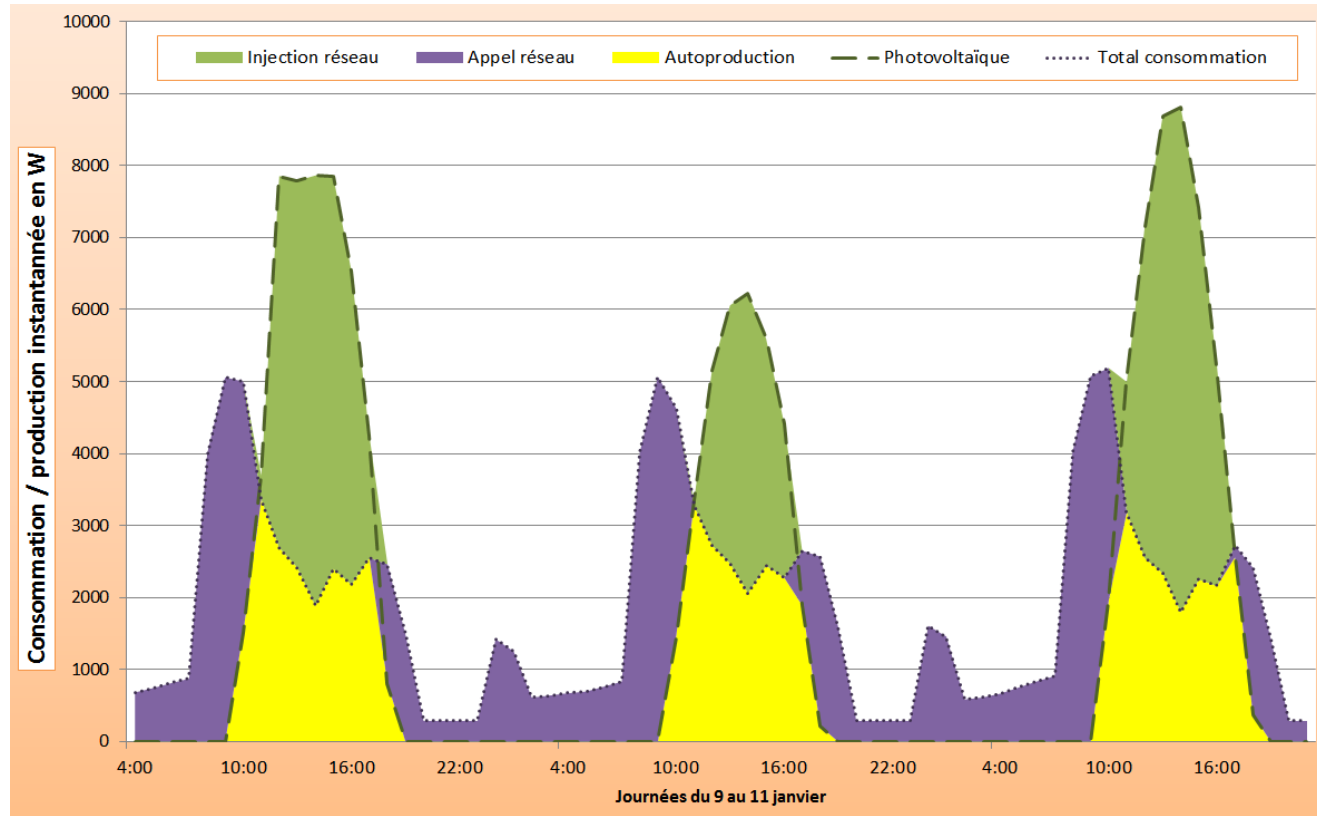
Simulation énergétique dynamique

En STD : Comparaison horaire production/consommation



Simulation énergétique dynamique

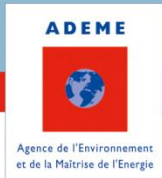
En STD : Comparaison horaire production/consommation



OBEC - Objectif Bâtiment Energie Carbone

1^{er} colloque PACA - 27 novembre 2018

Approche conventionnelle / conception



envirobat bdm



Approche conventionnelle / conception

Deux approches complémentaires

● Calcul conventionnel

- ➔ Scénarios conventionnels
- ➔ Météo conventionnelle
 - Selon zone climatique
- ➔ Moteur ThBCE



● Simulation

- ➔ Scénarios personnalisés
- ➔ Météo personnalisée
 - Fichiers caniculaires, changement climatique
- ➔ Moteur libre :



Vérification réglementaire



Conception, prévision

Vers l'engagement de performance

- **Simulation**
 - ➔ Scénarios personnalisés
 - ➔ Météo personnalisée
 - Fichiers caniculaires, changement climatique
 - ➔ Moteur de simulation
- **Importance du cahier des charges**
 - ➔ Cadrage des hypothèses
 - ➔ Cadrage données météo
 - ➔ Cadrage sorties, présentation des résultats

Vers l'engagement de performance

Simulation

- ➔ Scénarios « déterministes »
 - Très incertains
- ➔ Météo personnalisée
 - Variable
- ➔ Moteur de simulation

Conception, prévision

Garantie de performance

- ➔ Scénarios statistiques
 - Recalage mesures (consignes...)
- ➔ Météo réelle
 - Recalage DJU, degrés-heure
- ➔ Moteur de simulation couplé à des outils statistiques :
 - Analyse de sensibilité
 - Analyse d'incertitude
 - Equation d'ajustement

Engagement, vérification