

RENCONTRE AICVF



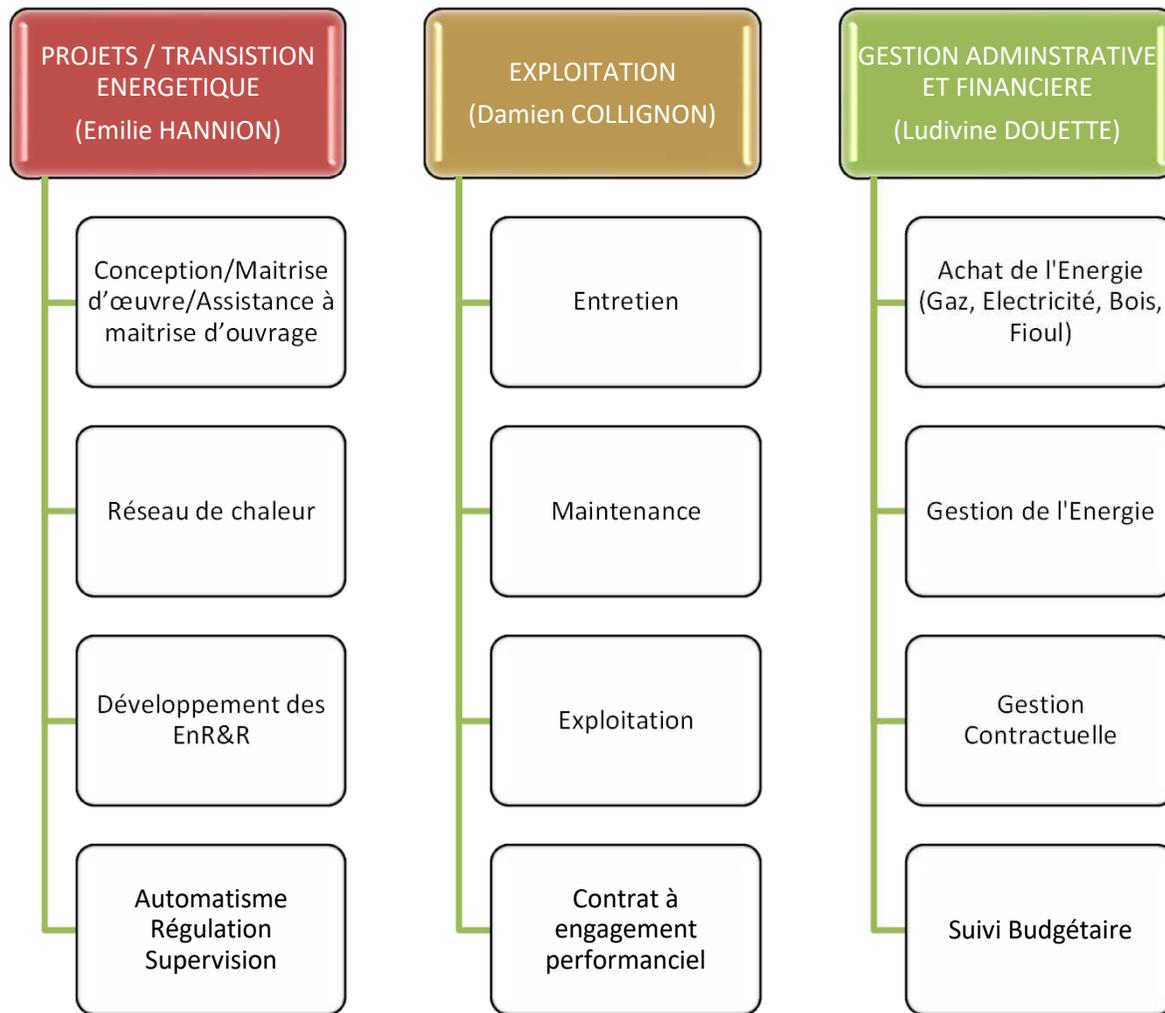
CHAPITRE 1

MAITRISE D'OUVRAGE

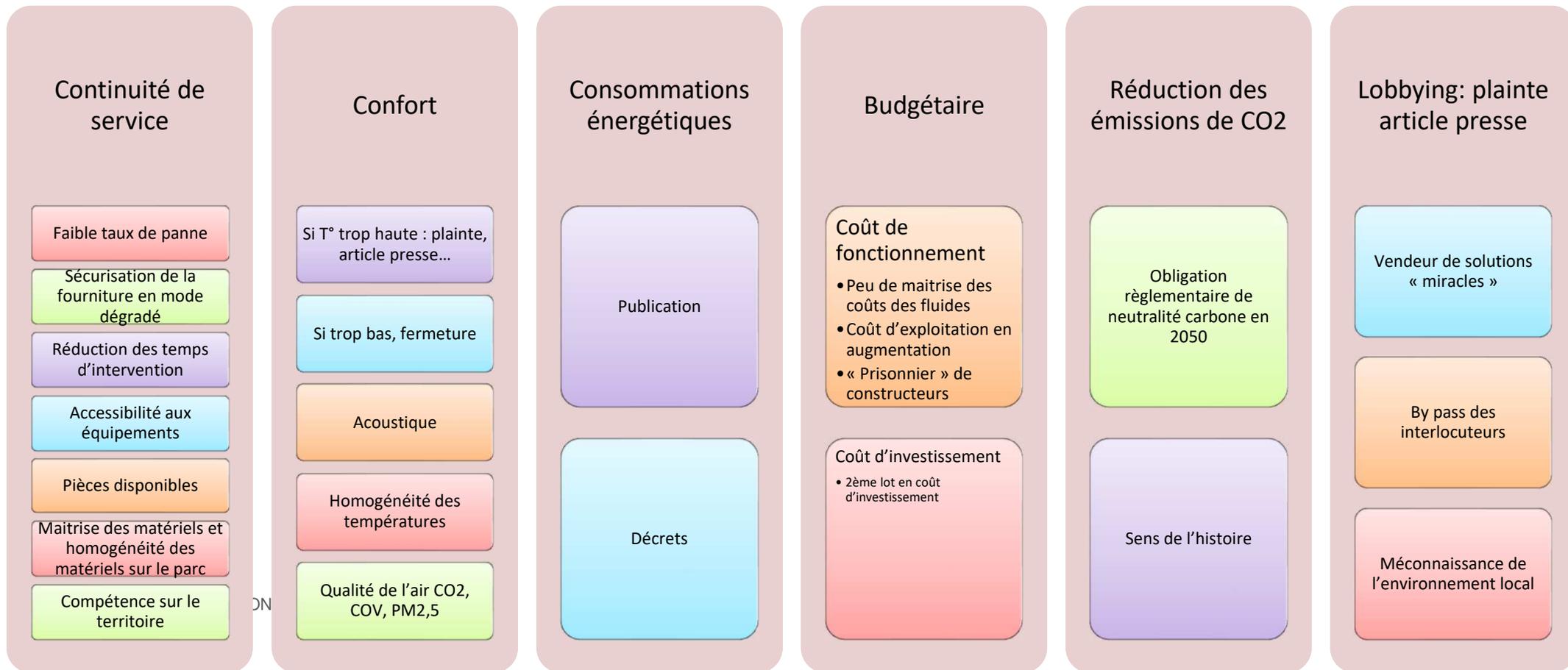




PRESENTATION DU SERVICE



LES CONTRAINTES DE LA MAITRISE D'OUVRAGE DANS LA CONCEPTION ET L'EXPLOITATION POUR LE LOT CVC



6 - L'indépendance énergétique territoriale

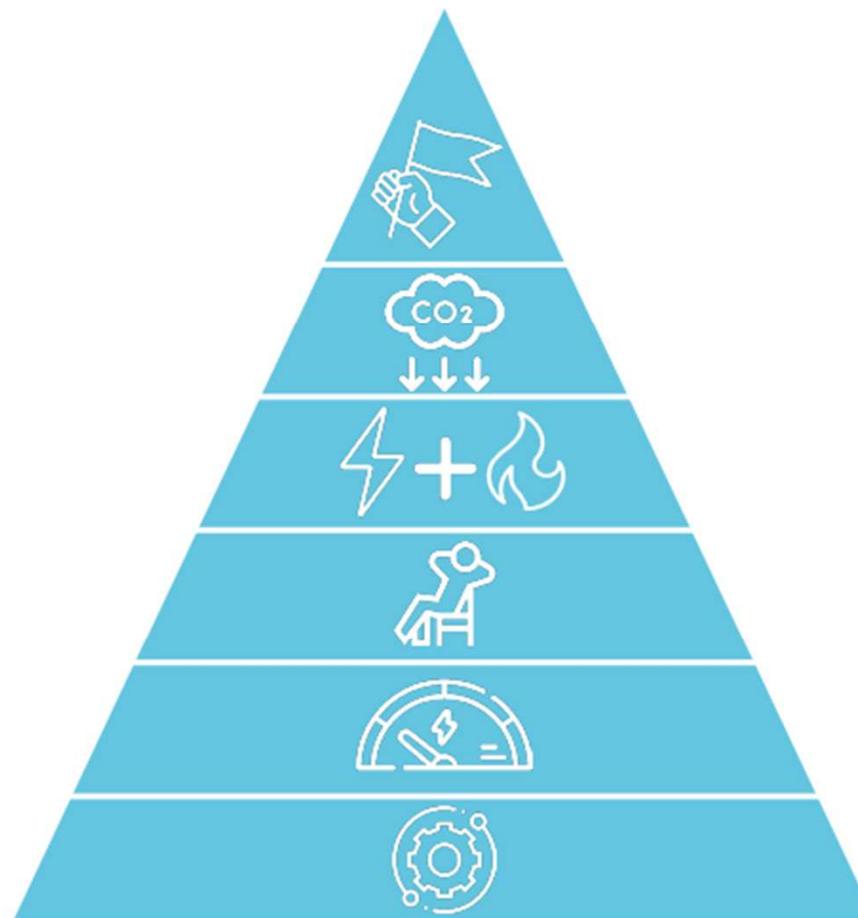
5 - La décarbonation des énergies

4 - La mixité énergétique

3 - Confort des usagers

2 - Sobriété Energétique

1 - Continuité de service



CHAPITRE 2

HYBRIDATION PAC/GAZ

GS CHARLES ARNOULD

Reims.fr

GRAND
REIMS
COMMUNAUTÉ URBAINE

LES ENJEUX :

FIABILITE DE L'OUTIL DE
PRODUCTION

- Assurer la continuité du service public même en cas de panne prolongée via la conservation du gaz
- Un SAV réactif

REPETABILITE DU SYSTÈME

- Assurer la formation et l'appropriation de la solution technique (l'exploitant; installateur, automaticien,...)
- L'objectif est de pouvoir répondre à un maximum de configurations techniques
- Limiter les impacts (environnementaux, acoustique, etc...)

REPONDRE AUX OBJECTIFS DU
DECRET TERTIAIRE

- Reduction du nombre de kWh entrants dans le bâtiment

AMELIORER/NE PAS DEGRADER
L'ETIQUETTE ENERGIE

- Prendre en compte le coefficient 2,42 d'Energie finale en Energie primaire

DECARBONER LE TERRITOIRE

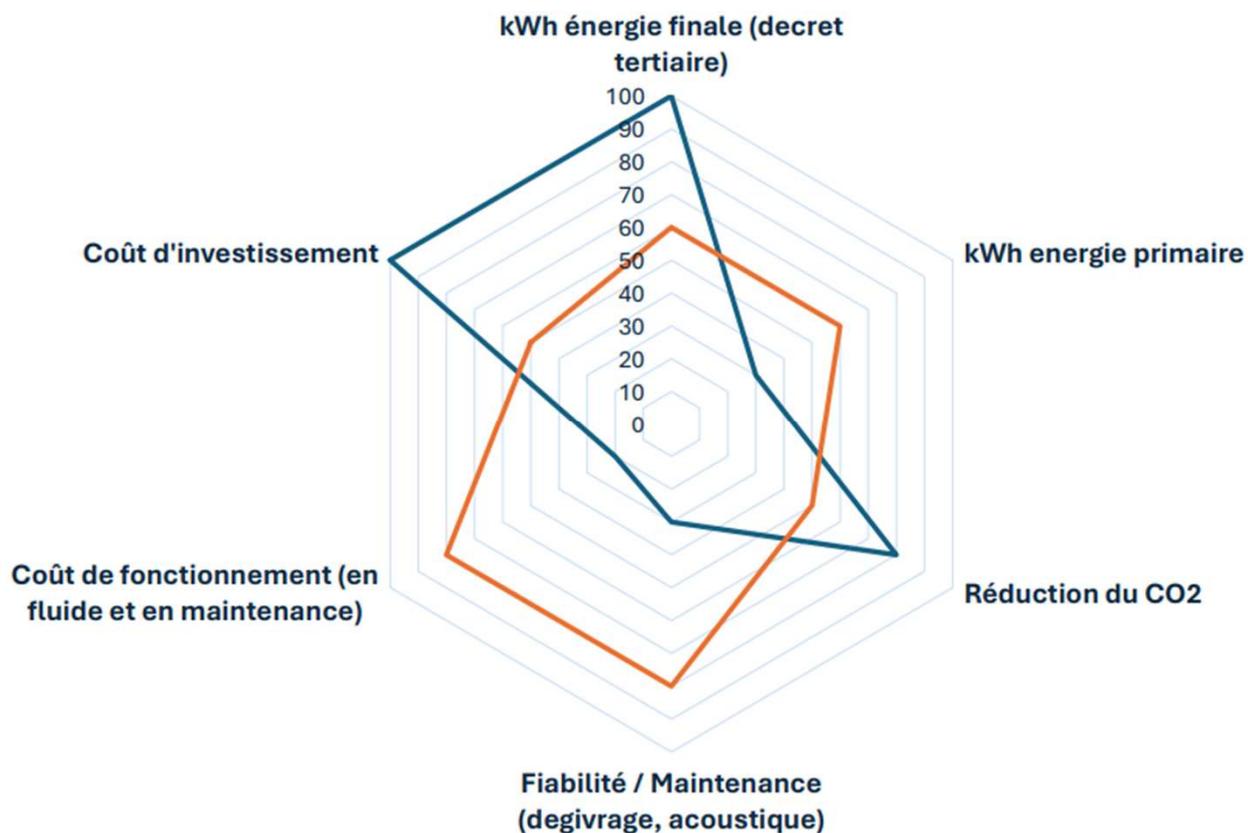
- Neutralité Carbone en 2050

FOCUS FIABILITÉ :

La fiabilité du système (ensemble PACs + chaudières + Régulation) doit permettre la continuité du service :

- Former les exploitants/intervenants aux technologies et aux fonctionnements hydrauliques spécifiques (contrat de long terme préférable)
- Intégrer les constructeurs dans le projet dès la phase conception :
 - Travailler sur le schéma de principe en relation avec l'analyse fonctionnelle
 - Veiller à une mise en service adaptée au comportement de l'installation (inertie du volume tampon, hydraulique, mode de régulation). Nécessite un passage sur site après plusieurs semaines/mois de fonctionnement
 - SAV réactif
- Le gaz permet de garantir la fiabilité du système

PAC /GAZ HYBRIDATION : QUELS OBJECTIFS DE LA MAITRISE D'OUVRAGE ?



Parti pris de la VDR :

1-Fiabilité/Maintenance en limitant les courts cycles et les cycles de dégivrage

2-Améliorer les kWh en Energie finale sans dégrader le DPE

- Chaufferie gaz existante
- 5 circuits régulés avec lois d'eau « radiateurs » {[60,-10]; [53,-10]; [56,-10]}
- Forte intermittence d'occupation et différenciée par circuit (gymnase, restaurant, école, maison de quartier, centre aéré...)
- Emplacement approprié/protégé des PACS & Prise en compte de l'acoustique

PM : L'intermittence est une obligation réglementaire ([R.241-27](#) et [R.241-26](#) du code de l'énergie) :

- Inoccupation >48h : mise hors gel à 8°C
- Inoccupation <48h : réduit à 16°C

Bloc d'optimisation :

- La gestion de l'intermittence est réalisée grâce à la gestion des calendriers et à des blocs d'optimisations intégrés dans les automates de régulation.
- **C'est une difficulté supplémentaire avec la mise en place de PAC et leur régime de T°**

PAC /GAZ HYBRIDATION : LES CONTRAINTES DU SITE

Emplacement
3 PACs



Logements à 20 m !

Chaufferie

A l'origine, cette expérimentation devait être réalisée sur un autre site. Après études poussées (structure, acoustique, performance NRJ, coût...) le premier site identifié a été abandonné au profit du GS Charles Arnould.

En amont :

- Partager les objectifs
- Réaliser le schéma de principe en fonction des objectifs
- Partager l'analyse fonctionnelle

Travail collaboratif de conception constructeur/installateur/automaticien afin d'intégrer l'ensemble des différentes problématiques (Service R&D Atlantic, COPRECS) : contraintes de débit, de température, de régulation propre aux PACs

Des échanges constructifs permettant de valider un schéma de principe, un fonctionnement hydraulique et une logique de régulation externalisée aux PACs

Les contraintes des PACs

- Les débits primaire ($\Delta T = 5 \text{ °C}$)
- La température de retour PAC $>$ à 25°C mais $<$ à 50°C
- La température minimale de consigne
- Performances thermo-dépendantes (puissance, COP)
- Cascade PAC réalisée par l'automate de la PAC

Les contraintes de conception : répétabilité

- Gestion de l'intermittence
- Conception hydraulique permettant un fonctionnement sur tous les profils de besoins de la collectivité (sportif, scolaire, administratif, et permanent)
- Conception de régulation permettant également de s'adapter à tous ces besoins

- 3 PAC de 70kW unitaire (soit 210 kW disponible maximum)
- 2 chaudières à condensation (Varino V300 et V150 existantes)
- 1 ballon de stockage et de découplage hydraulique (un sujet de réflexion pour l'avenir)
- 3 possibilités de fonctionnement :
 - PACs seules
 - Chaudières seules
 - PACs + Chaudières

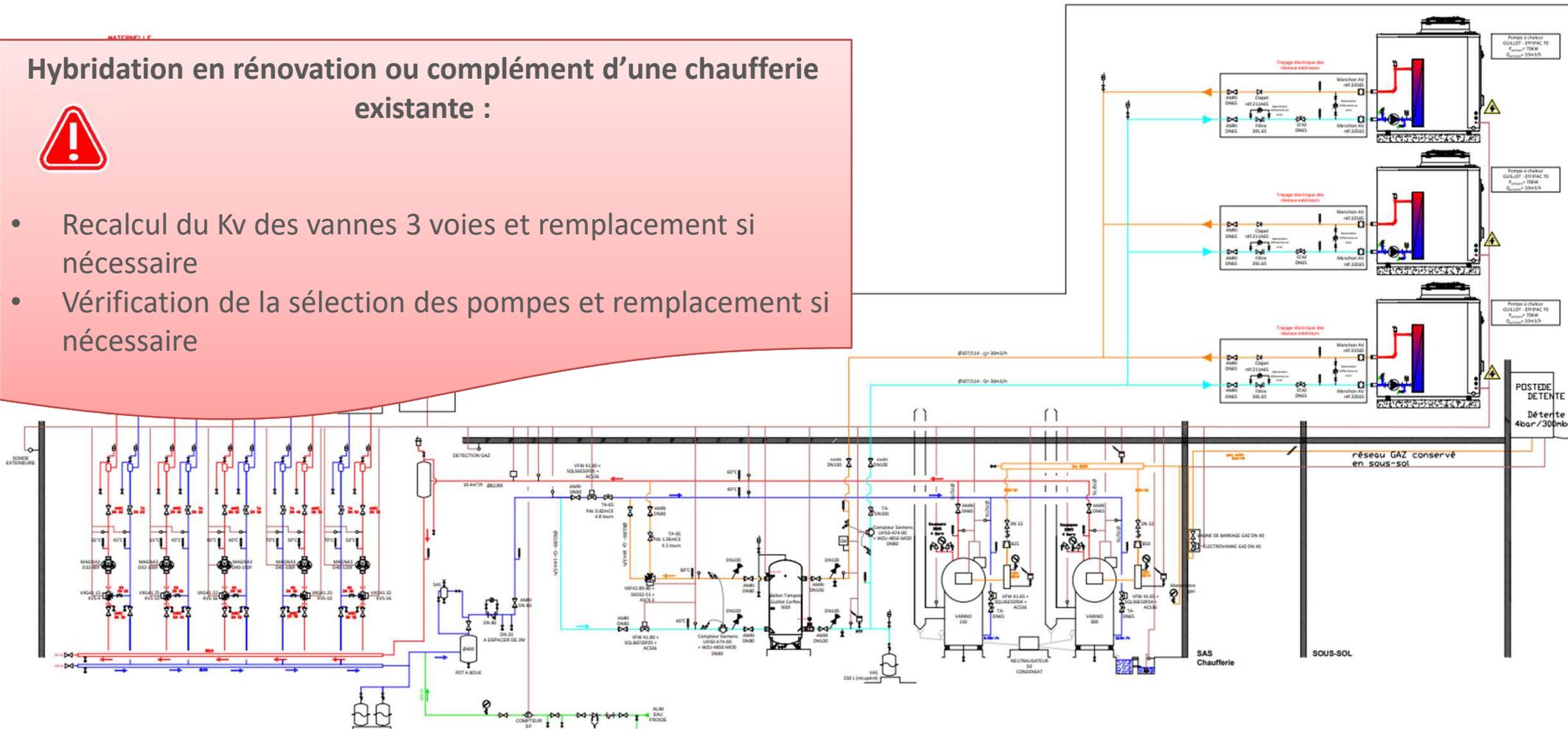
SCHEMA DE PRINCIPE G.S. CHARLES ARNOULD

Reims

Hybridation en rénovation ou complément d'une chaufferie existante :



- Recalcul du Kv des vannes 3 voies et remplacement si nécessaire
- Vérification de la sélection des pompes et remplacement si nécessaire



AICVF – A KIEFFER

2025

PAC / GAZ HYBRIDATION : SCHEMA DE PRINCIPE

3 possibilités de fonctionnement :

- PACs seules
- Chaudières seules
- PACs + Chaudières

4 modes de fonctionnement :

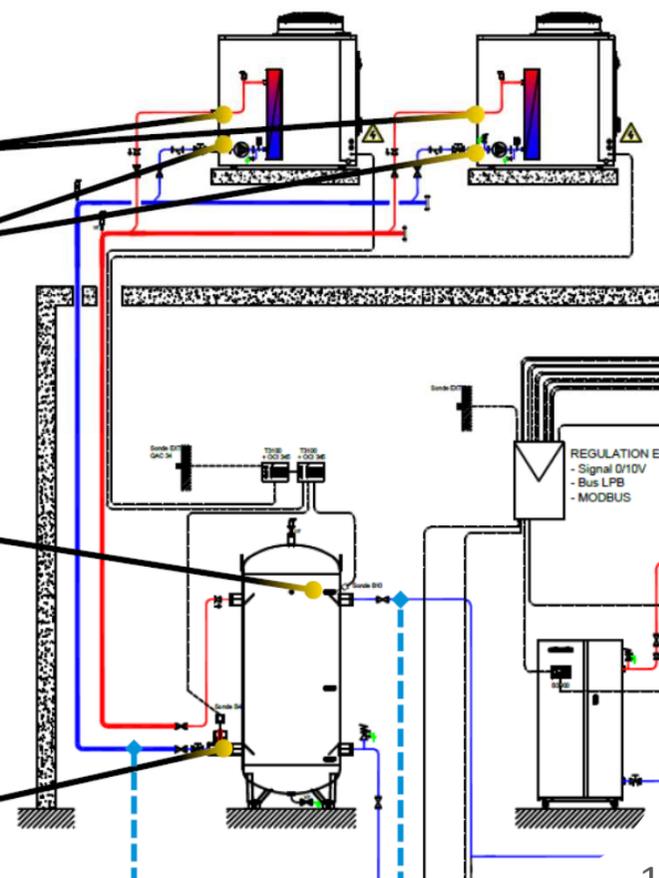
- Optimisation de relance
- Post-optimisation
- Confort
- Réduit

Internes PAC

Départ PAC
Retour PAC

Raccordés Navistem

B10 = consigne départ ballon
B4 = départ ballon retour PAC



3 possibilités de fonctionnement : PACs; Chaudières; PACs + Chaudières

La Cascade est déterminée comme suit :

Fonction de la T° départ et de la T° extérieure :

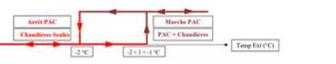
- calcul de la puissance thermique des PAC disponibles
- Prise en compte des PAC

Intégration des matrices COP PAC « théorique » constructeurs

- F° (T° ext; T° eau)
- COP mini fixé à 2

Comparaison entre puissance disponible sur PAC et puissance demandée par les circuits

PAC / GAZ HYBRIDATION : ANALYSE FONCTIONNELLE

MODE	PRODUCTION	TNC	CONDITIONS	Consigne	ORDRE MARCHÉ PAC	ORDRE MARCHÉ CHAUDIERE	V2V Retour Ballon	V2V by pass ballon	V3V PAC ou serie	V2V chaudiere 1 ou/et chaudiere 2
Optimisation	Chaudières seules	Textérieur<TNC	Textérieur<-2°C (COP <2) 	Consigne T°depart Chaudiere =75°C	Non	OUI selon cascade puissance	Fermée apres retour position V2V by pas ballon ouverte	Ouverte	V3V en position serie	Oui selon cascade
Optimisation	Serie Chaudiere+ PAC	Textérieur<TNC	Textérieur>-2°C (COP >2) 	Consigne T°depart Ballon =50°C Consigne T°depart Chaudiere =75°C	OUI	OUI selon cascade (1 ou 2 ou les 2deux) puissance actuelle	Ouverte	Fermée apres retour position V2V retour ballon ouverte	V3V en position serie	Oui selon cascade
Fin D'optimisation (encours d'analyse)	Aucune (encours d'analyse)	Textérieur<TNC	- Température Départ Générale > T° circuit le plus demandeur (encours d'analyse)	- T° Consigne chaudiere =CS Mini chaudière (encours d'analyse)	Non	Non	Ouverte	Fermée apres retour position V2V retour ballon ouverte	V3V en position serie	Selon état d'optimisation (encours d'analyse)
Occupation	PAC SEULE	Textérieur<TNC	- Temperature exterieur et consigne de départ (COP >2) & Puissance demandée par circuits (somme des puissances) < Puissance fournie pas les PAC (cas des défauts)) (Hystérésys + ou - 2,5 kW) & Temperature de départ demandée < 49°C (T° depart ballon maxi =50°C) (Hystérésys entre 49°C et 50°C))	Consigne T° depart ballon =T° circuit le plus demandeur avec T° Consdepart ballon minimum = 30°C Attention Decalage Tdepart ballon- T°circuit = 0°C	OUI	NON	Ouverte	Fermée apres retour position V2V retour ballon ouverte	V3V en position PAC seul	Oui selon cascade (une V2V doit rester ouverte)
Occupation	PAC +CHAUDIERE SERIE	Textérieur<TNC	- Temperature exterieur et consigne de départ (COP >2) & (Puissance demandée par circuits (somme des puissances) > Puissance fournie pas les PAC (cas des défauts)) (Hystérésys + ou - 2,5 kW) OU Temperature de départ demandée > 50°C (T° depart ballon maxi =50°C) (Hystérésys entre 49°C et 50°C))	- T° Consigne chaudiere =T° circuit le plus demandeur = T°consigne ballon + 7 °C (Modifiable dans le programme de 6 à 8°C suivant regulation interne des chaudières) avec T° depart ballon maxi =50°C Attention Decalage, T° chaudiere -T°circuit= 0°C donc Decalag, T°circuit - Tdepart ballon -= 7 °C	OUI	OUI selon cascade puissance	Ouverte	Fermée apres retour position V2V retour ballon ouverte	V3V en position serie	Oui Chaudière 2
Occupation	CHAUDIERES SEUL	Textérieur<TNC	- Temperature exterieur et consigne de départ (COP <2)	T° Consigne chaudiere=T° circuit le plus demandeur Attention Decalage chaudiere -T°circuit= 0°C	NON	OUI selon cascade puissance	Fermé apres retour position V2V by pas ballon ouverte	Ouverte	V3V en position serie	Oui selon cascade
Inoccupation		Textérieur<TNC	T° Hors gel chaufferie si Tsonde <5°C	Fonctionnement chaudières + PAC Teau 40°C pendant 900secondes	OUI	OUI chaudiere N°1 et N°2	Ouverte	Fermée apres retour position V2V retour ballon ouverte	V3V en position serie	Oui chaudiere N°1 et N°2
Inoccupation		Textérieur<TNC	T° Hors gel bâtiment	Chaudières seules	NON	OUI selon cascade puissance	Fermé apres retour position V2V by pas	Ouverte	V3V en position serie	Oui selon cascade

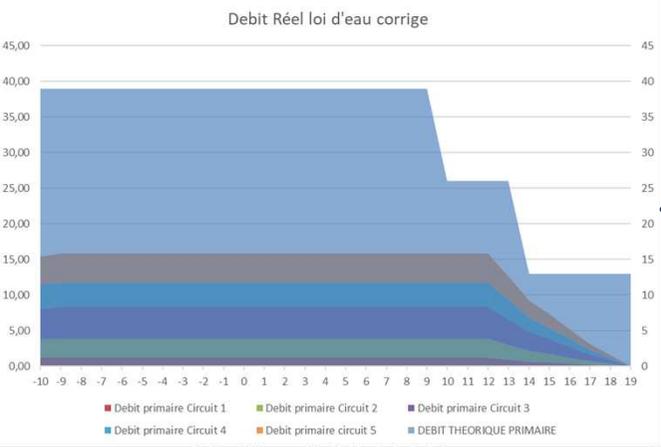
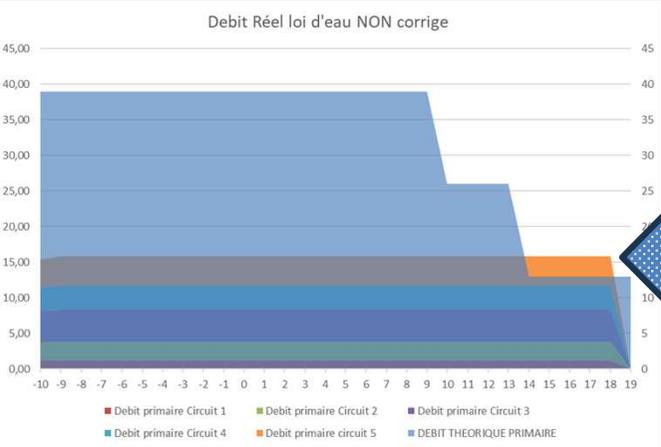
Les contraintes de l'hybridation :

- PACs fonctionnent en ΔT de 5°C soit un débit primaire PAC variant de 13 à 39 m³/h.
- Le débit « production aval ballon » oscille de 0 m³/h à 15,3 m³/h (indépendamment de la température extérieure).
- Le débit secondaire des circuits est de 19,4 m³/h.
- Température de retour PAC à contrôler (à intégrer dans la réflexion) :
 - Ni trop froide donc > à 25°C (selon marque & modèle)
 - Ni trop chaude donc < à 50°C (selon marque & modèle)

Il est donc possible d'avoir un débit secondaire supérieur au débit primaire.

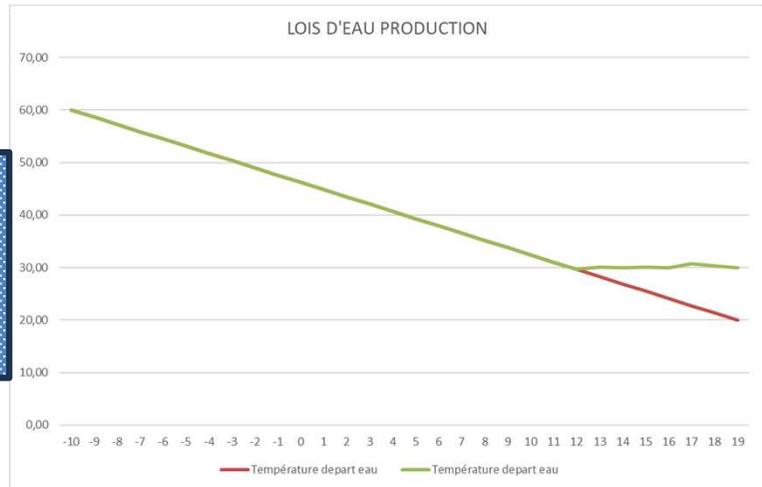
Pour corriger ce défaut, nous avons tronqué la consigne primaire afin de surélever la consigne PAC et ainsi forcer la fermeture partielle des V3V.

PHASE MISE AU POINT CONSTRUCTEUR /MOA/ENTREPRISE: PARTENARIAT ESSENTIEL



Débit primaire < secondaire
Dégradation du COP
Dégradation du rendement global de l'installation
Risque de démarrage chaudière si T° départ non atteinte

Modification des lois d'eau en basse charge pour équilibrer les débits primaire / secondaire en fonction de la cascade PAC



AVANTAGES

Coût comparable à une chaufferie biomasse

Possibilité d'implanter ce système en milieu urbain (précautions acoustiques à prendre)

Fiabilité du service : secours gaz

Répétabilité même en rénovation

Schéma à objectifs adaptables en fonction du souhait du maître d'ouvrage

Bilan environnemental et énergétique

Mixité énergétique

Délestage des réseaux Enedis et moindre dimensionnement électrique

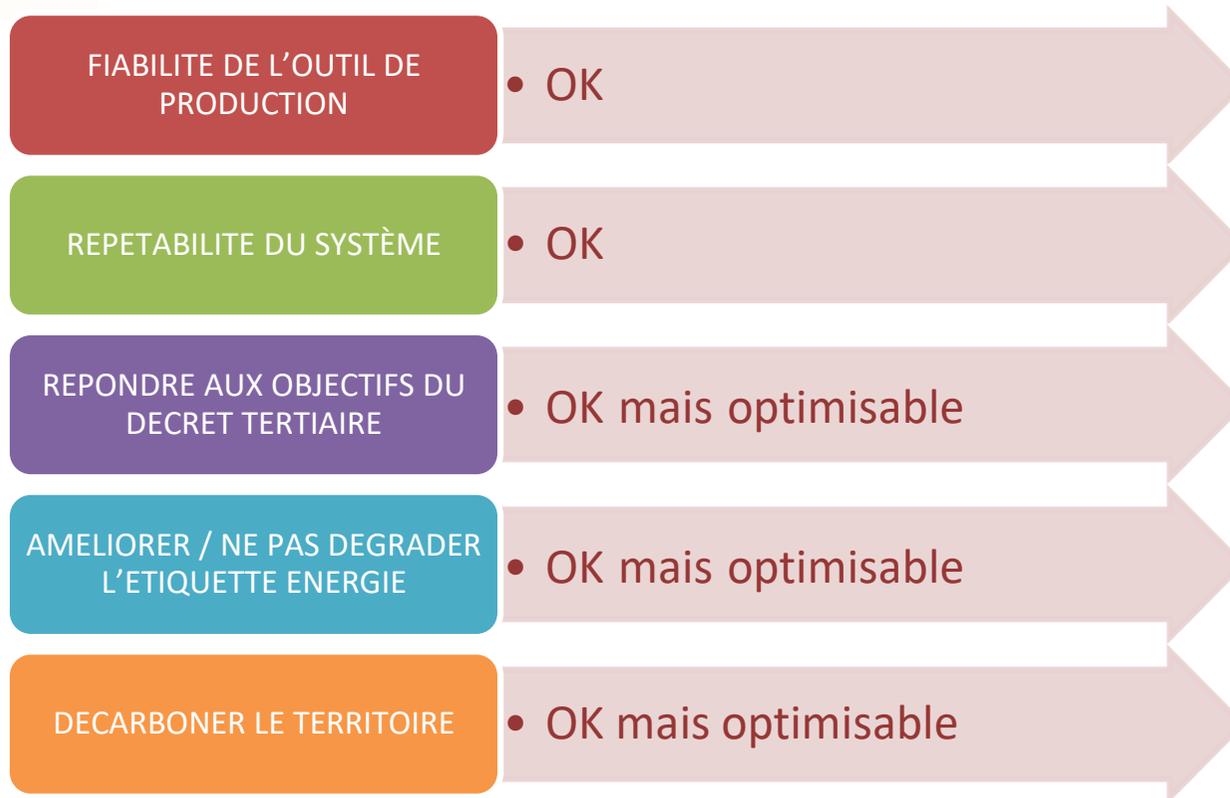
INCONVENIENTS

Coût d'investissement & Amortissement financier

Maintenance accrue

Implantation

Technicité : Mise au point / Mise en service



PAC / GAZ HYBRIDATION : PISTES D'AMÉLIORATION

- Capacité tampon : optimisation de dimensionnement pour améliorer la réactivité / diminuer le stockage (idée du tube lisse mais gestion du hors gel ???)
- Intégrer un bloc double ou triple d'optimisation à la relance en fonction des producteurs de chaleur utilisés (PAC seules; PACs+chaudieres/Chaudières seule)
- Insérer de l'IA dans la mesure de T° et rendre l'autoadaptation plus performante

Nous pensons pouvoir diminuer encore la consommation de gaz d'environ 20MWh avec ces améliorations (objectif pour la saison 2025/2026)