

Le PACTE ECS réveille l'eau chaude

Un programme de recherche de l'ADEME pour répondre au défi de l'Eau Chaude Sanitaire (ECS) dans l'habitat

À l'heure où l'offre de bâtiments à faible consommation énergétique se multiplie, l'eau chaude sanitaire (ECS) devient un véritable enjeu pour diminuer la consommation énergétique des logements qui représente plus de 45 % de la consommation énergétique nationale.

Afin d'identifier et de débloquent les verrous technologiques qui freinent le développement de systèmes de production d'eau chaude sanitaire performants et économes en énergie, l'ADEME a lancé en août 2009, un appel à projets sur l'Eau Chaude Sanitaire concernant le marché résidentiel individuel et collectif (Programme d'Actions Concerté sur les Technologies de l'Energie relatives à l'eau chaude sanitaire ou PACTE ECS), dans le cadre de la Plateforme nationale de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment (PREBAT). Deux axes de recherche avaient été définis : des solutions propres aux logements neufs et des solutions de substitution aux équipements existants à coûts maîtrisés.

Les objectifs techniques du PACTE ECS étaient d'aboutir, à court terme (horizon 3-4 ans), à la mise sur le marché d'équipements de production d'eau chaude sanitaire permettant d'obtenir un niveau de consommation conventionnelle RT 2005 de

15 kWh_{EP}/m².an pour cet usage tout en garantissant si possible un niveau minimum en termes de gain énergétique (facteur 2 par rapport aux technologies de référence), une durée de vie (15 ans) et un temps de retour sur investissement de la moitié de la durée de vie de l'équipement.

Les travaux à mener dans le cadre de ce PACTE visaient également à améliorer, d'une part, la compréhension et la prise en compte de la dimension socio-comportementale de l'usage de l'ECS et, d'autre part, la capacité à modéliser, simuler et évaluer le fonctionnement des équipements.

Pour répondre à ce défi, l'ADEME et les partenaires lauréats du PACTE ECS ont investi plus de 8 millions d'euros en 5 ans dans ce programme (en aide sur les projets de R&D et en accompagnement et animation du programme). Une partie du financement apporté par l'ADEME fait l'objet d'avances remboursables de la part des industriels partenaires.

L'accompagnement et l'animation ont été confiés au COSTIC et à ALPHEEIS, dont les missions ont été d'apporter de la cohérence et de la transversalité au programme avec également l'organisation de séminaires internes.

UN PACTE ECS RICHE DE PAR LA SYNERGIE ENTRE SES 33 PARTENAIRES



Figure 1 : Les différents partenaires du PACTE ECS

De multiples partenariats pour améliorer l'efficacité énergétique de l'ECS

L'originalité de ce PACTE de l'ADEME a été de rassembler la majorité des acteurs de la filière pour des actions de R&D visant à réduire l'impact énergétique de l'ECS : industriels, centres de recherches, bureaux d'études, installateurs, exploitants, énergéticiens...

Cinq consortiums, soit 33 partenaires au total, soutenus par l'ADEME ont participé au PACTE ECS, accompagnés par le COSTIC et ALPHEEIS. Les projets menés par ces cinq consortiums étaient complémentaires de par la diversité des systèmes développés :

- **BBC PACS** (Eau chaude sanitaire thermodynamique pour les bâtiments résidentiels basse consommation), projet coordonné par ATLANTIC. Ce projet a porté sur le développement industriel de chauffe-eau thermodynamiques collectifs et individuels pour l'habitat neuf : chauffe-eau collectifs sur air extérieur ou utilisant la récupération de chaleur sur les eaux usées, chauffe-eau individuels sur l'air des combles. Les différentes sources d'énergie disponibles pour une production d'ECS thermodynamique ont été également étudiées.
- **PAC ECS**, projet coordonné par CIAT. Ce projet a porté sur le développement industriel d'une pompe à chaleur collective sur air extrait de moyenne puissance assurant la production d'ECS. Une contribution de l'énergie solaire photovoltaïque a été également étudiée. Les secteurs visés sont les bâtiments collectifs neufs et existants.
- **Recup'AIR'EAU**, projet coordonné par ALDES. Ce projet a porté sur le développement d'un chauffe-eau thermodynamique individuel sur air extrait couplé à un système de récupération d'énergie sur les eaux usées destiné à l'habitat collectif et individuel en neuf et en réhabilitation.
- **SCE-ECS** (Synergie Confort Energie pour l'Eau Chaude Sanitaire), projet coordonné par GDF SUEZ /CRIGEN. Ce projet a porté sur le développement des pompes à chaleur gaz à absorption pour la production d'ECS et le chauffage : pompe à chaleur à absorption aérothermique ou géothermique collective avec récupération d'énergie sur l'air extrait, pompes à absorption pour l'habitat individuel. Une évaluation in situ des performances des pompes à chaleur individuelles à absorption et adsorption et des récupérateurs de chaleur sur les eaux usées et une étude d'optimisation technico-économique des chauffe-eau solaires ont également été menées.
- **SCHEFF** (Solaire Collectif à Haute Efficacité), projet coordonné par TECSOL. Ce projet a porté sur le développement industriel d'un système solaire collectif à appoint individualisé (CESCI) optimisé à la fois en termes de performances et de coûts à destination des bâtiments de logement collectifs neufs et existants en réhabilitation lourde.

Des actions transversales entre les équipes, une originalité de ce programme

Outre l'important travail collaboratif au sein des équipes, l'intérêt du PACTE ECS a été de mener différentes actions transversales afin de partager et enrichir les connaissances sur l'ECS :

- Quatre séminaires ont été organisés entre 2011 à 2015 afin de permettre d'échanger sur les travaux de recherches en cours ainsi que sur d'autres thématiques communes telles que la réglementation thermique, le marché de la salle de bains, la prévention des risques sanitaires, les pertes de bouclages...
- Un important travail de mutualisation et de synthèse des travaux sur les besoins d'ECS a

été réalisé par le COSTIC qui se finalisera par un ouvrage de référence.

Les équipes ont aussi bénéficié durant ces cinq années d'une veille sur l'ECS effectuée par ALPHEEIS.

Ces actions transversales ont permis de donner de la cohérence aux travaux menés par chaque consortium et d'identifier les besoins et les travaux à mener en collaboration (travail sur les pertes de bouclage, besoins d'ECS, titre V...).

Les séminaires ont également été l'occasion de faire intervenir des experts sur des sujets transversaux entre les différentes équipes tels que les besoins d'ECS et les pertes de bouclage

(COSTIC), la réglementation thermique 2012 et les titres V (DHUP), la directive Eco-conception (ADEME), les appareils terminaux et la robinetterie

(AFSIB), le risque légionelle (CSTB) ou encore les pratiques sociales en matière d'eau chaude sanitaire (CERTOP).

Des démonstrateurs pour évaluer les performances réelles des produits développés

Des approches similaires ont été adoptées dans la plupart de ces projets pour le développement de nouveaux équipements.

- **Des simulations** ont été menées afin d'étudier le comportement et d'optimiser les performances des équipements. Pour cela des modèles de calcul ont été développés, par exemple de chauffe-eau thermodynamiques. Ces simulations ont permis d'étudier l'influence de nombreux paramètres sur les performances du système : la stratégie de régulation, le fluide frigorigène utilisé, la récupération ou non de chaleur sur les eaux usées, le dimensionnement du système, la hauteur des piquages et de la sonde de régulation sur le ballon, les profils de soutirage, les températures et les débits de la source froide, les plages tarifaires... Des simulations ont été également menées sur d'autres systèmes que ceux développés afin de comparer leurs performances.
- **Des essais en laboratoire** sur des prototypes ont été également réalisés. Ils ont permis

d'observer le fonctionnement réel des systèmes, de contribuer à leur mise au point et de valider les modèles développés.

- **Des démonstrateurs** ont été installés dans des bâtiments d'habitation afin de mesurer les performances des systèmes dans des conditions réelles d'utilisation. Cela a permis également d'avoir des retours de terrain sur la mise en œuvre de ces équipements.

La régulation des systèmes a fait l'objet, dans tous les projets, d'importants travaux de recherche. De nouveaux algorithmes ont été développés afin de gérer de manière optimale les différents paramètres de fonctionnement du système (vitesse du compresseur, enclenchement de l'appoint,...) pour répondre à des besoins d'ECS très variables. Le rôle de la régulation est essentiel dans le cas de ces systèmes utilisant plusieurs sources d'énergie et ayant recours à un stockage d'ECS.

La plupart des travaux menés pour le développement de ces nouveaux équipements font l'objet d'une confidentialité.

DEMONSTRATEURS DU PROJET BBC PACS

Solution collective sur air extérieur :

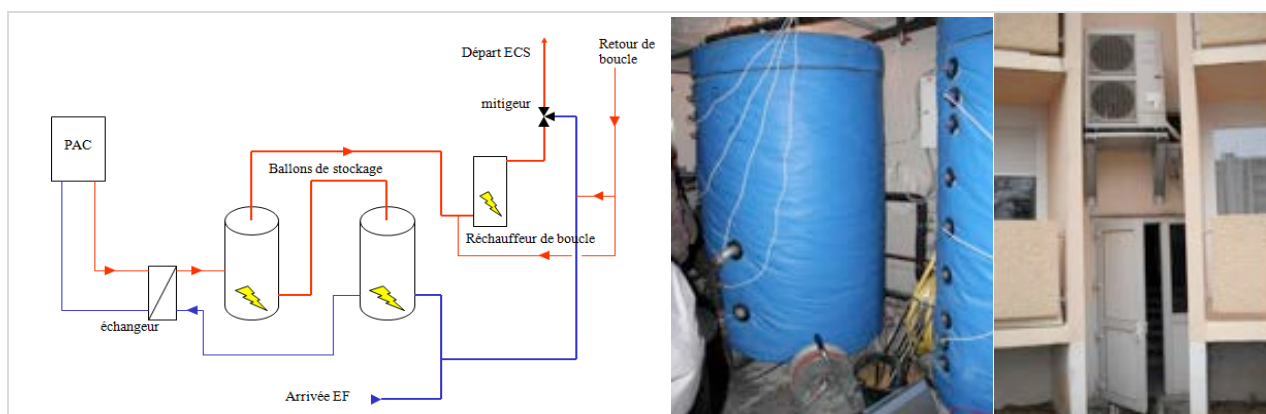


Figure 1 : Le site est composé de 12 logements initialement équipés de chauffe-eau électriques à accumulation individuels. Par conséquent, un réseau de distribution d'eau chaude a été créé pour alimenter les logements à partir de l'installation collective mise en œuvre au sous sol. Le système est constitué d'une pompe à chaleur sur air extérieur (PAC principale), 2 ballons de stockage de 750 litres chacun et un réchauffeur thermodynamique (PAC secondaire) pour la boucle de distribution.

Solution collective avec récupération sur eaux grises :

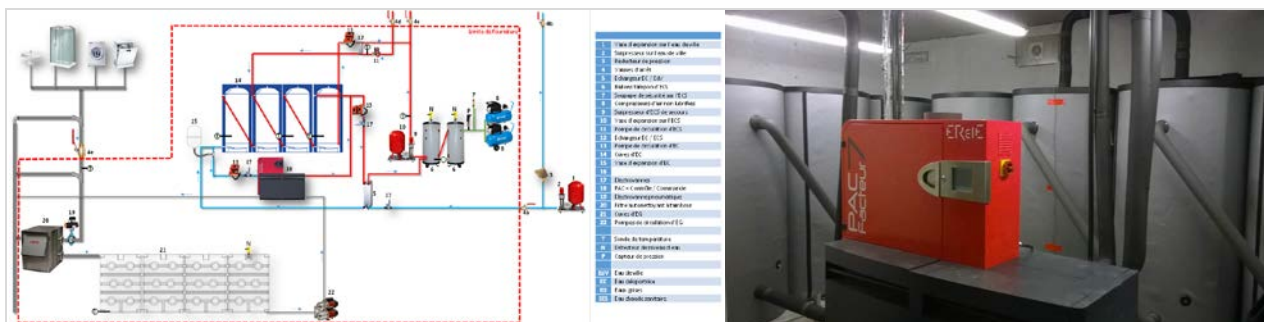


Figure 2 : Le site est composé de 89 logements initialement équipés d'une chaudière à gaz collective. Une séparation d'eaux grises et d'eaux noires a été réalisée en sous-sol. Le système est constitué d'une pompe à chaleur sur les eaux grises pour assurer les besoins en ECS et maintenir la boucle, 2 ballons de stockage d'ECS de 1 000 litres chacun, 7 ballons de stockage d'eau chaude caloportrice de 1 000 l chacun, 10 cuves d'eaux grises de 1 300 l chacune, d'un filtre autonettoyant et d'une station de distribution.

DEMONSTRATEURS DU PROJET PAC ECS

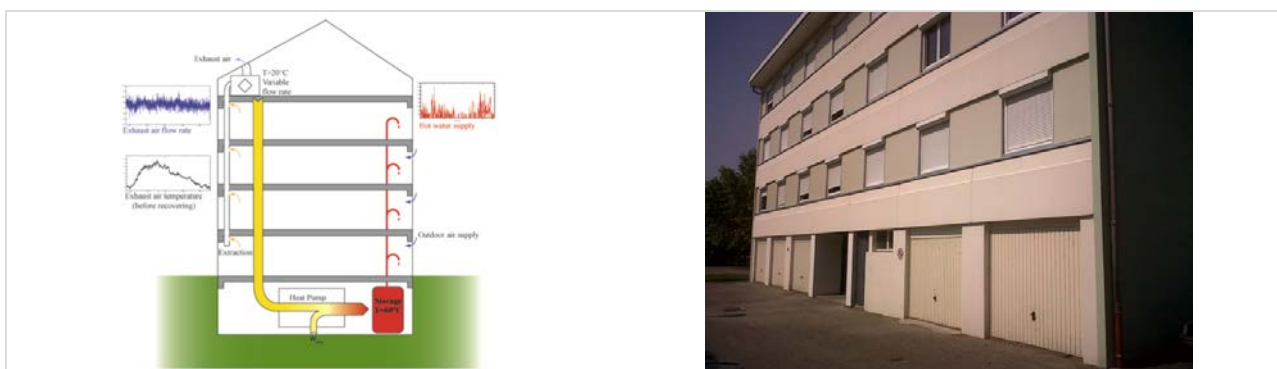


Figure 3 : Le premier démonstrateur retenu est un bâtiment existant de 14 logements en habitat social avec une ventilation Simple Flux Auto-réglable. Le système PAC ECS s'intègre dans des travaux de rénovation. Des gaines existantes vont être utilisées pour faire passer le réseau hydraulique reliant le caisson de récupération sur l'air extrait (placé en combles) à la source froide de la pompe à chaleur (placée en chaufferie). L'objectif est d'obtenir un COP proche de 4 grâce une ressource en air extrait relativement constante (température & débit) et une absence de cycles de dégivrage.

DEMONSTRATEURS DU PROJET RECUP'AIR 'EAU

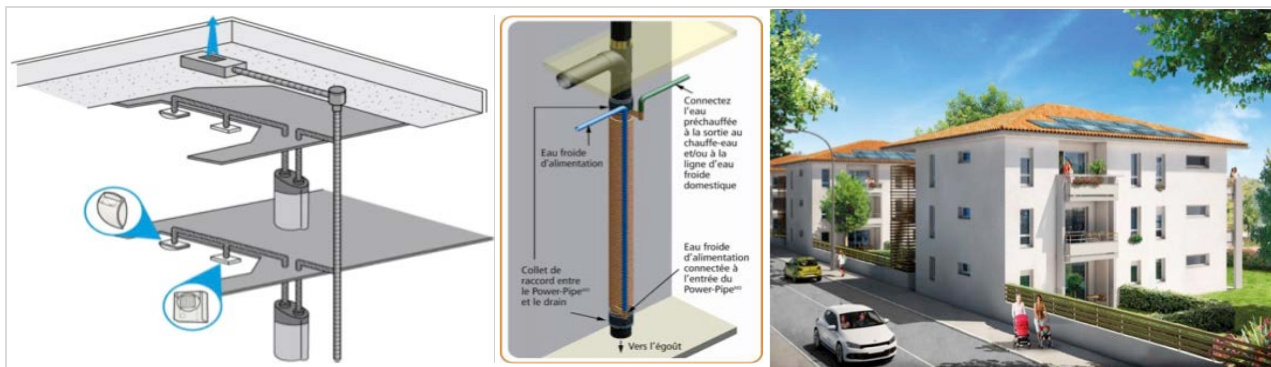


Figure 4 : Le site est composé de 9 logements équipés de chauffe-eau thermodynamique T-Flow avec récupération de la chaleur sur l'air extrait par la VMC (hygro-réglable microwatt de type B avec débits d'air entrants et sortants régulés en fonction du taux d'humidité), couplé au système « Powerpipe » de récupération de chaleur sur les eaux usées. La production d'eau chaude sanitaire est instrumentée (sondes de températures, débitmètre, ...) pour suivre en temps réel les performances du système.

DEMONSTRATEURS DU PROJET SCE-ECS

Solution collective PAC absorption, avec récupération sur air extrait, en logements collectifs existants :

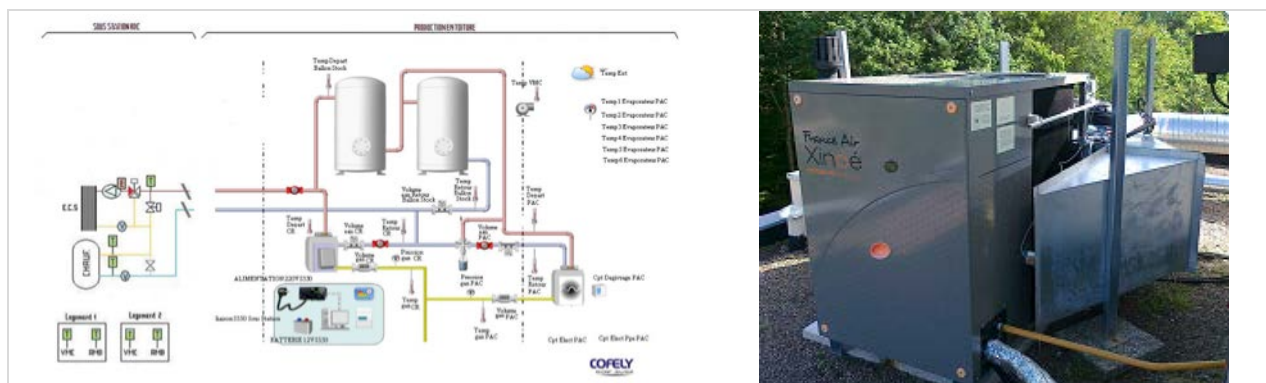


Figure 5 : Dans le cadre de ces études sur les logements collectifs rénovés, le CRIGEN de GDF SUEZ a instrumenté une installation thermique équipée d'une pompe à chaleur à absorption fonctionnant au gaz naturel avec récupération sur air extrait au niveau de l'évaporateur. L'installation est située en toiture-terrasse d'un immeuble de 2000m² à Belfort.

Solution individuelle PAC absorption :

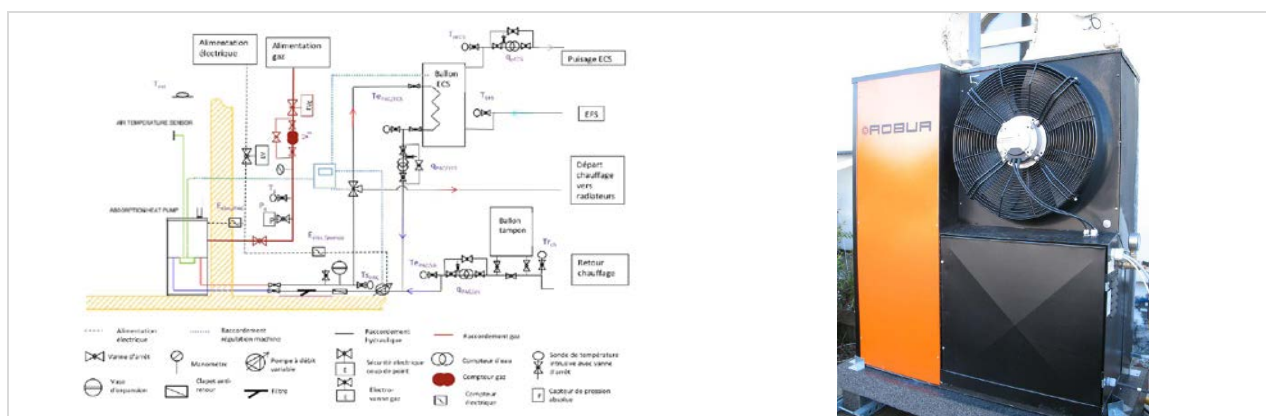


Figure 6 : Le prototype de 2^{ème} génération de la pompe à chaleur à absorption gaz Air/Eau GAHP 18 kW du fabricant ROBUR a été installé sur un pavillon expérimental du CRIGEN. Le projet SCE-ECS a mesuré les performances sur une année pour une analyse détaillée des performances dans les modes hiver (chauffage + ECS) et été (ECS seule).

DEMONSTRATEURS DU PROJET SCHEEF

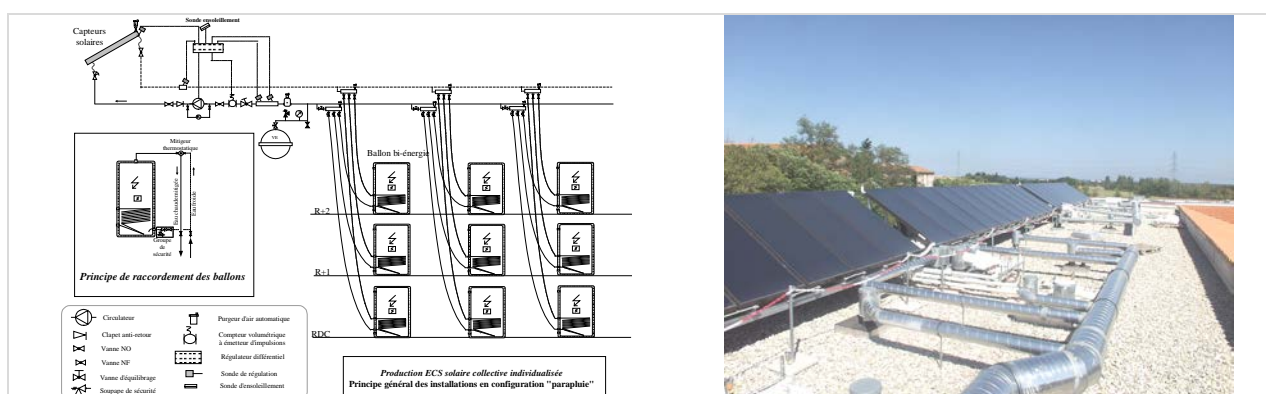


Figure 7 : Le projet Jardins d'Espagne a constitué le projet pilote principal du projet SCHEEF. L'installation solaire a été installée pour le promoteur immobilier privé URBAT par l'entreprise Qualisol local IBANEZ. Les caractéristiques du bâtiment cible sont : 53 logements neufs, du T2 au T4 sur 3 niveaux à Perpignan. Les caractéristiques techniques de l'installation solaire sont les suivantes : 33 capteurs VIESSMANN pour 76 m² et 53 ballons VIESSMANN bi énergie électriques pour un productible solaire totale annuel de 45 000 kWh. Chaque appartement a été équipé pour le projet SCHEEF de 2 compteurs de calories et d'un compteur électrique pour un suivi des performances sur plus de 2 années.

Le résultat du PACTE ECS, c'est la mise sur le marché de nouveaux produits à haute efficacité énergétique à des coûts optimisés

Le PACTE ECS a d'ores et déjà permis d'aboutir à la **mise sur le marché de produits et d'offres**. Plusieurs démonstrateurs étant toujours à l'étude, ce chiffre devrait encore augmenter dans les mois qui viennent en fonction des retours terrains de ces installations, et des études économiques et marketing à suivre (le projet PAC ECS vient notamment de mettre en place son démonstrateur de pompe à chaleur collective sur air extrait).

Bien que l'ensemble des travaux initiés par les équipes n'ait pu aboutir directement à la mise sur le marché de nouveaux produits ou de nouvelles offres dans le cadre du PACTE ECS, ils ont néanmoins permis d'augmenter les connaissances des différents partenaires dans le domaine de l'ECS. Un certain nombre de réflexions conduites dans le cadre du PACTE ECS permettront d'alimenter les développements menés par les industriels dans les prochaines années, permettant ainsi d'aboutir indirectement à la mise sur le marché de nouveaux produits ou offres de marché.

Les produits issus du PACTE ECS :

- Hydrapac, commercialisé par Atlantic, préparateur d'ECS thermodynamique collectif sur air extérieur directement issu des travaux du projet BBC PACS.
- La PAC Facteur 7, développée par EreIE, solution de production d'ECS combinant la récupération de chaleur sur les eaux grises et une pompe à chaleur issue des travaux du projet BBC PACS.
- Un CESCO optimisé, actuellement partiellement commercialisé par Viessmann, solution issue du projet SCHEFF visant une réduction d'un tiers du coût de cette technologie.
- Un système de récupération sur air extrait sera commercialisé dans le cadre du développement des PAC absorption gaz naturel géothermique.
- La PAC gaz Air/Eau GAHP 18 kW du fabricant ROBUR est actuellement en phase de pré-commercialisation.

- Les composants du système PAC ECS sont d'ores et déjà disponibles (PAC, caisson de récupération, Ballon...) et une offre système est en cours d'étude et sera éventuellement élaborée en fonction des retours d'expérience des démonstrateurs.

Afin de proposer **des produits performants énergétiquement à des coûts maîtrisés**, les équipes du PACTE ECS ont travaillé sur l'optimisation économique d'un ensemble de composants parmi lesquels le ballon de stockage, ou les capteurs solaires et leur structure de support dans le cas des solutions solaires.

Conformément aux objectifs fixés par l'ADEME, les solutions développées permettent un **gain énergétique au moins d'un facteur 2 par rapport à des technologies traditionnelles** (chauffe-eau électriques à accumulation ou chaudière gaz en production individuelle et chaufferie gaz en production collective) compte tenu de leurs performances optimisées, du recours aux énergies renouvelables et à la récupération éventuelle de chaleur sur les eaux usées.

Les résultats des travaux menés dans le cadre du PACTE ECS montrent **la pertinence de l'objectif de 15 kWh_{EP}/m² Shon.an de consommation conventionnelle du poste ECS** fixé par l'ADEME. Atteignable en production individuelle ou collective individualisée grâce au recours aux énergies renouvelables, à une optimisation des performances des systèmes de production et à la récupération de chaleur sur les eaux usées, cet objectif paraît en revanche plus difficile à atteindre avec une production collective du fait principalement des pertes de bouclage.

En raison de l'objectif de mise sur le marché de solutions techniques à court terme (horizon de 3-4 ans), les travaux des équipes du PACTE ECS ont essentiellement ciblés des concepts matures ou en cours de développement (exemple systèmes thermodynamiques), garantissant de fait **des durées de vie supérieures à 15 ans** pour les produits issus du PACTE ECS.

Le PACTE ECS, c'est aussi des travaux de recherches sur toutes les composantes de l'ECS jusqu'à l'utilisateur final

Outre le développement de système de production, ce programme de recherche a permis d'explorer de nombreux axes sur l'ECS. Il apparait en effet indispensable de considérer l'ensemble de l'installation et son usage pour limiter l'impact du poste d'ECS et pas seulement la production d'ECS. Des travaux ont ainsi été menés par différents consortiums sur les pratiques des ménages liées à l'ECS, la distribution, les terminaux, les différentes sources d'énergie

utilisables,... Des actions transversales, une originalité du PACTE ECS, ont été également réalisées sur les besoins d'ECS par le COSTIC et sur la veille par ALPHEEIS. Tous ces travaux ont donné lieu à des échanges enrichissants entre les différents partenaires au cours des séminaires d'échanges organisés sur toute la durée du PACTE.

Ci-après quelques exemples de travaux mutualisés parmi les nombreux travaux réalisés.

DES TRAVAUX DE RECHERCHES SUR TOUS LES POSTES

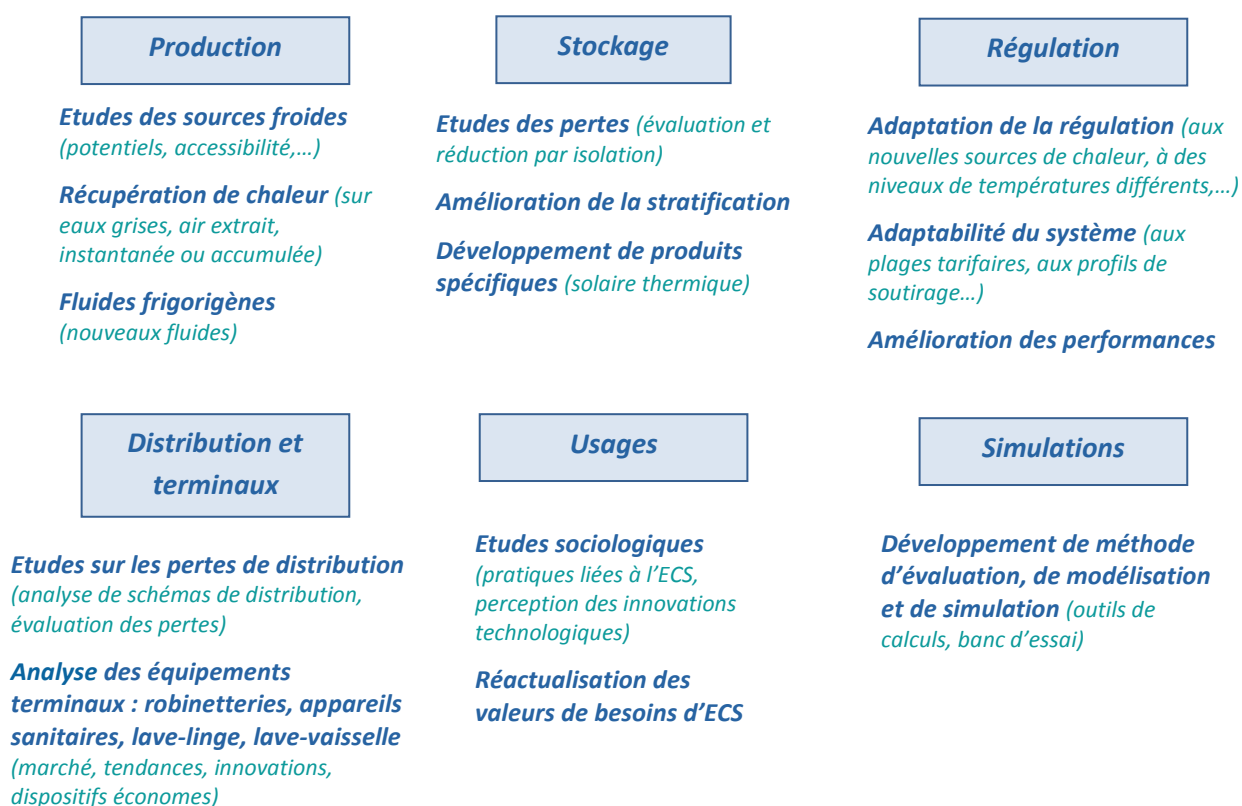


Figure 8 : Les travaux de recherches réalisés dans le cadre du PACTE ont porté sur tous les postes liés à l'ECS afin d'optimiser l'efficacité énergétique de l'ensemble de l'installation.

Des études sociologiques pour mieux connaître les pratiques liées à l'ECS et la perception des innovations technologiques

La dimension socio-comportementale de l'usage de l'ECS est une composante importante qui a fait l'objet de plusieurs travaux.

Une enquête quantitative par Internet sur les pratiques de consommation d'ECS auprès de 600 personnes habitant aussi bien en maison qu'en appartement a été réalisée par TBC dans le cadre du projet RECUP'AIR EAU. Cette enquête montre notamment que :

- la pratique du bain est supplantée par celle de la douche. Le nombre moyen de bains déclarés par personne, par semaine et par foyer est de 0,6 pour ceux possédant une baignoire et le nombre de douches de 5,6. Ce sont les foyers avec les enfants en bas âge qui prennent le plus de bains. 42% déclarent prendre leur douche le matin, 31% le soir et 28% autant le matin que le soir,

- peu de personnes réalisent maintenant des lessives à la main régulièrement. 48% répondent ne jamais faire de lessive à la main, 26% plus rarement et 12% 2 à 3 fois par mois, 96% ayant un lave-linge. Par contre bien que 68% possèdent un lave-vaisselle, plus de 50% font la vaisselle à la main au moins une à plusieurs fois par jour,
- un manque d'ECS est rarement ressenti. 75% n'ont jamais la sensation de manquer d'ECS, 22% parfois et 3% souvent,
- une sensibilité aux économies d'eau importante. 82% déclarent faire attention à leur consommation d'eau. 44% indiquent posséder un économiseur sur au moins un de leur robinet et une de leur douche.

PLUS L'AGE CROIT, PLUS LA DUREE DES DOUCHES EST COURTE

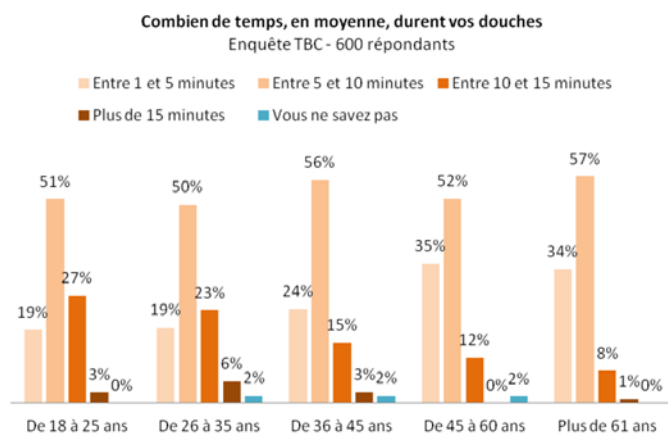


Figure 9 : Exemple de résultat obtenu lors de l'enquête menée par TBC dans le cadre du projet Recup'Air'Eau auprès de 600 personnes. Plus la personne est âgée, plus la durée moyenne de sa douche diminue. Ainsi, si 27% des 18-20 ans déclarent prendre des douches durant 10 à 15 minutes, ils ne sont plus que 8% chez les plus de 61 ans. Pour la majorité des répondants (53%) tout âge confondu, la durée de la douche déclarée est entre 5 et 10 minutes.

Une étude sociologie qualitative sur les pratiques et représentations des ménages liées à l'ECS a été également menée par le CRIGEN de GDF-SUEZ dans le cadre du projet SCE-ECS. Elle s'appuie sur 16 entretiens semi-directifs réalisés au domicile des enquêtés. Il ressort notamment de cette étude que :

- l'éducation joue un rôle prépondérant dans le comportement futur de l'utilisateur. Des effets de

génération et de cycle de vie sont par ailleurs observés,

- le levier actuellement est surtout les économies d'eau. Il est souvent difficile de connaître la part liée à l'ECS au niveau des factures,
- l'innovation technique est la bienvenue mais « simplicité » et « rentabilité » sont les deux mots d'ordre,

- le relais d'information principal des usagers est Internet via le « C to C » (consumer to consumer). Une forte attente en termes de « neutralité » de conseil est attendue du secteur public.

Une autre étude sociologique qualitative sur les pratiques et les représentations des acteurs de la filière professionnelle **en matière d'innovation technique** a été également réalisée par le CRIGEN de GDF-SUEZ. La perception des

professionnels a été recueillie à travers 5 focus groupes regroupant des bureaux d'études, des installateurs, des architectes, des maîtres d'ouvrage et des entreprises de maintenance sensibles à l'innovation. Les principaux leviers d'acceptation de nouvelles technologies identifiés lors de cette étude sont récapitulés dans la figure ci-après. Une exploration du web social avec une cartographie et une analyse des conversations sur l'ECS a été également effectuée.

QUELS SONT LES LEVIERS D'ACCEPTATION DES SOLUTIONS NOUVELLES ?

Installateurs/Exploitants	Maîtres d'ouvrage	Architectes	Bureaux d'études
Un accompagnement dans les solutions nouvelles de la part des industriels/fabricants/fournisseurs d'énergies (information, formation technique de qualité, visite de chantiers, d'installations, formations multi-métiers sur site...)			
Retours d'expériences (les faciliter, les organiser en les faisant suivre de débats entre les différents acteurs...)			
Information sur la réglementation et ses conséquences			
Avantages fiscaux, aides, subventions qui créent la demande			
		Partenariats de recherche (avec des industriels, fournisseurs d'énergies, pôle de compétence) Participation à des tests de solutions nouvelles	
		Partenariat avec les bureaux d'études sur des projets innovants	
Formations pratiques et très concrètes (montage, démontage de matériels, remise de schémas d'installation parfaitement clairs et détaillés)			
Partage de responsabilités avec les industriels/fabricants et/ou acteurs du chantier notamment sur les coûts d'installation, maintenance et recours client			

Figure 10 : Résultats d'une étude sociologique qualitative menée par le CRIGEN de GDF-SUEZ dans le cadre du projet SCE-ECS qui a permis notamment d'identifier les leviers d'acceptation d'innovation technologique en fonction des acteurs de la filière professionnelle. Les retours d'expérience et le niveau d'information sur le produit sont un facteur décisionnel important.

La réactualisation des valeurs de besoins d'ECS en habitat, le fruit d'une synergie initiée par le PACTE ECS

Une meilleure connaissance des besoins s'avère importante aussi bien pour optimiser le dimensionnement des systèmes que pour l'estimation des consommations d'énergie et pour la R&D. En effet, les valeurs utilisées usuellement dans la profession sont relativement anciennes et divergent selon les sources. Partant d'un constat unanime de tous les acteurs du PACTE, ce travail transversal a été initié afin de réactualiser les valeurs de besoins en habitat en cohérence avec

ceux du terrain. L'ADEME a confié cette mission au COSTIC qui a capitalisé et mutualisé les travaux menés par tous les consortiums sur ce sujet et les a enrichi en exploitant des données issues de suivis instrumentés récents. Ces données qui proviennent aussi d'une mutualisation montrent également tout l'intérêt de ces travaux transversaux initiés par le PACTE. Ces fichiers de données ne proviennent pas uniquement de télé-suivis menés par le COSTIC mais aussi par de

nombreux autres partenaires du PACTE ECS : TECSOL, EDF, CEA-INES, ALDES, CIAT. Au total **environ 300 suivis de consommations** d'ECS de maisons, appartements ou immeubles ont été analysés par le COSTIC. Des relevés annuels de compteurs d'ECS d'environ 2 900 appartements de l'OPAC de Savoie ont également enrichi ces analyses.

De nombreux indicateurs à l'échelle du logement et de l'immeuble ont été déterminés par le COSTIC à partir de ces données de manière à répondre aux différentes applications visées : des valeurs de

besoins journaliers moyens, maximaux, minimaux, des valeurs de pointe sur 10 minutes, sur plusieurs heures, des profils de consommations... L'objectif était également de mieux quantifier les variations des besoins afin de mieux les appréhender.

Après consolidation de ces données, **l'ambition est maintenant de valoriser les résultats de ce travail au travers d'un guide à destination des professionnels afin de constituer une nouvelle référence partagée par l'ensemble de la filière (publication ADEME-COSTIC prévue courant 2016).**

UNE VARIATION DES BESOINS JOURNALIERS PLUS FAIBLE A L'ECHELLE DE L'IMMEUBLE QUE DU LOGEMENT

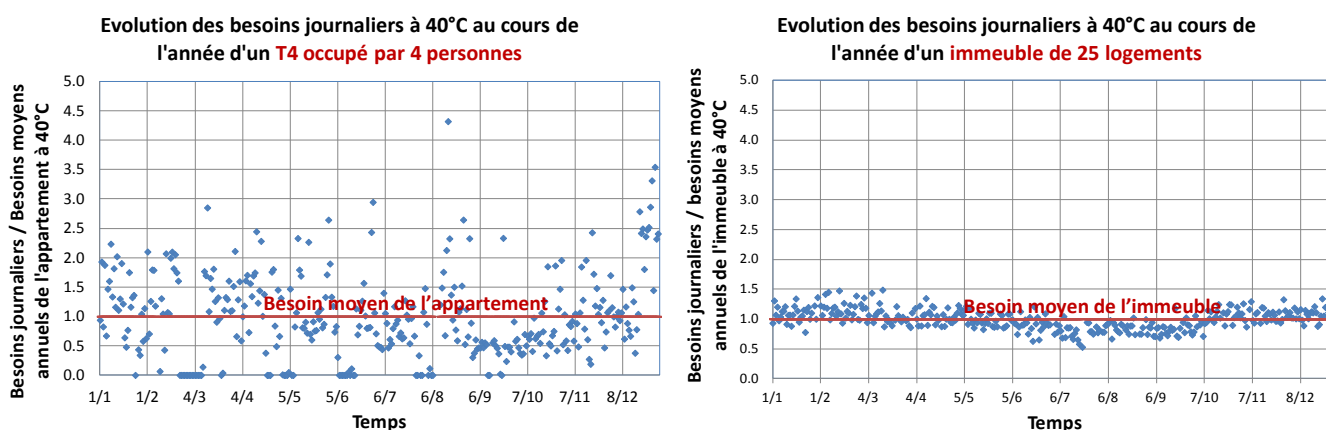


Figure 11 : Exemple d'exploitation de deux télé-suivis réalisées par le COSTIC dans le cadre de ses travaux transverses au PACTE ECS sur les besoins. Ces deux exemples montrent que les besoins journaliers d'ECS varient moins au cours de l'année à l'échelle de l'immeuble qu'à celle du logement compte tenu du foisonnement. A l'échelle du logement, les variations sont très importantes et peuvent aller jusqu'à plus de 5, 7 voire 9 fois la valeur moyenne journalière du logement. Moins le nombre d'occupant du logement ou le nombre de logement d'un immeuble est important, plus les variations sont marquées. Les données exploitées proviennent d'un suivi instrumenté d'un appartement réalisé par le COSTIC et d'un suivi d'un immeuble effectué par TECSOL.

Les équipements terminaux, un levier à ne pas négliger pour limiter les consommations

Une étude a été menée dans le cadre du projet SCE-ECS sur les terminaux (robinetteries, douchettes, baignoires,...) ; des équipements qui peuvent influencer de manière importante sur les consommations d'ECS. Les possibilités de raccordements des lave-linge et lave-vaisselle sur l'ECS, qui peuvent s'avérer intéressants dans le cas de production d'ECS performante, ont été également étudiées.

Il ressort de l'analyse de l'offre réalisée en 2011 que **la limitation des consommations au niveau des terminaux** passe soit par une réduction du débit (mousseurs, douchettes économes,...) soit par une incitation des usagers à réduire le débit ou

la température (mécanismes à butée, point dur sur le réglage de la température et/ou du débit sur les robinetteries...). La quantification des économies réalisées grâce à ces équipements est difficile car les gains sont fortement liés aux comportements.

Les mitigeurs thermostatiques, robinetteries de plus en plus utilisées, permettent eux aussi de réduire la quantité d'ECS consommée en minimisant les pertes durant la phase de réglage. Des suivis menés sur plusieurs sites en habitat par le COSTIC montraient une économie d'eau et d'énergie entre une douche équipée d'un mélangeur et d'un mitigeur thermostatique en moyenne d'environ 10% sur la phase de réglage.

A noter également que certains équipements économes sont à proscrire pour des raisons d'hygiène et de dangerosité. Les mécanismes « stop-douche » par exemple génèrent des mélanges d'eau froide dans l'eau chaude et peuvent conduire à l'explosion du flexible de douche. Des problèmes d'intercommunication entre l'eau froide et l'eau chaude provoqués par l'usage d'économiseurs limitant très fortement les débits sur des douchettes ont été également constatés sur le terrain par des exploitants en habitat collectif.

Au niveau des lave-linge et lave-vaisselle, l'analyse de l'offre réalisée en 2011 dans le cadre de cette étude montre que peu de produits disposent d'une double alimentation (eau froide et

chaude). L'eau est très souvent réchauffée à l'aide d'une résistance électrique. Il existe également des kits pour les lave-linge permettant de réaliser ce type de branchement mais l'utilisation en est contraignante car il faut adapter les réglages aux cycles de lavage.

La présentation de l'évolution du marché de la salle de bains faite par l'AFSIB lors du séminaire organisé en 2011 a apporté un éclairage complémentaire au niveau des terminaux. Une progression des ventes de mitigeurs et surtout des mitigeurs thermostatiques est constatée contrairement aux mélangeurs. Le marché de la balnéo et surtout des douches hydro est en régression depuis ces dernières années et représente un faible volume des ventes.

LES VENTES DE DOUCHE HYDRO ET DE BALNEO RESTENT MARGINALES

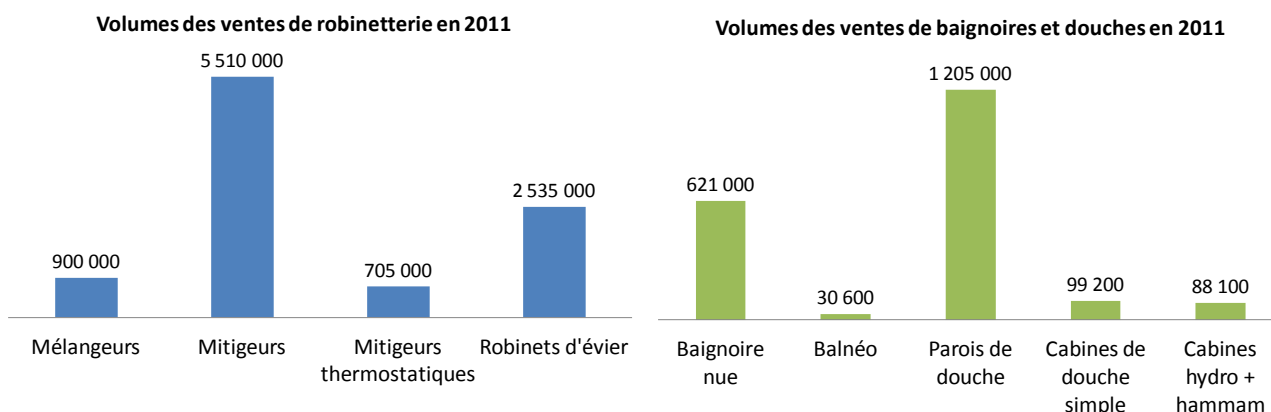


Figure 12 : Les chiffres du marché en volume de la robinetterie, des douches et des baignoires en 2011 indiqués par l'AFSIB. Les tendances observées en 2011, à savoir l'augmentation des ventes de mitigeurs et mitigeurs thermostatiques et la diminution des ventes de balnéo et de cabines Hydro, se confirment sur plusieurs années.

Des pertes de bouclage qui peuvent être supérieures aux besoins d'ECS, un verrou à lever

Les pertes de distribution d'ECS et plus particulièrement les pertes thermiques liées au bouclage est un sujet qui a fait l'objet également d'une mutualisation des travaux de recherches au sein du PACTE ECS. Le COSTIC a présenté lors d'un séminaire, une synthèse des résultats obtenus par les consortiums BBC-PACS, SCE-ECS et SCHEFF : des résultats de calculs et de suivis. Cette présentation a également suscité de nombreux échanges sur ce sujet entre les différents partenaires du PACTE ECS.

Ces travaux montrent que le poids des pertes par bouclage est tout particulièrement important. Il est essentiel au stade de la conception d'adopter une

isolation performante. Un réglage optimal de la température de départ d'ECS permettant de limiter les pertes thermiques et les risques liés aux légionelles est également indispensable. Pour cela, la boucle doit être dimensionnée selon le NF DTU 60.11. Dans les bâtiments existants, sur une partie des installations, les colonnes montantes ne sont pas calorifugées. Leur isolation représente un gisement d'économie à ne pas négliger. L'obligation réglementaire de calorifuger ces réseaux date seulement de la RT 2000.

Les retours de terrain du consortium SCHEFF montrent très souvent des pertes de bouclage supérieures aux besoins d'ECS. Autre retour de

terrain également observé dans des bâtiments neufs, des passages de boucle en dalle non calorifugés pour desservir les logements à partir de la gaine palière, générateur d'importantes pertes. Pour satisfaire les exigences de 8 mètres maximum d'antenne terminale imposées par le NF DTU 60.11 ainsi que l'arrêté du 23 juin 1978 modifié, il est indispensable de prévoir une gaine technique pour un ou deux logements maximum

par niveau et non une seule gaine palière et des boucles horizontales. Cela permet de limiter les pertes en recourant à des épaisseurs d'isolation plus importantes et facilite également l'équilibrage. Le Pacte BBC PACS démontre également que l'utilisation d'un réchauffeur de boucle thermodynamique apporte un gain énergétique significatif pour traiter les déperditions liées au bouclage.

IL EST PRIMORDIAL D'OPTIMISER LE RESEAU DE BOUCLAGE DÈS LA CONCEPTION

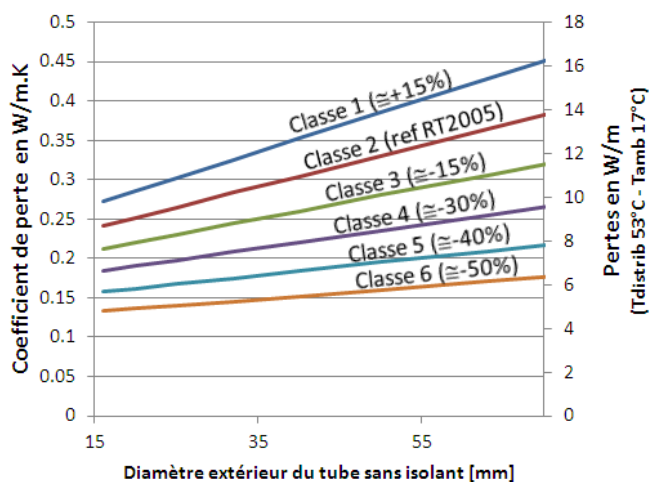


Figure 13 : Pertes thermiques des canalisations en fonction des classes d'isolation définies selon la norme NF EN 12828. En optant pour une isolation performante, il est possible de fortement diminuer les pertes thermiques de bouclage, source importante de pertes sur une installation collective d'ECS.

La récupération d'énergie sur les eaux usées, une autre voie explorée

La plupart des consortiums se sont intéressés à la récupération d'énergie sur les eaux usées, soit pour une utilisation comme source froide d'une pompe à chaleur soit pour un préchauffage de l'ECS.

Une étude générale sur les différentes sources d'énergie disponibles pour une production thermodynamique d'ECS, en habitat individuel, a été menée par ARMINES dans le cadre du PACTE BBC PACS. Les différentes sources froides étudiées, identifiées préalablement pour leur intérêt énergétique et leur niveau de température étaient, outre les eaux grises, l'air extérieur, l'air extrait, l'air

de volumes non chauffés (combles, vide sanitaire, garage), le sol (à 1 m de profondeur) et la géothermie (à 9 m de profondeur). ARMINES a réalisé une analyse exégétique de ces différentes sources à partir de simulations.

Il ressort de cette étude que les eaux grises, la géothermie et l'air extrait sont les sources froides les mieux classées sur un plan exégétique et énergétique quels que soient la zone climatique et les scénarios horaires considérés.

L'EXERGIE SPECIFIQUE DISPONIBLE DANS L'EAU GRISE EST LA PLUS ELEVEE PARMIS TOUTES LES AUTRES SOURCES

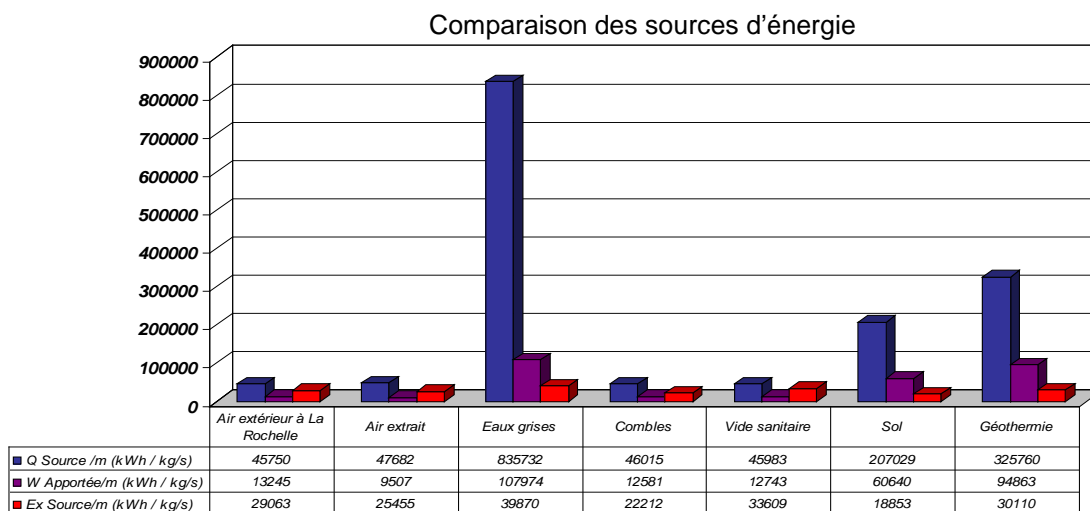


Figure 13 : Résultats issus de l'étude menée par ARMINES dans le cadre du PACTE BBC PACS sur les différentes sources d'énergie disponible en habitat individuel pour une production d'ECS thermodynamique. Ce graphe permet de comparer le potentiel énergétique de différentes sources (Q source), leur exergie (Ex Source) et le travail apporté par la machine par débit spécifique de source froide.

L'intérêt de la récupération de chaleur sur les eaux grises a été également étudié dans le cadre du projet RECUP'AIR EAU. Ce projet a travaillé sur le couplage d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait avec un système power-pipe. La chaleur récupérée sur les eaux usées de la douche par le système power-pipe était utilisée pour préchauffer l'eau froide à l'entrée du chauffe-eau. Les suivis réalisés durant deux mois d'hiver dans deux

logements ayant des consommations d'ECS voisines, l'un équipé d'un chauffe-eau thermodynamique sur air extrait avec un power-pipe et l'autre sans montrent un gain de 27 % sur le COP grâce à la récupération de chaleur sur les eaux usées. Sur ces 2 mois d'hiver, l'énergie fournie par le Power Pipe varie de 0,26 à 1,25 kWh/jour suivant les appartements.

Une veille au service du PACTE ECS

Dans le cadre de sa mission d'accompagnement du PACTE ECS, un travail de veille a été mené par ALPHEEIS afin de donner aux équipes des éléments de compréhension de thèmes liés à l'eau chaude sanitaire et identifier les évolutions techniques, économiques et réglementaires.

La veille réglementaire a permis, d'une part, d'**identifier les nouvelles contraintes réglementaires** qui ont ou auront un impact sur le domaine de l'eau chaude sanitaire et les conséquences à attendre de ces nouvelles réglementations (*directive européenne sur l'éco-conception, règlement européen F-Gaz, ecolabel sur la robinetterie au niveau européen ; révision des DTU Plomberie, réglementation thermique 2012 au niveau national*) et, d'autre part, de **suivre les évolutions technologiques et leur prise en compte dans les politiques publiques** en faveur de la réduction des consommations énergétiques et des émissions atmosphériques (*notamment à travers le suivi des demandes de titre V pour la prise en compte de systèmes dans les réglementations thermiques – RT 2005 puis RT 2012 et RT-Ex – et l'évolution des opérations standardisées d'économies d'énergie ouvrant droit aux CEE, qui permettent d'observer les axes d'amélioration pour la production d'eau chaude sanitaire et sa distribution*).

La veille technologique a mis en avant les évolutions technologiques et techniques permettant de répondre aux nouvelles contraintes réglementaires, énergétiques et environnementales (en particulier l'entrée en vigueur de la RT 2012 et la généralisation de la basse consommation). Parmi les évolutions concernant les équipements de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire, les plus importantes sont une **généralisation des systèmes hybrides** mixant

plusieurs énergies (traditionnelles et renouvelables) et/ou plusieurs équipements, le **développement des équipements polyvalents** répondant à plusieurs besoins (élément de construction, chauffage, refroidissement, ventilation, production d'eau chaude sanitaire...), l'adaptation des puissances des équipements à des besoins moindres, la croissance des plages de modulation des chaudières à condensation afin de répondre à la fois aux besoins d'ECS et aux besoins réduits de chauffage, le développement d'offres « packagées clés en main », ... L'observation des brevets publiés dans le domaine de l'ECS au cours du PACTE a également permis de suivre les évolutions technologiques du secteur (au total 85 brevets ont été sélectionnés et analysés dans le cadre de la veille).

La réduction des consommations énergétiques liées à l'ECS ne se limitant pas uniquement à la production d'eau chaude, le travail de veille a également analysé la distribution d'ECS (*optimisation de la distribution, choix d'équipements sanitaires économes, optimisation des pratiques, réduction des pertes thermiques*), la récupération d'énergie fatale des bâtiments (*en particulier la récupération de chaleur sur les eaux grises*) et le traitement et la qualité sanitaire de l'ECS (*lutte contre les légionelles*).

Enfin, le travail de veille a permis, d'une part, d'**analyser le marché de l'ECS en France et ses évolutions** (*analyse du parc de logements ; analyse des solutions techniques mises en œuvre en BBC ; scénarios d'évolution de la consommation d'ECS*) et, d'autre part, de **suivre l'évolution des marchés des différentes technologies de production d'ECS** en France et en Europe.

	Brevets français	Brevets européens	Brevets internationaux
« Systèmes domestiques d'alimentation en eau chaude »	19	10	20
« Appareils de chauffage de l'eau possédant des moyens de production de chaleur »	10	5	6
« Appareils de chauffage de fluides utilisant des pompes à chaleur »	4	4	3
« Utilisation de la chaleur solaire »	2	1	5
Autres rubriques de la Classification internationale des Brevets	3	1	5
Non classés	-	-	6

Figure 14 : Répartition des brevets analysés dans le cadre de la veille du PACTE ECS par rubriques de la classification internationale des brevets

De nouvelles pistes de recherche qui restent à explorer...

Le PACTE ECS a permis d'identifier un certains nombres d'actions dans le domaine de la maîtrise des consommations d'eau chaude sanitaire, et même si tout n'est pas encore résolu, ce programme a constitué un premier pas vers une prise de conscience de la filière sur les prochains défis à résoudre.



En juillet 2013, un atelier organisé dans le cadre d'un des séminaires annuels du PACTE ECS avait pour objet de définir les prochains défis de l'ECS en R&D. Cet atelier conduit avec de nombreux acteurs du domaine, a montré que de certaines pistes restaient encore à explorer, comme par exemple : l'acceptabilité des usagers d'une réduction des débits et de manques éventuels d'ECS, sur l'auto-adaptabilité des systèmes de production d'ECS, sur la valorisation de la production d'électricité à partir de sources

d'énergies renouvelables et intermittentes (Photovoltaïque, éolien...), etc.

Cependant, le tertiaire et la rénovation en résidentiel restent encore des marchés où doivent se poursuivre ou s'engager les efforts de R&D.

Depuis le PACTE, l'ADEME convaincue que l'ECS est un véritable axe de progrès des prochaines décennies, continue de conduire et d'investir des actions dans ce domaine et plus largement sur les équipements climatiques, au travers notamment de ses appels à manifestations d'intérêts (Investissements d'Avenir), ses appels à projets de R&D, ses actions prospectives menées sur le sujet et ses aides à l'investissement (fonds chaleur et fonds NTE). A noter, un guide à destination des professionnels sur les besoins d'ECS sera prochainement édité permettant un meilleur dimensionnement des installations d'ECS.

Contacts :

	Anne LEFRANC Coordinatrice PACTE ECS Service Bâtiment anne.lefranc@ademe.fr
	Cédric BEAUMONT c.beaumont@costic.com Marie-Josèphe LAGOGUE mj.lagogue@costic.com
	Etienne MARX etienne.marx@alpheeis.com