

 **THEME**

*Chauffage et Rafraîchissement*



Project cofinanced by



Lead Partner



Sustainable  
Construction  
in Rural and Fragile Areas  
for Energy efficiency

## THEME

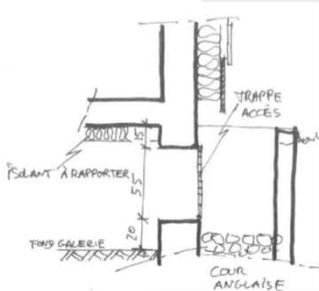
# Chauffage et Rafraîchissement

## CATEGORIES

- ❑ rénovation et restauration de bâtiments historiques



Nous traitons ici essentiellement du chauffage et du rafraîchissement « passifs » des bâtiments existants. Il s'agit d'utiliser le moins d'énergie possible, avec les systèmes les plus simples possibles. La première étape est donc le diagnostic bioclimatique (potentiels et handicaps du bâtiment). Puis il faut prescrire des systèmes « actifs » efficaces et économes, tenant compte aussi des installations existantes.



La première action consistera toujours à isoler suffisamment les bâtiments (voir fiche « enveloppe »), y compris le remplacement des menuiseries, et à prévoir un dispositif de ventilation hygiénique réglementaire, économe et surtout efficace.

Parmi les bâtiments anciens, nombreux sont ceux qui disposent d'un potentiel d'inertie intéressant : murs épais en pierre, plancher bas au contact direct du sol, par exemple.

Ces configurations favorisent généralement la régulation naturelle du climat intérieur du bâtiment en été comme en hiver. Sous certaines précautions sanitaires, il est aussi souvent possible d'utiliser la volumétrie des caves comme une « réserve de fraîcheur » qui participera au confort thermique estival.

Le traitement des toitures joue un rôle primordial autant pour le confort d'été que pour la

réduction des consommations : fortes épaisseurs d'isolants, choix d'isolants avec inertie (fibre de bois, ouate de cellulose...), étanchéité à l'air du volume sous-jacent, mais restauration ou création de ventilations en sous-face de la couverture ; les toitures végétales sont également intéressantes surtout vis-à-vis du confort d'été.



Elles peuvent aussi jouer un rôle dans la revalorisation de l'image d'un bâtiment.

*Isolation des combles en ouate de cellulose (La Tour de Valat)*

Enfin les protections solaires doivent être associées à cette réflexion (voir fiche « protections solaires »).

CI-JOINT – ETUDE DE CAS 1: Fondation Sansouire – diagnostic énergétique de La Tour de Valat – Le Sambuc (13) – P.10

CI-JOINT – ETUDE DE CAS 2: Office du Tourisme d'Alès (30). Rénovation bioclimatique et photovoltaïque d'un vestige de l'histoire : l'ancienne chapelle des Cordeliers à Alès – P.12

## ASPECTS LEGISLATIFS ET REGLEMENTAIRES

RT 2012

Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022959397>

AUTRE REFERENCE: programme AGIR Maîtrise de l'Energie de la Région PACA et de l'ADEME : subventions (La tour de Valat); appel à projet AGIR/PREBAT « 100 bâtiments exemplaires ».

CI-JOINT – EXTRAITS RT 2012

- 1) Confort d'été: Art.21 - Protections solaires, Art.22- Surface des ouvrants - P.16
- 2) Chauffage: Art.24, Art.35, Art.16 – P.17

## RELATIONS AVEC LES ASPECTS HISTORIQUES DES BATIMENTS LOCAUX

Les problématiques de chauffages et rafraîchissement ont été traitées de tout temps.

Les moyens les plus courants utilisés historiquement sont l'inertie et la ventilation, joints à la bonne position choisie pour les bâtiments : position par rapport à l'ensoleillement, aux vents dominants, à la végétation. L'approche bioclimatique contemporaine optimise ces techniques et les systématise.

## FORCES/BENEFICES

### ❑ Réduction de consommation des ressources:

Pour tous les systèmes « actifs » de chauffage et de rafraîchissement un diagnostic précis de l'état des installations existantes est nécessaire afin de voir si tout ou partie de ces installations serait réutilisable (*par exemple réseaux hydrauliques de distribution de chauffage, après désembouage ; remplacement des robinets des radiateurs par des têtes thermostatiques ; calorifugeage des réseaux...*). Il n'est pas toujours nécessaire de créer un système totalement neuf :

la réutilisation économise les ressources et diminue l'investissement.

Privilégier la ventilation naturelle traversante si possible.  
Favoriser la ventilation nocturne des bâtiments dès lors que la température extérieure est inférieure à celle des intérieurs, avec un double profit : rafraîchissement naturel immédiat de la zone ventilée, et décharge thermique de la chaleur accumulée au sein des matériaux. Laquelle décharge prédispose le bâtiment pour affronter la chaleur du jour suivant.



### ❑ Réduction des impacts environnementaux:

Le diagnostic permettra de cibler les points stratégiques: interventions efficaces dans le budget donné. Par ex. changement chaudière (biomasse) et réutilisation des réseaux et radiateurs existants.

En effet la tendance est trop souvent au remplacement complet et systématique de l'ensemble des éléments chauffants sous prétexte de leur vétusté. En réalité les radiateurs méritent chaque fois que possible d'être conservés, et cela à plusieurs titres :

- s'ils ont été normalement entretenus, leur durée de vie est loin d'être atteinte. Un désembouage et un coup de pinceau créatif leur redonne une nouvelle jeunesse,
- l'isolation conséquente du bâtiment va réduire notablement les besoins de puissance de chauffe ; les radiateurs existants sont alors apparemment surdimensionnés en taille. Ce surdimensionnement -déjà amorti !- sera mis à profit puisqu'il permettra une émission de chaleur à basse température plus confortable et plus économe en énergie,
- la fabrication de radiateurs nécessite une énergie grise importante, en particulier pour la fonte des métaux qui les composent. Conserver les radiateurs est donc synonyme de bilan carbone favorable,
- et évidemment: éviter le remplacement intégral des radiateurs constitue une économie financière fort appréciable.

S'il y a des besoins d'eau chaude (hébergement, restauration ou lave-linges collectifs ...) l'installation d'eau chaude solaire est très profitable pourvu toutefois que l'implantation opportune des capteurs soit réalisable : son impact environnemental est toujours très favorable (investissement-ressource limité, longue durée de vie, efficacité énergétique, autonomie énergétique).

Économiser l'eau chaude, c'est d'abord économiser l'eau : grâce à des robinetteries économes la consommation d'eau peut diminuer de 30 à 50%.

#### ❑ Amélioration de la qualité de l'environnement intérieur:

Elle dépend de trois facteurs essentiels :

- la nature des matériaux constituant le bâtiment, et en particulier celle des revêtements de surfaces, mais aussi la composition des mobiliers puisqu'elles participent par diffusion gazeuse à la qualité de l'air respiré,
- l'ambiance hygrométrique, elle aussi intimement liée aux propriétés des matériaux (perméabilité à la vapeur d'eau, capillarité, hydrophilie, ...),
- l'efficacité des ventilations chargées du renouvellement d'air, nécessaire autant pour disposer d'un air naturel équilibré que pour évacuer les excès de vapeur d'eau, les odeurs désagréables et les pollutions inévitables.

S'il est difficile d'intervenir en rénovation/réhabilitation sur les matériaux de structure, il est en revanche souhaitable de ne pas aggraver le tableau. On porte donc une attention particulière au choix des matériaux et substances à mettre en œuvre, par exemple en phase finition (enduits, peintures, revêtements souples, etc.).

Les débits de ventilation sont donc ajustés à la fois pour répondre aux exigences réglementaires minimum, mais surtout ils sont adaptés aux besoins d'occupations réelles.

Toujours avec le souci que si le débit volumétrique est une condition nécessaire, elle n'est pas suffisante. Filtration de l'air entrant, accessibilité des éléments de distribution pour entretien et nettoyage, position des bouches de soufflage évitant les courants d'air inconfortables, etc. sont des précautions incontournables au regard d'une exigence de qualité de l'environnement intérieur.

L'amélioration des systèmes de ventilation améliore aussi le confort olfactif par la bonne gestion des flux d'air en direction et en quantité.

Régulation du chauffage : possibilité de réguler par pièce (sondes individuelles commandant des vannes thermostatiques) : augmente le confort et réduit la consommation d'énergie ; davantage de maintenance.

#### ❑ Autre (économique, management, services, ...):

Toute conception bioclimatique de la rénovation a des impacts économiques favorables : baisse importante de consommation d'énergie.

Le confort est augmenté été comme hiver ce qui favorise la bonne utilisation des bâtiments : davantage d'utilisateurs (demandeurs) pour les services collectifs (culturel, santé...), moins d'absentéisme ou de maladies professionnelles.

*Dans l'exemple de La Tour de Valat (3100 m<sup>2</sup> chauffés), le coût de l'ensemble de ces améliorations sera de 1,5 million d'euro TTC pour une réduction de plus de 80% des émissions de CO<sub>2</sub> du site et une nette amélioration des conditions sanitaires et de confort visuel, thermique et olfactif.*

Type d'amélioration	Coût inclus honoraires maîtrise d'œuvre (€TTC)	Avant / après subventions	Economie énergétique (kWh/an)	Economie énergétique chauffage moyenne sur bâtiments concernés	Economie financière (€TTC/an)	Temps de retour brut après subventions (années)	Temps de retour actualisé (5% dérive du prix de l'énergie)	Temps de retour actualisé (10% dérive du prix de l'énergie)	GWh générés pour Certificat d' Economie d'Énergie (CEE) (GWhcumac)
Mise en œuvre de ouate de cellulose en combles perdus	126 500 / 113 200		99 030	23%	9 010	12,6	9	8	1,39

*Il est intéressant de noter que, en ce qui concerne la mise en œuvre de ouate de cellulose en combles perdus, le coût est dû à près de 50% à la reprise de la distribution d'électricité.*

Type d'amélioration	Coût inclus honoraires maîtrise d'œuvre (€TTC)	Avant / après subventions	Economie énergétique (kWh/an)	Economie énergétique chauffage moyenne sur bâtiments concernés	Economie financière (€TTC/an)	Temps de retour brut après subventions (années)	Temps de retour actualisé (5% dérive du prix de l'énergie)	Temps de retour actualisé (10% dérive du prix de l'énergie)	GWh générés pour Certificat d' Economie d'Énergie (CEE) (GWhcumac)
Mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs et diminution des températures de consigne	4 300		44 550	7%	4 600	0,9	-	-	0,10
Désembouage et passivation des installations et reprise de l'équilibrage	9 600		-	-	-	-	-	-	-
Calorifugeage et travaux de réparation des réseaux intérieurs	3 200		6 080	1%	540	5,9	5,0	4,0	0,02
Suppression du chauffage électrique et installation poêles granulés Labo terrain et bureaux pompes	17 100		-4 840	-12%	1 460	11,7	-	-	-

La Tour de Valat

Type d'amélioration	Améliorations qualitatives et avantages divers	Emissions de CO2 évitées (kg/an)	Emissions de NOx évitées (g/an)	Emissions de déchets radioactifs évitées (g/an)
Scénario "minimal" d'amélioration sur le bâti	- réduction des sensations de parois froides pour les nombreux bureaux situés près des fenêtres - limitation des infiltrations et donc des courants d'air intempéstifs - Stabilisation des températures au sein de la cave et augmentation de l'autonomie en cas de panne	38 535	31 020	161
Scénario "performant" d'amélioration sur le bâti	- Amélioration du confort thermique grâce à la suppression de la sensation de paroi froide au sol - Amélioration du confort thermique d'hiver et d'été - Amélioration du confort acoustique	93 390	75 160	161

❑ **Point d'attention :**



Mesurer les apports internes de chaleur permet de les maîtriser mieux par effet de sensibilisation. Qui sait vraiment combien consomment ordinateurs, imprimantes, ..., réfrigérateurs, congélateurs, sèche-linge, et lampes d'éclairage ? Ces équipements consomment de l'énergie même au repos (mode « veille ») et produisent donc de la chaleur qui impacte fortement le confort d'été,

Valoriser au mieux l'éclairage naturel et choisir des luminaires adaptés (position, flux lumineux suffisant, faible consommation et faibles apports thermiques : fluorescents ou leds ). Voir aussi études Enertech

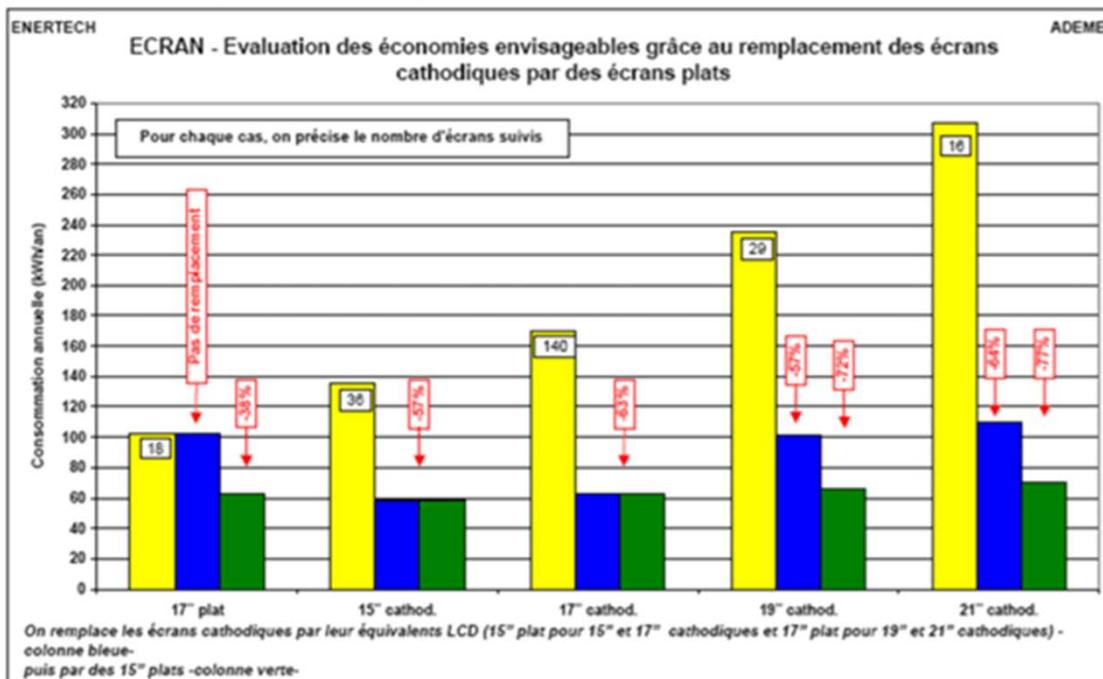


Figure 5.6 : Economies envisageables grâce au remplacement des écrans cathodiques par leur équivalent plat puis grâce à l'utilisation exclusive d'écran plat 15"

### *Dimensionnement des chaudières*

La tendance est de surdimensionner les chaudières en s'appuyant sur les statistiques des jours les plus froids. Il est intéressant de prévoir soit des chaudières à puissance variable, soit des associations de chaudières (chaudière principale, et chaudière complémentaire) lorsque le besoin de chauffage demeure conséquent, soit des systèmes d'appoint intervenant uniquement dans ces périodes de pointes. Le principe de base est d'utiliser les systèmes de chauffage à leur puissance nominale, ce qui assure un rendement optimal. Sans oublier encore, que, réduire les consommations permet de dimensionner des chaudières plus petites et moins coûteuses.

### *Ventilation*

Le renouvellement d'air du bâtiment doit donc être :

- suffisamment élevé pour assurer une bonne qualité d'air et éviter les pathologies
- suffisamment faible pour ne pas engendrer des déperditions excessives de chaleur en hiver.

#### **□ Nota : réseaux de chaleur**

dans certains cas (réhabilitation de plusieurs bâtiments) il sera intéressant de créer un réseau de chaleur (chaufferie collective) ; il faut juger de l'opportunité de cette solution après une étude qui tiendra compte des pertes en ligne (distribution entre bâtiments) et de l'alternance (simultanéité ou décalage des besoins de chaleur de plusieurs bâtiments) qui peut conduire à diminuer la puissance globale de la chaudière et de mieux l'utiliser).

## FAIBLESSES/DESAVANTAGES

### **Normatif:**

La confiance et le dialogue avec les services instruisant l'autorisation de construire (mairie, DDT, ABF,...) sont indispensables en amont.

### **Maintenance:**

On constate souvent que des systèmes a priori bien conçus ne sont pas efficaces du fait de défauts de maintenance.

Un cahier des charges de maintenance doit être fourni par les concepteurs et des actions adaptées et suivies doivent être réalisées par le maître d'ouvrage.

Dans certains cas il est intéressant de prévoir un suivi énergétique des installations enregistrement des consommations et des paramètres de confort (températures, humidité relatives,...). Ceci n'a de sens qu'à conditions que les résultats de ces mesures soient régulièrement consultés et pris en compte par une équipe technique d'intervention afin de prévenir les dysfonctionnements.

### **Difficultés techniques d'installation/de mise en œuvre:**

régulation des températures : attention à la position des sondes de régulation automatique, à l'accessibilité des organes à entretenir (maintenance), au bon état des organes (têtes thermostatiques,...).

### **Point d'attention:**

Selon les climats locaux, le vent peut être un facteur aggravant vis-à-vis des dépenses énergétiques et de l'inconfort.

Il s'agit alors de prévenir cet impact par la bonne réalisation de l'étanchéité à l'air du bâtiment, et par des protections extérieurs si cela est possible : plantation de haies...

Lorsque l'on crée de nouvelles ouvertures l'orientation des vents dominants doit être prise en compte.

## SUGGESTIONS POUR PALIER LES FAIBLESSES

Ne pas se laisser aller à une application sans discernement de solutions toutes faites pour le chauffage ou le rafraîchissement. Une réflexion scientifique et rigoureuse est nécessaire. Ceci représente pour le maître d'ouvrage un coût incontournable pour parvenir à un résultat efficace.

### **Maintenance**

Dans tous les cas, le suivi attentif des installations, l'entretien, la maintenance sont indispensables pour prévenir les dysfonctionnements et pour bien utiliser le potentiel des installations.

## Etude de Cas 1 : Office de tourisme d'Alès (Gard-30)



Il s'agit d'un bâtiment aménagé dans les vestiges de l'ancienne église des cordeliers, datant du XI<sup>ème</sup> siècle. Jusque dans les années 60 ce bâtiment hébergea le théâtre municipal d'Alès. Rénové en 2001, le bâtiment est une vitrine du développement durable : il dispose d'une façade tapissée de panneaux photovoltaïques. Il s'agit du premier bâtiment public en France à utiliser cette technique, et du troisième de ce type en Europe.

**Sa conception bioclimatique lui permet de produire en hiver son chauffage passif, en été son rafraîchissement.**

### L'exploitation thermique des caractéristiques particulières de ce bâtiment

L'Office du Tourisme, aménagé dans les vestiges d'une ancienne église du XV<sup>e</sup> siècle met à profit la masse thermique et les caractéristiques physiques de la construction ancienne pour réduire les besoins de climatisation et de chauffage de la construction neuve. La façade multifonctionnelle rapportée sous les trois arches remplit des fonctions de clos et de couvert, d'éclairage, d'isolation phonique, de production d'énergie, de gestion des échanges thermiques avec l'extérieur et de régulation des ambiances à l'intérieur.

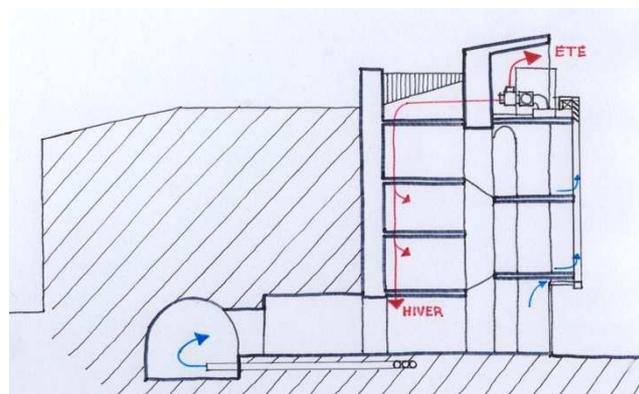
Elle est formée d'une peau extérieure photovoltaïque constituant une centrale électrique solaire de 9,5 kWc, raccordée en triphasé sur le réseau public, d'une lame d'air ventilée formant capteur solaire à air, intégrant des stores pour la gestion lumineuse et thermique, et d'une paroi vitrée isolante intérieure à basse émissivité.

Entre les deux parois, des stores à lamelles réfléchissantes limitent l'effet de serre.

Un système de ventilation modulé (ou réglé) en débit, et asservi aux températures réelles grâce à des sondes placées dans la lame d'air, permet de gérer les ambiances thermiques.

En hiver l'air réchauffé dans la façade sud est renvoyé sur la partie arrière du bâtiment.

Les masses thermiques et ce transfert en circuit fermé permettent l'homogénéisation des températures entre les parties avant et arrière du bâtiment. Un dispositif d'entrée d'air par des canalisations enterrées ( puits canadien) mettant à profit la fraîcheur d'une ancienne citerne souterraine contribue également au confort d'été. Le comportement thermique du bâtiment a été approché par simulation dynamique avec le logiciel Pléiades+Comfie



L'étude a mis en évidence le rôle joué par l'inertie thermique et la ventilation de la façade, et a permis de réduire considérablement le dimensionnement des installations de chauffage et de climatisation initialement prévues. L'essentiel des surchauffes estivales restantes sont dues aux vitrines du rez-de chaussée sans autre protection solaire que le surplomb des bureaux.

Ce type de démarche est actuellement poursuivi par SOLARTE dans le cadre d'un projet de recherche « Préparer le bâtiment à l'horizon 2010 », où une paroi du même type sera modélisée et précisément caractérisée pour un usage en verrière photovoltaïque de grandes dimensions.

C'est tout un champ nouveau d'application dans le bâtiment qui s'ouvre : les bâtiments actuellement très énergivores devront d'abord réduire drastiquement, par conception, leurs besoins, puis être capables de produire par énergies renouvelables tout ou partie de l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.

Dans ce formidable challenge l'exemple de bâtiments publics performants doit très tôt montrer la voie.

Le projet d'ALES est un premier pas qui réfute en outre un à-priori souvent colporté : l'incompatibilité entre Energies Renouvelables et Monument Historique.

*Le projet a été conçu par Yves Jautard (Solarte).*

SOLARTE - RN116 - 66500 RIA - Tél.04 68 05 27 26 - Fax 04 68 05 29 24 - e-mail : solarte@free.fr

## Etude de Cas 2 : Diagnostic énergétique de la Tour du Valat au Sambuc (13)

### OBJECTIF : DIVISER PAR 4 LES ÉMISSIONS DE CO2 DU SITE

«Nos engagements et les résultats obtenus au cours de ces dernières décennies montrent bien qu'il n'y a nullement incompatibilité entre la conservation de la nature et le développement.

Une bonne gestion doit tenir compte tout autant des multiples activités humaines que des facteurs favorables à un bon fonctionnement des écosystèmes.

Si elle y parvient, elle garantit à la fois le maintien et le développement de la biodiversité et la durabilité des utilisations.

L'enjeu réside dans le maintien de la biodiversité qui doit aller de pair avec une évolution inévitable des activités humaines.

Il peut impliquer l'abandon de pratiques anciennes au profit de la mise en place de nouveaux usages.... »

*Luc Hoffmann, fondateur de la Tour du Valat, est également l'un des créateurs, entre autres, du WWF international.*

*Cette étude a été réalisée par Robert Celaire et Vincent Priori du bureau d'études Robert Celaire, ingénieur conseil, dans le cadre d'un travail en collaboration avec Thierry Cabirol, ingénieur conseil, et le GERES. Olivier Cadart, architecte, a accompli une mission d'étude préalable sur la faisabilité de l'isolation thermique par l'extérieur des bâtiments.*

*Robert Celaire, ingénieur conseil - 1, rue Mirabeau 13410 Lambesc – France tel. : 33/(0)4 42 92 84 19 - fax : 33/(0)4 42 92 71 36 - e-mail : robert.celaire@wanadoo.fr*



FONDATION SANSOUIRE (Le Sambuc – 13)



L'ensemble des améliorations préconisées dans ce rapport permet, dans le cadre d'une rénovation globale du site qui est, de toutes façons, nécessaire pour assurer la maintenance du patrimoine de la Fondation Sansouire :

- d'améliorer de manière significative le confort thermique en période hivernale et estivale avec des impacts positifs induits sur la santé de l'ensemble des usagers du site ;
- de réduire de plus de 60% les dépenses énergétiques du site liées aux bâtiments ;
- **d'atteindre l'objectif facteur 4 sur la réduction des émissions de CO2 du site (\*) qui nous avait été fixé comme objectif de notre mission par le Maître d'Ouvrage** (Facteur 4) et ce sans prise en compte d'installations de production solaire photovoltaïque raccordées au réseau qui améliorerait encore ce bilan (\*\*).

Cette réhabilitation énergétique en accord avec la dimension écologique des activités de la Fondation permet en outre d'avoir un impact pédagogique fort au plan environnemental pour les employés de la Tour du Valat, ses partenaires techniques, institutionnels et financiers, ses visiteurs, les stagiaires, et, plus globalement, l'ensemble des habitants de Camargue.

### **Résumé des résultats de l'étude et plan d'action efficacité énergétique recommandé Un programme minimal réalisable rapidement**

- Isolation thermique des combles (Labo, archives, labo terrain, bureaux pompes, Mas, Cave, Ecole, Bureaux Bergerie)
- Isolation thermique en sous-face des planchers sur vide sanitaire des bâtiments (Labo, Ecole, Labo terrain, Cave)
- Programme "minimal" de changement des menuiseries extérieures
- Calorifugeage, désembouage et travaux de réparation des réseaux intérieurs de chauffage à eau chaude
- Pose ou remplacement de robinets thermostatiques
- Rationalisation ou remplacement des congélateurs
- Achat d'organes de coupure des ordinateurs
- Mise en place de moyens de suivi comptage électriques et eau sur l'ensemble des bâtiments
- Mise en œuvre du programme éclairage n°1

### **Un programme rentable et performant à envisager à court terme**

- Mise en place d'une chaudière biomasse à la Cave (sur réseau actuel)
- Installations d'eau chaude sanitaire solaires individuelles (2x 4m<sup>2</sup>-300l) et installation centralisée sur le Mas (8m<sup>2</sup>-500l)
- Isolation par toiture végétalisée (école et volière)

### **Un programme d'amélioration bénéfique en terme de confort et/ou rentables à moyen terme**

- Isolation thermique par l'extérieur des murs extérieurs des bâtiments dont la valeur patrimoniale ne l'interdit pas
- Isolation thermique de la toiture du Château
- Isolation thermique de la cave à vin du Château
- Programme "performant" de changement des menuiseries y compris château
- Raccordement chaudière fioul du Labo en secours chaufferie biomasse et mise en œuvre d'un réseau de chaleur et de sous-stations pour la quasi-totalité des bâtiments
- Mise en place de VMC dans les bâtiments dont le renouvellement d'air est réalisé actuellement par infiltrations

- Programme éclairage n°2
- Suppression chauffage électrique et installation de poêles granulés dans le Labo terrain et les bureaux pompes
- Mise en œuvre d'une ou plusieurs installations solaires photovoltaïques raccordées au réseau
- Mise en œuvre de protections solaires

**Le coût de l'ensemble de ces améliorations sera de 1,5 million d'euro TTC pour une réduction de plus de 80% des émissions de CO2 du site et une nette amélioration des conditions sanitaires et de confort visuel, thermique et olfactif.**

Cas du chauffage biomasse, du réseau de chaleur (*La Tour de Valat*)

Les principales conclusions de l'étude réalisée par Thierry Cabirol (production de chaleur par un générateur biomasse à plaquettes et mise en œuvre d'un réseau de chaleur) sont reprises ci-dessous :

- ❑ *La solution avec chaufferie centrale (+ appoint fioul pour écrêter les pointes dans le Programme 'MINI') apparaît la plus performante dans tous les cas. En particulier elle s'avère plus rentable que 3 chaufferies bois situées sur les principaux lieux, malgré la diminution sensible des réseaux à réaliser.*
- ❑ *Dans le cas de 3 chaufferies bois au lieu d'une, les modèles les moins chers sont équipés de silos métalliques associés de petites dimensions, qui imposent des chargements hebdomadaires. Par contre l'utilisation de silos métalliques de plus grande capacité grève sensiblement la rentabilité de l'opération.*
- ❑ *Le tracé de réseau de chaleur du PROJET 4, qui passe par l'extérieur des bâtiments est un peu plus long, mais beaucoup plus simple à réaliser, et donc moins coûteux.*
- ❑ *Il apparaît judicieux de ne pas chercher à alimenter par le réseau de chaleur les 2 bâtiments les plus éloignés et à faibles besoins : Bât E (Labo terrain) et F (bureaux pompes) ; d'autant plus que le tracé du réseau de chaleur traverserait dans ce parcours une zone déjà très encombrée de réseaux divers.*
- ❑ *La reconversion de la chaufferie principale actuelle en chaufferie centrale bois est adéquate et bien située dans une position relativement centrale en terme de réseau.*
- ❑ *Il est judicieux de pouvoir éteindre la chaufferie centrale lorsque les besoins diminuent fortement ; de ce fait, il convient de prévoir une alternative pour la production d'ECS en été.*
- ❑ *L'utilisation de bonnes plaquettes est à encourager : dépoussiérées et avec un taux d'humidité de 20%. Par contre l'utilisation de plaquettes de qualité inférieure (non dépoussiérées et à 30% HR) diminue la rentabilité, à coût de combustible égal, de 2 à 3 ans selon les cas.*
- ❑ *L'énergie d'appoint propane au lieu du fioul, diminuerait de 50% la rentabilité de l'opération.*
- ❑ *La mise en place de chaufferie(s) centrales fioul en lieu et place de chaufferie(s) bois est moins rentable.*
- ❑ *Le programme de travaux 'PERFORMANT', qui est le plus complet sur les bâtiments, diminue forcément la rentabilité d'une installation par chaufferie bois. Conclusion provisoire*  
*Compte tenu de l'augmentation inéluctable du prix des énergies fossiles, une opération moyennement rentable aujourd'hui devient forcément rentable à moyen terme. Nous recommandons une chaufferie centrale bois dans le Bât K (Cave), avec réseau de chaleur selon PROJET 4, et avec une production économe pour l'ECS de la cuisine en été.*

## BIBLIOGRAPHIE - RÉFÉRENCES - SITES WEB

<http://www2.ademe.fr/>

Fonds chaleur :

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25130>

Antennes régionales:

<http://rhone-alpes.ademe.fr/>

<http://www.ademe.fr/paca/>

ENERTECH - [www.enertech.fr](http://www.enertech.fr)

SOLARTE - RN116 - 66500 RIA - Tél.04 68 05 27 26 - Fax 04 68 05 29 24 - e-mail : [solarte@free.fr](mailto:solarte@free.fr)

[www.eu-energystar.org](http://www.eu-energystar.org): site Internet consacré au Programme ENERGY STAR de la Communauté européenne relatif à l'efficacité énergétique des équipements de bureau ;  
[www.tuv.com/de/en/products.html](http://www.tuv.com/de/en/products.html) : site Internet certificateur de produits (électrique, mécanique, médical, etc....) ;

[http://energie.wallonie.be/energieplus/CDRom/intro/page1\\_3.htm](http://energie.wallonie.be/energieplus/CDRom/intro/page1_3.htm) : portail Internet de l'énergie ne région Wallone comportant le détail de spécifications de nombreux produits économes en énergie et des méthode pour évaluer les gains envisageables ;  
<http://www.guide-topten.com/> et surtout [www.topten.ch](http://www.topten.ch) : sites Internet comparateurs d'achat qui permettent de connaître les produits ayant le plus faible impact écologique ;

## EXTRAITS RT2012 (1)

La RT 2012 encourage à construire autrement avec :

- une architecture plus compacte
- une prise en compte systématique de la meilleure orientation pour profiter des apports naturels de lumière et d'ensoleillement afin de faciliter le rafraîchissement des pièces orientées au sud
- la mise en place d'espaces tampons (garage, buanderie) au nord
- une isolation thermique renforcée

### Confort d'été

Art. 21

Protections solaires

Les baies de tout local destiné au sommeil et de catégorie CE1 sont équipées de protections solaires mobiles (...)

Art. 22

Surface des ouvrants

Sauf si les règles d'hygiène ou de sécurité l'interdisent, les baies d'un même local autre qu'à occupation passagère et de catégorie CE1 s'ouvrent sur au moins 30 % de leur surface totale. Cette limite est ramenée à 10 % dans le cas des locaux pour lesquels la différence d'altitude entre le point bas de son ouverture la plus basse et le point haut de son ouverture la plus haute est égale ou supérieure à 4 m.

## EXTRAITS RT2012 (2)

La RT 2012 encourage à construire autrement avec :

- une architecture plus compacte
- une prise en compte systématique de la meilleure orientation pour profiter des apports naturels de lumière et d'ensoleillement afin de faciliter le rafraîchissement des pièces orientées au sud
- la mise en place d'espaces tampons (garage, buanderie) au nord
- une isolation thermique renforcée

### Chauffage

Pilotage du chauffage en fonction des besoins

Art. 24

Dans les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation, une installation de chauffage comporte, par local desservi, un ou plusieurs dispositifs d'arrêt manuel et de réglage automatique en fonction de la température intérieure de ce local.

Toutefois lorsque le chauffage est assuré par un plancher chauffant à eau chaude fonctionnant à basse température ou par un appareil indépendant de chauffage à bois, ce dispositif peut être commun à des locaux d'une surface habitable totale maximum de 100 m<sup>2</sup>.

Art. 35

Dans le cas des bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation, toute installation de chauffage desservant des locaux à occupation discontinue comporte un dispositif de commande manuelle et de programmation automatique au moins par une horloge permettant :

- une fourniture de chaleur selon les quatre allures suivantes : confort, réduit, hors gel et arrêt;
- une commutation automatique entre ces allures.

Art. 16

Mise en œuvre de systèmes innovants et/ou liés aux énergies renouvelables

En raison de la baisse très significative des consommations liées au chauffage, l'eau chaude sanitaire devient le premier poste énergivore du bâtiment résidentiel : 25 à 30 kWhEP/m<sup>2</sup>/an

Pour optimiser les consommations d'énergie liées à l'eau chaude sanitaire, la RT2012 préconise :

- La généralisation du chauffe-eau thermodynamique
- ou la mise en œuvre de capteurs solaires thermiques (au minimum 2 m<sup>2</sup>) respectant une orientation au sud et une inclinaison entre 20 et 60°
- ou le raccordement à un réseau de chaleur alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable ou de récupération
- ou la production d'eau chaude sanitaire par une chaudière à micro-génération à combustible liquide ou gazeux.



Sustainable  
Construction  
in Rural and Fragile Areas  
for Energy efficiency

Project cofinanced by



European Regional Development Fund



Lead Partner

- Province of Savona (ITALY)



Project Partner

- READ S.A.-South Aegean Region (GREECE)
- Local Energy Agency Pomurje (SLOVENIA)
- Agência Regional de Energia do Centro e Baixo - Alentejo (PORTUGAL)
- Official Chamber of Commerce, Industry and Navigation of Seville (SPAIN)
- Chamber of Commerce and Industry - Drôme (FRANCE)
- Development Company of Kefalonia & Ithaki S.A. - Ionia Nisia (GREECE)
- Rhône Chamber of Crafts (FRANCE)
- Cyprus Chamber Of Commerce and Industry - Kibris (CYPRUS)
- Marseille Chamber of Commerce (FRANCE)



NÉOPOLIS

