



Pôle Patrimoines

Annexe - Description des Actions d'Amélioration de la Performance Energétique

20/11/2025

AMO pour l'opportunité de décarbonation et mise en place du futur marché d'exploitation sur les sites du CH de Cadillac



MANERGY



SOMMAIRE

1	PRODUCTION	3
1.1	CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON	3
1.2	POMPE A CHALEUR AIR/EAU – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON	4
1.3	SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	4
1.4	RESEAU DE CHALEUR – PAC GEOTHERMIE ET BIOMASSE – SITE CADILLAC	6
1.5	RESEAU DE CHALEUR – PAC GEOTHERMIE – SITE CADILLAC	8
1.6	PRODUCTION DECENTRALISEE PAC – SITE CADILLAC	11
2	DISTRIBUTION DE CHALEUR	13
2.1	POMPES A DEBIT VARIABLE	13
2.2	CREATION D'UN RESEAU MIXTE ECS/CHAUFFAGE – SITE CADILLAC	14
3	EAU CHAUDE SANITAIRE	15
3.1	BALLON ECS AVEC RESISTANCE ELECTRIQUE – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON	15
3.2	PRODUCTION ECS SOLAIRE – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON	16
3.3	RECUPERATION DE CHALEUR SUR GROUPE FROID – SITE LORMONT	18
4	REGULATION	20
4.1	PARAMETRES DE REGULATION DU CHAUFFAGE – SITE CADILLAC	20
4.2	GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT	21

1 PRODUCTION

1.1 CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON

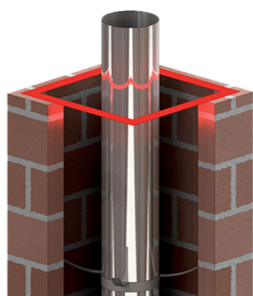
Mise en place de chaudières gaz à condensation

Principe :

- Remplacement des deux chaudières gaz actuelles par des chaudières gaz à condensation ;
- Améliore le rendement de production de chauffage et permet, pour des besoins de chauffage similaire, de réduire la consommation de gaz (gain d'environ 10%) ;
- Diminue les pertes en récupérant la chaleur disponible dans les fumées.

Mise en œuvre :

- Vidange de l'installation et dépose des chaudières actuelles ;
- Mise en place de chaudières gaz à condensation de puissance équivalente à l'existant, la puissance devra être revue à la baisse si des travaux d'isolation sont entrepris ;
- Mise en place d'un tubage double peau pour le traitement de l'évacuation des fumées ;
- Mise en place d'un système de traitement des condensats avant l'évacuation vers les égouts ;



Mise en place d'un tubage dans le boisseau

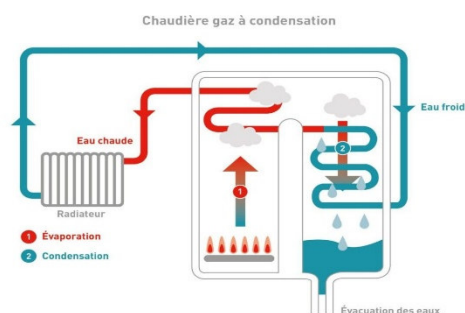


Schéma de principe d'une chaudière gaz à

Remarque/Point de vigilance :

- La mise en place d'un fonctionnement en cascade automatique est à privilégier ;
- L'usage d'une chaudière à condensation est optimale pour des températures de retour d'eau basses, soit avec des émetteurs basses températures ;
- Le rendement de production attendu est supérieur à 100% sur PCI ;

1.2 POMPE A CHALEUR AIR/EAU – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON

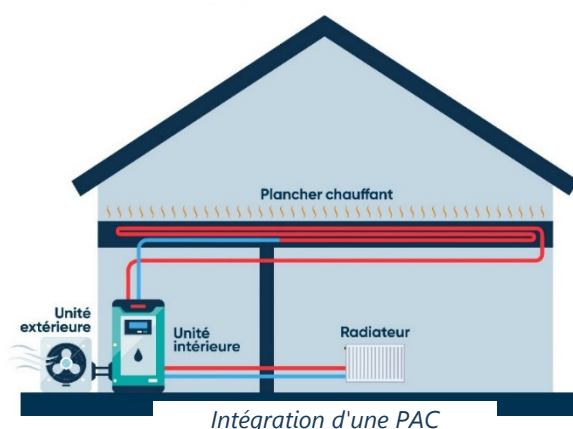
Mise en place d'une Pompe à Chaleur (PAC)

Principe :

- Remplacement des deux chaudières gaz actuelles par une PAC air/eau plus performante ;
- Diminue l'émission de gaz à effet de serre ;
- Allège les factures d'énergies.

Mise en œuvre :

- Dépose des chaudières et des réseaux gaz ;
- Branchement de la PAC sur la distribution hydraulique ;
- Mise en œuvre d'émetteurs basses températures si nécessaire ;
- Équilibrage, tests de bon fonctionnement ;



Remarque/Point de vigilance :

- Selon la puissance de la PAC, une augmentation de l'abonnement électrique est à envisager ;
- L'entretien de la PAC est indispensable (échangeur externe, filtres internes...), ainsi que le contrôle d'étanchéité obligatoire pour les circuits dont la quantité est supérieure à 2 kg de fluide frigorigène (article R543-75 à R543-123 du code de l'Environnement).
- La condition pour bénéficier des subventions CEE est de satisfaire une efficacité énergétique :
 - 111 % pour les PAC moyenne et haute température ;
 - 126 % pour les PAC basse température.
- Fluide frigorigère : R1234ze
- COP : 2,5 (PAC haute température)

1.3 SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

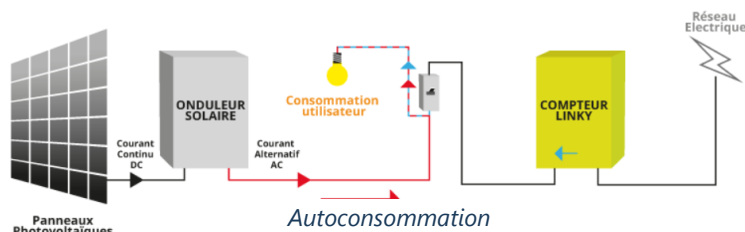
Installation solaire photovoltaïque

Principe :

- Installation de panneaux solaires photovoltaïques avec optimisation de l'autoconsommation sur site ;
- Production d'électricité d'origine renouvelable ;
- Economies d'énergie.

Mise en œuvre :

- Mise en place de panneaux photovoltaïques ;
- Mise en place d'un local ventilé permettant d'accueillir les onduleurs ;
- Raccordement au réseau de distribution électrique via onduleur et tableau général basse tension (TGBT) ;
- Mise en place d'un système de supervision/monitoring de la production.



Remarque/Point de vigilance :

- La faisabilité de cette intervention pourrait être compromise si le bâtiment est classé ou situé à proximité d'un bâtiment classé ;
- Une attention particulière devra être portée à l'accessibilité des panneaux pour la maintenance ;
- Un surcout de maintenance est à prévoir.

1.4 RESEAU DE CHALEUR – PAC GEOTHERMIE ET BIOMASSE – SITE CADILLAC

Remplacement de la cogénération et mise en place d'un RCU

Principe :

- Mise en place d'une PAC géothermie sur nappe (Oligocène) de 500 kW, avec comme hypothèses :
 - Débit exploitable : 50m³/h
 - Température disponible : 14°C
 - ΔT entrée/sortie PAC = 7°C;
- Complément par une biomasse de 1MW destinée à relever la température (fonctionnement hiver) ;
- Création d'un réseau de chaleur urbain (RCU) alimentant plusieurs bâtiments, dont la blanchisserie ;
- Conservation d'une chaudière gaz existante (3 MW) pour l'appoint/secours de la production de chaleur.

Mise en œuvre :

- Dépose des installations actuelles de cogénération ;
- Installation d'une chaudière biomasse (silo, alimentation, filtres à particules, etc.) ;
- Forage et mise en place d'une PAC géothermique raccordée sur nappe ;
- Création du réseau de chaleur et des sous-stations.

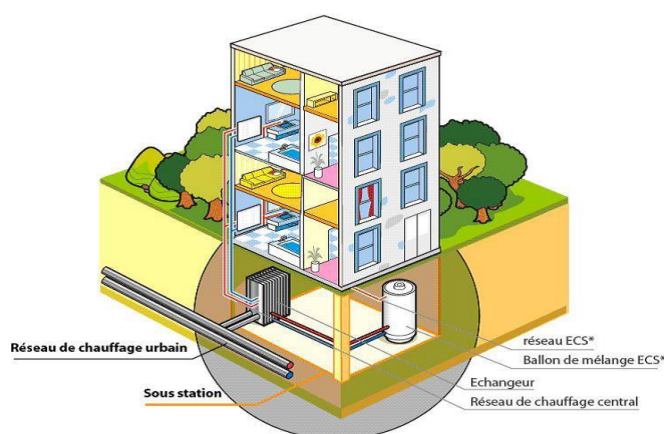
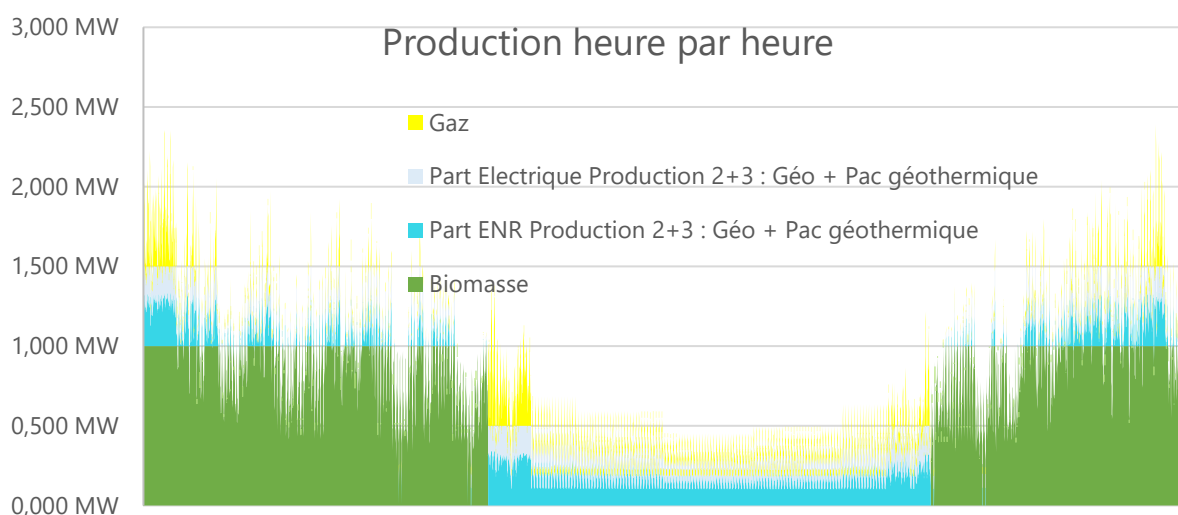
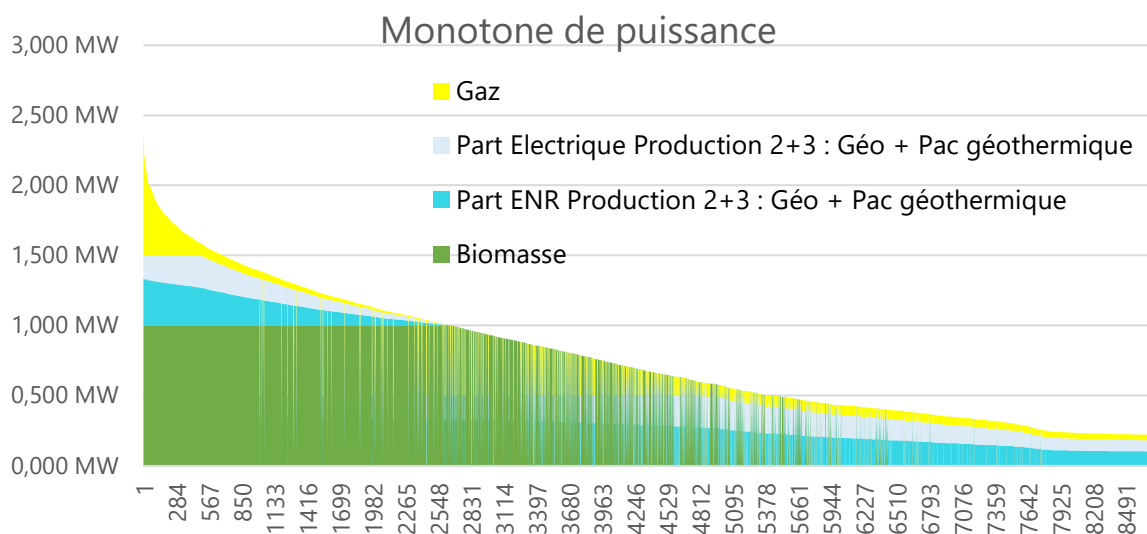


Schéma simplifié du raccordement d'un bâtiment au RCU

Remarque/Point de vigilance :

- Solution permettant une forte décarbonation et une réduction des consommations en gaz;
- Plusieurs conditions sont nécessaires pour bénéficier des subventions Fonds Chaleur pour la création d'un réseau de chaleur dont notamment :
 - Un mix énergétique composé de 65% d'EnR ;
 - Un SCOP des systèmes thermodynamiques supérieur à 2,8 ;

- Un plan d’approvisionnement en bois de chauffage (cf Fiche fond chaleur) ;
 - Le respect des critères de maîtrise des émissions polluantes (cf Fiche fond chaleur).
- Simulation avec COP de 2,63 (PAC haute température) :
 - Taux EnR : 80 % ;
 - Taux de couverture biomasse : 65 % ;
 - Taux de couverture PAC géothermie (hors elec) : 15 %.



1.5 RESEAU DE CHALEUR – PAC GEOTHERMIE – SITE CADILLAC

Remplacement de la cogénération et mise en place d'un RCU

Principe :

- Mise en place de deux PAC géothermie sur nappe (Oligocène) de 400 kW chacune, avec comme hypothèses :
 - Débit exploitable : 50m³/h
 - Température disponible : 14°C
 - ΔT entrée/sortie PAC = 7°C ;
- Appoint et secours assurés par une chaudière gaz existante de 3 MW ;
- Rénovation du réseau de chaleur urbain (RCU) permettant d'alimenter plusieurs bâtiments.

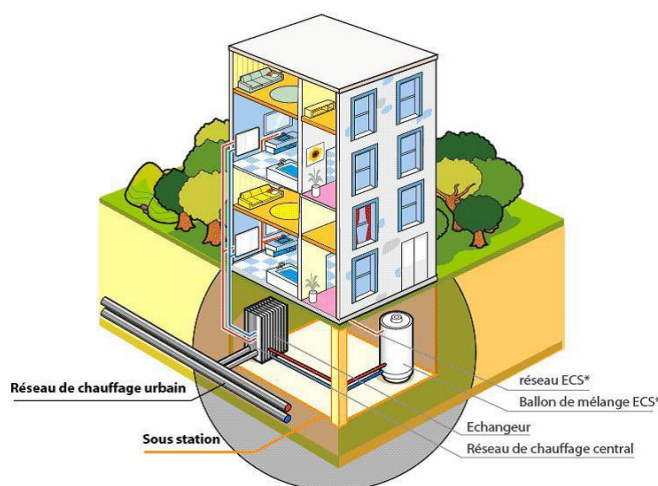


Schéma simplifié du raccordement d'un bâtiment au RCU

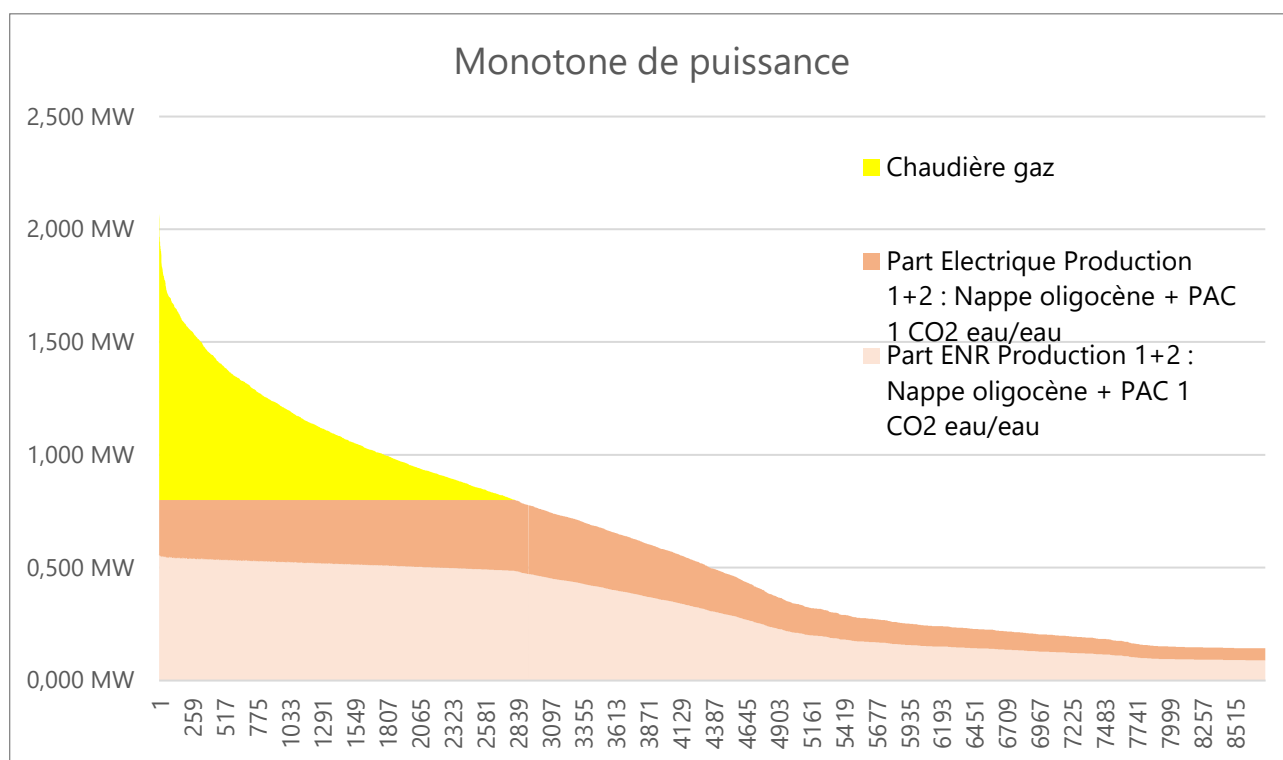
Mise en œuvre :

- Dépose des installations actuelles de cogénération ;
- Forage et installation des deux PAC géothermiques ;
- Raccordement à la chaudière gaz existante pour l'appoint et le secours ;
- Travaux de rénovation du réseau.

Remarque/Point de vigilance :

- Solution permettant une forte décarbonation et une réduction des consommations en gaz ;
- Plusieurs conditions sont nécessaires pour bénéficier des subventions Fonds Chaleur pour la création d'un réseau de chaleur dont notamment :
 - Un mix énergétique composé de 65% d'EnR ;
 - Un SCOP des systèmes thermodynamiques supérieur à 2,8 ;
 - Le respect des critères de maîtrise des émissions polluantes (cf Fiche fond chaleur) ;
- Simulation avec COP de 2,7 (PAC haute température) et fluide frigorigère CO₂ (R744) :

- Taux EnR : 52 % ;
- Taux de couverture PAC géothermie : 82 %.
- **Les conditions actuelles ne permettent d'assurer les critères d'éligibilités du Fonds chaleur, néanmoins plusieurs points vont être amenés à évoluer :**
 - **Taux EnR : Suite aux échanges avec l'ADEME, des évolutions sont attendues, potentiellement en 2026, sur la méthode de calcul du taux EnR et la prise en compte de la part électricité PAC (sous condition de contrat de fourniture d'électricité verte), ce qui permettrait de passer à un taux EnR de 82%.**
 - **Des optimisations, notamment concernant la sélection de la PAC, seront nécessaires afin d'assurer un SCOP > 2,8**





1.6 PRODUCTION DECENTRALISEE PAC – SITE CADILLAC

Remplacement des réseaux ECS/chauffage par une production PAC

Principe :

- Remplacer progressivement le réseau de chauffage/ECS centralisé par une production décentralisée ;
- Mise en place de pompes à chaleur (PAC) air/eau ;
- Bâtiments regroupés selon la typologie d'usage ;
- Bâtiment UMD : Maintien d'une production gaz.

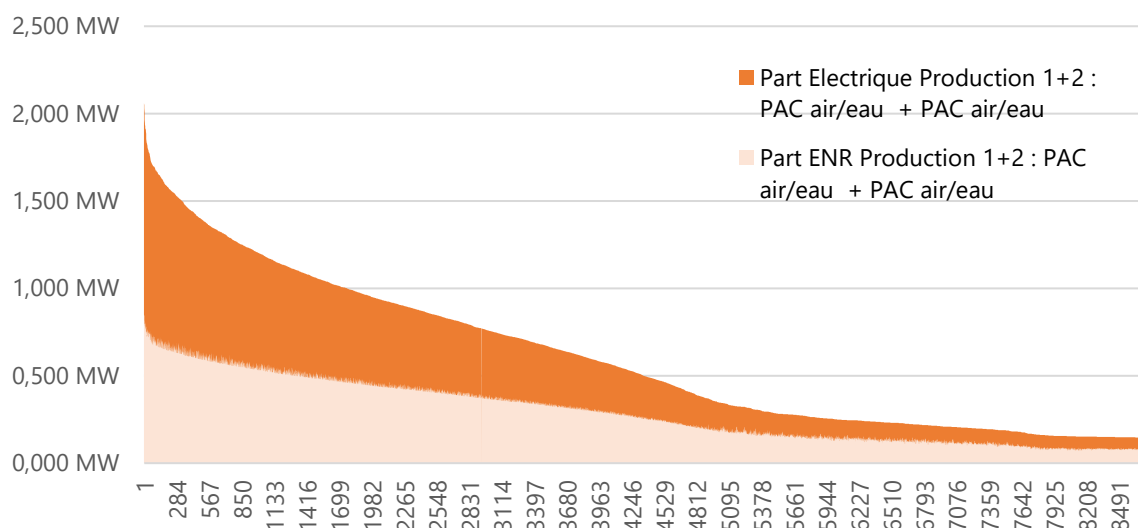
Mise en œuvre :

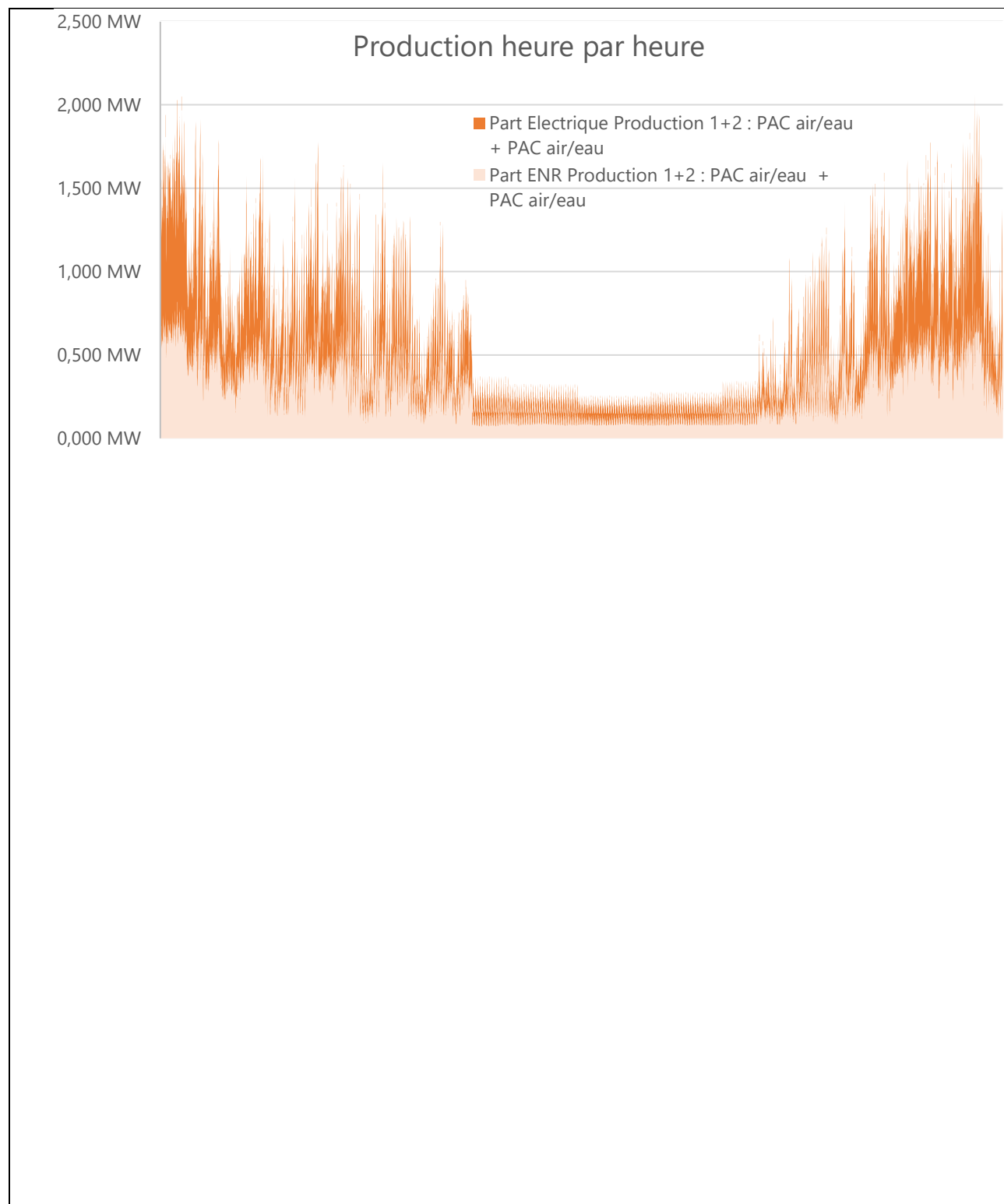
- Arrêt progressif des réseaux actuels de chauffage et d'ECS ;
- Installation de PAC air/eau ;
- Création de réseaux de distribution internes (par bâtiment ou petit groupe de bâtiments).

Remarque/Point de vigilance :

- Pour obtenir une aide liée au dispositif des CEE, le COP doit être supérieur à 2,5 pour une installation sur air extrait et 2,4 dans les autres cas ;
- Dans le cas d'une pompe à chaleur air/eau comportant un dispositif d'appoint, le taux de couverture de la pompe à chaleur hors dispositif d'appoint doit être supérieur ou égal à 70%.
- Simulation avec COP de 2,63 et puissance nominale de 3 MW (PAC haute température) :
 - Taux EnR : 49 % ;
 - Taux de couverture PAC : 100 %.

Monotone de puissance





2 DISTRIBUTION DE CHALEUR

2.1 POMPES A DEBIT VARIABLE

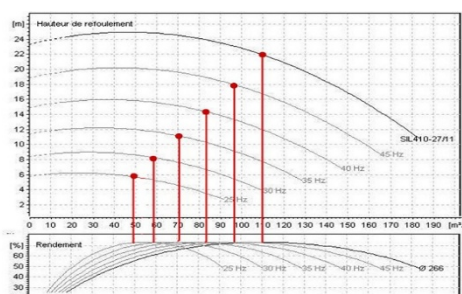
Mise en place de circulateurs à débit variable

Principe :

- Remplacement des pompes à débit constant par des pompes à débit variables ;
- Adapte son point de fonctionnement aux besoins en temps réel ;
- Permet de réduire la consommation d'électricité et donc de faire des économies d'énergie.



Modèle d'une pompe à débit variable



Courbes caractéristiques d'une pompe à débit variable

Mise en œuvre :

- Dépose des pompes actuelles présentes dans les sous-stations ;
- Mise en place des pompes à débit variable.

Remarque/Point de vigilance :

- Le remplacement de pompes à débit constant par des pompes à débit variable est éligible aux CEE, via la fiche d'opération standardisée BAR-TH-139 « Système de variation électronique de vitesse sur une pompe » pour le résidentiel et BAR-TH-112 pour le résidentiel collectif. Le montant de la prime dépend de la puissance installée, des économies d'énergie générées et du prix du kWh cumac en vigueur. Il est nécessaire que les travaux soient réalisés par un professionnel pour bénéficier de l'aide.

2.2 CREATION D'UN RESEAU MIXTE ECS/CHAUFFAGE – SITE CADILLAC

Transformation du réseau chauffage en réseau mixte (chauffage + ECS)

Principe :

- Actuellement, il existe un réseau dédié à la production d'eau chaude sanitaire (ECS) et un réseau dédié à la production de chauffage ;
- La solution consiste à arrêter le réseau spécifique à l'ECS et à transformer le réseau de chauffage existant en un réseau mixte capable d'assurer à la fois le chauffage et la production d'ECS ;
- Pour cela, on crée un piquage sur l'arrivée du primaire chauffage en sous-station avec mise en place d'échangeurs et ballons ECS ;
- Permet une meilleure mutualisation des besoins, une optimisation énergétique et une réduction des pertes.

Mise en œuvre :

- Arrêt et dépose du réseau dédié uniquement à l'ECS ;
- Création de piquages sur le réseau primaire chauffage existant dans les sous-station ;
- Raccordements hydrauliques, équilibrage et mise en service.

Remarque/Point de vigilance :

- Permet de simplifier l'architecture réseau et de réduire les coûts d'exploitation (moins de réseaux à maintenir) ;
- Les ballons ECS doivent maintenir une température suffisamment élevée afin de limiter tout risque de développement de légionelles, une régulation adaptée et un suivi périodique sont indispensables ;
- La transformation de deux réseaux séparés en un réseau mixte chauffage/ECS est éligible aux subventions Fonds Chaleur et CEE sous réserve de respecter les critères techniques (alimentation EnR&R d'au moins 65 % pour la chaleur) et de constituer un dossier démontrant le gain énergétique et la viabilité économique du projet.

3 EAU CHAUDE SANITAIRE

3.1 BALLON ECS AVEC RESISTANCE ELECTRIQUE – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON

Mise en place d'un ballon ECS équipé d'une épingle électrique

Principe :

- La production ECS actuelle est assurée par les chaudières, y compris en période estivale, entraînant des surconsommations et une usure prématurée ;
- L'installation d'une résistance électrique intégrée au ballon ECS permet de produire l'eau chaude en été sans solliciter les chaudières ;
- Cette solution permet entre autres de :
 - Délester les chaudières pendant les périodes sans besoin de chauffage ;
 - Réduire la consommation de gaz en été ;
 - Améliorer la durée de vie et la maintenance des équipements.

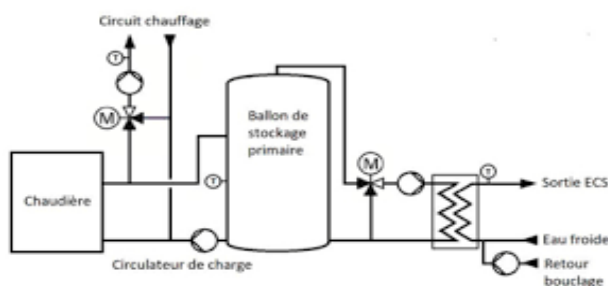


Schéma de principe d'une production ECS avec ballon

Mise en œuvre :

- Dépose du ballon ECS existant ;
- Installation d'un ballon ECS équipé d'une résistance électrique d'une capacité équivalente ou supérieure à la capacité actuelle ;
- Raccordement hydraulique et électrique du nouveau ballon aux réseaux existants.

Remarque/Point de vigilance :

- Dimensionner la résistance électrique par rapport aux besoins en ECS (notamment en période de pointe) ;

3.2 PRODUCTION ECS SOLAIRE – CLINIQUE VILLENAVE D'ORNON

Mise en place de capteurs solaires thermiques couplés à un ballon tampon

Principe :

- Utiliser l'énergie solaire thermique pour chauffer un fluide caloporteur ;
- Stocker cette chaleur dans un ballon tampon qui permet de la restituer lorsqu'il y a des besoins et d'assurer une production d'ECS même en décalage avec l'ensoleillement ;
- Réduire la consommation de gaz/fioul, en couvrant une partie des besoins par le solaire.

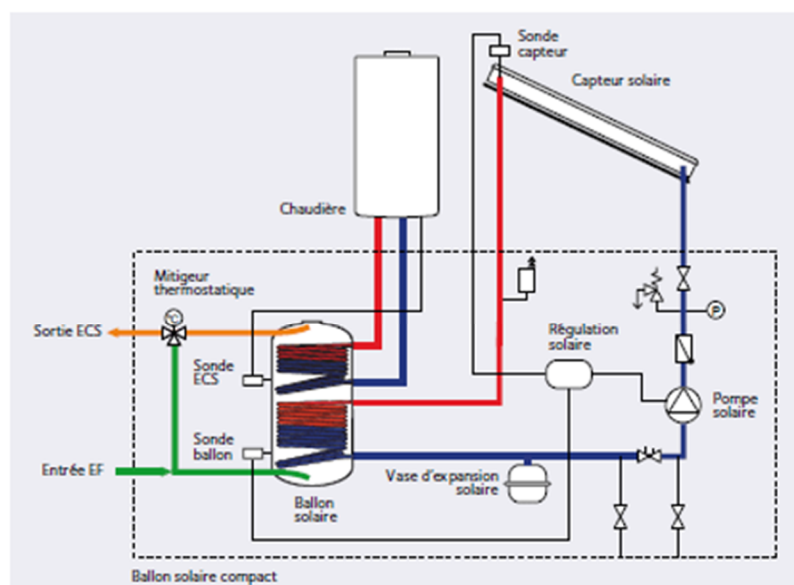


Schéma de principe d'une production ECS solaire

Mise en œuvre :

- Installation de capteurs solaires thermiques, orientés et inclinés de manière optimale ;
- Raccordement à un ballon tampon isolé, dimensionné en fonction des besoins du bâtiment ;
- Couplage avec le système existant (chaudière, PAC) pour l'appoint/secours en cas de faible ensoleillement.

Remarque/Point de vigilance :

- Le dimensionnement du ballon tampon doit être adapté aux besoins réels en ECS et au nombre de capteurs solaires, afin d'éviter à la fois les surchauffes estivales et les insuffisances en hiver ;

- Plusieurs conditions sont nécessaires pour bénéficier des subventions Fonds Chaleur pour l'installation de PAC solaires assurant la production d'ECS dont notamment :
 - Installation de capteurs solaires certifiés (CSTBat, SolarKeymark ou équivalents);
 - Surface de capteurs installée $\geq 25 \text{ m}^2$;
 - COP machine moyen annuel supérieur à 2,8 ;
 - Part de couverture du besoin fournie par la PAC supérieure à 90 % quand l'appoint est réalisé par effet Joule ;
 - Réalisation d'une étude de faisabilité préalable.

3.3 RECUPERATION DE CHALEUR SUR GROUPE FROID – SITE LORMONT

Mise en place d'une récupération de chaleur sur groupe froid pour la production d'eau chaude sanitaire

Principe :

- La chaleur dégagée par les condenseurs des groupes froids n'est pas valorisée. Cette chaleur fatale peut être utilisée pour la production d'eau chaude sanitaire ;
- Un préchauffage ECS consiste à placer un ballon de préchauffage en amont de la production ECS ;
- La température de récupération obtenue est de l'ordre de 45 à 50 °C ;
- Cette solution permet entre-autres de :
 - Diminuer la puissance nécessaire à la production d'ECS et réaliser des économies d'énergie ;
 - Valoriser une source de chaleur disponible.

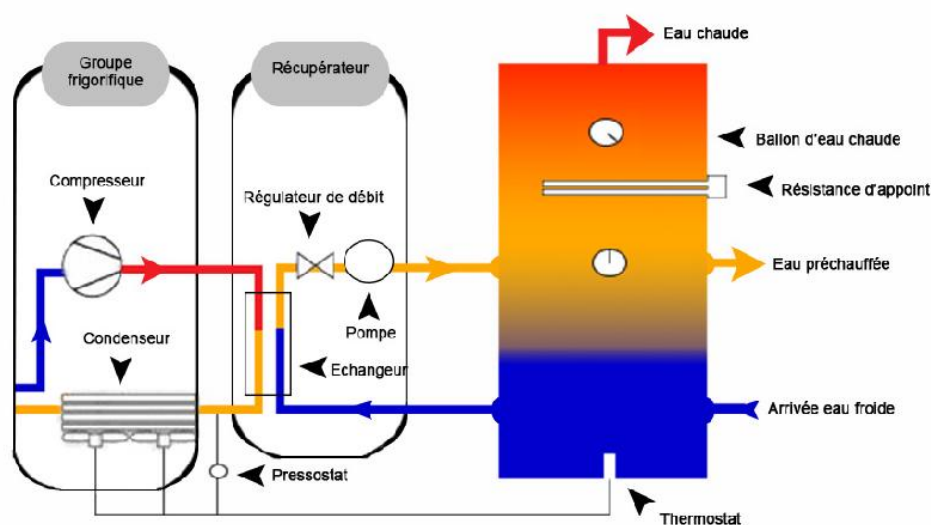


Schéma de principe de la récupération de chaleur pour préchauffage de l'ECS

Mise en œuvre :

- Installation d'un ballon tampon ;
- Mise en place d'un ou plusieurs récupérateurs de chaleur en amont du condenseur ;
- Raccordement hydraulique avec la boucle ECS.

Remarque/Point de vigilance :

- La mise en place d'une récupération de chaleur sur un groupe froid pour la production d'ECS peut bénéficier de plusieurs dispositifs de subventions avec des critères d'éligibilité spécifiques dont notamment :

- Aides CEE (fiche BAT-TH-139 « Système de récupération de chaleur sur un groupe de production de froid ») : groupe de production de froid par compression mécanique, température d'évaporation $\leq 18^{\circ}\text{C}$, étude de dimensionnement préalable obligatoire, opération réalisée par un professionnel ;
- Fonds Chaleur ADEME : étude de faisabilité préalable obligatoire, analyse coûts-avantages, valorisation d'une quantité d'énergie thermique supérieure à 1 GWh/an.

4 REGULATION

4.1 PARAMETRES DE REGULATION DU CHAUFFAGE – SITE CADILLAC

Modernisation de la régulation chauffage

Principe :

- La régulation actuelle est insuffisamment optimisée :
 - Absence de programmations différenciées en semaine,
 - Températures de confort/réduit trop élevées,
 - Pas de réduit activé la nuit ni le week-end.
- Mise en place de consignes de réduit : 18 °C la nuit et 16 °C le week-end, adaptées à l'occupation réelle du bâtiment ;
- Objectif : réduire les consommations sans altérer le confort des occupants.

Mise en œuvre :

- Remise à niveau de la GTC existante pour permettre la programmation de plusieurs réduits en semaine ;
- Réglage des paramètres de régulation selon les horaires d'occupation (confort / réduit) ;
- Mise en place d'une consigne de confort en journée et de consignes réduites la nuit et le week-end.

Remarque/Point de vigilance :

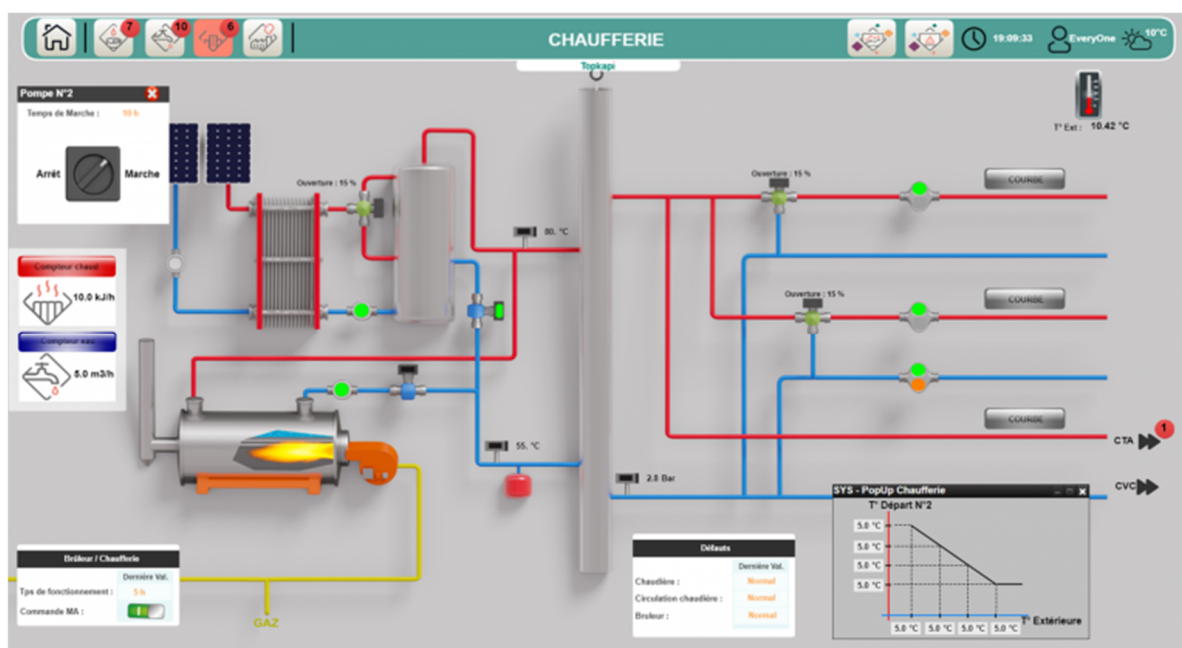
- Si nécessaire, installer un programmeur d'intermittence en armoire électrique pour affiner les plages horaires ;

4.2 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT

Mise en place d'une Gestion Technique du Bâtiment (GTB)

Principe :

- La GTB est un système global de gestion et de supervision informatique ;
- Elle permet de piloter et coordonner l'ensemble des installations énergétiques et techniques d'un bâtiment (chauffage, climatisation, ventilation, éclairage, équipements électriques, dispositifs de sécurité, etc.) ;
- Elle favorise l'optimisation énergétique grâce à la centralisation des données et au pilotage intelligent.



Exemple de l'interface et des contrôles d'une GTB

Mise en œuvre :

- Mise en place d'une GTB de type B dans le bâtiment ;
- Mise en place d'un réseau de communication (ADSL, WiFi ou fibre) dans les locaux techniques ;
- Mise en place et programmation d'un automate central et de son interface ;
- Mise en place et branchement des capteurs et des actionneurs adéquats (aquastat chaudière, sonde de température, registres de motorisation de la ventilation...) ;
- Configuration des scénarios de régulation (horaires, zones, optimisation selon l'occupation).

Remarque/Point de vigilance :

- La performance énergétique dépend fortement du bon paramétrage initial et du suivi régulier des données de la GTB ;

- Pour bénéficier des subventions Fonds Chaleur et des aides CEE (BAT-TH-116 « Système de GTB pour le chauffage, l'ECS, le refroidissement/climatisation, l'éclairage et les auxiliaires »), les principaux critères d'éligibilité sont les suivants :
 - Réguler au minimum l'usage du chauffage du bâtiment ;
 - Les fonctions de régulation doivent atteindre au moins la classe B, conformément à la norme NF EN ISO 52120-1 ;
 - Étude de faisabilité préalable ;
 - Travaux réalisés par des professionnels qualifiés.