



**EXPER' NERGIES**



**MISSION DE SUIVI  
20 villas BBC sur ORAISON  
Les Sauges du Tholonet**



**SARL EXPER'NERGIES**

2 boulevard de la Plaine, 04100 MANOSQUE

Bureau d'études, ingénierie thermique et fluides

Gérant de la SARL EXPERN'ERGIES  
Monsieur Jean-Paul ONANA

# CONTEXTE GLOBAL



**EXPER' NERGIES**

- **Lancement par EDF du programme « Energie Efficace » (2009-2015) en région PACA, dédié à la maîtrise de la demande d'électricité et au développement des énergies renouvelables**
- **Démarche d'éco-efficacité énergétique sur l'opération « Les Sauges du Tholonet » initiée en partenariat par :**
  - EDF Energie Efficace DCPP Méditerranée
  - CIM (Compagnie Immobilière Méditerranée), partenaire Bleu Ciel d'EDF
- **Opération de construction d'un ensemble de 20 logements individuels situés à ORAISON (Alpes de Haute Provence)**
  - Occupation dès le premier trimestre 2011
- **Solution tout électrique Bas Carbone**

# IMPLANTATION



EXPER' NERGIES



# CONTEXTE de la MISSION

## 20 villas BBC effinergie : L'enveloppe



EXPER'NERGIES

- ➔ Un bâti très performant adapté au contexte Méditerranéen à forte inertie thermique pour répondre au confort thermique d'hiver mais aussi d'été
  - ➔ **Mur extérieur et sur garage** : Monomur Xella de 36,5 cm d'épaisseur
    - ➔  $\lambda_{\text{utile}} = 0,09 \text{ W/m.K}$
    - ➔  $U_p = 0,24 \text{ W/m}^2.\text{K}$  sur extérieur ;  $U_p = 0,23 \text{ W/m}^2.\text{K}$  sur garage
  - ➔ **Planchers hauts** : 240 mm laine de verre (type 32 ISOVER ou équivalent + BA13)
    - ➔  $R = 7,50 \text{ m}^2.\text{K/W}$
    - ➔  $U_p = 0,16 \text{ W/m}^2.\text{K}$
  - ➔ **Planchers bas sur vide sanitaire** : entrevous avec isolant type ISOKAP 20 + isolant sous chape ( $R = 0,75 \text{ m}^2.\text{K/W}$ ) + isolant sous dalle 100 mm de laine de verre type IBR d'ISOVER ( $R=2,50 \text{ m}^2.\text{K/W}$ ) + placomarine
    - ➔  $U_p = 0,28 \text{ W/m}^2.\text{K}$
  - ➔ **Planchers intermédiaires** : Dalle béton 200 mm avec chape chauffante isolée par plots polystyrène (WAVIN ou équivalent)  $R = 0,75 \text{ m}^2.\text{K/W}$  ; Système de rives de plancher YTONG ou équivalent  $R = 1 \text{ m}^2.\text{K/W}$

# CONTEXTE de la MISSION

## 20 villas BBC effinergie : L'enveloppe (suite)



EXPER' NERGIES



### ➔ Menuiseries

- ➔ Porte d'entrée :  $U = 1,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- ➔ Porte de service :  $U = 1,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- ➔ Trappes d'accès aux combles avec isolant au minimum de 16 cm (laine de verre  $\lambda 32$ ) :  $U = 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- ➔ Menuiseries extérieures PVC 4/16/4, remplissage argon
  - ➔  $U_w = 1,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  sans volets
  - ➔  $U_{jn} = 1,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  avec volets
- ➔ Volets battants bois pleins de couleur claire (sauf ceux de 40 x 65 cm)

### ➔ Traitement des ponts thermiques

- ➔ Plancher bas : entrevous isolants et par isolation sous chape
- ➔ Plancher intermédiaire : planelle en béton cellulaire en bout de dalle et isolant, chape chauffante isolée par dalle à plots
- ➔ Plancher haut : RAS, système constructif

# CONTEXTE de la MISSION

## 20 villas BBC effinergie : Les systèmes



EXPER'NERGIES

### ➤ Solution tout électrique Bas Carbone

- Pas de photovoltaïque pour atteindre le niveau BBC
- Souhait de porter tous les efforts sur le bâti
- Chauffage très performant par Pompe à Chaleur (PAC) non réversible sur plancher basse température (compresseur et circulateur)
  - COP 3,84
- Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) Hygroréglable basse consommation
- Eau Chaude Sanitaire (ECS) par Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI)
  - équipé d'un système Drain Back (Autovidangeable)
  - Choix d'éviter les surchauffe
  - Appoint électrique et circulateur

# LES LOGEMENTS



EXPER' NERGIES

## Les 20 logements

Modèle étudié	Type	Lots assimilés	SHAB (m <sup>2</sup> )	SHON (m <sup>2</sup> )
Lot 1	T4	7/19/20	94,04	127,8
Lot 2	T5	3/5/10/13	113,06	148,88
Lot 4	T4	-	95,56	116,62
Lot 6	T5	9/18	111,88	142,82
Lot 8	T4	11/12	95,56	116,26
Lot 14	T4	-	100,58	127,81
Lot 15	T4	16	106,08	135,23
Lot 17	T4	-	95,56	116,24

### Villa 7

T4

127,8 m<sup>2</sup> SHON



# BILAN THERMIQUE

## Synthèse



EXPER'NERGIES

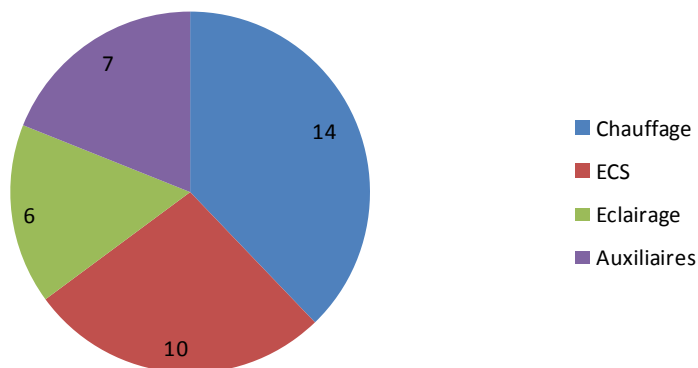
➤ **Respect du Cep en BBC (Zone H2d ; altitude < 400 m)**

➤ Cep (Effinergie)  $\leq 45$  kWhep/m<sup>2</sup>.an

➤ **Perméabilité à l'air < 0,6 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>**

Maisons	Cep	Cep <sub>réf</sub>	Gain	Chauffage	Froid	ECS	Eclairage	Auxiliaires
Lot 1/7/19/20	38	116	67%	14	0	10	6	7
Lot 2/3/5/10/13	36	107	66%	14	0	10	6	6
Lot 4	42	119	65%	16	0	12	7	8
Lot 6/9/18	38	117	68%	15	0	11	6	6
Lot 8/11/12	41	122	66%	15	0	12	7	8
			69%	12	0	11	7	7
			68%	12	0	11	7	7
			65%	17	0	12	7	8

Cep (kWhep/m<sup>2</sup>.an)



**Lot 1/7/19/20**



# MISSION DE SUIVI

## Les tâches et objectif de la prestation



EXPER' NERGIES

### ➔ Tâches :

- ➔ La réception et la vérification du fonctionnement des systèmes de mesures (en présence d'EDF R&D)
- ➔ Les relevés, le suivi et le traitement des données des **15 villas**
- ➔ La réalisation d'un bilan été et hiver sur deux saisons
- ➔ La comparaison avec les différents postes du BBC de l'étude thermique et l'analyse des écarts « mesure-prévision »
- ➔ L'identification des dérives s'il y a lieu

### ➔ Objectif de la prestation

- ➔ Permettre d'établir si les bilans énergétiques correspondent bien au standard BBC mis en œuvre

### Remarque

Une étude comportementale et de satisfaction des utilisateurs permettra notamment de compléter la compréhension des éventuelles dérives constatées sur les bilans énergétiques

# MISSION DE SUIVI

## Les mesures



EXPER'NERGIES

- **Mesure des performances techniques sur une période de 2 ans et demi à travers une campagne de mesures**
  - Mesures de 5 villas collectées à distance par EDF R&D
  - Collecte manuelle des 15 autres villas 2 fois par an, en fin Mai et en début Octobre
  
- **Points mesurés :**
  - **Chauffage** : Compresseur PAC, circulateur, sèche serviette, appoint PAC
  - **ECS** : Appoint électrique, régulateur, circulateur
  - **VMC** : Moteur extracteur
  - Différents points d'**éclairage**
  - **Consommations globales** d'électricité
  - **Température** dans chaque séjour et température extérieure
  - **Part d'énergie solaire** apportée à la production d'ECS

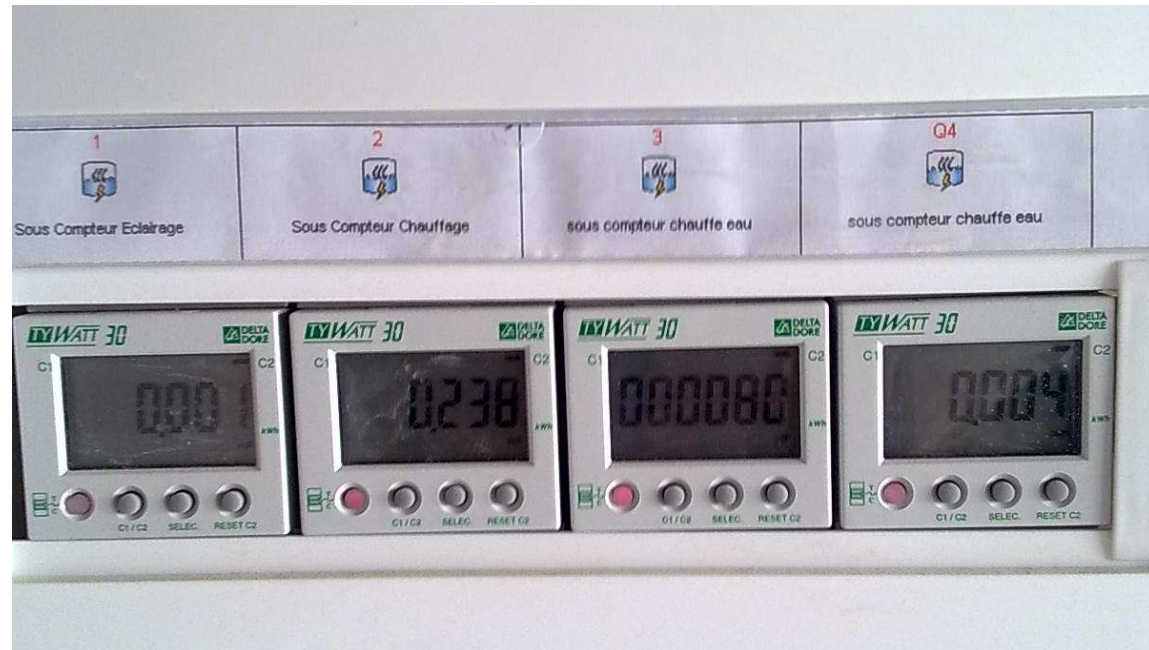
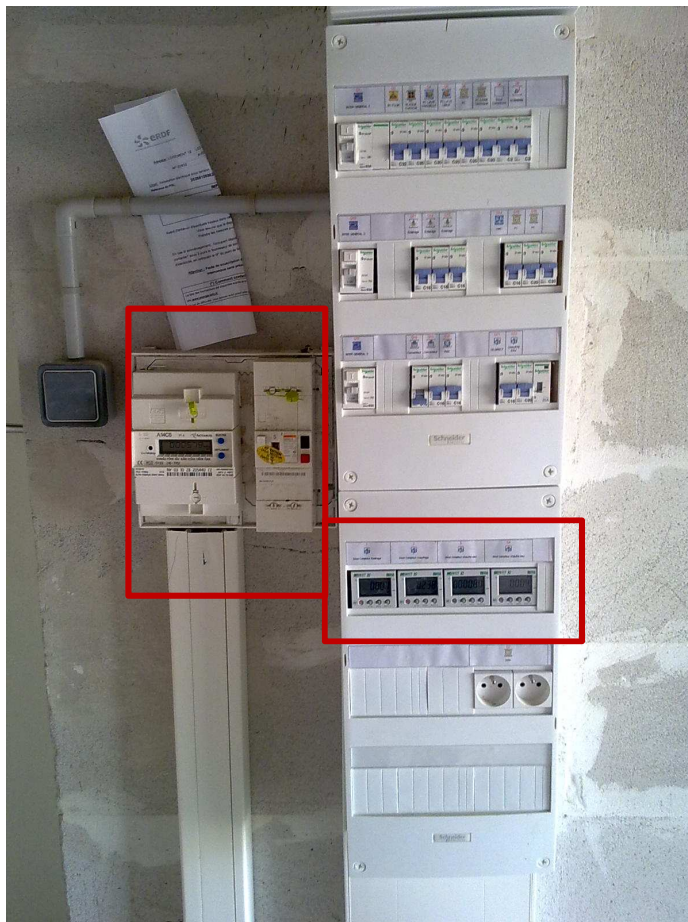
# MATERIEL DE MESURE

## Compteur et sous-compteur électrique



EXPER'NERGIES

- Tywatt 30
- Compteur électronique



# MATERIEL DE MESURE

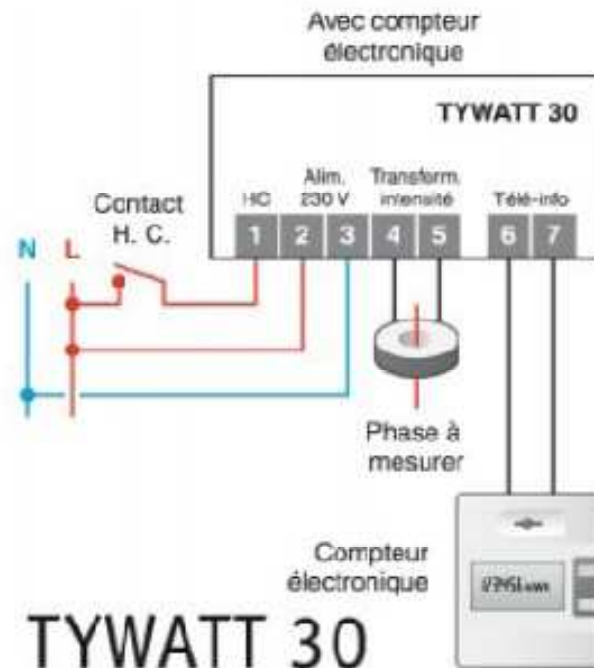
## Compteur et sous-compteur électrique



EXPER'NERGIES

### ➤ Tywatt 30

- Cumul par période tarifaire
  - Cumul des consommations depuis la mise en service (non effaçable)
  - Cumul depuis la dernière remise à zéro (effaçable)
- Calcul de la puissance moyenne maximum atteinte



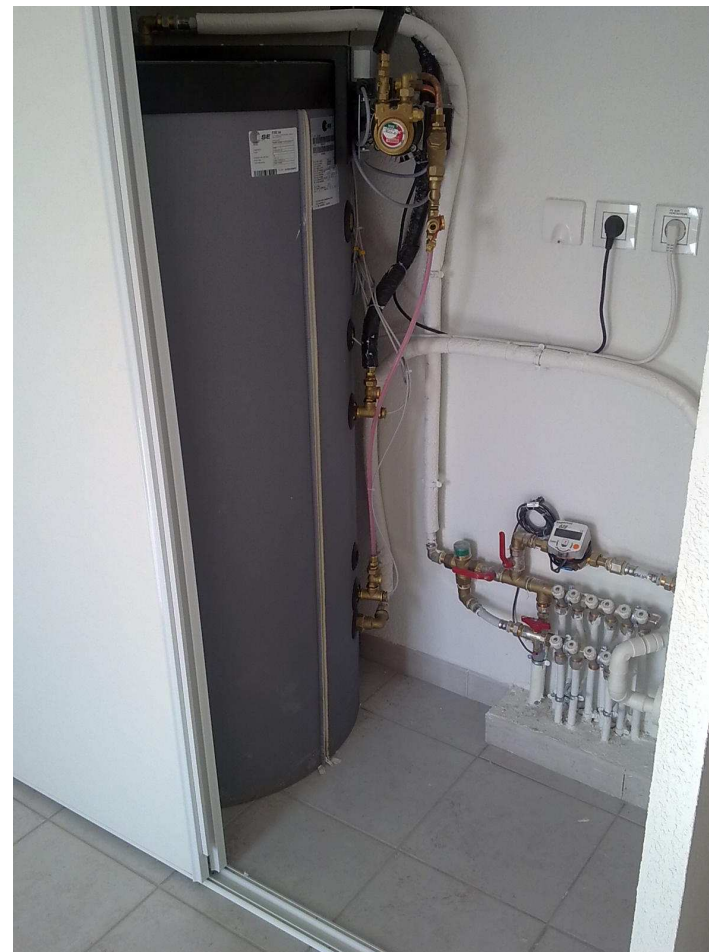
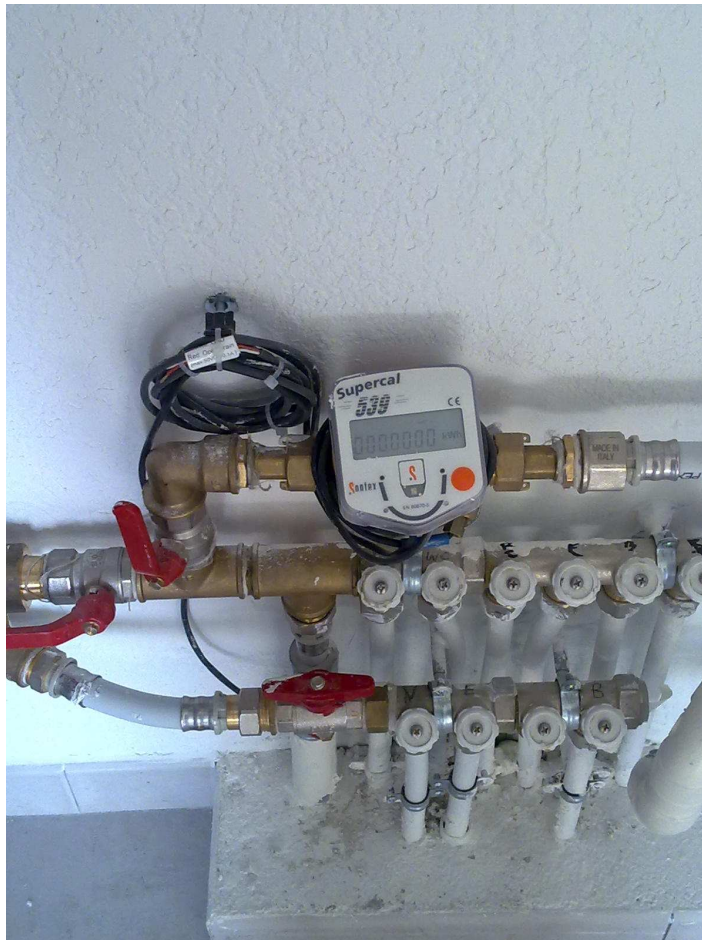
# MATERIEL DE MESURE

Part d'énergie solaire



EXPER'NERGIES

➔ **Watteau Supercal 539**



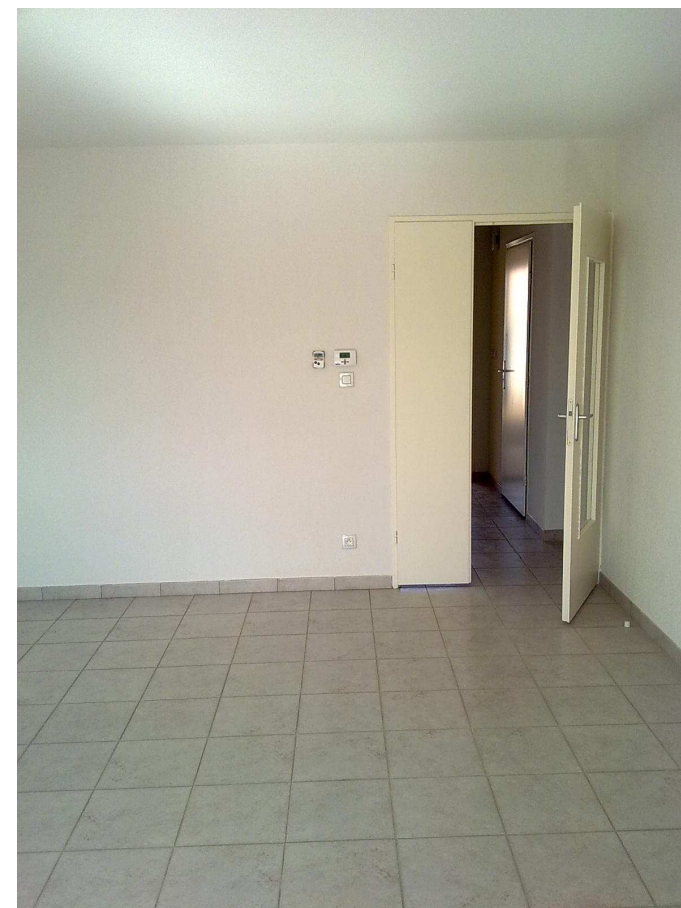
# MATERIEL DE MESURE

## Sonde de température intérieure



EXPER'NERGIES

### KT 100



### Statistiques des voies

	vInt VILLA 12 [°C]
► Minimum	15,42
Maximum	20,96
Moyenne	16,333
Ecart Type	1,161

# MATERIEL DE MESURE

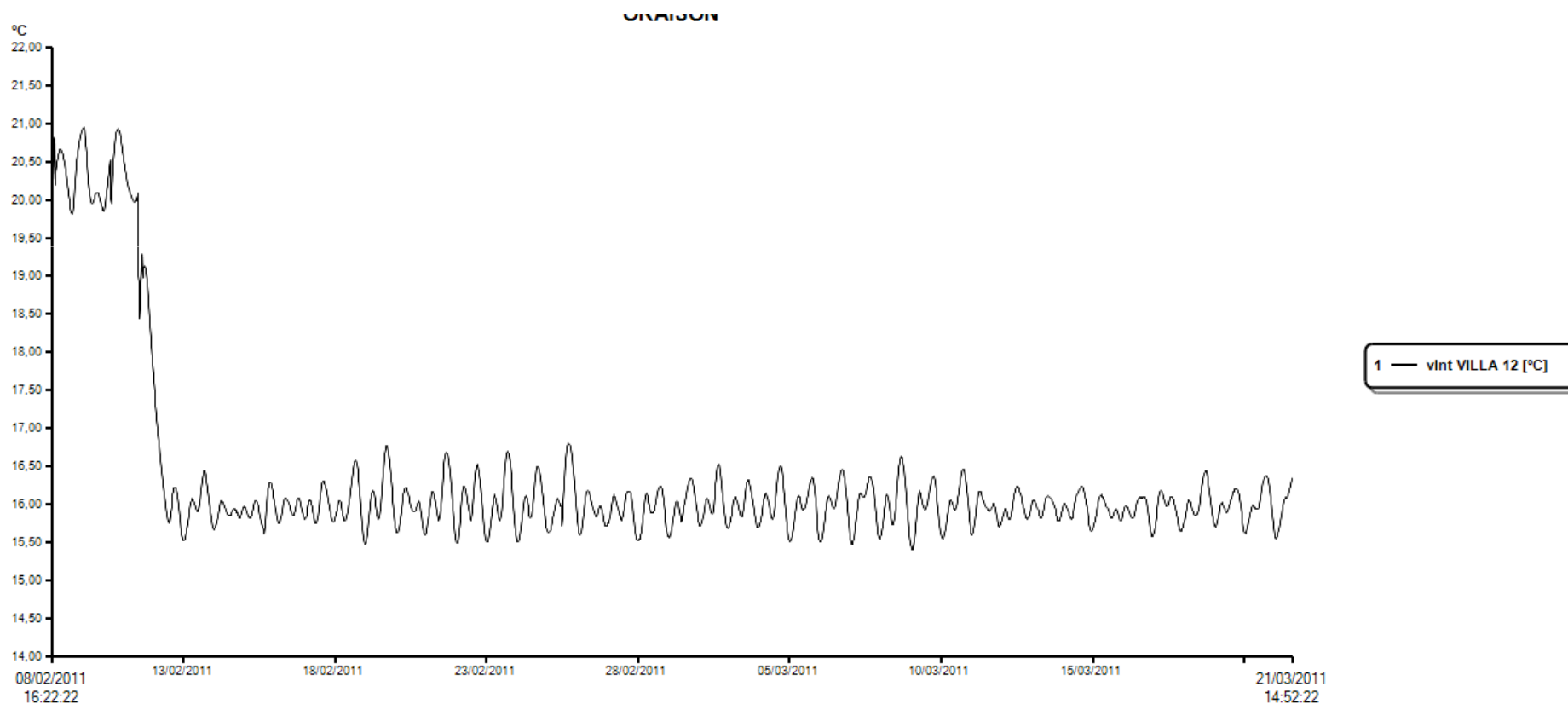
## Sonde de température intérieure



EXPER'NERGIES



### KT 100



# MATERIEL DE MESURE

## Sonde de température extérieure



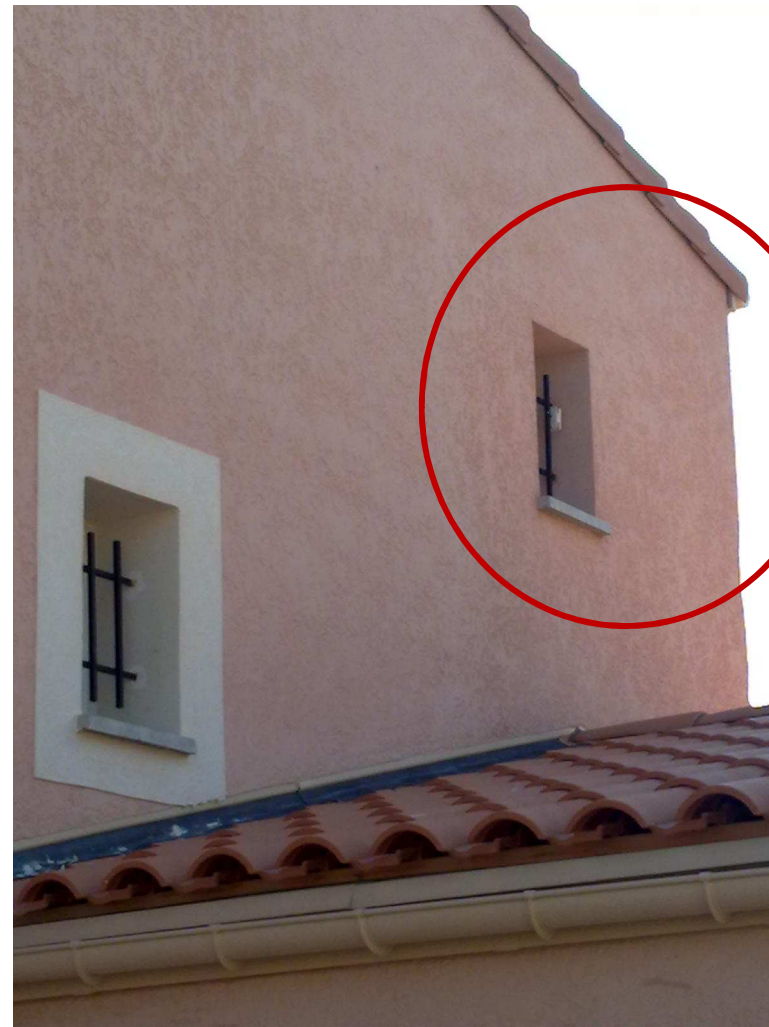
EXPER'NERGIES



➔ KT 100



**Villa 7**  
Façade Nord





# TABLEAU D'ANALYSE

## Critères BBC / Points de mesure



EXPER' NERGIES



		Points de mesure							
		Chauffage (Tywatt 30)	ECS elec (Tywatt 30)	ECS solaire (Watteau)	Ventilation (Tywatt 30)	Eclairage (Tywatt 30)	Consommation globale en électricité (CBE, HP et HC)	Température intérieure (KT 100)	Température extérieure (KT 100)
Critères BBC	Chauffage	Compresseur Sèche serviette Appoint PAC					Compresseur Sèche serviette Appoint PAC	Confort d'hiver	Confort d'hiver
	ECS		Appoint	Part solaire			Appoint	Influence sur consommation ECS	Influence sur consommation ECS
	Eclairage					Eclairage	Points d'éclairage	Apport calorifique en hiver et en été	
	Auxiliaires	Circulateur	Régulateur circulateur		Moteur extracteur		Circulateur chauffage Circulateur ECS Régulateur ECS		
	Autres						Machines à laver Fer à repasser Bureautique, hi-fi, télévision, Etc.	Apport calorifique en hiver et en été	Nécessité de rafraîchissement ?

# DERIVES POSSIBLES



EXPER'NERGIES

## ➤ **Consommations thermiques**

- Consommation d'ECS (nombre d'habitants, périodes d'utilisation)
- Consommation de chauffage
  - Température intérieure supérieure à la température conventionnelle
  - Variation climatique
  - Caractéristique du bâti
  - Ouverture des baies et portes
  - Etc.

## ➤ **Autres usages**

- Surconsommation d'éclairage
- Variation climatique influençant le taux d'hygrométrie, et donc la consommation en ventilation (principalement en été)
- Usages électroménager, télé, ordinateur, etc.

# ETUDE SOCIOLOGIQUE



EXPER' NERGIES

## ➔ Objectif de la prestation

- ➔ **Connaître la satisfaction des utilisateurs et comprendre le comportement des occupants**
- ➔ Evaluation de la satisfaction par entretiens

## ➔ Le rendu

- ➔ En début de campagne :
  - ➔ Caractérisation des occupants (nombre, CSP, positionnement énergétique, habitudes d'usage prises dans le logement précédent, etc.)
  - ➔ Evaluation du niveau de connaissance énergétique des occupants (modes de chauffage, de production d'ECS, enveloppe, etc.)
- ➔ Après les campagnes de mesure, été 2011 et hiver 2011/2012, été 2012 et hiver 2012/2013
  - ➔ Présentation et commentaires des bilans énergétiques
  - ➔ Satisfaction des utilisateurs et description du comportement (vacances, utilisation des ouvrants, du chauffage, de l'éclairage, etc.)
  - ➔ Evolution de la satisfaction et des comportements sur la durée de l'opération

# SYNTHESE



EXPER'NERGIES

## ➤ Programme « Energie Efficace » (2009 – 2015)

- Démarche d'éco-efficacité sur l'opération « Les Sauges du Tholonet » sur 20 villas BBC avec solution tout électrique Bas Carbone

## ➤ Bilan thermique du programme

- Cep compris entre 36 et 42 kWhep/m<sup>2</sup>.an sur les 20 villas ( $\leq 45$  kWhep/m<sup>2</sup>.an)
- Perméabilité à l'air  $< 0,6$  m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>

## ➤ 15 villas en relève manuelle et 5 villas en télérelève, toutes équipées de sous-compteurs électriques et de sondes de température intérieure, 2 villas équipées de sondes extérieures en face Nord

- Permettre d'établir si les bilans énergétiques correspondent bien au standard BBC mis en œuvre
- Mesures : chauffage, ECS, VMC, éclairage, consommations globales d'électricité, températures intérieures et extérieures, part d'énergie solaire de l'ECS

# SYNTHESE



EXPER' NERGIES

## ➤ Les réalisations de la mission

- Bilans été et hiver
- Comparaison avec les différents postes du BBC
- Analyse des écarts mesure-prévision
- Identification des dérives

## ➤ Les rendus

- Rendu technique à chaque fin de saison sur 2 ans et demi
- Rendu aux partenaires de l'opération
- Rendu aux locataires

## ➤ L'étude sociologique

- Vient compléter l'analyse technique
- Permet de connaître la satisfaction des utilisateurs et de comprendre leur comportement « énergétique »



Merci de votre écoute