



ACOSSEnR

Guide technique de conception de sous-stations de réseaux de chaleur et de secondaires associés optimisés

décembre 2023



RECOMMANDÉ PAR



www.inddigo.com



AUTEUR

Romain GENET

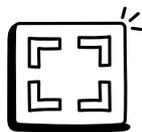
COMITÉ DE RELECTURE

Pierre BROUILLET
Soizic DAULT
Marc GERAT
Edouard NOUVELLON
Gaëtan REMOND
Laurent TELLIER
Jérôme TOURREUIL

Tout droit de reproduction et représentation sont réservés et la propriété exclusive d'INDDIGO SAS, y compris les textes et les représentations iconographiques, photographiques. L'utilisation, la reproduction, la transmission, la modification, la rediffusion ou la vente de toutes les informations reproduites sur ce document (articles, photos et logos compris) ou partie de ce document (texte y compris) sur un support quel qu'il soit, ou encore la diffusion sur un site internet par le biais d'un groupe de discussion, forum ou autre réseau digital, et ce dans le cadre d'une utilisation à caractère commercial ou non lucratif, sont formellement interdites sans l'autorisation préalable et écrite de la société INDDIGO.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	3
OBJET	3
REMERCIEMENTS	3
AVERTISSEMENT	3
2. CONTEXTE ET ENJEUX	4
CONTEXTE DES RÉSEAUX DE CHALEUR EN FRANCE	4
ENJEUX DE LA MAITRISE DES TEMPÉRATURES ET DES PUISSANCES	11
3. LES BONNES PRATIQUES	24
DIMENSIONNEMENT DES ÉCHANGEURS	24
MAITRISE DES DÉCOUPLAGES HYDRAULIQUES.....	26
RÉSEAUX DE CHAUFFAGE AVEC LOI D'EAU ET VARIATION DE DÉBIT	28
ASSERVISSEMENT/RÉGULATION DES POMPES ECS	29
RÉGULATION PRIMAIRE INFORMÉE DE L'IRRIGATION DE LA SONDE SORTIE ÉCHANGEUR	29
VIGILANCE DU STOCKAGE EN EAU TECHNIQUE (STOCKAGE PRIMAIRE) POUR LA	
PRODUCTION ECS	30
PIQUAGES ECS RETOUR BOUCLAGE ET ARRIVÉE D'EAU FROIDE.....	31
RÉGLAGE DES POMPES	32
ÉQUILIBRAGE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE BOUCLAGE ECS.....	32
RÉGIMES DE TEMPÉRATURE ET LOIS D'EAU.....	32
4. LES CONFIGURATIONS DÉTAILLÉES	34
PRÉSENTATION	34
CONFIGURATION A.....	35
CONFIGURATION B	40
CONFIGURATION C	47
CONFIGURATION D.....	53
CONFIGURATION E	60
CONFIGURATION F	67
CONFIGURATION G.....	74
5. ANNEXE : DÉCOMPOSITION DE PRIX DES CONFIGURATIONS	
PRÉSENTÉES	81
AVERTISSEMENT	81
CONFIGURATION A.....	82
CONFIGURATION B	84
CONFIGURATION C	86
CONFIGURATION D.....	88
CONFIGURATION E	91
CONFIGURATION F	94
CONFIGURATION G.....	97



Introduction

Contexte & enjeux

1 INTRODUCTION

OBJET

Ce guide public propose une méthodologie permettant d'optimiser l'intégration des sous-stations dans les réseaux de chaleur selon deux grands axes :

- L'abaissement des températures du réseau (émetteurs BT, thermostats, vannes, pas de découplage, débit variable, cascade sous-station, cascade multi échangeur...)
- Le lissage des appels de puissance (délestage, stockage)

Ce guide permet aux concepteurs des sous-stations et aux concepteurs des secondaires sur les bâtiments de faire les bons choix d'architecture hydraulique et thermique, en fonction des besoins du réseau et des besoins des bâtiments ainsi que des principes de régulation et d'exploitation associés. Il rappelle pour chaque typologie de consommateur (logements, bureaux, tertiaire complexe) :

- Les architectures de conception (couple sous-station/secondaire)
- Les régulations associées
- Les bénéfices pour le réseau

Il détaille les travaux financés par les fiches CEE BAR-SE-107 et BAT-SE-105.

REMERCIEMENTS

L'important travail qu'a représenté ce guide a été initié dans le cadre du projet AcossEnR mené par Inddigo, Cylergie et Paris et Métropole Aménagement avec le soutien de l'ADEME dans le cadre de l'Appel à Projet Energie Durable.

Soutenu
par



INDDIGO tient à remercier tout particulièrement ces partenaires initiaux pour leur confiance et leur soutien dans l'émergence de ce guide. Pour des raisons multiples, le travail n'a pu être achevé dans les conditions prévues initialement et sa finalisation a été portée et financée par INDDIGO.

AVERTISSEMENT

L'important contenu technique et économique de ce guide ne saurait s'apparenter à une conception technique. L'intervention d'un maître d'œuvre en conception disposant des compétences et savoirs-faires suffisants reste indispensable. INDDIGO ne saurait être tenu responsable de la conception d'installations en référence à ce guide.

2 CONTEXTE ET ENJEUX

CONTEXTE DES RÉSEAUX DE CHALEUR EN FRANCE

DÉFINITION GÉNÉRALE

Le réseau de chaleur peut être défini selon plusieurs points de vue (assez proches) :

- **Technique :** Ensemble d'installations qui produisent et distribuent de la chaleur à plusieurs bâtiments pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire. Le réseau de chaleur est constitué d'un réseau primaire de canalisations, empruntant le domaine public ou privé, transportant de la chaleur qui alimente des postes de livraison installés dans les immeubles des utilisateurs.
- **Juridique :** Le producteur de chaleur exploitant la chaufferie est juridiquement distinct des usagers consommateurs de l'énergie thermique au moins au nombre de deux.
- **Réglementation Thermique :** Une génération est considérée comme étant un réseau de chaleur pour l'opération de construction ou de rénovation au sens de la réglementation thermique si le bâtiment concerné est desservi par une sous-station intégrée au bâtiment.
 - On entend par sous-station un échangeur permettant le transfert d'énergie entre le réseau de distribution primaire et le réseau de distribution secondaire.

Les collectivités locales (communes ou groupement de communes) ont compétence pour créer un service public local de distribution d'énergie calorifique. En 2020, 798 réseaux de chaleur étaient identifiés par le SNCU dans son enquête annuelle sur les réseaux [1] dont une partie sont listés dans l'arrêté sur les contenus CO₂ mis à jour en 2018 [2] et contenant 655 réseaux de chaleur. Ces documents ne regroupent pas tous les réseaux.

Un réseau de chaleur (au sens technique) est constitué par :

- Unité(s) de production de chaleur :
Les installations de production de chaleur produisent l'énergie calorifique nécessaire pour alimenter le réseau. Elles garantissent la température de l'eau ou la pression de la vapeur dans les canalisations jusqu'aux consommateurs.
- Réseau de distribution de la chaleur :
Le réseau de distribution de la chaleur fonctionne en circuit fermé : il comprend donc toujours au moins deux canalisations : l'une pour distribuer la chaleur vers les utilisateurs, l'autre pour le retour du fluide refroidi vers les installations de production.
- Points de livraison de la chaleur (sous-stations) :
Dans chaque bâtiment (ou ensemble de bâtiments) raccordé au réseau de chaleur se trouve une sous-station qui abrite le poste de livraison, où l'eau chaude (ou la vapeur) transfère sa chaleur aux installations du bâtiment via un échangeur thermique. C'est également au niveau de la sous-station que l'on distingue le réseau « primaire » (qui relie la ou les installations de production au bâtiment) du réseau « secondaire » (qui distribue la chaleur dans un bâtiment ou groupe de bâtiments).

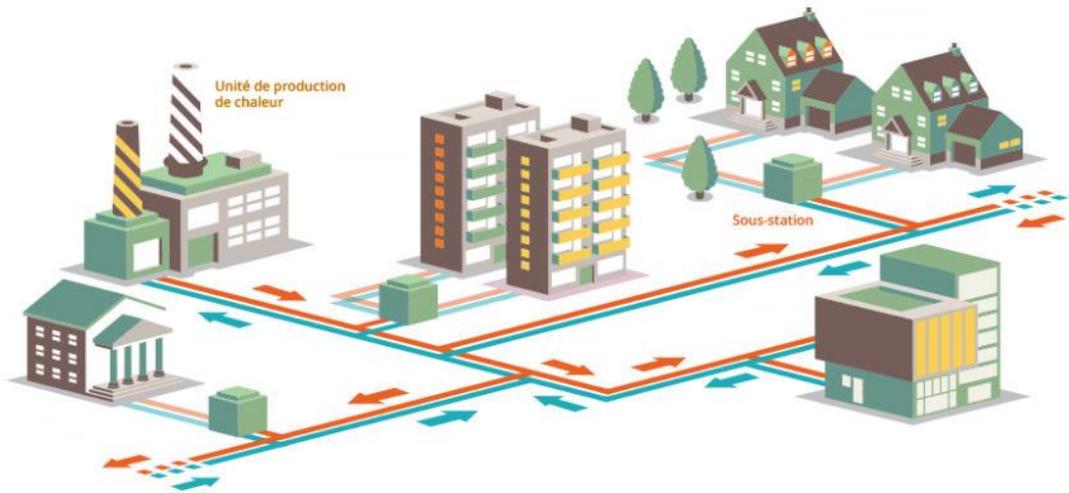


Schéma d'un réseau de chaleur - ADEME

La description des typologies de chaque élément est présentée ci-dessous.

UNITÉ(S) DE PRODUCTION DE CHALEUR

Chaque réseau de chaleur comporte au minimum une unité de production, appelée aussi centrale de production ou chaufferie centrale. Chaque unité de production est raccordée au réseau de distribution de la chaleur pour lui transmettre l'énergie produite.

Les différents moyens de production utilisés pour les réseaux de chaleur sont :

- Les chaudières à combustible fossile (charbon, fioul, gaz)
- La cogénération
- La géothermie grande profondeur
- Les chaudières biomasse
- La valorisation énergétique des déchets ménagers (IUOM)
- Autres : récupération de chaleur sur process industriels, géothermie très basse énergie, solaire thermique, chaudières électrique, pompe à chaleur...

Sont considérées comme EnR&R, au sens de la réglementation fiscale [3], les énergies suivantes : Biomasse; Gaz à caractère renouvelable (issu des déchets ménagers, industriels, agricoles et sylvicoles, des décharges ou eaux usées) ; Gaz de récupération (gaz de mines, cokerie, haut-fourneau, aciérie et gaz fatals) ; Chaleur industrielle (chaleur fournie par un site industriel indépendant du réseau - hors cas de cogénération dédiée au réseau-); Chaleur issue de l'incinération des déchets (UIOM); Géothermie ; solaire thermique.

Beaucoup de réseaux de chaleur utilisent différentes sources d'énergie et ce pour plusieurs raisons :

- Augmenter la sécurisation de la production de chaleur,
- Limitation physique de certaines sources énergétique ; principe de la multi-énergie. On pense notamment aux ENR&R qui sont souvent dimensionnées en base (optimisation technico-économique).

RÉSEAU DE DISTRIBUTION DE LA CHALEUR

Le réseau fonctionne en circuit fermé ; c'est-à-dire qu'il est constitué de deux canalisations (sauf cas particuliers), l'une pour conduire le fluide sortant de la centrale de production vers les utilisateurs, l'autre pour le retour de ce même fluide après échange en sous-station. Dans le cas du chauffage urbain, le fluide utilisé est généralement de l'eau chaude, parfois à haute température (120 à 200 °C), quelquefois il s'agit de vapeur d'eau ; dans ce dernier cas, les

canalisations de retour transportent de l'eau issue de la condensation de cette vapeur dans les sous-stations. Les réseaux sont généralement en « épi » (ramifiés), ou parfois « maillés ».

Cas particuliers :

Réseau 3 tubes : Essentiellement utilisé sur les réseaux dont la source principale de chaleur est fournie par la géothermie, il a pour but d'épuiser les calories disponibles en utilisant les retours d'énergie de certains clients dont les besoins sont « haute température » (chauffage par radiateur) pour chauffer les clients dont les besoins sont « basse température » (chauffage par panneaux de sol). On utilise alors le tube retour des clients « chauds » pour alimenter les clients « froids ». La canalisation départ (la plus chaude) est utilisée pour produire l'eau chaude sanitaire.

Réseau monotube : Essentiellement utilisé en vapeur pour certains process industriels qui utilisent la vapeur sans « renvoyer » les condensats. Ces usages sont dits à « vapeur perdue ».

Régulation

Pour les **réseaux haute température** (eau surchauffée ou vapeur), la régulation concerne :

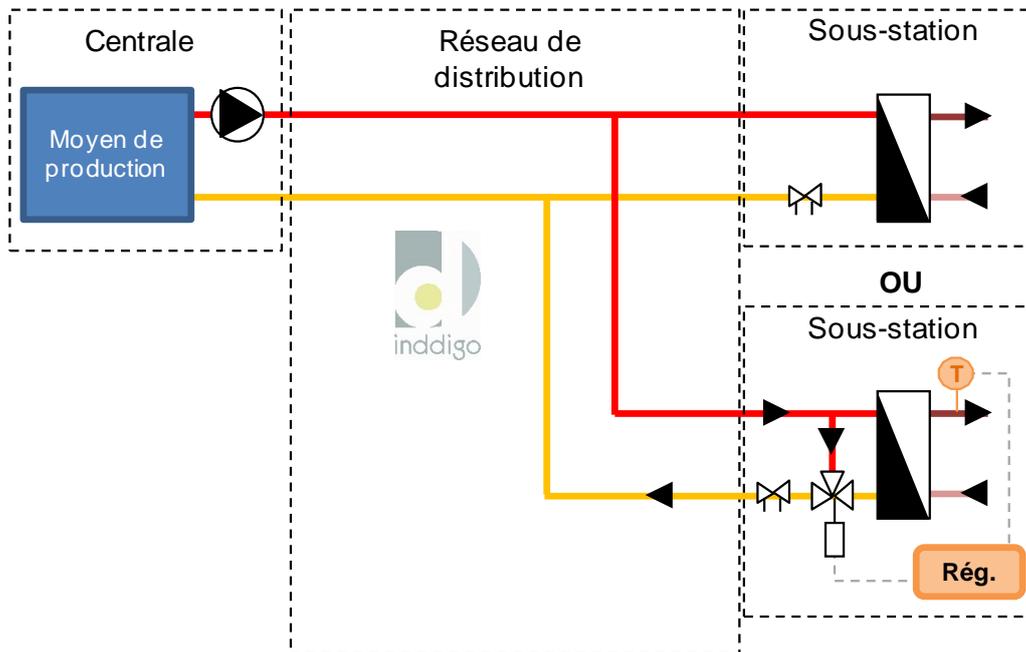
- La pression de fonctionnement du réseau (en chaufferies centrales et éventuellement en différents points du réseau de distribution). Le but est d'assurer une disponibilité de la chaleur à chaque abonné et de satisfaire aux conditions de fonctionnement du fluide caloporteur (eau surchauffée : pression minimale pour éviter la vaporisation).
- La température de fonctionnement du réseau (en chaufferies centrales et éventuellement en différents points du réseau de distribution) pour assurer les conditions de livraisons minimales des abonnés (en sous-station) et de satisfaire aux conditions de fonctionnement du fluide caloporteur (vapeur : température minimale pour éviter la condensation).

Les paramètres (pression et température) peuvent être régulés en fonction de différentes conditions (saison/température extérieure).

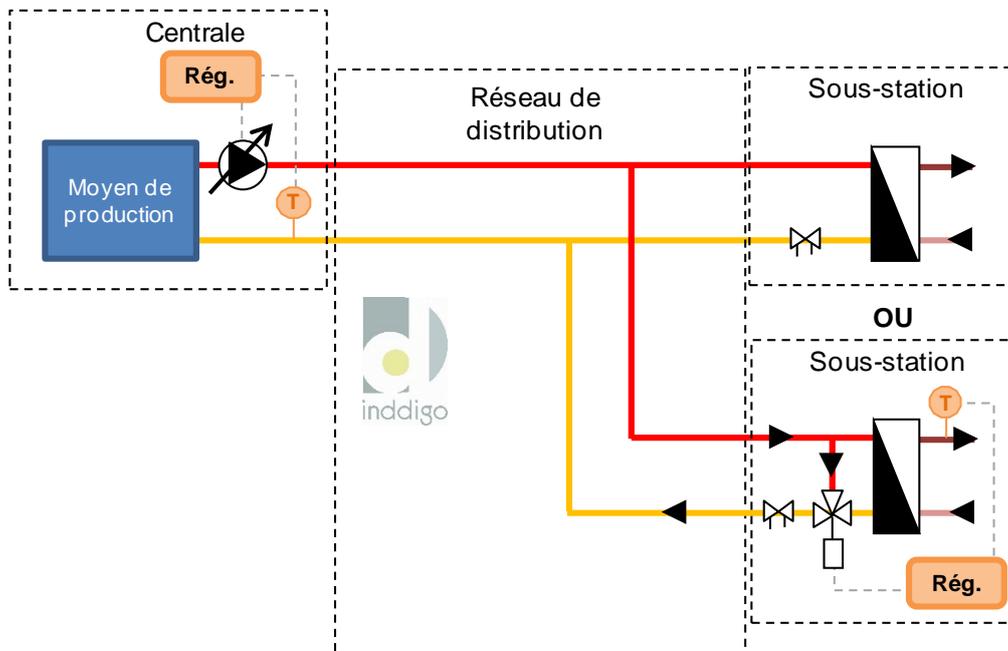
Pour les **réseaux basse température** (eau chaude), la régulation concerne :

- La température départ réseau qui suit généralement une courbe dite courbe de chauffe donnant la valeur de la température départ fonction de la température extérieure et, éventuellement, de certains paramètres tels que le jour et/ou l'heure de la journée. Cette température doit être calculée en considérant les pertes thermiques du réseau de distribution et en considérant qu'il existe un décalage de temps entre la température en chaufferie et la dernière sous-station raccordée au réseau.
 - L'opérateur en chaufferie (ou le système de régulation dans le cas où la chaufferie est automatisée) doit donc maintenir cette température départ en agissant sur :
 - Les moyens de production (consigne de température des producteurs, niveau de puissance)
 - Les moyens de régulation (vanne 3 voies de régulation ou autre système de mélange)
- Certains réseaux n'ont pas de courbes de chauffe mais simplement une cascade d'enclenchement des différents moyens de production (la température de départ varie en fonction des niveaux de charge et d'enclenchement des moyens de production).
- Le débit du réseau de chaleur qui doit assurer la livraison de chaleur dans chaque sous-station en fonction de la demande. Il existe différents principes de régulation du débit primaire :
 - **Débit fixe** (annuel ou saisonnier) : dans ce cas, il n'y a pas d'organe de régulation au primaire dans les sous-stations (ou éventuellement une vanne 3 voies en décharge) et l'équilibrage global du réseau est assuré par des vannes

d'équilibrage en sous-stations (ou éventuellement par secteur – vannes sur certaines canalisations)

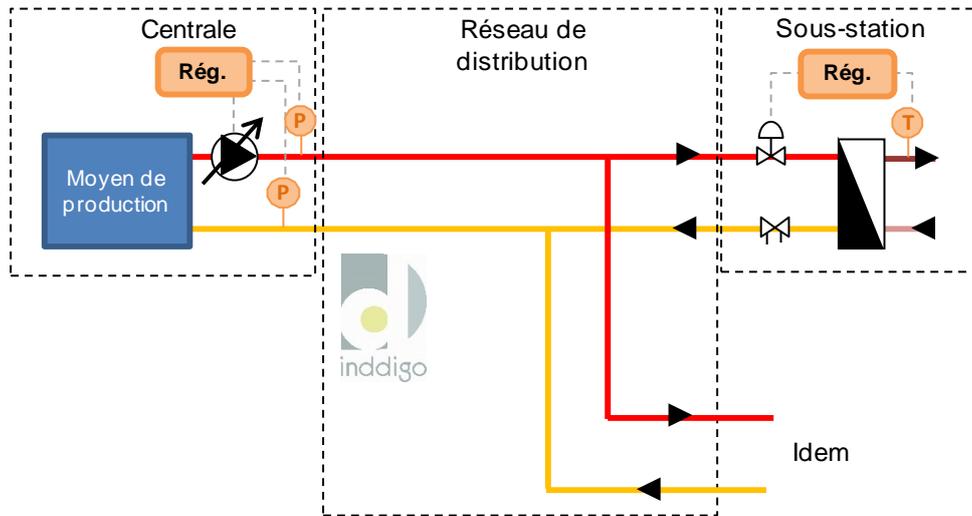


- **Débit variable sur la température de retour** (consigne de température fixe ou variable) : dans ce cas, l'architecture primaire du réseau est des sous-stations est identique au premier cas à débit fixe. La régulation du débit est réalisée en fonction de la température de retour en supposant que celle-ci est une image (partielle) de la demande de chaleur.



- **Débit variable sur la pression en écart de pression** (consigne fixe ou variable) : dans ce cas, les sous-stations sont équipées de vannes 2 voies

modulantes de régulation du débit primaire en fonction de la consigne de départ du secondaire de la sous-station (fixe ou variable)



POINTS DE LIVRAISON DE LA CHALEUR (SOUS-STATIONS)

Le point de livraison de la chaleur représente la limite juridique (et technique) du réseau de chaleur et est caractérisé par le point d'échange de la chaleur entre le réseau et le consommateur (échangeur de chaleur ou bouteille de mélange). Le point de livraison est associé à un abonné, qui est lié contractuellement avec le gestionnaire du réseau de chaleur par un abonnement de fourniture énergétique. Un abonné peut être associé à plusieurs points de livraison. **Le consommateur possède des installations dites secondaires qui permettent de distribuer et valoriser la chaleur transmise par le réseau.**

Les types de consommateurs (en aval du point de livraison) sont :

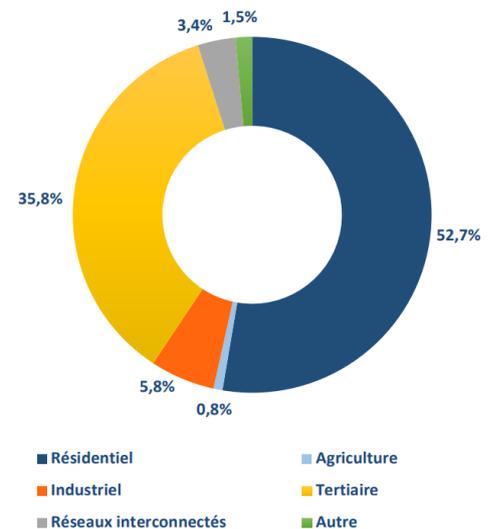
- Résidentiel (principalement collectif, développement de l'individuel sur les petits réseaux)
- Tertiaire (Santé, Enseignement, Commerces, Bureaux, centre aquatique, Équipement publique...)
- Industriel / secteur agricole (serres)

Le graphique ci-dessous présente la répartition de l'énergie livrée en sous-station par type de consommateur (enquêtes SNCU).

Les typologies de consommations sont :

- Le chauffage des locaux (pour quasiment tous les points de livraison, excepté usage industriel process),
- La production d'eau chaude sanitaire (pour le résidentiel principalement et également en partie pour le tertiaire),

Secteurs de livraison 2021



→ L'utilisation de chaleur pour des process (industrie).

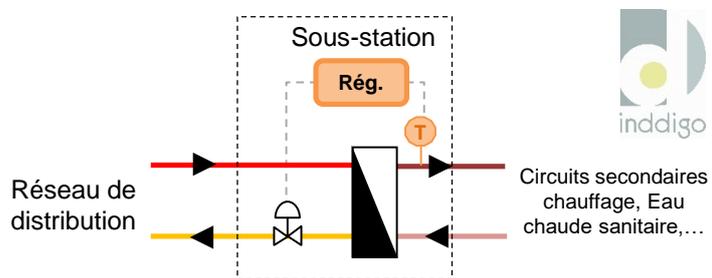
Un point de livraison est caractérisé par :

- Avec un secondaire à eau chaude (plupart des cas de figure) :
 - Une puissance souscrite (puissance de l'abonnement) pouvant éventuellement varier selon les périodes de l'année (cas particulier : fonctionnement saisonnier, usage industriel)
 - Une température de livraison (pouvant varier en fonction de la température extérieure)
 - Éventuellement, une température maximale de retour secondaire (dans les réseaux à forte contrainte de température ; ex : réseau géothermique).
- Avec un secondaire en vapeur (cas de certains usages industriels ou de livraison sur un autre réseau de chaleur) :
 - Une pression de vapeur
 - Un débit de vapeur.

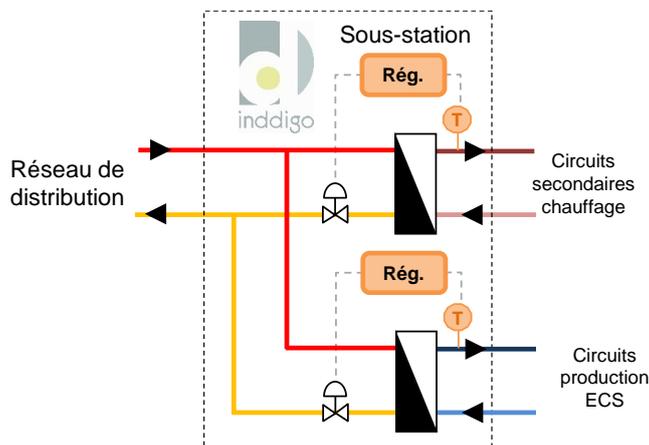
Le point de livraison de la chaleur est la plupart du temps équipé d'un échangeur de chaleur qui permet de transférer l'énergie du fluide primaire (réseau de chaleur) au fluide secondaire (réseau secondaire abonné). Dans le cas des réseaux de chaleur haute température, cet échangeur est indispensable car les caractéristiques du fluide primaire et secondaire sont différentes (pression et/ou état physique). Dans certains réseaux de chaleur basse température (notamment d'anciens réseaux) l'échange de chaleur est réalisé par une bouteille de mélange, le fluide primaire et secondaire étant identique. Ce principe de fonctionnement est de moins en moins répandu en raison des contraintes d'exploitation (pressions identiques) et des risques de perturbation du réseau primaire par les installations secondaires (fuites, encrassement).

La sous-station peut présenter différentes configurations d'échange (en fonction des usages, et de l'importance de la régulation en température) :

→ Sous-station « basique » : 1 point d'échange pour différents usages. La régulation de la demande (consigne de température) est alors définie sur la température maximale nécessaire des différents usages.



→ Sous-station « améliorée » : 1 point d'échange par usage. La régulation de la demande (consigne de température) est alors définie pour chaque usage avec une optimisation de la régulation primaire (pas d'effet de mélange).



CONTEXTE ÉCONOMIQUE ET JURIDIQUE

La définition la plus complète de l'objet du service de chauffage urbain en France semble ressortir d'un avis du Conseil de la Concurrence, en date du 17 juillet 1990 :

« Le chauffage urbain consiste, à partir d'une ou plusieurs centrales de production, à distribuer, au moyen d'un réseau de canalisation, de la vapeur ou de l'eau surchauffée à tout ou partie d'une agglomération. L'installation comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur fonctionnant à l'aide d'une, ou de plusieurs sources d'énergie, qui peuvent être un combustible ou de la chaleur récupérée.

Ces chaufferies alimentent un réseau primaire de canalisations empruntant la voie publique et aboutissant à des postes de livraison. Les réseaux secondaires sont ceux qui distribuent la chaleur aux usagers en aval de ces postes. Le distributeur assure la gestion du circuit primaire du réseau. Dans certains cas, le gestionnaire peut exploiter les installations intérieures aux immeubles ».

L'activité d'un réseau de chaleur consiste donc la plupart du temps à :

- Produire de la chaleur à partir d'une ou plusieurs unité(s) de production (qui se décomposent généralement d'une unité de production principale (de base) et d'une unité d'appoint-secours) ;
- Transformer une ou plusieurs énergies en chaleur qui alimente le réseau ;
- Transporter la chaleur au moyen d'un réseau primaire de canalisations vers des points de livraison (sous-stations d'échange) ;
- Distribuer la chaleur jusqu'à un échangeur en sous-station qui permet le transfert de la chaleur entre le réseau de distribution du réseau primaire et le réseau de distribution du réseau secondaire (pour passage du fluide primaire au fluide secondaire), à une température définie contractuellement, en vue du chauffage d'un immeuble ou d'un ensemble d'immeubles.

Un réseau de chaleur urbain présente les caractéristiques technico-économiques suivantes :

- Un réseau de chaleur regroupe la gestion de la production, de la distribution et de la fourniture de chaleur contrairement aux secteurs de l'électricité et du gaz par exemple où l'activité de distribution est clairement séparée de l'activité de fourniture d'énergie (notamment depuis la libéralisation du marché européen de l'énergie).
- La notion de **vente de chaleur** est le critère majeur pour définir un réseau de chaleur : il y a réseau de chaleur s'il y a vente de la chaleur produite à une pluralité de clients ; c'est-à-dire dès qu'il y a au moins deux abonnés distincts - le propriétaire du réseau de chaleur vend de la chaleur à au moins un tiers (client qui n'est pas propriétaire).
 - La chaleur livrée fait l'objet d'un comptage par sous-station qui permet sa facturation selon la tarification établie à l'abonné.
 - Au sens juridique, le réseau secondaire ne fait pas partie du réseau de chaleur : il est géré par le gestionnaire du bâtiment desservi.

Enfin, un réseau de chaleur peut également être alimenté par de la chaleur issue d'un processus de récupération de chaleur à partir d'une source externe (production de chaleur à partir de l'incinération des déchets ou de cogénération). Dans ce cas, l'installation de production de chaleur peut se situer en dehors du service public chargé de sa distribution et de sa livraison.

ENJEUX DES SOUS-STATIONS DANS LES RÉSEAUX DE CHALEUR

Comme présenté précédemment, la sous-station se situe à la fin de la chaîne du réseau de chaleur d'un point de vue technique (produire, distribuer et livrer) et juridique (limite contractuelle de l'objet réseau).

Mais elle se situe également à l'origine du réseau de chaleur :

- Ce sont les besoins de la sous-station que le réseau doit satisfaire
- La température de départ du réseau ne peut être inférieure à la température requise par les abonnés
- La température de retour réseau ne peut être inférieure à la température de retour secondaire des sous-stations.

ENJEUX DE LA MAITRISE DES TEMPÉRATURES ET DES PUISSANCES

La maîtrise des températures de distribution du réseau de chaleur et des puissances appelées associées peuvent permettre d'améliorer les performances globales du réseau de chaleur.

AMÉLIORATION DU RENDEMENT THERMIQUE DU RÉSEAU

Le premier enjeu de l'abaissement des températures du réseau est l'amélioration des pertes thermiques du réseau de distribution de chaleur. Les canalisations de distribution (enterrées en pleine terre, en caniveau, en galerie, en extérieure) sont calorifugées pour limiter les pertes de chaleur avec l'extérieur (sol ou air). L'abaissement de la température dans la canalisation permet de baisser les pertes de chaleur et d'améliorer le rendement thermique du réseau. L'abaque ci-dessous présente l'évolution relative des pertes réseau présenté par rapport à un régime « normal » de 90/70°C (Température de départ de 90°C et température de retour de 70°C).

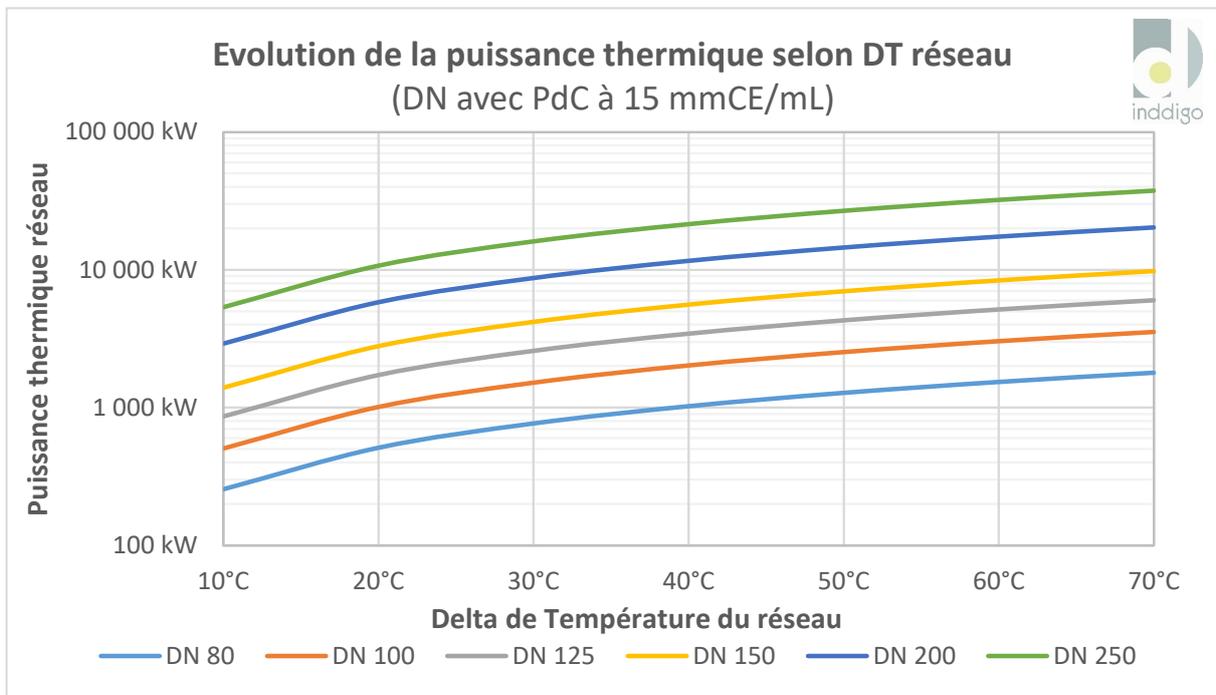
		Température de retour réseau											
		35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C
Température de départ	60°C	0,54	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71						
	65°C	0,57	0,61	0,64	0,68	0,71	0,75	0,79					
	70°C	0,61	0,64	0,68	0,71	0,75	0,79	0,82	0,86				
	75°C	0,64	0,68	0,71	0,75	0,79	0,82	0,86	0,89	0,93			
	80°C	0,68	0,71	0,75	0,79	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	1		
	85°C	0,71	0,75	0,79	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,07	
	90°C	0,75	0,79	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,07	1,11	1,14
	95°C	0,79	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18
	100°C	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18	1,21
	105°C	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18	1,21	1,25
	110°C	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18	1,21	1,25	1,29

Exemple : Un réseau de chaleur existant fonctionne avec un régime moyen de 90°C/70°C avec un rendement de distribution de 85% et délivre 5 000 MWh/an de chaleur aux abonnés. Les pertes de distribution représentent 882 MWh/an, l'énergie produite par le réseau est donc de 5 882 MWh. En abaissant le régime moyen du réseau à 80°C/50°C, les pertes réseau sont réduites de 21% (coef 0,79) et s'élèvent donc à 693 MWh/an soit un gain de 189 MWh/an. Le rendement de distribution du réseau atteint alors 88%.

MAITRISE DU DÉBIT RÉSEAU – CONSOMMATIONS ÉLECTRIQUES / DÉVELOPPEMENT

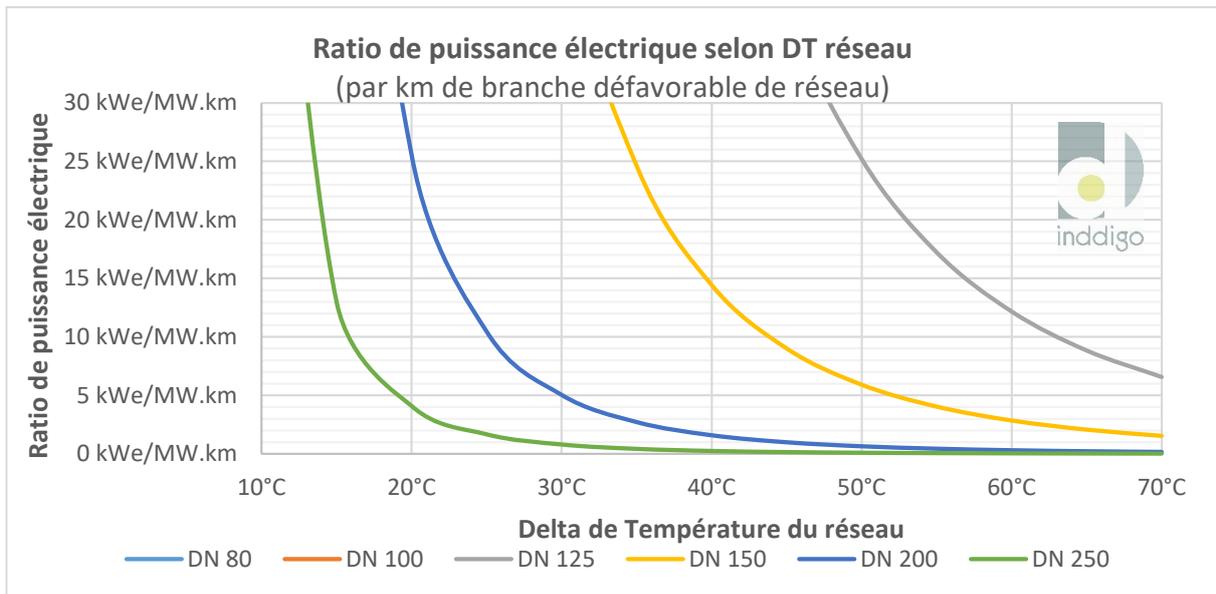
Le deuxième enjeu de l'abaissement des températures du réseau est la maîtrise du débit réseau. Avoir des températures de retour plus basses peut permettre d'augmenter le delta de température du réseau est ainsi réduire le débit de fonctionnement du réseau. L'abaissement du débit implique une réduction des pertes de charges hydrauliques (fonction du carré du débit) et des consommations électriques (fonction du débit puissance 3). Cette maîtrise de la température du réseau peut permettre également un développement du réseau en délivrant plus de puissance avec les mêmes capacités hydrauliques (débit/pression). Pour des réseaux neufs, le dimensionnement du réseau (diamètre des canalisations) peut être optimisé. Le déploiement du réseau et son développement vers de nouvelles extensions et raccordements conduisent à coupler les trois gains (optimisations diamètres, réductions débits/pressions, baisse des consommations électriques de distribution).

L'abaque ci-dessous présente l'évolution de la puissance thermique transitant dans un réseau de distribution en fonction du delta de température réseau et selon DN (limite DN avec pertes de charges hydraulique de 15 mmCE/mL).



Exemple : Pour une puissance thermique de 10 MW, un DN 250 est nécessaire avec un delta de température de 20°C alors qu'un DN 200 est suffisant à partir d'un delta de température de 35°C.

L'abaque ci-dessous présente quant à lui une estimation des puissances électriques de distribution selon le Delta de température du réseau et le DN retenu.



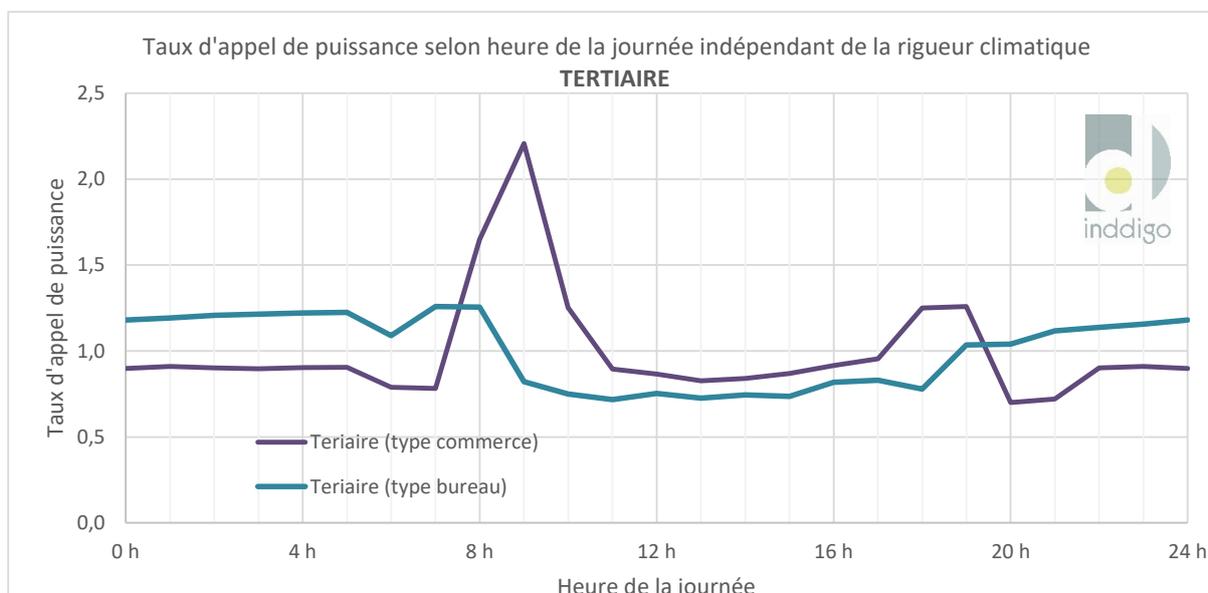
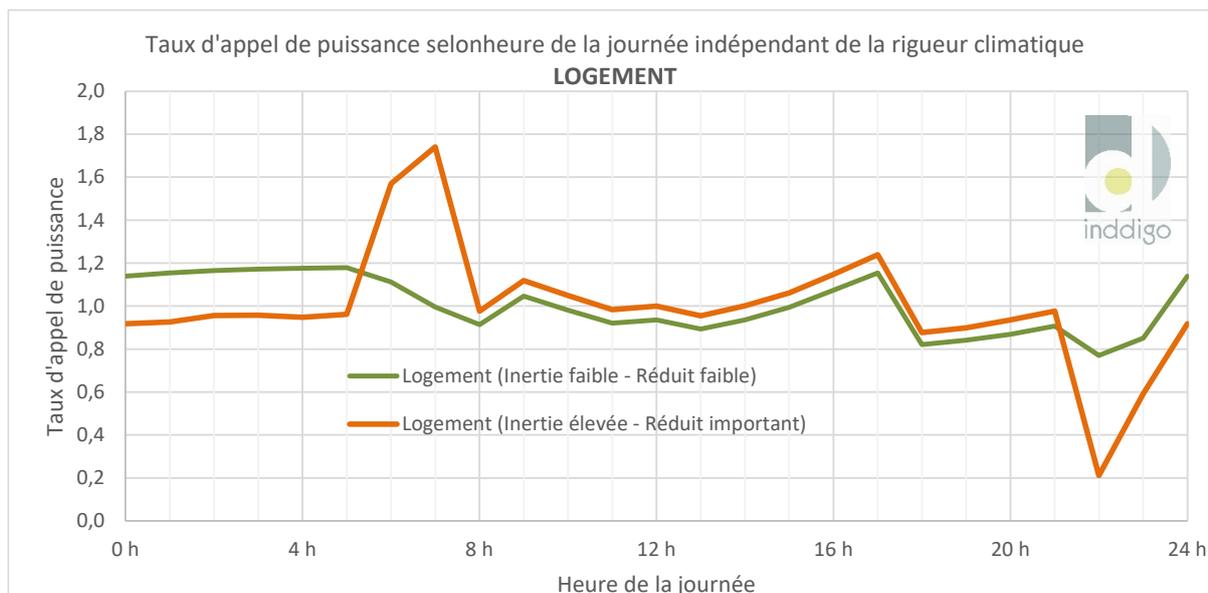
Exemple : En repartant de l'exemple précédent (10 MW) avec une longueur de réseau de branche défavorable de 2 km, la puissance électrique de distribution (DN250 / DT 20°C) serait estimée à 80 kW (4 kW/MW.km x 10 MW x 2 km). Pour les mêmes données (10 MW, 2 km) mais avec un delta de température réseau de 40°C en DN200, la puissance électrique de distribution est estimée à 40 kW (2 kW/MW.km x 10 MW x 2 km).

CONTRÔLE DES PUISSANCES APPELÉES – LISSAGE POINTE

Les postes de consommations classiques des abonnés « standards » sont le chauffage des locaux et la production d'Eau Chaude Sanitaire. Ces besoins peuvent être plus ou moins contrôlés dans le temps afin de décaler certains appels de puissance.

Chauffage des locaux

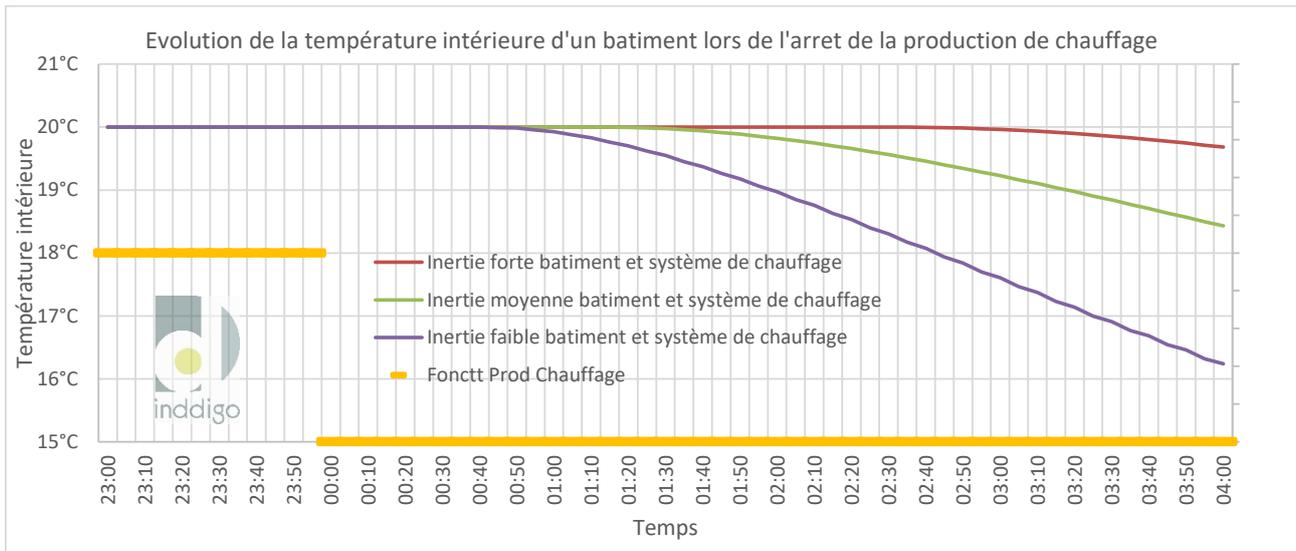
Les besoins de chauffage des locaux fluctuent en fonction de la rigueur climatique (température extérieure, apports solaire) et de l'occupation du bâtiment (apports internes, réduits/relance). Les graphiques ci-dessous présentent des courbes de sollicitation du chauffage sur une journée standard indépendamment de la rigueur climatique pour des bâtiments de logement et tertiaire.



Exemple : Pour un logement avec un réduit important (environ 4°C) la relance du matin peut générer une surpuissance d'environ 50%.

Sur un réseau de chaleur, avec de nombreux abonnés, il existe un foisonnement de la « pointe du matin » liée à la multitude des typologies d'usage et des réglages différents (relance décalée). Néanmoins, ce foisonnement est aléatoire et non maîtrisé à l'échelle du réseau. **Une communication entre les abonnés et le réseau peut permettre une coordination du foisonnement afin de pouvoir en partie contrôler la pointe.** Les usages de chauffage des locaux peuvent également dans de nombreux cas être délestés pendant quelques dizaines de minutes sans que cela n'affecte le confort des usagers (température intérieure ressentie). Cela dépend de l'inertie thermique du bâtiment, du système de chauffage et de son inertie mais aussi de la température ressentie par les usagers par la réduction du chauffage (parois froides, air diffusé froid).

Le graphique ci-dessous présente des exemples d'évolution de température intérieure.



Le principe serait de s'inspirer du mode de fonctionnement en priorité ECS des chaudières collectives pendant lequel le chauffage peut être délesté.

Production de l'Eau Chaude Sanitaire

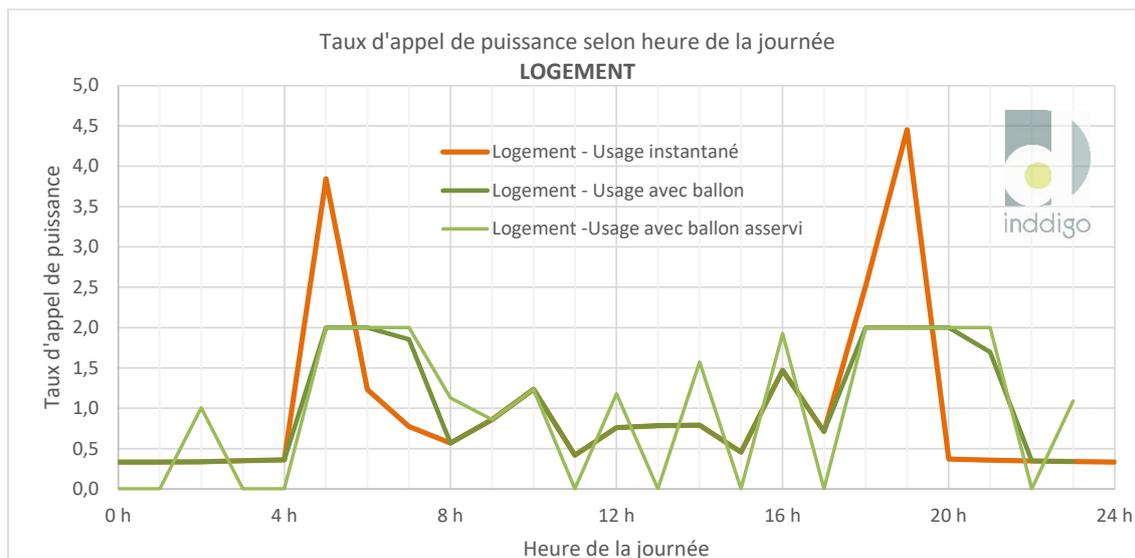
Les besoins pour le chauffage de l'Eau Chaude Sanitaire fluctuent en fonction du soutirage de l'eau dans les points de puisage mais aussi selon le mode de production.

La production est possible :

- En instantanée (sans ballon de stockage) par échange direct entre l'eau sanitaire et la source de chaleur
- Avec ballon de stockage (au primaire par stockage sur eau technique cf §3.6 ou au secondaire) ce qui permet de stocker une partie du volume d'eau chaude et ainsi limiter la puissance instantanée de l'échangeur. Selon le volume de ballon par rapport au soutirage, on parle de production semi-instantanée (volume de ballon réduit à environ 10 à 20% du soutirage quotidien) puis semi-accumulée (volume du ballon important représentant de 30 à 50% de la consommation quotidienne) et accumulée.

Le schéma de raccordement, les réglages et le pilotage dans les installations avec ballon sont primordiaux sur l'efficacité de l'installation de production.

Le graphique ci-dessous présente des courbes de sollicitation de la production d'ECS sur une journée standard selon le mode de production (instantané et semi-instantané) et son éventuel asservissement (exemple pour 15 logements – volume ballon 400 litres).



Exemple : La mise en œuvre d'un ballon de stockage (en semi-instantané) peut permettre de réduire les appels de puissance de pointe de 60% par rapport à une puissance instantané

Sur un réseau de chaleur, avec de nombreux abonnés, il existe un foisonnement des soutirages ECS et des cycles de production (charge ballon). Néanmoins, ce foisonnement est aléatoire et non maîtrisé à l'échelle du réseau. **Une communication entre les abonnés et le réseau peut permettre une coordination du foisonnement afin de pouvoir se servir des ballons de stockage pour anticiper ou retarder un appel de puissance.**

Le principe est de s'inspirer du fonctionnement heures creuses en cumulus électrique au cours desquelles une charge des ballons est privilégiée.

AMÉLIORATION DE LA PRODUCTION

La maîtrise des températures de fonctionnement du réseau et/ou de la puissance appelée peut permettre d'améliorer l'efficacité des moyens de production existants et d'intégrer de nouveaux moyens de production. Le tableau ci-dessous présente les avantages à la maîtrise du réseau sur différents moyens de production :

Source d'énergie	Descriptif	Performances standards	Température retour réseau	Température Départ réseau	Puissance réseau
Combustibles fossiles	Chaudière à combustion (Gaz, fioul, charbon, ...)	Rendement moyen entre 85% et 95%	Possibilité de récupération d'énergie complémentaire (économiseur / condenseur)	Peu d'impact	Limitation du recours à ces énergies utilisées en appoint
Cogénération au Gaz naturel	Turbine à Vapeur Moteur à gaz Turbine à gaz	Rendement thermique moyen 42%	Amélioration de la récupération d'énergie thermique	Amélioration possible de la récupération d'énergie thermique	Augmentation de la valorisation de l'énergie thermique (exemple mi-saison)
Géothermie profonde	Forage d'eau profond avec valorisation thermique par simple échange	COP moyen de 20	Amélioration de la valorisation de l'échange direct	Amélioration possible de la valorisation de l'échange direct Augmentation utilisation Pompe à chaleur complémentaire	Augmentation possible de la valorisation en limitant les pointes
Biomasse	Chaudière à combustion	Rendement moyen de 86%	Possibilité de récupération d'énergie complémentaire (économiseur / condenseur)	Peu d'impact	Augmentation possible de la valorisation en limitant les pointes
Valorisation des déchets ménagers	Chaudière de récupération en sortie du four d'incinération	-	Possibilité de récupération d'énergie complémentaire (économiseur / condensation turbine)	Peu d'impact	Augmentation possible de la valorisation en limitant les pointes
Pompe à chaleur / Récupération d'énergie fatale	-	-	Amélioration du COP de la Pompe à chaleur	Amélioration du COP de la Pompe à chaleur Augmentation de la capacité de couverture	Augmentation possible de la valorisation en limitant les pointes
Solaire Thermique	Champ de capteur solaire thermique	Productivité de 500 à 800 kWh/m ²	Amélioration de la productivité de la centrale solaire	Amélioration de la productivité de la centrale solaire Augmentation de la capacité de couverture	Augmentation possible de la valorisation en limitant les pointes
Hydro-accumulation	Stockage d'eau chaude	Capacité de stockage de 30 à 60 kWh/m ³	Augmentation de la capacité de stockage en augmentant de delta de température	Augmentation de la capacité de stockage en augmentant de delta de température	Peu d'impact

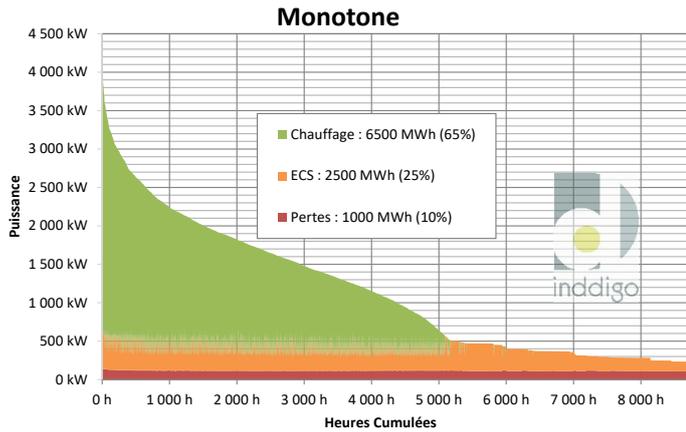
Ici nous allons proposer quelques exemples d'impacts du fonctionnement du réseau sur les moyens de production :

- A. Installation sur pompe à chaleur (source géothermie ou énergie fatale)
- B. Installation d'une récupération d'énergie sur process Bois
- C. Installation solaire thermique avec stockage thermique

A. Installation sur pompe à chaleur (source géothermie ou énergie fatale)

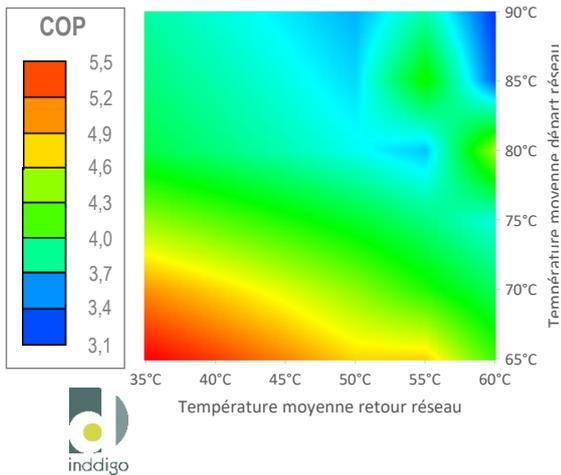
Les besoins du réseau de chaleur sont présentés ci-dessous (10 000 MWh/an).

	Chauffage	ECS	Pertes	Total
Janvier	1 240,7 MWh	250,1 MWh	90,3 MWh	1 581,0 MWh
Février	1 033,5 MWh	248,6 MWh	81,6 MWh	1 363,7 MWh
Mars	886,0 MWh	231,2 MWh	89,1 MWh	1 206,2 MWh
Avril	588,6 MWh	225,3 MWh	84,8 MWh	898,7 MWh
Mai	188,0 MWh	208,3 MWh	86,6 MWh	483,0 MWh
Juin	0,0 MWh	185,8 MWh	81,1 MWh	266,9 MWh
Juillet	0,0 MWh	154,5 MWh	81,2 MWh	235,7 MWh
Août	0,0 MWh	140,8 MWh	80,0 MWh	220,8 MWh
Septembre	0,0 MWh	188,2 MWh	78,1 MWh	266,3 MWh
Octobre	517,2 MWh	197,8 MWh	80,8 MWh	795,9 MWh
Novembre	891,2 MWh	224,7 MWh	79,6 MWh	1 195,5 MWh
Décembre	1 154,7 MWh	244,8 MWh	86,8 MWh	1 486,3 MWh
Total	6 500,0 MWh	2 500,0 MWh	1 000,0 MWh	10 000,0 MWh
	65,0%	25,0%	10,0%	100,0%

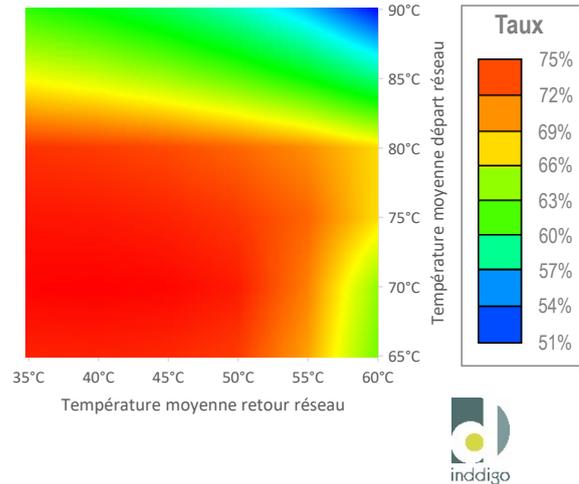


La puissance calorifique de PAC est de 1500 kW. Nous présentons ci-dessous l'évolution du COP moyen annuel et du taux de couverture énergétique des Pompes à Chaleur selon les régimes de températures moyen du réseau (température départ et température retour)

Evolution du COP PAC selon les températures fonctionnement du réseau



Evolution du taux de couverture PAC selon les températures de fonctionnement du réseau



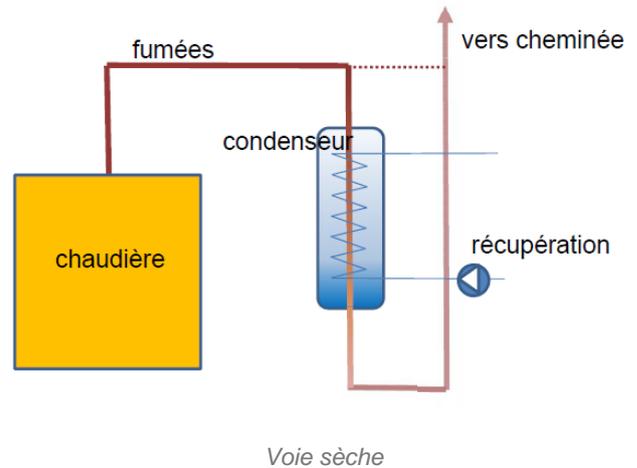
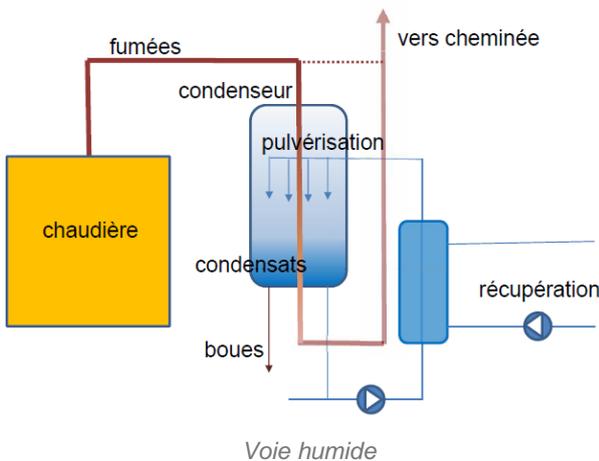
Exemple : Un réseau fonctionnant sur un régime 65°C/35°C permettrait d'obtenir un COP supérieur à 5 et un taux de couverture de 75%. Avec un régime 85°C/60°C, le COP est de 3,5 et la couverture d'environ 60%.

B. Installation d'une récupération d'énergie sur process Bois

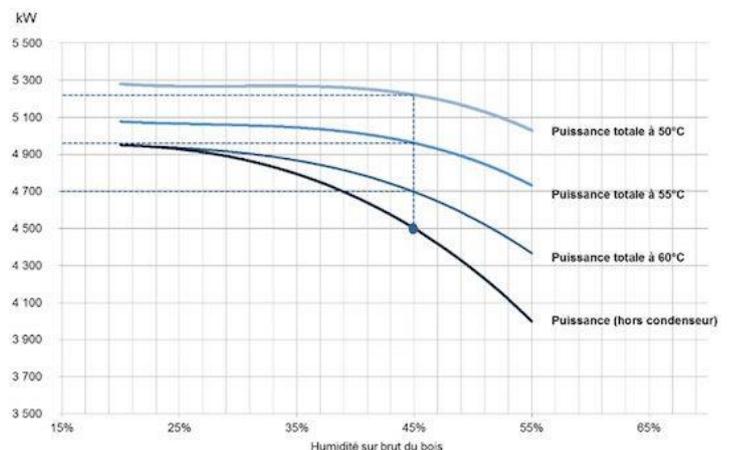
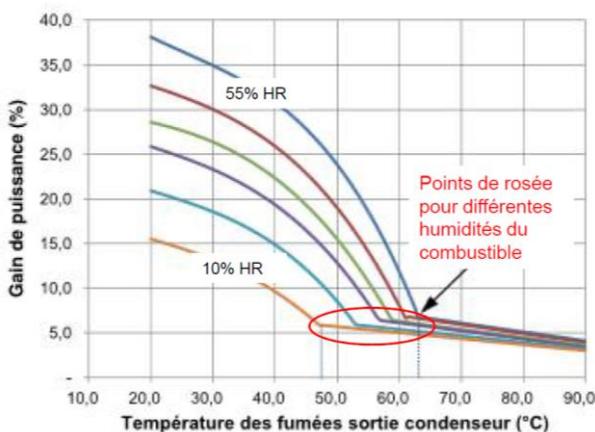
La valorisation énergétique sur les fumées des chaudières Bois représente un potentiel important car la biomasse est un combustible humide (au minimum 25-30% d'humidité) et l'énergie latente (vapeur d'eau) contenue dans les fumées est assez importante. Certaines technologies de récupération d'énergie sur les fumées permettent également un meilleur traitement des fumées (poussières, particules).

Il existe deux grandes familles de technologies de condensation :

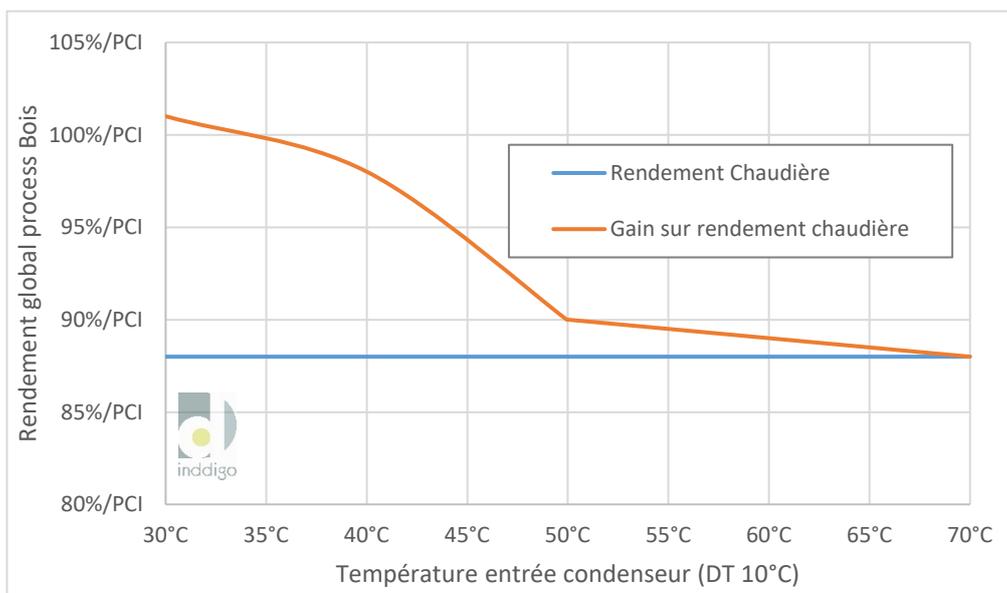
- Lavage des fumées (pulvérisation d'eau dans les fumées, voie humide)
 - Récupération des condensats
 - Échange condensats / source froide
- Condensation par échange indirect (voie sèche) :
 - Échange fumées / source froide



Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la puissance récupérée en fonction de la température de retour d'eau.



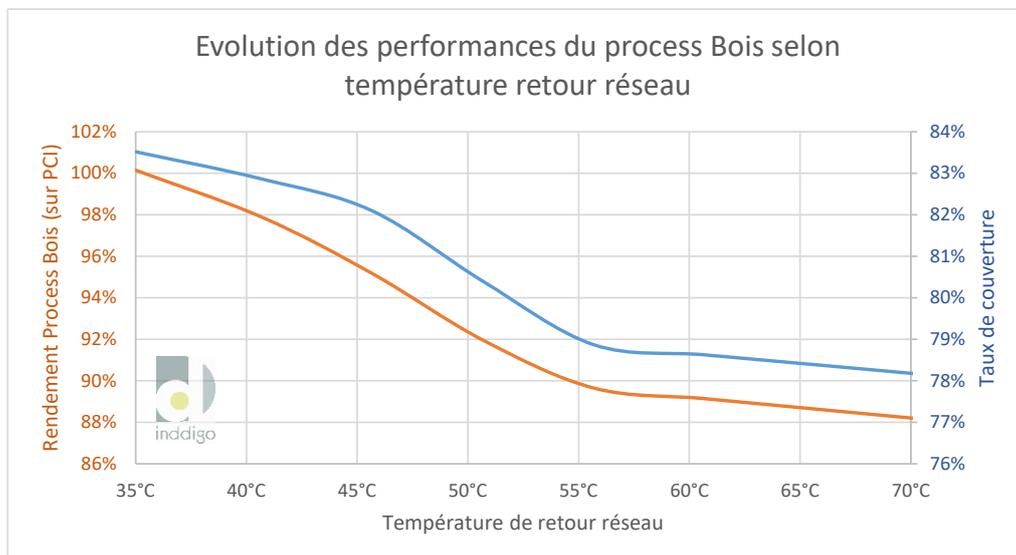
Avec une humidité du combustible à 30%, le point de rosée des fumées (condensation de la vapeur d'eau) est d'environ 57°C. Il est possible d'estimer le gain de rendement en fonction de la température d'eau dans le système de récupération.



L'abaissement de la température de retour réseau permet donc d'augmenter la puissance disponible du process bois mais aussi améliore le rendement de production.

Les besoins du réseau de chaleur sont de 10 000 MWh/an. La puissance calorifique utile de la chaudière Bois est de 1500 kW.

Nous présentons ci-dessous l'évolution du rendement process bois moyen (chaudière + récupérateur) annuel et du taux de couverture énergétique selon les régimes de températures moyen du réseau (température retour).

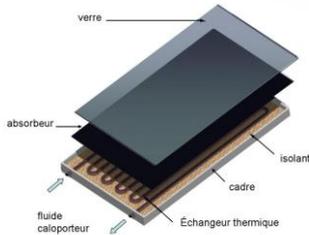


Exemple : Un réseau fonctionnant avec une température de retour de 45°C permettrait d'obtenir un rendement de process Bois de 96% et une couverture de 82%. Avec un retour à 60°C, le rendement est de 89% et la couverture d'environ 78%.

C. Installation solaire thermique avec stockage thermique

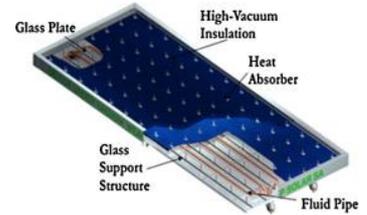
La valorisation du rayonnement solaire sous forme de chaleur peut être réalisé par des capteurs solaires thermiques.

Principales technologies de capteurs adaptées aux Réseaux de chaleur



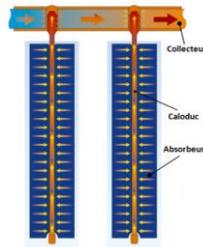
Capteur sous-vide

Technologie : Tube sous vide avec circulation du fluide en caloduc ou direct
 Montage : Champ, sur-toiture ou en façade
 Surface unitaire : 2 à 3m², champ monté sur site



Capteur plan « haute performance »

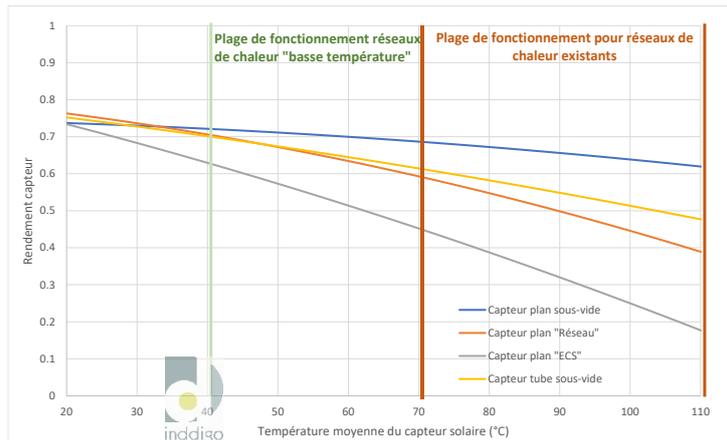
Technologie : (double) couverture transparente avec limitation des pertes en face avant
 Montage : champ ou intégration
 Surface unitaire : 2 à 20m²



Capteur plan sous-vide

Technologie : capteur plan « haute performance » avec isolation par le vide
 Montage : champ et sur-toiture
 Surface unitaire : 2m²

Le rendement du capteur solaire thermique, entre le rayonnement solaire reçu et la chaleur produite, dépend de la technologie/qualité du capteur mais aussi de la température de fonctionnement du capteur.



Type	Densité NRJ	Coût	Température	Reproductibilité
Cuve ou Fosse	++ 50 kWh/m ³	++	++	++
Sous-sol Sondes	- 20 kWh/m ³	-	+ (Pompe à chaleur)	+ (Géologie, foncier)
Sous-sol : Nappe	+ 30 kWh/m ³	-	+ (Pompe à chaleur)	- (Hydrogéologie)

Compte-tenu de sa variabilité importante (saisonnière, journalière), les installations solaires thermiques sont souvent associées à des stockages thermiques.

La solution de stockage classique est un stockage « sensible » dans un volume d'eau dans une cuve (ou fosse). La capacité énergétique de ce type de stockage réside principalement dans l'écart de température pouvant être réalisé par unité de volume.

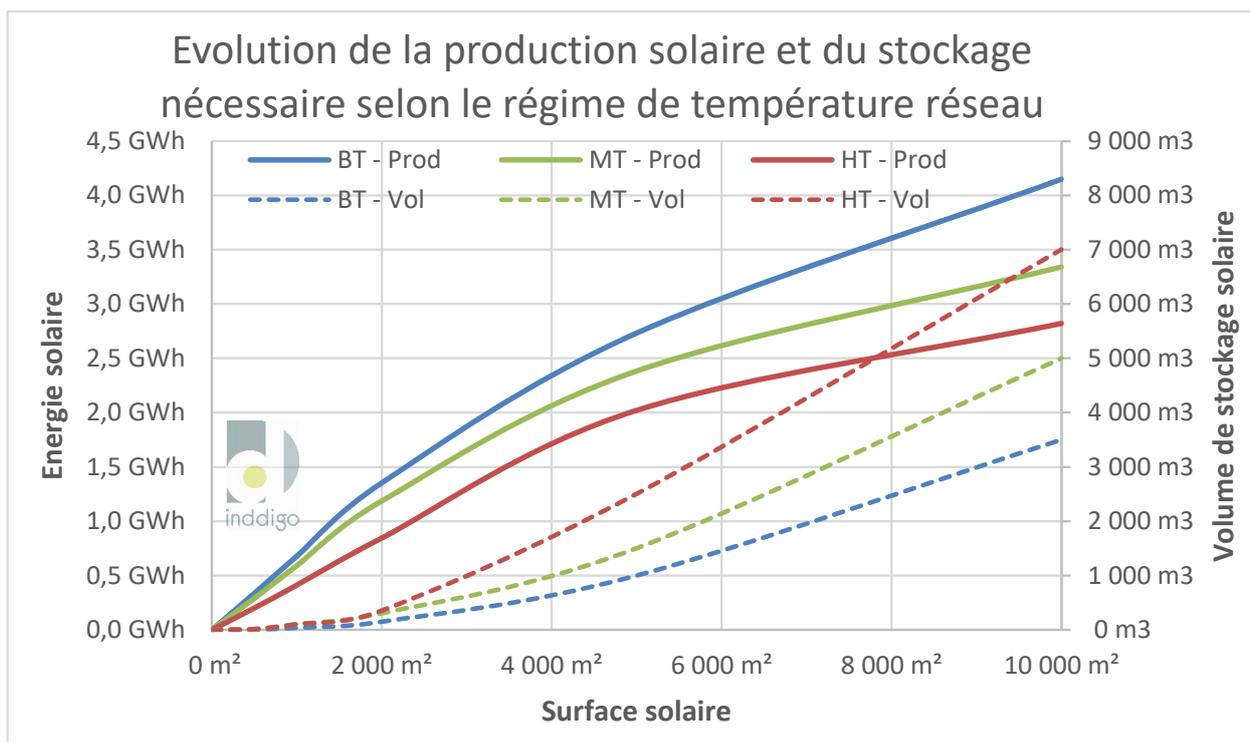
La température de fonctionnement du réseau va donc impacter sensiblement la capacité de production énergétique du solaire thermique mais aussi l'efficacité du stockage thermique (dont

la capacité énergétique dépend de l'écart de température entre la température minimale (retour réseau) et la température nominale de stockage (95°C par exemple).

Les besoins du réseau de chaleur sont de 10 000 MWh/an.

Nous présentons ci-dessous l'évolution de production solaire thermique et du volume de stockage nécessaire en fonction des régimes de température réseau :

- Réseau BT : 66°C en départ moyen et 35°C en retour moyen
- Réseau MT : 75°C en départ moyen et 58°C en retour moyen
- Réseau HT : 95°C en départ moyen et 80°C en retour moyen



Exemple : L'exemple montre qu'on peut atteindre une couverture de 2,0 GWh/an (soit 25%) avec 3 200 m² de capteur et 400 m³ de stockage alors qu'avec réseau HT il faut 5 000 m² et 2 500 m³ de stockage pour atteindre la même production.

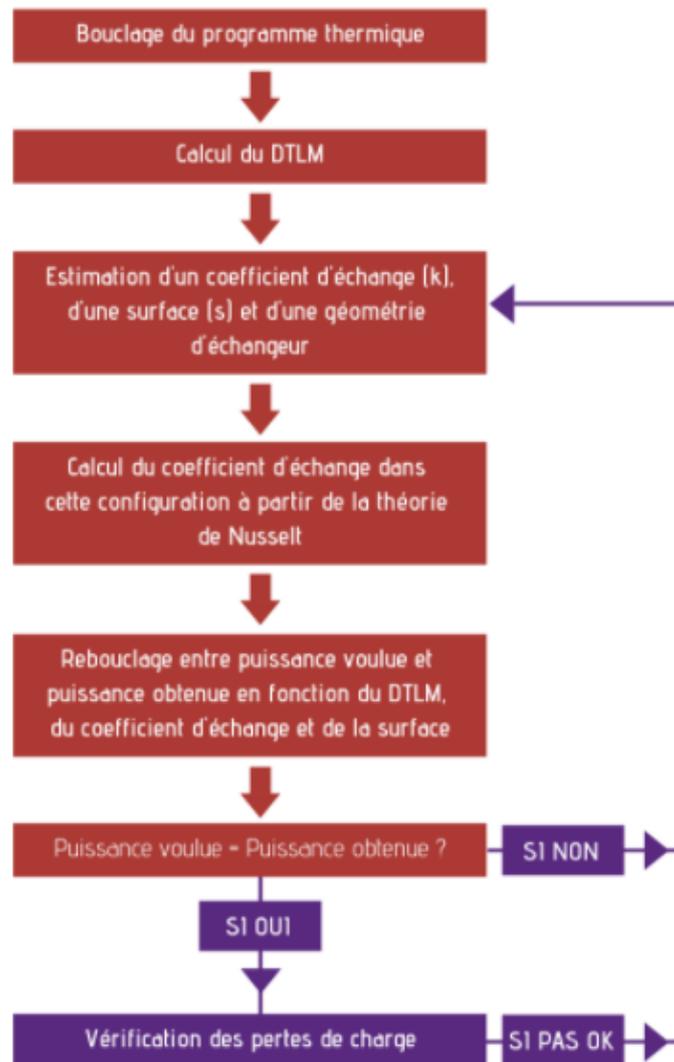


Bonnes pratiques

3 LES BONNES PRATIQUES

DIMENSIONNEMENT DES ÉCHANGEURS

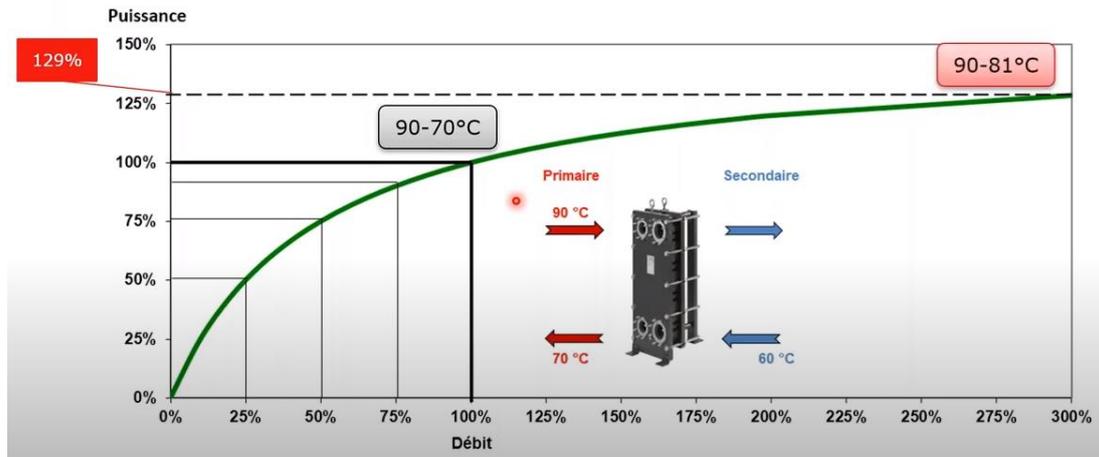
Le dimensionnement d'un échangeur de chaleur ne se limite pas à sa seule puissance. Il s'agit de définir la surface d'échange et les débits qui permettent de trouver le point de fonctionnement correspondant aux températures en opération. Le schéma suivant résume la méthode de dimensionnement globale d'un échangeur (en accord avec le fabricant).



source : Barriquand

Ce dimensionnement est d'autant plus important que les sur-débits dans un échangeur engendrent des élévations importantes des températures de retour, même pour atteindre des niveaux de puissance peu éloignés de la puissance maximale.

Comme l'atteste ce graphique, représentant les phénomènes dans un échangeur à plaque à contre-courant, classique dans une sous-station, la correspondance entre débit et puissance n'est pas du tout linéaire.

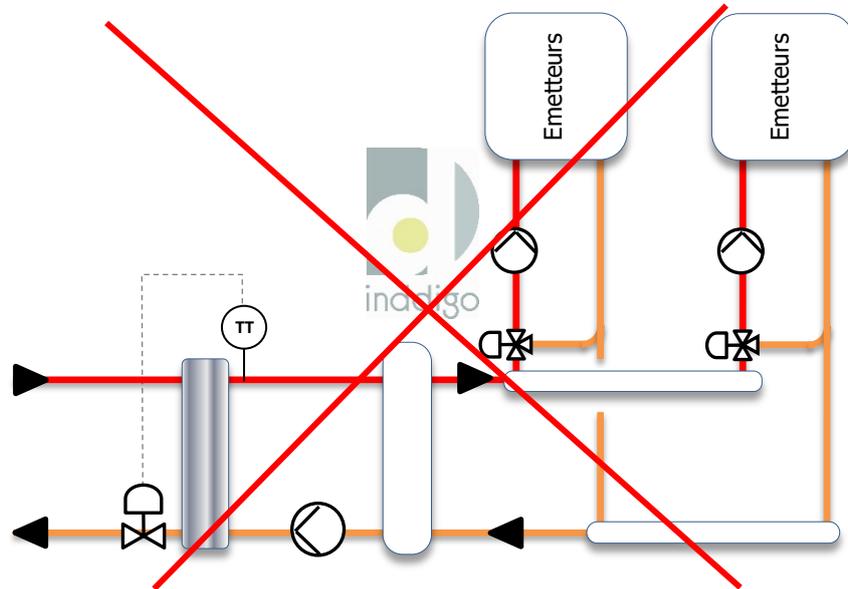


source : Danfoss

Ainsi, dans l'exemple donné d'un échangeur dimensionné pour une puissance max à 100% du débit avec un régime de température 90-70°C au primaire (avec une température de retour secondaire de 60°C), le fait de multiplier par 3 le débit ne permet d'atteindre que 129% de la puissance maximale dimensionnée, et cela engendre une température de retour primaire qui passe à 81°C.

MAITRISE DES DÉCOUPLAGES HYDRAULIQUES

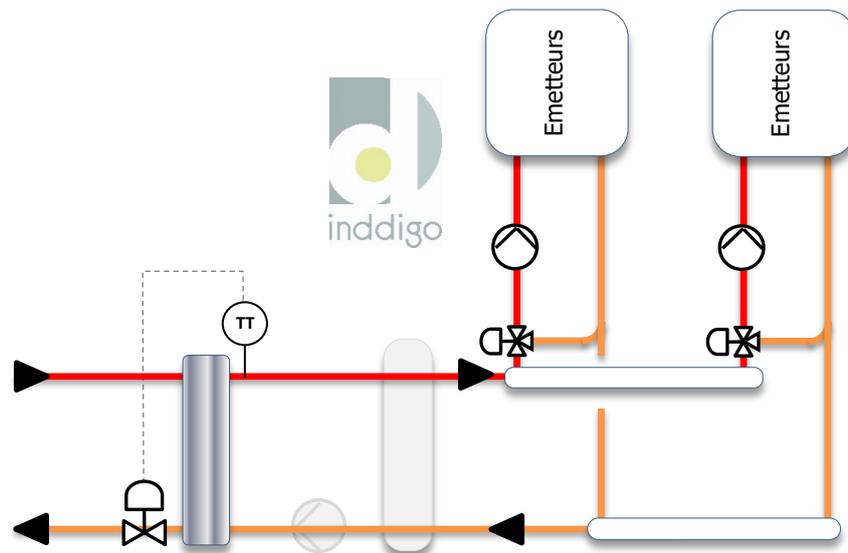
La situation à éviter absolument est le débit constant entre des circuits à débit variable. L'exemple est donné pour une sous-station de réseau de chaleur avec bouteille entre l'échangeur (qui est venu remplacer une chaudière par exemple) et les circuits.



Cette configuration est catastrophique pour la température de retour : lorsqu'il n'y a pas ou peu de consommation côté secondaire (sur l'ECS ou le chauffage), la température de retour secondaire échangeur, et donc aussi de retour primaire, va fortement augmenter. Les 2 solutions possibles, pour tous les cas de découplage, sont donc :

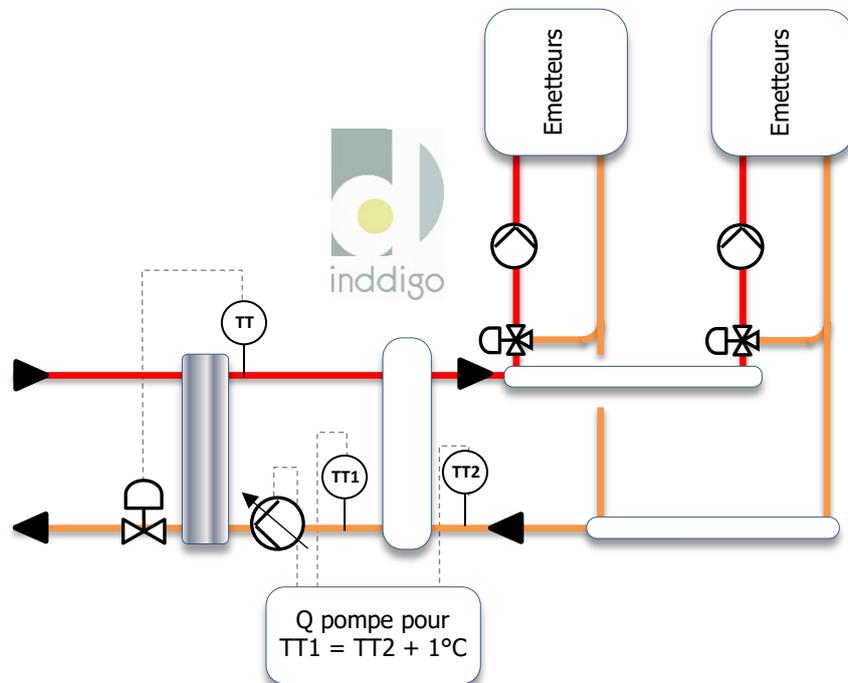
→ **Éviter le découplage hydraulique lorsque cela est possible.**

Pour notre exemple, cela se traduit par le schéma ci-dessous.



Les pompes « aval » assurent alors le débit « amont » de la bouteille supprimée.

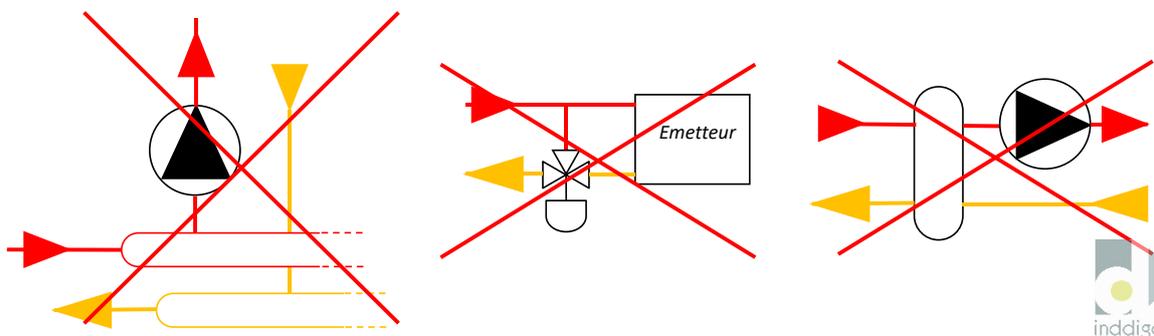
- **Prévoir un pilotage du débit « amont » du découplage.** A mettre en œuvre, lorsque les conditions des pompes « aval » ne permettent pas d'assurer l'irrigation « amont » (par exemple les pertes de charges sont trop importantes pour les pompes secondaires). On prévoit une pompe à vitesse variable avec des vannes 2 voies qui régulent le débit « amont » afin de limiter le sur-débit en pilotant un delta de température faible entre le retour « aval » et le retour « amont ».



RÉSEAUX DE CHAUFFAGE AVEC LOI D'EAU ET VARIATION DE DÉBIT

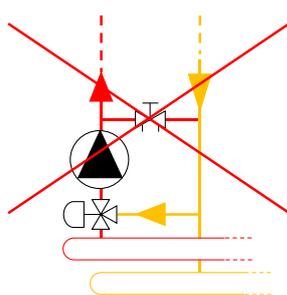
Les réseaux de distribution de chauffage doivent respecter les deux points suivants :

- **Toutes les températures de départ doivent être réglées via une loi d'eau** fonction de la température extérieure. Il ne faut donc surtout pas (comme cela peut être vu encore régulièrement sur les installations) de réseau à température constante. Remarque : il s'agit souvent de réseau « CTA ». Or, rien ne peut justifier qu'un circuit « CTA » a besoin d'un réseau à température constante (le besoin de puissance est directement dépendant de la température de l'air extérieur).
- **La conception hydraulique des réseaux ne doit pas avoir pour conséquence des débits fixes** sur tout ou partie de l'installation. Sont proscrites en particulier :
 - Les régulations terminales par V3V en décharge
 - Les bouteilles de découplage (exemples : CIC avec bouteille de découplage, ou bouteille de découplage dans sous-station secondaire).

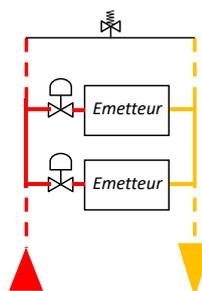


De gauche à droite : réseau de chauffage avec départ à température constante (sans loi d'eau) / régulation terminale avec vanne 3 voies en décharge inversée / bouteille de découplage

- Les vannes de bypass assurant un débit minimum aux pompes sont globalement proscrites. Ces vannes étaient nécessaires pour les pompes à débit fixes afin d'évacuer la chaleur créée par le mouvement de la pompe (la chaleur étant évacuée par le fluide qu'elle transporte). Avec une pompe à débit variable avec régulation à DP constant ou variable, lorsque le débit est nul, la pompe a déjà diminué au maximum sa vitesse et l'énergie à évacuer est très faible. Pour certaines pompes de taille très importante, il peut être encore utile d'avoir un débit minimum. S'il l'est, alors, il faut par exemple prévoir une soupape de pression différentielle à positionner en bout d'antenne de réseau de chauffage comme dessiné sur le schéma ci-après. Le réglage de cette soupape (pression de déclenchement et débit lorsqu'elle est ouverte) n'est pas évident, dépend de sa position exacte dans l'installation, et doit faire l'objet d'une attention particulière.



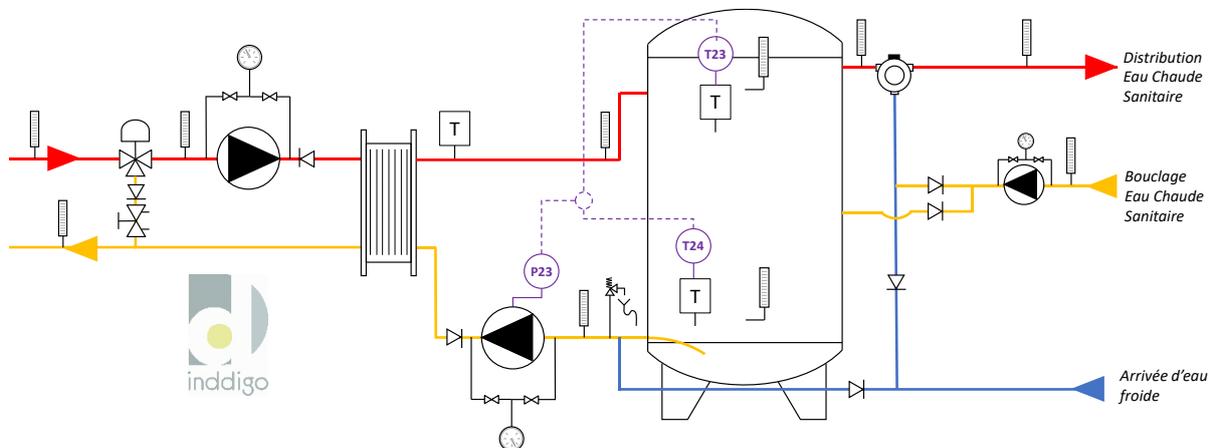
Vanne de bypass



Soupape de pression différentielle en bout de réseau

ASSERVISSEMENT/RÉGULATION DES POMPES ECS

Il est primordial que les pompes primaires et secondaires de l'échangeur ECS ne fonctionnent pas en permanence. Elles ne doivent fonctionner que lorsque le ballon ECS est suffisamment déchargé. Leur fonctionnement doit être asservi sur des sondes (classiquement 2 sondes : 1 sonde partie haute/milieu et une sonde partie basse du ballon) disposées dans le ballon d'ECS.



À noter que beaucoup de modules fabricants possèdent une régulation intégrée permettant l'asservissement des pompes à des sondes placées dans le ballon comme décrit ci-dessus. Cependant, il s'agit souvent d'une option, qu'il ne faut pas oublier de prendre et d'activer. Il est possible également, en complément, de piloter le débit des pompes (lorsqu'elles sont autorisées à fonctionner) afin de limiter les appels de puissance en chargeant le ballon moins vite si la demande ECS le permet.

RÉGULATION PRIMAIRE INFORMÉE DE L'IRRIGATION DE LA SONDE SORTIE ÉCHANGEUR

Il est indispensable d'autoriser les débits nuls au secondaire (cf autres règles à respecter). Or, cela a pour conséquence que la sonde située sur la sortie secondaire de l'échangeur n'est pas constamment irriguée, ce qui perturbe la régulation primaire. Il est donc indispensable que la régulation du circuit primaire soit informée lorsque la sonde située sur la sortie secondaire de l'échangeur n'est pas irriguée, et que dans un tel cas, elle ferme entièrement la vanne 2 voies du primaire. Deux solutions techniques simples sont possibles :

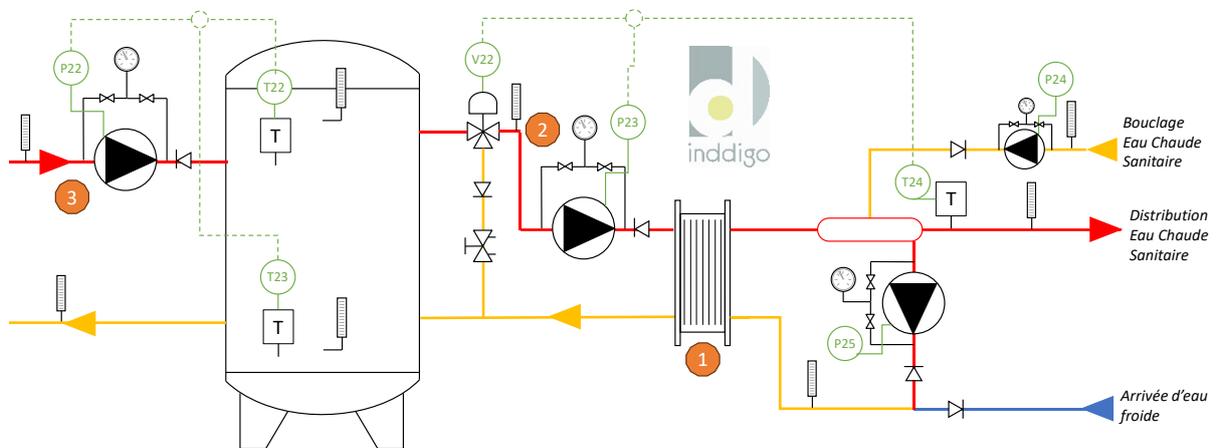
- La régulation du secondaire fournit l'information (par contact sec par exemple) que la sonde n'est plus irriguée.
- Un détecteur de débit est installé sur le secondaire, et relié directement à la régulation du primaire. (Intérêt de cette solution : évite les échanges entre la régulation primaire et secondaire)

Ce point est primordial : Le débit d'eau du réseau chaleur est régulé via une vanne 2 voies qui régule la température de sortie échangeur au secondaire. Si cette sonde n'est plus irriguée (par exemple si le besoin de chaleur au secondaire est nul), alors la régulation primaire n'arrivera pas à ce que cette sonde atteigne sa consigne, et la régulation ouvrira alors en grand la vanne 2 voies du primaire. C'est le pire cas qui puisse arriver en termes de température de retour, puisque l'arrivée du réseau de chaleur est directement renvoyée au retour, le tout au débit maximum.

VIGILANCE DU STOCKAGE EN EAU TECHNIQUE (STOCKAGE PRIMAIRE) POUR LA PRODUCTION ECS

Le choix hydraulique classique d'un ballon d'ECS sanitaire (dimensionnement semi-instantané ou semi-accumulation) réchauffé par un échangeur de chaleur est la solution optimale pour assurer des températures de retour basse. Le choix d'utiliser un stockage « primaire » en eau technique doit être réfléchi (selon les impositions réglementaires) et les points de vigilances suivants doivent être traités :

1. Dimensionnement de l'échangeur ECS afin d'avoir un pincement faible
2. Piloter le couple pompe de charge échangeur / vanne 3 voies de manière complémentaire :
 - Faire varier le débit de la pompe de charge (pour respecter la consigne ECS)
 - Puis, si le débit mini de la pompe est atteint, piloter l'ouverture de la vanne 3 voies
3. Piloter la pompe de charge Ballon (où le débit) selon les principes de charge ECS.



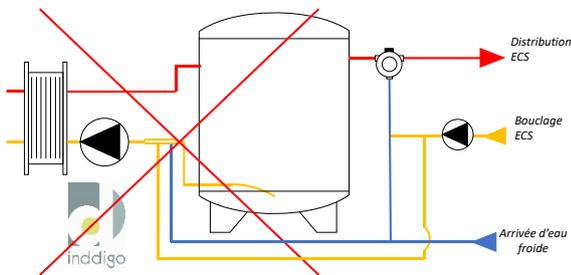
PIQUAGES ECS RETOUR BOUCLAGE ET ARRIVÉE D'EAU FROIDE

Retour de bouclage :

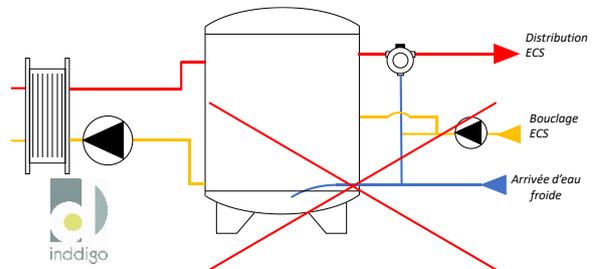
Le retour de bouclage doit revenir au ballon au milieu de celui-ci ou tiers haut (il doit se situer suffisamment en dessous de la sonde de température haute pour ne pas réenclencher en continu les pompes de charges et pas trop bas pour ne pas déstratifier le ballon. Le retour de bouclage ne doit pas revenir au ballon via un piquage sur l'arrivée d'eau froide (ou mini collecteur comme sur le schéma ci-dessous) et situé entre le ballon et l'échangeur ECS. Ce type de positionnement était conseillé dans le cas où la pompe secondaire de l'échangeur ECS fonctionnait en permanence.

Arrivée d'eau froide

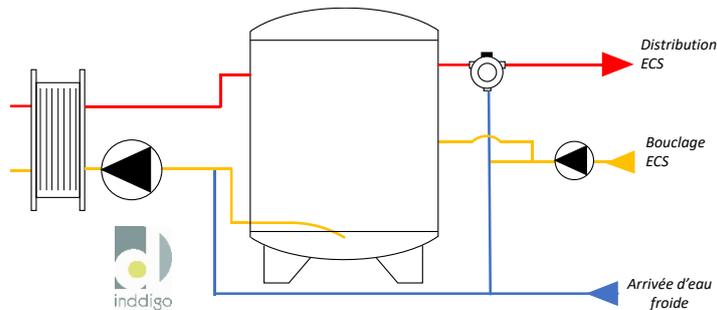
Il est préférable que l'eau froide soit piquée sur le tube reliant l'échangeur au ballon et non directement au ballon. Cela favorise les retours froids vers l'échangeur.



À gauche : Solution à proscrire avec bouclage ECS qui déstratifie le ballon quand les pompes sont arrêtées.



À droite : Solution non optimale où l'arrivée d'eau froide est directement piquée en partie basse du ballon.



Solution optimale avec bouclage au milieu / tiers haut du ballon et arrivée d'eau froide entre échangeur et ballon

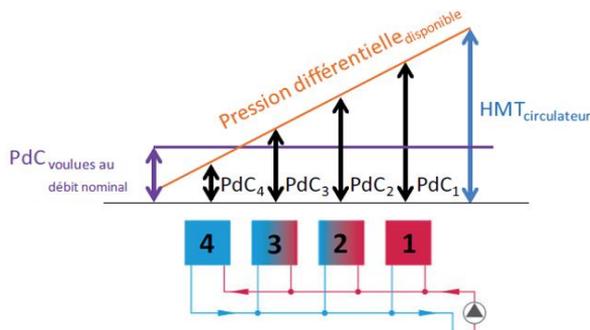
RÉGLAGE DES POMPES

Sur-débites = retours plus chauds

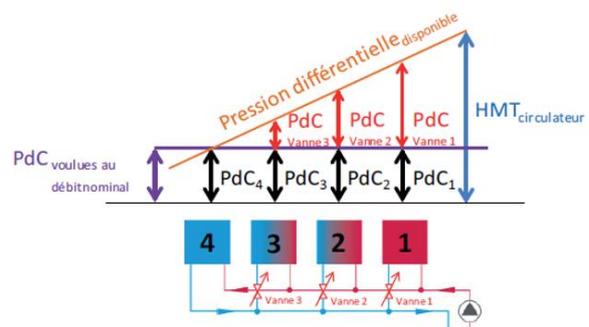
La variation de débit des pompes (via une régulation à DP constant ou variable de la pompe + régulation terminale des émetteurs par vanne 2 voies) ne suffit pas à assurer des écarts de température départ/retour optimaux. Il faut également que le réglage de la consigne soit le bon. Sur trop d'installations, les pompes ont un débit trop élevé même en régime nominal (i.e. avec toutes les régulations terminales ouvertes), et les retours sont trop chauds. La consigne de DP de la pompe en régime nominal doit être confirmée lors de la mise en service, et la consigne finale réglée de manière à avoir réellement la bonne température de retour lorsque tous les émetteurs sont irrigués. De plus, il convient que les entreprises de maintenance n'augmentent pas les consignes des pompes au premier problème de chauffage qui apparaît.

EQUILIBRAGE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE BOUCLAGE ECS

Un bon équilibrage des circuits de chauffage et des bouclages ECS est primordial pour la maîtrise des températures de retour. Un mauvais équilibrage oblige à augmenter les consignes de pompes pour avoir le débit souhaité dans les antennes défavorisées, et de ce fait, occasionne des sur-débites sur les autres branches, avec pour conséquence des retours globaux plus chauds. L'absence d'organes d'équilibrage ou le mauvais réglage des organes existants entraînent ce qu'il est convenu d'appeler le « déséquilibre hydraulique ». Celui-ci est caractérisé par des circuits suralimentés et d'autres sous-alimentés.



Répartition des pressions dans un réseau hydraulique non équilibré



Répartition des pressions dans un réseau hydraulique équilibré

Source: COSTIC

RÉGIMES DE TEMPÉRATURE ET LOIS D'EAU

Réduire les régimes de température sur un circuit et mettre en place une loi d'eau permet d'assurer un contrôle de régulation et assure une réduction des températures de retour.



Configurations Détailées

4 LES CONFIGURATIONS DÉTAILLÉES

PRÉSENTATION

Nous présentons différentes configurations détaillées qui sont représentatives des cas de figures standards rencontrés sur les réseaux de chaleur. Pour chaque configuration, nous présentons un schéma hydraulique détaillé, un descriptif fonctionnel de régulation, une table d'échange possible entre le primaire et le secondaire ainsi qu'une trame de chiffrage en annexe.

Les configurations présentées sont :

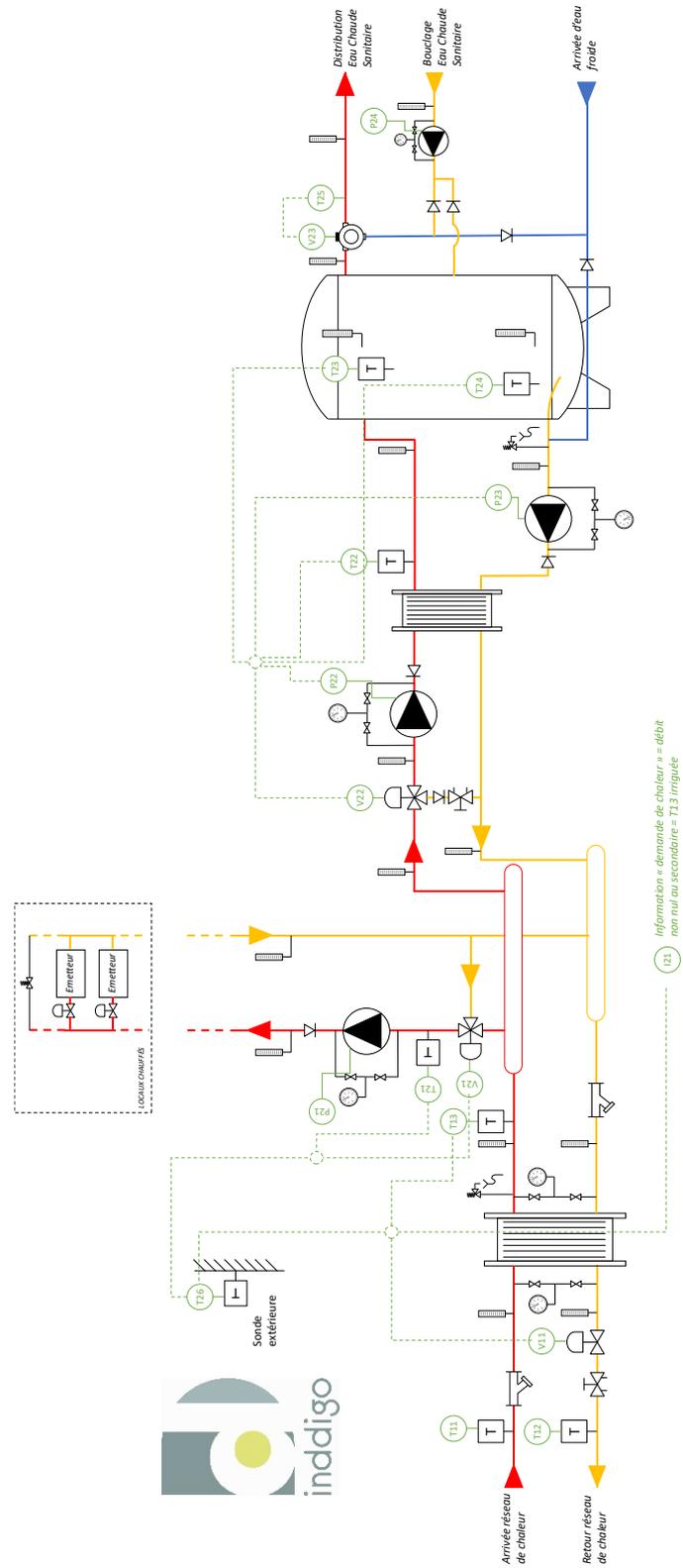
- A. 1 échangeur primaire / Chauffage + ECS en semi-instantané**
- B. 1 échangeur primaire / chauffage + ECS en Eau Technique**
- C. 1 échangeur primaire / Chauffage + ECS en instantané**
- D. 2 échangeurs primaires / Chauffage + ECS en semi-instantané**
- E. 2 échangeurs primaires / Chauffage + ECS en instantané**
- F. Configuration D avec préchauffage par retour ECS**
- G. Configuration E avec préchauffage par retour ECS**

CONFIGURATION A

Présentation

La configuration A correspond à la solution de sous-station classique pour un abonné avec des besoins de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire raccordé à un réseau de chaleur. La configuration permet d'obtenir une température de retour basse avec une possibilité d'interface entre le primaire et le secondaire sans complexité hydraulique particulière. L'interface réseau / abonné est faite par un seul échangeur. Les circuits de chauffage sont raccordés en direct (sans découplage) sur l'échangeur chauffage du réseau de chaleur. La production d'eau sanitaire est de type non-instantanée (avec stockage en eau sanitaire).

Schéma de principe fonctionnel



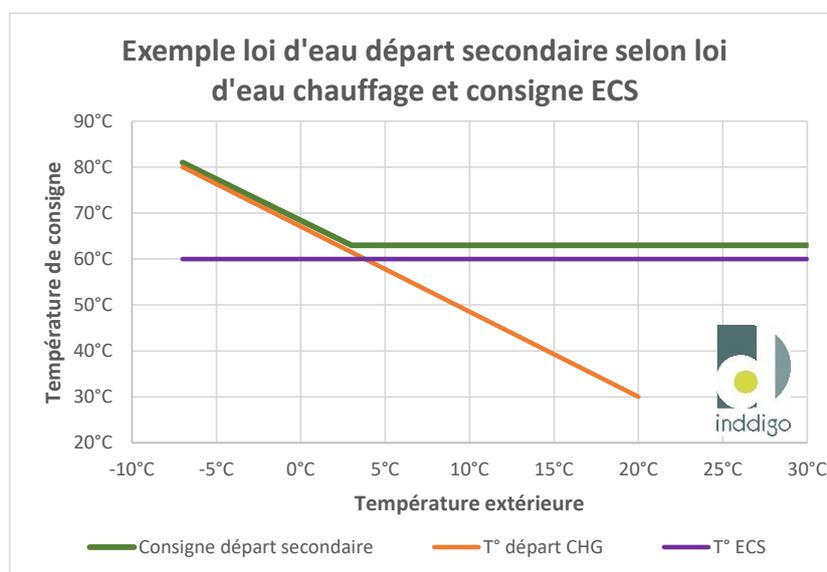
Descriptif fonctionnel

Régulation primaire

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage, de la consigne ECS et du pincement de l'échangeur ECS :



Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI
 ((**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ET (**V22** en recyclage total OU **P22** arrêtée))
 ALORS **I21** = 0
 SINON **I22** = 1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : Régulation circuit chauffage

- Pompe **P21** :
 - Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
 - En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.
- Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.
- Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnant, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : Régulation circuit ECS

- Vanne 3 voies **V22** : la régulation assure une température de production d'ECS (sortie secondaire échangeur ECS **T22**) égale à la consigne de température ECS **Tcsg ECS** + hystérésis (exemple 2°C) (valeur classique égale à 60°C) en modulant la vanne 3 voies **V22**.
- Pompe **P22** et pompe **P23** :
 - Ces pompes fonctionnent à débit (ou vitesse) fixe. Leur débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant des pompes à débit variable et en réglant leur vitesse pour avoir le bon débit. Un fonctionnement à débit variable est possible selon une température de retour échangeur ou un delta de température échangeur.
 - Asservissement du fonctionnement des pompes (**P22** et **P23**) en fonction de sondes de température placées en partie haute et basse du ballon de stockage.
 - SI ($T23 \leq Tcsg\ ECS$ – hystérésis (exemple 3°C) ET **P23** arrêtée) ALORS on redémarre **P22** et **P23**
 - SI ($T24 \geq Tcsg\ ECS$ ET $T23 \geq Tcsg\ ECS$ ET **P23** en fonctionnement) ALORS (on arrête **P22** et **P23**).
- Mitigeur thermostatique **V23** : ce mitigeur assure une température de distribution ECS **T25** constante (classiquement comprise entre 55°C et 60°C) par mélange de la sortie du ballon avec l'eau froide et le retour de bouclage.
- Pompe **P24** : pompe de bouclage fonctionnant en permanence. Cette pompe fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Son débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit.

Table d'échange régulations

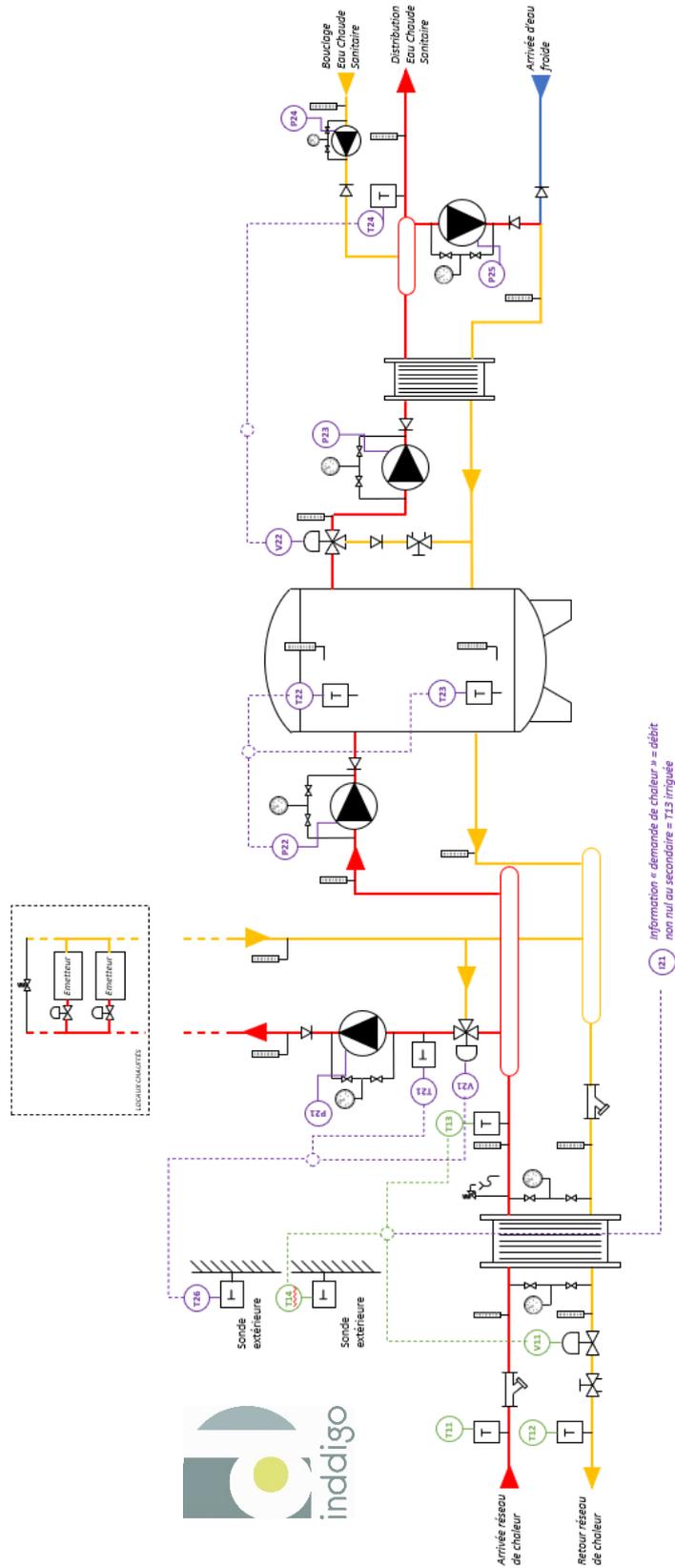
Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chaleur secondaire	Si pas de demande de chaleur (sonde T13) non irriguée alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur réseau (T13)	Adaptation de la loi d'eau de consigne de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage T° consigne ECS	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit, interruption de la production ECS si le ballon est suffisamment Chaud)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage, anticipation d'un cycle de charge ECS ou augmentation de la température de consigne de production ECS)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

CONFIGURATION B

Présentation

La configuration B correspond à une solution de sous-station assez proche de la précédente : l'interface réseau / abonné est toujours faite avec un seul échangeur, et il n'y a pas de découplage après l'échangeur de chauffage. L'unique différence se situe au niveau du stockage pour l'eau chaude sanitaire, qui se fait en eau technique, en amont de l'échangeur ECS, plutôt qu'en aval de l'échangeur ECS, directement sur le circuit d'eau chaude sanitaire.

Schéma de principe fonctionnel



Descriptif fonctionnel

Nota : les mesures et actionneurs sont indiqués en **orange**. Les consignes/informations selon régulation émettrice : **vert** pour primaire et **violet** pour secondaire

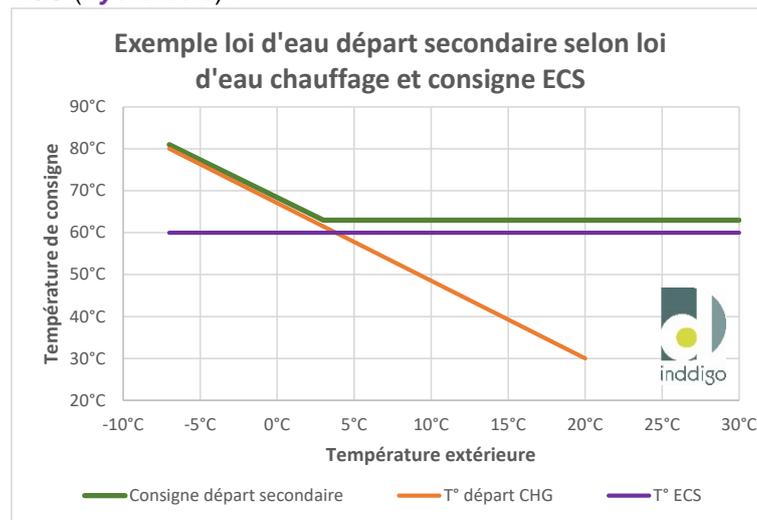
Régulation primaire

La régulation primaire demeure inchangée par rapport à la configuration A :

la régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en **T14**. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**), de la consigne ECS (**Tcsg ECS**) et du pincement de l'échangeur ECS (**hystérésis**) :



Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI

((**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ET (**V22** en recyclage total OU **P22** arrêtée))

ALORS **I21** = 0

SINON **I21** = 1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : Régulation circuit chauffage

- Pompe **P21** :
 - Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
 - En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.
- Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.
- Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnant, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : Régulation circuit ECS

- Vanne 3 voies **V22** : la régulation assure une température de production d'ECS (sortie secondaire échangeur ECS **T24**) égale à la consigne de température ECS **Tcsg ECS + hystérésis** (exemple 2°C) (valeur classique égale à 60°C) en modulant la vanne 3 voies **V22**.
- Pompe **P22**:
 - Cette pompe fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Le débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe à débit variable et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit. Un fonctionnement à débit variable est possible selon une température en haut et en bas du ballon d'eau technique.
 - Asservissement du fonctionnement de la pompe (**P22**) en fonction de sondes de température placées en partie haute et basse du ballon de stockage en eau technique.
 - SI (**T22** ≤ **Tcsg ECS – hystérésis** (exemple 3°C) ALORS on redémarre **P22**
 - SI (**T23** ≥ **Tcsg ECS** ET **T22** ≥ **Tcsg ECS**) ALORS (on arrête **P22**).
- Pompes **P23**, **P24** et **P25** : la pompe de charge échangeur ECS, de bouclage ECS et de recyclage échangeur ECS fonctionnent en permanence. Ces pompes fonctionnent à débit (ou vitesse) fixe. Le débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit. Un fonctionnement de **P23** à débit variable est possible selon une température de retour échangeur ou un delta de température échangeur.

Table d'échange régulations

Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chaleur secondaire	Si pas de demande de chaleur (sonde T13 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Mutualisation Température extérieure	Assurer la cohérence des lois d'eau primaire (sortie échangeur secondaire) et secondaire (lois d'eau chauffage)	<i>T° extérieure (T26)</i>	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur réseau (T13)	Adaptation de la loi d'eau de consigne de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage T° consigne ECS	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit, interruption de la production ECS si le ballon est suffisamment Chaud)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage, anticipation d'un cycle de charge ECS ou augmentation de la température de consigne de production ECS)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

Régulation secondaire : Demande de délestage

La demande de délestage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_delest**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage chauffage possible si la température intérieure est supérieure ou égale à la consigne moins une hystérésis (paramétrable à 0,5°C par exemple) et pendant une durée maximale (paramétrable à 2 heures par exemple)

Si $Temp_int \geq T_csg_int - hystérésis$ (0,5°C) ET $Tempo_délestage < durée_max$ ALORS Délestage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies V21 régulera sur une loi d'eau en mode réduit avec l'abaissement correspondant (paramétrable, -10°C par exemple)

Partie ECS :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage.

*Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage ECS possible si la température haute du ballon est supérieure en égale à la consigne **Tcsg ballon** moins une hystérésis (paramétrable à 3°C par exemple).*

Si **T22** > **Tcsg ballon – hystérésis** (3°C) ALORS Délestage ECS autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage ECS autorisé ALORS pompe **P22** arrêtée.

Régulation secondaire : Demande de soutirage

*La demande de soutirage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_soutir***

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage chauffage possible si les relances de chauffage sont prévues dans un temps maximal (paramétrable, 2 heures par exemple)

Si Heure de Relance CHG < **Tempo_max** (2h) ALORS Soutirage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du soutirage :

SI Soutirage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** régulera sur une loi d'eau en mode relance avec l'augmentation correspondante (selon réglages lois d'eau)

Partie ECS :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage.

*Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage ECS possible si la température en bas du ballon est inférieure ou égale à la consigne **Tcsg ballon** plus une hystérésis (paramétrable à 10°C par exemple).*

Si **T23** ≤ **Tcsg ballon + hystérésis** (10°C) ALORS Soutirage ECS autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Soutirage ECS autorisé ALORS modification de la consigne ECS : **Tcsg ballon + hystérésis** (10°C) et régulation cycles ECS identiques à la régulation présentée.

Liste des points de contrôle (mise en service / exploitation) :

La liste de points de contrôle présentée ci-dessous concerne le schéma hydraulique secondaire de la configuration, les réglages hydrauliques associés et la régulation.

Cette liste n'est en aucun cas limitative et ne saurait représenter la liste complète des points de contrôle d'une installation.

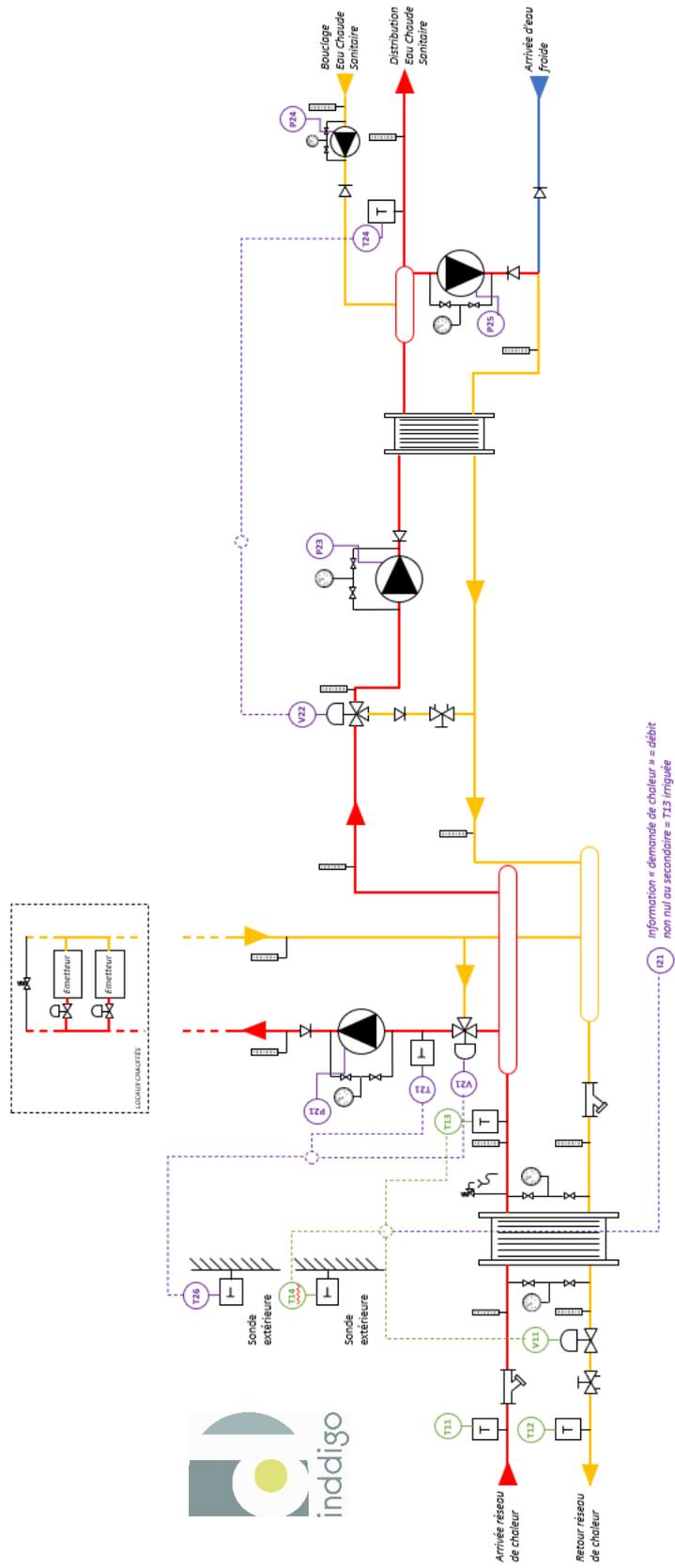
Poste	Mise en service	Exploitation
Conformité hydraulique	Vérification que l'installation est conforme à la configuration proposée : positions des piquages, des équipements, de la métrologie	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Conformité équipements	Vérification de la conformité des équipements en place avec les études d'exécution	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Réglages des pompes de circulation	Vérification des réglages des pompes de circulation : débit de fonctionnement et/ou courbe de réglage	Vérification périodique et renouvellement
Contrôle des mesures	Vérification de la cohérence des mesures : mesure étalonnée et bien affectée en automatisme	Vérification périodique et renouvellement
Boucles de régulation : lois d'eau, contrôle V2V primaire, contrôle V3V chauffage, contrôle asservissement pompes	Vérification des boucles de régulation	Vérification périodique et renouvellement
Analyse des données	Suivi des températures de retour secondaire et retour primaire dans le temps	

CONFIGURATION C

Présentation

La configuration C correspond à une solution de sous-station proche des 2 précédentes : l'interface réseau / abonné est toujours faite avec un seul échangeur, et il n'y a pas de découplage après l'échangeur de chauffage. La différence se situe au niveau de la production d'eau chaude sanitaire, qui se fait en instantanée via l'échangeur ECS.

Schéma de principe fonctionnel



Descriptif fonctionnel

Nota : les mesures et actionneurs sont indiqués en **orange**. Les consignes/informations selon régulation émettrice : **vert** pour primaire et **violet** pour secondaire

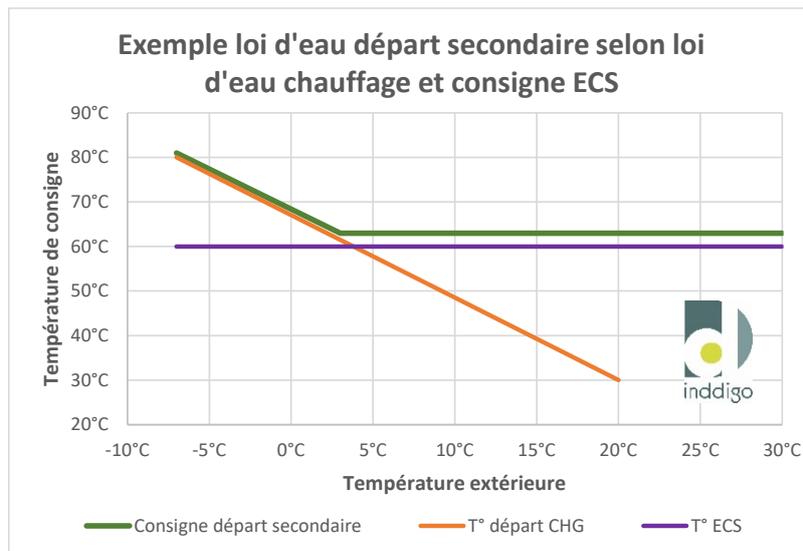
Régulation primaire

La régulation primaire demeure inchangée par rapport aux configurations A et B :

la régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en **T14**. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**), de la consigne ECS (**Tcsg ECS**) et du pincement de l'échangeur ECS (**Hysté**) :



Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI

((**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ET (**V22** en recyclage total OU **P23** arrêtée))

ALORS **I21** = 0

SINON **I21** = 1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : Régulation circuit chauffage

- Pompe **P21** :
 - Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
 - En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.
- Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.
- Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnants, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : Régulation circuit ECS

- Vanne 3 voies **V22** : la régulation assure une température de production d'ECS (sortie secondaire échangeur ECS **T24**) égale à la consigne de température ECS **Tcsg ECS + hystérésis** (exemple 2°C) (valeur classique égale à 60°C) en modulant la vanne 3 voies **V22**.
- Pompe **P23**:
 - Cette pompe fonctionne en permanence. Elle fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Le débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe à débit variable et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit. Un fonctionnement à débit variable est possible selon une température de retour échangeur ou un delta de température échangeur.
- Pompes **P24** et **P25** : la pompe de bouclage ECS et de recyclage échangeur ECS fonctionnent en permanence. Ces pompes fonctionnent à débit (ou vitesse) fixe. Le débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit.

Table d'échange régulations :

Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chaleur secondaire	Si pas de demande de chaleur (sonde T13 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Mutualisation Température extérieure	Assurer la cohérence des lois d'eau primaire (sortie échangeur secondaire) et secondaire (lois d'eau chauffage)	<i>T° extérieure (T26)</i>	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur réseau (T13)	Adaptation de la loi d'eau de consigne de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage T° consigne ECS	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

Régulation secondaire : Demande de délestage

La demande de délestage est transmise par la régulation primaire, dénommée **I_delest**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage chauffage possible si la température intérieure est supérieure ou égale à la consigne moins une hystérésis (paramétrable à 0,5°C par exemple) et pendant une durée maximale (paramétrable à 2 heures par exemple)

Si $Temp_int \geq T_csg_int - Hysté (0,5°C)$ ET $Tempo_delestage < durée_max$
ALORS Délestage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** régulera sur une loi d'eau en mode réduit avec l'abaissement correspondant (paramétrable, -10°C par exemple)

Partie ECS :

Il n'y a pas de délestage possible pour la partie ECS avec cette configuration en instantanée.

Régulation secondaire : Demande de soutirage

La demande de soutirage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_soutir**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage chauffage possible si les relances de chauffage sont prévues dans un temps maximal (paramétrable, 2 heures par exemple)

Si Heure de Relance CHG < **Tempo_max** (2h) ALORS Soutirage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du soutirage :

SI Soutirage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** réglera sur une loi d'eau en mode relance avec l'augmentation correspondante (selon réglages lois d'eau)

Partie ECS :

Il n'y a pas de soutirage possible pour la partie ECS avec cette configuration en instantanée.

Liste des points de contrôle (mise en service / exploitation)

La liste de points de contrôle présentée ci-dessous concerne le schéma hydraulique secondaire de la configuration, les réglages hydrauliques associés et la régulation.

Cette liste n'est en aucun cas limitative et ne saurait représenter la liste complète des points de contrôle d'une installation.

Poste	Mise en service	Exploitation
Conformité hydraulique	Vérification que l'installation est conforme à la configuration proposée : positions des piquages, des équipements, de la métrologie	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Conformité équipements	Vérification de la conformité des équipements en place avec les études d'exécution	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Réglages des pompes de circulation	Vérification des réglages des pompes de circulation : débit de fonctionnement et/ou courbe de réglage	Vérification périodique et renouvellement
Contrôle des mesures	Vérification de la cohérence des mesures : mesure étalonnée et bien affectée en automatisme	Vérification périodique et renouvellement
Boucles de régulation : lois d'eau, contrôle V2V primaire, contrôle V3V chauffage, contrôle asservissement pompes	Vérification des boucles de régulation	Vérification périodique et renouvellement
Analyse des données	Suivi des températures de retour secondaire et retour primaire dans le temps	

CONFIGURATION D

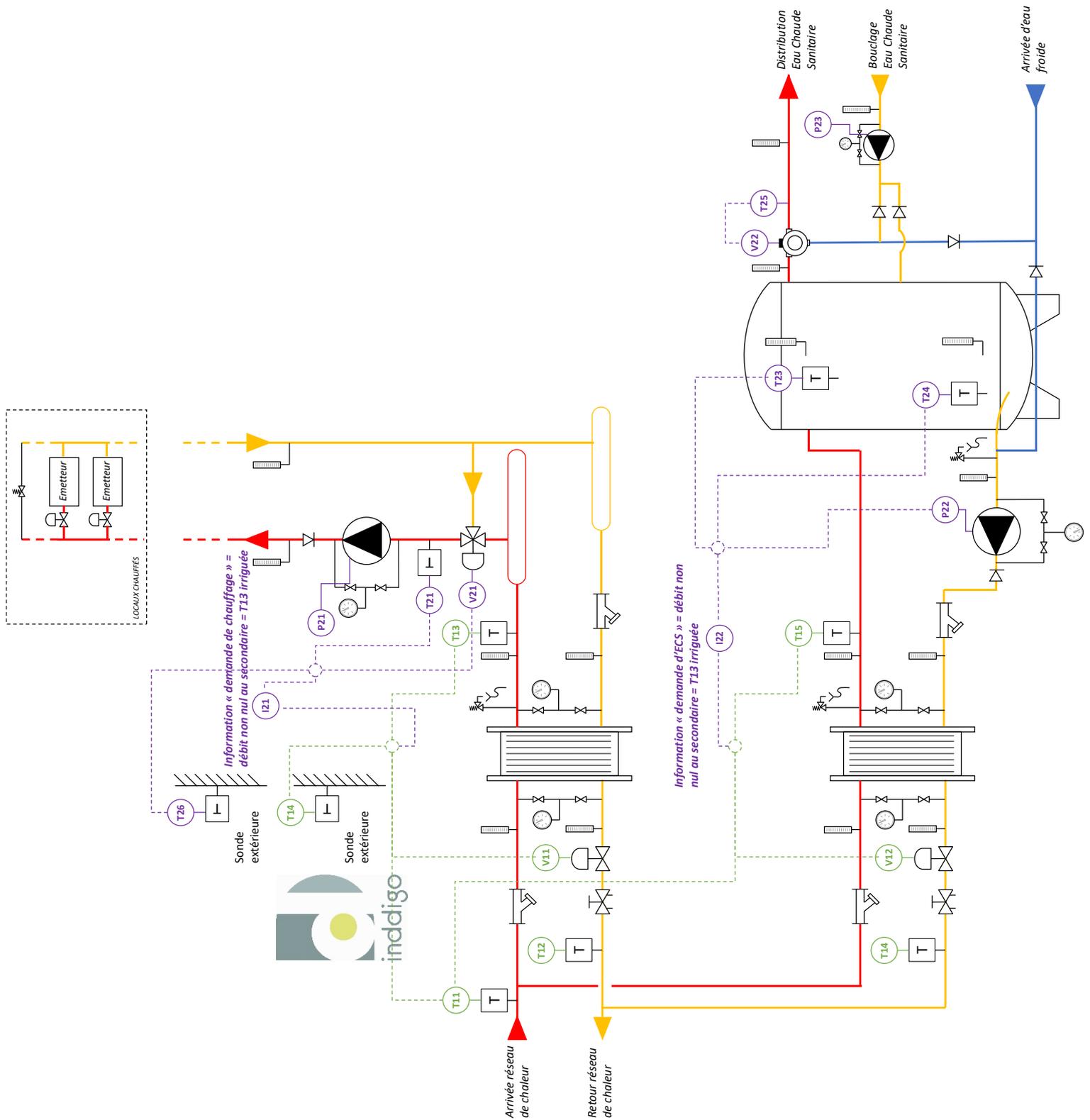
Présentation

La configuration D correspond à une solution de sous-station optimisée pour un abonné avec des besoins de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire raccordé à un réseau de chaleur. La configuration permet d'obtenir une température de retour très basse avec une possibilité d'interface entre le primaire et le secondaire. L'interface réseau / abonné est faite par deux échangeurs. Les circuits de chauffage sont raccordés en direct (sans découplage) sur l'échangeur chauffage du réseau de chaleur. La production d'eau sanitaire est de type non-instantanée (avec stockage en eau sanitaire) raccordée directement au primaire du réseau.

Les points de vigilance spécifiques à cette configuration sont :

- Coté primaire : l'équilibrage dynamique entre les deux échangeurs.
- Coté secondaire : la température d'entrée primaire dans l'échangeur ECS par rapport au risque d'entartement de l'échangeur.

Schéma de principe fonctionnel



Descriptif fonctionnel

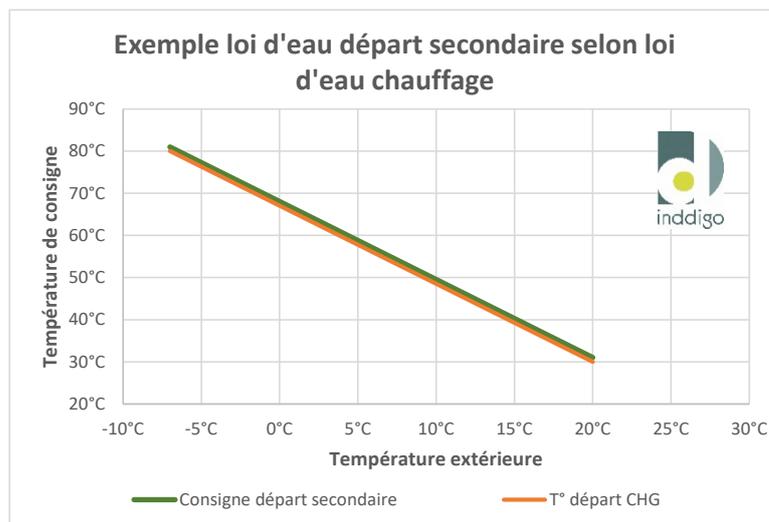
Nota : les mesures et actionneurs sont indiqués en **orange**. Les consignes/informations selon régulation émettrice : **vert** pour primaire et **violet** pour secondaire

Régulation primaire : partie chauffage

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en



T14. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**)

Régulation primaire : partie ECS

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I22** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T15** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V12** :

- Si **I22** = 0 (sonde **T15** non irriguée) : alors la vanne **V12** est fermée.
- Si **I22** = 1 (sonde **T15** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T15** égale à la consigne demandée **Tcsg ECS** + **hystérésis** (exemple 2°C) (valeur classique égale à 60°C) en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :

- La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
- La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en **T14**. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**)

Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI (**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ALORS **I21** = 0

SINON **I21** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I22** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T15** est irriguée.

→ Contact sec **I22** :

SI **P22** arrêtée ALORS **I22** = 0

SINON **I22** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : circuit chauffage

→ Pompe **P21** :

- Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
- En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.

→ Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.

→ Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnants, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : circuit ECS

→ Pompe **P22** :

- Cette pompe fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Son débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe à débit variable et en réglant sa vitesse pour avoir le bon débit. Un fonctionnement à débit variable est possible selon une température de retour échangeur ou un delta de température échangeur.
- Asservissement du fonctionnement de la pompe **P22** en fonction de sondes de température placées en partie haute et basse du ballon de stockage.

- SI ($T_{23} \leq T_{csg ECS} - \text{hystérésis}$ (exemple 3°C) ET P_{22} arrêtée)
ALORS on redémarre P_{22}
 - SI ($T_{24} \geq T_{csg ECS}$ ET $T_{23} \geq T_{csg ECS}$ ET P_{22} en fonctionnement)
ALORS on arrête P_{22} .
- Mitigeur thermostatique V_{22} : ce mitigeur assure une température de distribution ECS T_{25} constante (classiquement comprise entre 55°C et 60°C) par mélange de la sortie du ballon avec l'eau froide et le retour de bouclage.
- Pompe P_{23} : pompe de bouclage fonctionnant en permanence. Cette pompe fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Son débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit.

Table d'échange des régulations primaire et secondaire :

Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chauffage secondaire	Si pas de demande de chauffage (sonde T_{13} non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Demande d'ECS secondaire	Si pas de demande d'ECS (sonde T_{15} non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Mutualisation Température extérieure	Assurer la cohérence des lois d'eau primaire (sortie secondaire échangeur chauffage) et secondaire (lois d'eau chauffage)	T° extérieure (T_{26})	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T_{13})	Adaptation de la loi d'eau de consigne chauffage de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T_{15})	Adaptation de la loi d'eau de consigne ECS de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne ECS	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit, interruption de la production ECS si le ballon est suffisamment Chaud)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage, anticipation d'un cycle de charge ECS ou augmentation de la température de consigne de production ECS)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

Régulation secondaire : Demande de délestage

La demande de délestage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_delest**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage chauffage possible si la température intérieure est supérieure ou égale à la consigne moins une hystérésis (paramétrable à 0,5°C par exemple) et pendant une durée maximale (paramétrable à 2 heures par exemple)

Si $\text{Temp_int} \geq T_{\text{csg_int}} - \text{Hysté}$ (0,5°C) ET $\text{Tempo_delestage} < \text{durée_max}$
ALORS Délestage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies V21 régulera sur une loi d'eau en mode réduit avec l'abaissement correspondant (paramétrable, -10°C par exemple)

Partie ECS :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage.

*Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage ECS possible si la température haute du ballon est supérieure en égale à la consigne **Tcsg ECS** moins une hystérésis (paramétrable à 3°C par exemple).*

Si $T23 > T_{\text{csg ECS}} - \text{Hysté}$ (3°C) ALORS Délestage ECS autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage ECS autorisé ALORS vanne 2 voies **V12** fermée et pompe **P22** arrêtée

Régulation secondaire : Demande de soutirage

La demande de soutirage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_soutir**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage chauffage possible si les relances de chauffage sont prévues dans un temps maximal (paramétrable, 2 heures par exemple)

Si Heure de Relance CHG < **Tempo_max** (2h) ALORS Soutirage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du soutirage :

SI Soutirage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** régulera sur une loi d'eau en mode relance avec l'augmentation correspondante (selon réglages lois d'eau)

Partie ECS :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage.

*Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage ECS possible si la température en bas du ballon est inférieure ou égale à la consigne **Tcsg ECS** plus une hystérésis (paramétrable à 10°C par exemple).*

Si $T_{24} \leq T_{csg\ ECS} + Hysté (10^{\circ}C)$ ALORS Soutirage ECS autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Soutirage ECS autorisé ALORS modification de la consigne ECS : **Tcsg ECS** + **Hysté** (10°C) et régulation cycles ECS identiques à la régulation présentée.

Liste des points de contrôle (mise en service / exploitation)

La liste de points de contrôle présentée ci-dessous concerne le schéma hydraulique secondaire de la configuration, les réglages hydrauliques associés et la régulation.

Cette liste n'est en aucun cas limitative et ne saurait représenter la liste complète des points de contrôle d'une installation.

Poste	Mise en service	Exploitation
Conformité hydraulique	Vérification que l'installation est conforme à la configuration proposée : positions des piquages, des équipements, de la métrologie	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Conformité équipements	Vérification de la conformité des équipements en place avec les études d'exécution	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Réglages des pompes de circulation	Vérification des réglages des pompes de circulation : débit de fonctionnement et/ou courbe de réglage	Vérification périodique et renouvellement
Contrôle des mesures	Vérification de la cohérence des mesures : mesure étalonnée et bien affectée en automatisme	Vérification périodique et renouvellement
Boucles de régulation : lois d'eau, contrôle V2V primaire, contrôle V3V chauffage, contrôle asservissement pompes	Vérification des boucles de régulation	Vérification périodique et renouvellement
Analyse des données	Suivi des températures de retour secondaire et retour primaire dans le temps	

CONFIGURATION E

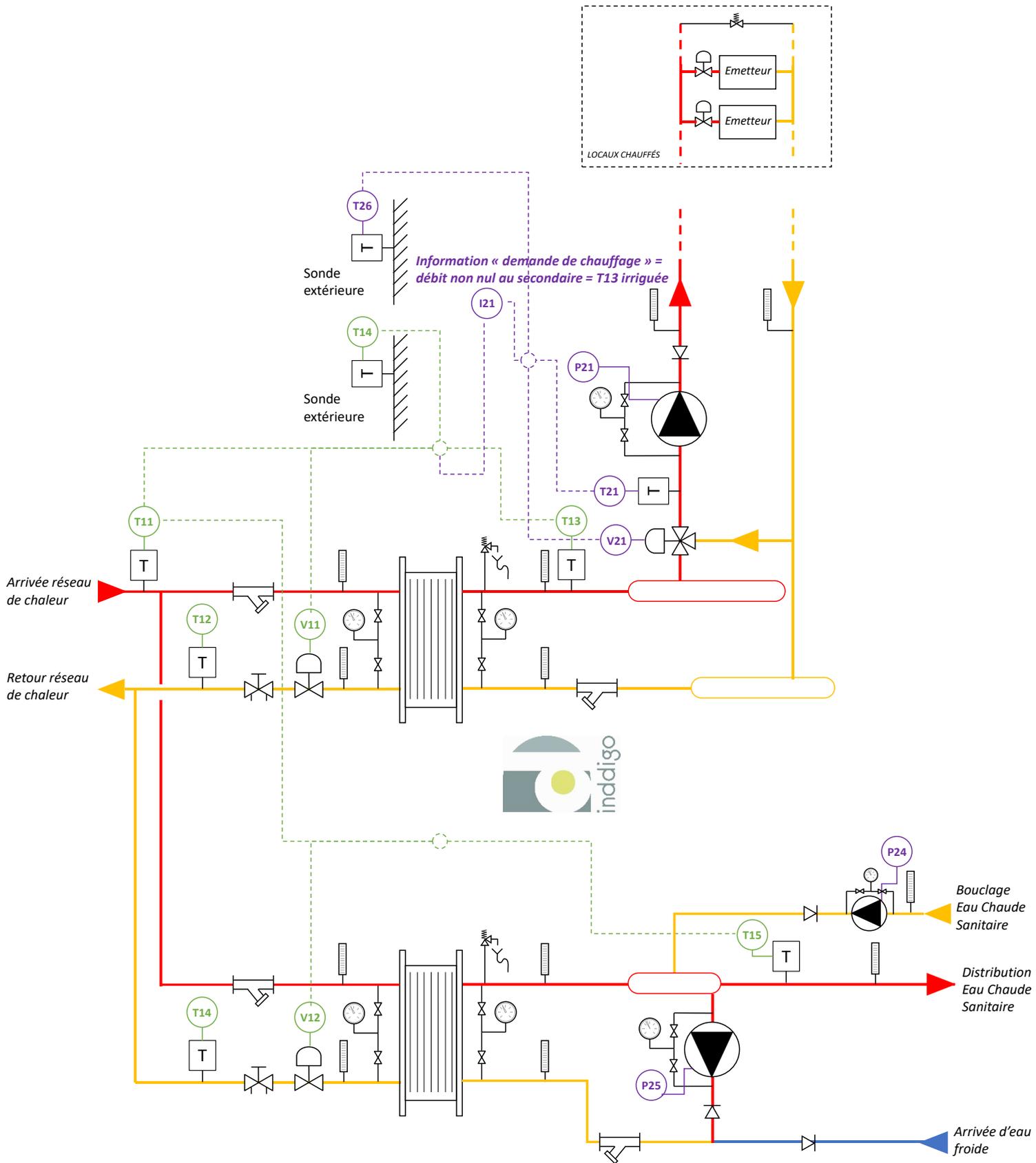
Présentation

La configuration E correspond à une solution de sous-station optimisée pour un abonné avec des besoins de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire raccordé à un réseau de chaleur. La configuration permet d'obtenir une température de retour très basse avec une possibilité d'interface entre le primaire et le secondaire. L'interface réseau / abonné est faite par deux échangeurs. Les circuits de chauffage sont raccordés en direct (sans découplage) sur l'échangeur chauffage du réseau de chaleur. La production d'eau sanitaire est de type instantanée (sans stockage) raccordée directement au primaire du réseau.

Les points de vigilance spécifiques à cette configuration sont :

- Côté primaire : l'équilibrage dynamique entre les deux échangeurs.
- Côté secondaire : la température d'entrée primaire dans l'échangeur ECS par rapport au risque d'entartement de l'échangeur.

Schéma de principe fonctionnel



Descriptif fonctionnel

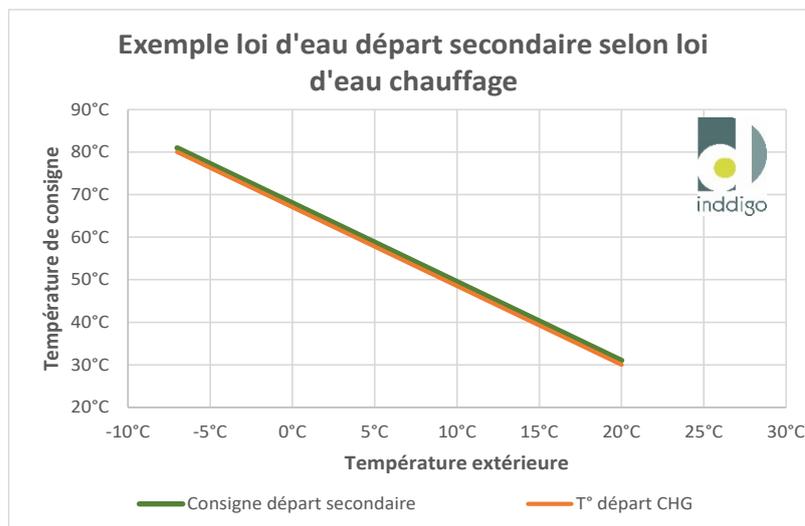
Nota : les mesures et actionneurs sont indiqués en **orange**. Les consignes/informations selon régulation émettrice : **vert** pour primaire et **violet** pour secondaire

Régulation primaire : partie chauffage

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en



T14. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**)

Régulation primaire : partie ECS

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I22** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T15** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V12** :

- Si **I22** = 0 (sonde **T15** non irriguée) : alors la vanne **V12** est fermée.
- Si **I22** = 1 (sonde **T15** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T15** égale à la consigne demandée **Tcsg ECS** + **hystérésis** (exemple 2°C) (valeur classique égale à 60°C) en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :

- La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
- La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en **T14**. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**)

Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI (**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ALORS **I21** = 0

SINON **I21** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I22** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T15** est irriguée.

→ Contact sec **I22** :

SI **P22** arrêtée ALORS **I22** = 0

SINON **I22** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : circuit chauffage

→ Pompe **P21** :

- Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
- En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.

→ Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.

→ Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnants, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : Régulation circuit ECS

→ Pompes **P24** et **P25** : la pompe de bouclage ECS et de recyclage échangeur ECS fonctionnent en permanence. Ces pompes fonctionnent à débit (ou vitesse) fixe. Le débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit.

Table d'échange des régulations primaire et secondaire

Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chauffage secondaire	Si pas de demande de chauffage (sonde T13 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Demande d'ECS secondaire	Si pas de demande d'ECS (sonde T15 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Mutualisation Température extérieure	Assurer la cohérence des lois d'eau primaire (sortie secondaire échangeur chauffage) et secondaire (lois d'eau chauffage)	<i>T° extérieure (T26)</i>	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T13)	Adaptation de la loi d'eau de consigne chauffage de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T15)	Adaptation de la loi d'eau de consigne ECS de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne ECS	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit, interruption de la production ECS si le ballon est suffisamment Chaud)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage, anticipation d'un cycle de charge ECS ou augmentation de la température de consigne de production ECS)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

Régulation secondaire : Demande de délestage

La demande de délestage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_delest**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage chauffage possible si la température intérieure est supérieure ou égale à la consigne moins une hystérésis (paramétrable à 0,5°C par exemple) et pendant une durée maximale (paramétrable à 2 heures par exemple)

Si $\text{Temp_int} \geq T_csg_int - \text{Hysté}$ (0,5°C) ET $\text{Tempo_delestage} < \text{durée_max}$
ALORS Délestage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies V21 régulera sur une loi d'eau en mode réduit avec l'abaissement correspondant (paramétrable, -10°C par exemple)

Partie ECS :

Pas possible en instantané

Régulation secondaire : Demande de soutirage

La demande de soutirage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_soutir**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage chauffage possible si les relances de chauffage sont prévues dans un temps maximal (paramétrable, 2 heures par exemple)

Si Heure de Relance CHG < **Tempo_max** (2h) ALORS Soutirage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du soutirage :

SI Soutirage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** régulera sur une loi d'eau en mode relance avec l'augmentation correspondante (selon réglages lois d'eau)

Partie ECS :

Pas possible en instantané

Liste des points de contrôle (mise en service / exploitation)

La liste de points de contrôle présentée ci-dessous concerne le schéma hydraulique secondaire de la configuration, les réglages hydrauliques associés et la régulation. Cette liste n'est en aucun cas limitative et ne saurait représenter la liste complète des points de contrôle d'une installation.

Poste	Mise en service	Exploitation
Conformité hydraulique	Vérification que l'installation est conforme à la configuration proposée : positions des piquages, des équipements, de la métrologie	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Conformité équipements	Vérification de la conformité des équipements en place avec les études d'exécution	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Réglages des pompes de circulation	Vérification des réglages des pompes de circulation : débit de fonctionnement et/ou courbe de réglage	Vérification périodique et renouvellement
Contrôle des mesures	Vérification de la cohérence des mesures : mesure étalonnée et bien affectée en automatisme	Vérification périodique et renouvellement
Boucles de régulation : lois d'eau, contrôle V2V primaire, contrôle V3V chauffage, contrôle asservissement pompes	Vérification des boucles de régulation	Vérification périodique et renouvellement
Analyse des données	Suivi des températures de retour secondaire et retour primaire dans le temps	

CONFIGURATION F

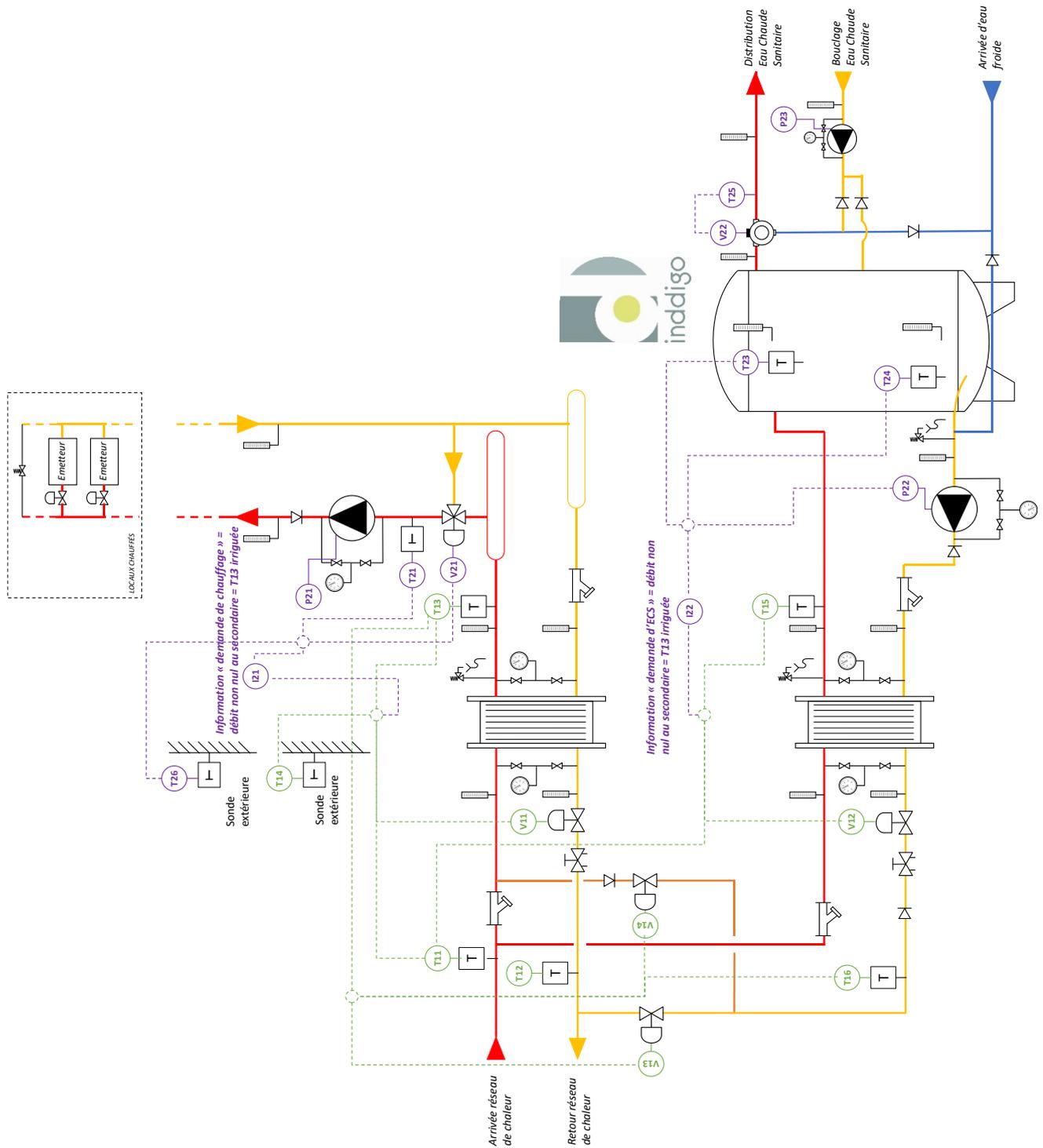
Présentation

La configuration G correspond à une solution de sous-station optimisée pour un abonné avec des besoins de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire raccordé à un réseau de chaleur. La configuration permet d'obtenir une température de retour très basse avec une possibilité d'interface entre le primaire et le secondaire. L'interface réseau / abonné est faite par deux échangeurs. Les circuits de chauffage sont raccordés en direct (sans découplage) sur l'échangeur chauffage du réseau de chaleur. La production d'eau sanitaire est de type non-instantanée (avec stockage en eau sanitaire) raccordée directement au primaire du réseau. La sous-station comporte un système d'épuisement des retours ECS sur le chauffage côté primaire, via 2 vannes régulées en « tout ou rien » lorsque les températures de retour primaire ECS sont plus élevées que la consigne de départ secondaire chauffage.

Les points de vigilance spécifiques à cette configuration sont :

- Côté primaire : l'équilibrage dynamique entre les deux échangeurs.
- Côté secondaire : la température d'entrée primaire dans l'échangeur ECS par rapport au risque d'entartement de l'échangeur.

Schéma de principe fonctionnel



Descriptif fonctionnel

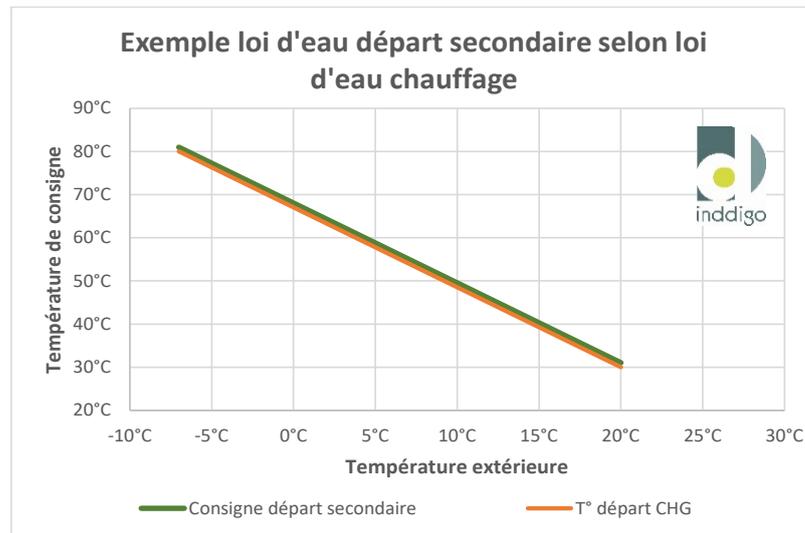
Nota : les mesures et actionneurs sont indiqués en **orange**. Les consignes/informations selon régulation émettrice : **vert** pour primaire et **violet** pour secondaire

Régulation primaire : partie chauffage

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en



T14. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**)

Régulation primaire : partie ECS

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I22** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T15** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V12** :

- Si **I22** = 0 (sonde **T15** non irriguée) : alors la vanne **V12** est fermée.
- Si **I22** = 1 (sonde **T15** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T15** égale à la consigne demandée **Tcsg ECS** + **hystérésis** (exemple 2°C) (valeur classique égale à 60°C) en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :

- La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
- La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en **T14**. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons CHG**)

Régulation primaire : épuisement des retours ECS sur le chauffage

Les vannes 2 voies Tout ou Rien **V13** et **V14** ont toujours une position opposée : **V13** est ouverte lorsque **V14** est fermée, et inversement.

Vannes 2 voies **V13** et **V14**:

- Si $T16 \geq Tcons + \text{hystérésis}$ (exemple 3°C) : alors vanne **V13** est fermée ET **V14** est ouverte.
- Sinon vanne **V13** est ouverte et **V14** est fermée.

Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI (**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ALORS **I21** = 0

SINON **I21** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I22** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T15** est irriguée.

→ Contact sec **I22** :

SI **P22** arrêtée ALORS **I22** = 0

SINON **I22** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : circuit chauffage

→ Pompe **P21** :

- Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
- En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.

→ Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.

→ Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnants, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : circuit ECS

→ Pompe **P22** :

- Cette pompe fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Son débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe à débit variable et en réglant sa vitesse pour avoir le bon débit. Un fonctionnement à débit variable est possible selon une température de retour échangeur ou un delta de température échangeur.
 - Asservissement du fonctionnement de la pompe **P22** en fonction de sondes de température placées en partie haute et basse du ballon de stockage.
 - SI ($T_{23} \leq T_{csg ECS} - \text{hystérésis}$ (exemple 3°C) ET **P22** arrêtée) ALORS on redémarre **P22**
 - SI ($T_{24} \geq T_{csg ECS}$ ET $T_{23} \geq T_{csg ECS}$ ET **P22** en fonctionnement) ALORS on arrête **P22**.
- Mitigeur thermostatique **V22** : ce mitigeur assure une température de distribution ECS **T25** constante (classiquement comprise entre 55°C et 60°C) par mélange de la sortie du ballon avec l'eau froide et le retour de bouclage.
- Pompe **P23** : pompe de bouclage fonctionnant en permanence. Cette pompe fonctionne à débit (ou vitesse) fixe. Son débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit.

Table d'échange des régulations primaire et secondaire

Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chauffage secondaire	Si pas de demande de chauffage (sonde T13 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Demande d'ECS secondaire	Si pas de demande d'ECS (sonde T15 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Mutualisation Température extérieure	Assurer la cohérence des lois d'eau primaire (sortie secondaire échangeur chauffage) et secondaire (lois d'eau chauffage)	<i>T° extérieure (T26)</i>	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T13)	Adaptation de la loi d'eau de consigne chauffage de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T15)	Adaptation de la loi d'eau de consigne ECS de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne ECS	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit, interruption de la production ECS si le ballon est suffisamment Chaud)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage, anticipation d'un cycle de charge ECS ou augmentation de la température de consigne de production ECS)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

Régulation secondaire : Demande de délestage

La demande de délestage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_delest**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage chauffage possible si la température intérieure est supérieure ou égale à la consigne moins une hystérésis (paramétrable à 0,5°C par exemple) et pendant une durée maximale (paramétrable à 2 heures par exemple)

Si $Temp_int \geq T_csg_int - Hysté$ (0,5°C) ET $Tempo_delestage < durée_max$
ALORS Délestage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies V21 régulera sur une loi d'eau en mode réduit avec l'abaissement correspondant (paramétrable, -10°C par exemple)

Partie ECS :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage.

*Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage ECS possible si la température haute du ballon est supérieure en égale à la consigne **Tcsg ECS** moins une hystérésis (paramétrable à 3°C par exemple).*

Si $T23 > Tcsg\ ECS - Hysté$ (3°C) ALORS Délestage ECS autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage ECS autorisé ALORS vanne 2 voies **V12** fermée et pompe **P22** arrêtée

Régulation secondaire : Demande de soutirage

La demande de soutirage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_soutir**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage chauffage possible si les relances de chauffage sont prévues dans un temps maximal (paramétrable, 2 heures par exemple)

Si $Heure\ de\ Relance\ CHG < Tempo_max$ (2h) ALORS Soutirage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du soutirage :

SI Soutirage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** régulera sur une loi d'eau en mode relance avec l'augmentation correspondante (selon réglages lois d'eau)

Partie ECS :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage.

*Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage ECS possible si la température en bas du ballon est inférieure ou égale à la consigne **Tcsg ECS** plus une hystérésis (paramétrable à 10°C par exemple).*

Si $T24 \leq Tcsg\ ECS + Hysté (10^\circ C)$ ALORS Soutirage ECS autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Soutirage ECS autorisé ALORS modification de la consigne ECS : **Tcsg ECS** + **Hysté** (10°C) et régulation cycles ECS identiques à la régulation présentée.

Liste des points de contrôle (mise en service / exploitation)

La liste de points de contrôle présentée ci-dessous concerne le schéma hydraulique secondaire de la configuration, les réglages hydrauliques associés et la régulation. Cette liste n'est en aucun cas limitative et ne saurait représenter la liste complète des points de contrôle d'une installation.

Poste	Mise en service	Exploitation
Conformité hydraulique	Vérification que l'installation est conforme à la configuration proposée : positions des piquages, des équipements, de la métrologie	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Conformité équipements	Vérification de la conformité des équipements en place avec les études d'exécution	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Réglages des pompes de circulation	Vérification des réglages des pompes de circulation : débit de fonctionnement et/ou courbe de réglage	Vérification périodique et renouvellement
Contrôle des mesures	Vérification de la cohérence des mesures : mesure étalonnée et bien affectée en automatisme	Vérification périodique et renouvellement
Boucles de régulation : lois d'eau, contrôle V2V primaire, contrôle V3V chauffage, contrôle asservissement pompes	Vérification des boucles de régulation	Vérification périodique et renouvellement
Analyse des données	Suivi des températures de retour secondaire et retour primaire dans le temps	

CONFIGURATION G

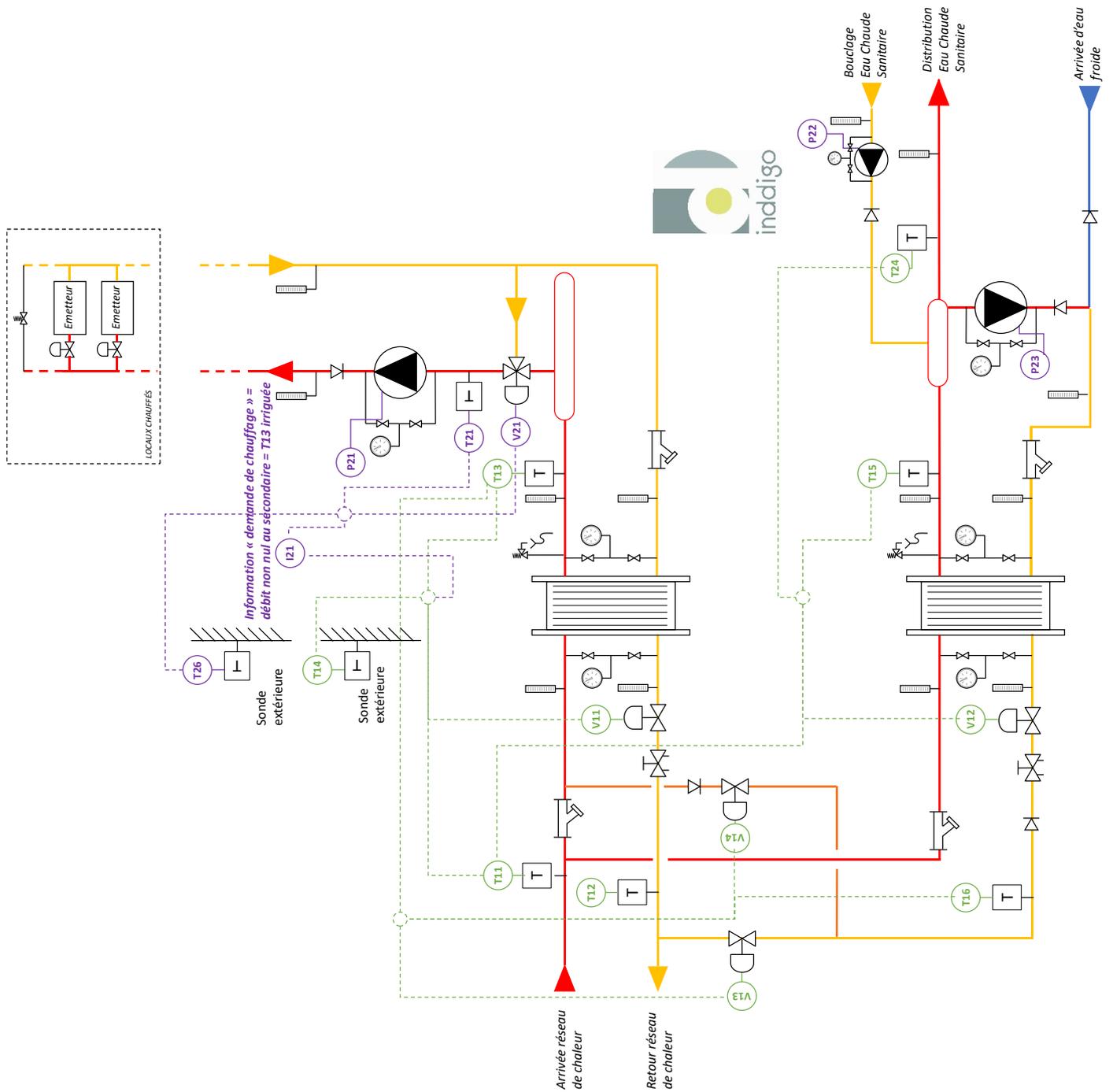
Présentation

La configuration H correspond à une solution de sous-station optimisée pour un abonné avec des besoins de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire raccordé à un réseau de chaleur. La configuration permet d'obtenir une température de retour très basse avec une possibilité d'interface entre le primaire et le secondaire. L'interface réseau / abonné est faite par deux échangeurs. Les circuits de chauffage sont raccordés en direct (sans découplage) sur l'échangeur chauffage du réseau de chaleur. La production d'eau sanitaire est de type instantanée (sans stockage en eau sanitaire) raccordée directement au primaire du réseau. La sous-station comporte un système d'épuisement des retours ECS sur le chauffage côté primaire, via 2 vannes régulées en « tout ou rien » lorsque les températures de retour primaire ECS sont plus élevées que la consigne de départ secondaire chauffage.

Les points de vigilance spécifiques à cette configuration sont :

- Côté primaire : l'équilibrage dynamique entre les deux échangeurs.
- Côté secondaire : la température d'entrée primaire dans l'échangeur ECS par rapport au risque d'entartement de l'échangeur.

Schéma de principe fonctionnel



Descriptif fonctionnel

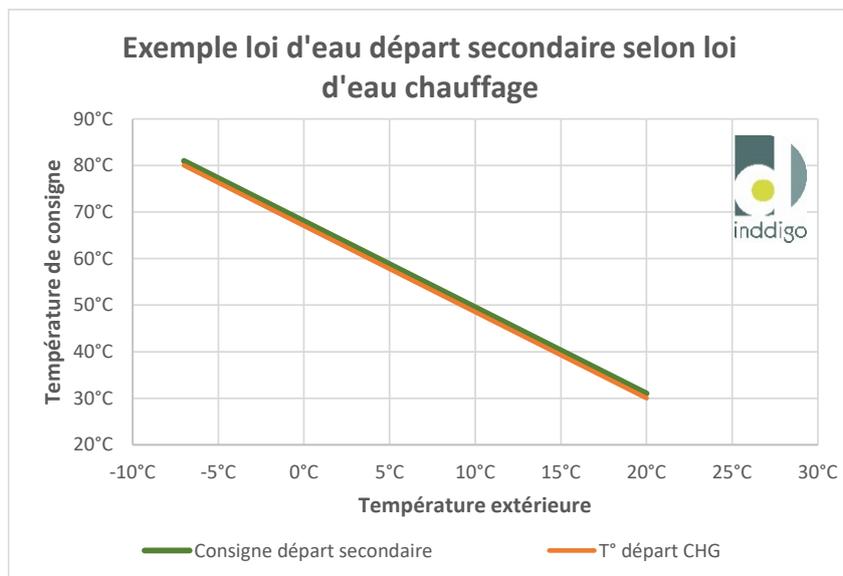
Nota : les mesures et actionneurs sont indiqués en **orange**. Les consignes/informations selon régulation émettrice : **vert** pour primaire et **violet** pour secondaire

Régulation primaire : partie chauffage

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire si la sonde **T13** est irriguée. Cf § Régulation secondaire

→ Vanne 2 voies **V11** :

- Si **I21** = 0 (sonde **T13** non irriguée) : alors la vanne **V11** est fermée.
- Si **I21** = 1 (sonde **T13** irriguée) : alors la régulation assure une température sortie secondaire échangeur **T13** égale à la consigne demandée **Tcons** en modulant la vanne 2 voies modulante **V11**.
 - La consigne de sortie secondaire échangeur **Tcons** est définie par le minimum entre :
 - La température mesurée en arrivée primaire échangeur mesurée en **T11** – hystérésis (> au pincement de l'échangeur – par exemple 3°C) après temporisation d'ouverture de la vanne **V11**.
 - La loi d'eau de l'abonné selon la température extérieure mesurée en



T14. Cette loi d'eau tient compte des lois d'eau de chauffage (**Cons** **CHG**)

Régulation primaire : épuisement des retours ECS sur le chauffage

Les vannes 2 voies *Tout ou Rien* **V13** et **V14** ont toujours une position opposée : **V13** est ouverte lorsque **V14** est fermée, et inversement.

Vannes 2 voies **V13** et **V14**:

- Si $T16 \geq Tcons + \text{hystérésis}$ (exemple 3°C) : alors vanne **V13** est fermée ET **V14** est ouverte.
- Sinon vanne **V13** est ouverte et **V14** est fermée.

Régulation secondaire : Général

La régulation secondaire fournit à la régulation primaire une information dénommée **I21** (par contact sec) qui indique à la régulation primaire que la sonde **T13** est irriguée.

→ Contact sec **I21** :

SI (**V21** en recyclage total OU **P21** arrêtée) ALORS **I21** = 0

SINON **I21** =1

Remarque : l'information peut être également donnée par un détecteur de débit.

Régulation secondaire : circuit chauffage

→ Pompe **P21** :

- Hors période de chauffe : la pompe **P21** est arrêtée.
- En période de chauffe : la pompe **P21** fonctionne en permanence. Elle assure un écart de pression aux bornes de la pompe égal à une consigne (constante ou variable). Elle fait donc varier son débit en fonction de l'ouverture ou de la fermeture des régulations terminales des émetteur.

→ Régulation terminale des émetteurs : Régulation par vanne 2 voies motorisée ou thermostatique (ou équivalent) permettant la variation du débit au général de la pompe **P21**.

→ Vanne 3 voies **V21** : La régulation assure une température de distribution chauffage (**T21**) fonction de la température extérieure **T26** (« loi d'eau ») en modulant la vanne 3 voies **V21**. La loi d'eau doit être la plus basse possible. De manière générale, les circuits « statiques » (sans loi d'eau) sont à proscrire sauf cas particulier car la quasi-totalité des émetteurs tolère une variation de la température d'alimentation selon la demande (y compris CTA, panneaux rayonnants, ventilo-convecteurs et aérothermes).

Régulation secondaire : circuit ECS

→ Pompes **P22** et **P23** : la pompe de bouclage ECS et de recyclage échangeur ECS fonctionnent en permanence. Ces pompes fonctionnent à débit (ou vitesse) fixe. Le débit (ou vitesse) est réglé une fois pour toute à la mise en service, soit avec une vanne d'équilibrage (pompe à vitesse fixe), soit, et c'est préférable vis-à-vis des consommations énergétiques, en choisissant une pompe avec variateur de vitesse et en réglant la vitesse pour avoir le bon débit.

Table d'échange des régulations primaire et secondaire

Fonction	Intérêt	Information échangée	Source de l'information
Demande de chauffage secondaire	Si pas de demande de chauffage (sonde T13 non irriguée) alors pas de fourniture primaire	<i>Voir descriptif fonctionnel</i>	SECONDAIRE
Mutualisation Température extérieure	Assurer la cohérence des lois d'eau primaire (sortie secondaire échangeur chauffage) et secondaire (lois d'eau chauffage)	<i>T° extérieure (T26)</i>	SECONDAIRE
Optimisation de la température de consigne sortie échangeur chauffage (T13)	Adaptation de la loi d'eau de consigne chauffage de l'abonné selon ses réglages réels secondaires	T° consigne Chauffage	SECONDAIRE
Demande de délestage	En cas de pointe de demande sur le réseau, le réseau demande à ses abonnés de réduire leurs appels de puissance selon leurs possibilités (passage du chauffage en réduit)	Contact de demande de délestage	PRIMAIRE
Demande de soutirage	En cas de baisse de la consommation du réseau et pour éviter une pointe ultérieure, le réseau demande à ses abonnés d'augmenter leurs appels de puissance selon leurs possibilités (anticipation relance chauffage)	Contact de demande de soutirage	PRIMAIRE

Régulation secondaire : Demande de délestage

La demande de délestage est transmise par la régulation primaire, dénommée **I_delest**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : délestage chauffage possible si la température intérieure est supérieure ou égale à la consigne moins une hystérésis (paramétrable à 0,5°C par exemple) et pendant une durée maximale (paramétrable à 2 heures par exemple)

Si $Temp_int \geq T_csg_int - Hysté (0,5°C)$ ET $Tempo_delestage < durée_max$
ALORS Délestage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du délestage :

SI Délestage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies V21 régulera sur une loi d'eau en mode réduit avec l'abaissement correspondant (paramétrable, -10°C par exemple)

Partie ECS :

Il n'y a pas de délestage possible pour la partie ECS avec cette configuration en instantanée.

Régulation secondaire : Demande de soutirage

La demande de soutirage est transmise par la régulation primaire, dénommée **L_soutir**

Partie chauffage :

Conditions d'acceptation par l'abonné

L'abonné acceptera cette demande en fonction de paramètres contractuels (non définis ici) et de données propres à l'usage de la chaleur chauffage.

Nous proposons ici un principe d'acceptation général : soutirage chauffage possible si les relances de chauffage sont prévues dans un temps maximal (paramétrable, 2 heures par exemple)

Si Heure de Relance CHG < **Tempo_max** (2h) ALORS Soutirage CHG autorisé

Si l'abonné accepte cette demande, application du soutirage :

SI Soutirage CHG autorisé ALORS la vanne 3 voies **V21** régulera sur une loi d'eau en mode relance avec l'augmentation correspondante (selon réglages lois d'eau)

Partie ECS :

Il n'y a pas de soutirage possible pour la partie ECS avec cette configuration en instantanée.

Liste des points de contrôle (mise en service / exploitation)

La liste de points de contrôle présentée ci-dessous concerne le schéma hydraulique secondaire de la configuration, les réglages hydrauliques associés et la régulation. Cette liste n'est en aucun cas limitative et ne saurait représenter la liste complète des points de contrôle d'une installation.

Poste	Mise en service	Exploitation
Conformité hydraulique	Vérification que l'installation est conforme à la configuration proposée : positions des piquages, des équipements, de la métrologie	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Conformité équipements	Vérification de la conformité des équipements en place avec les études d'exécution	Contrôle des évolutions sur l'installation (par exemple renouvellement d'équipement, réparation)
Réglages des pompes de circulation	Vérification des réglages des pompes de circulation : débit de fonctionnement et/ou courbe de réglage	Vérification périodique et renouvellement
Contrôle des mesures	Vérification de la cohérence des mesures : mesure étalonnée et bien affectée en automatisme	Vérification périodique et renouvellement
Boucles de régulation : lois d'eau, contrôle V2V primaire, contrôle V3V chauffage, contrôle asservissement pompes	Vérification des boucles de régulation	Vérification périodique et renouvellement
Analyse des données	Suivi des températures de retour secondaire et retour primaire dans le temps	



Annexe

Décomposition des prix

5 ANNEXE : DÉCOMPOSITION DE PRIX DES CONFIGURATIONS PRÉSENTÉES

AVERTISSEMENT

Les décompositions de prix présentées dans les pages qui suivent ne sont pas des estimations de travaux. Pour mémoire, une estimation de travaux dépend d'une multitude de facteurs :

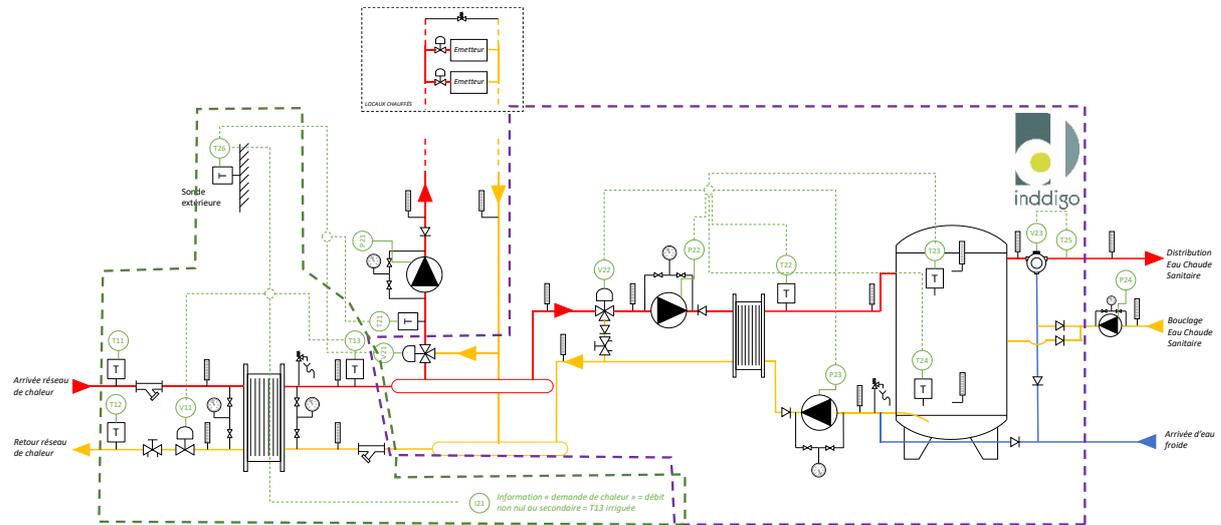
- Date de travaux,
- Géographique : Région, ville
- Travaux en marché sous tension ou non
- Travaux en ou hors marché cadre
- Appel d'offre ouvert ou fermé
- ...

On sait que suivant ces conditions, les montants de travaux peuvent varier énormément.

L'intérêt majeur de ces décompositions est de pouvoir alimenter des études économiques comparatives entre plusieurs configurations, notamment en termes de répartition du coût entre l'abonné (secondaire des sous-stations) et le réseau de chaleur.

CONFIGURATION A

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

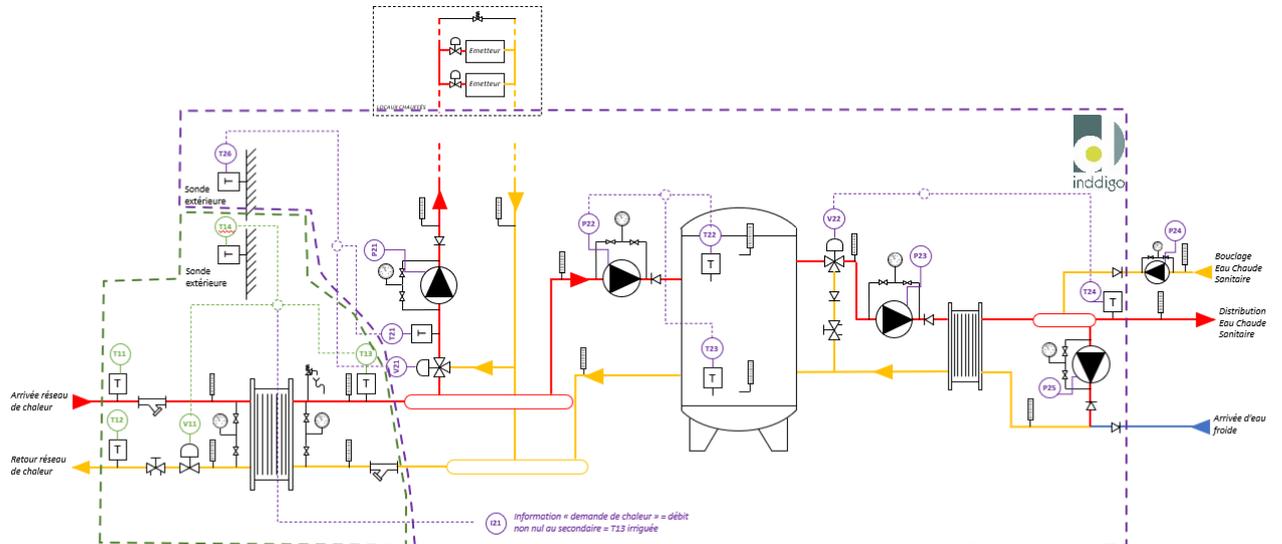
Hypothèses		
Puissance CHG		200 kW
Puissance ECS		100 kW
Volume Ballon ECS		1500 Litres
Primaire	Td prim	90 °C
	Tr prim	65 °C
	Débit	10,3 m3/h
	DN	65
Secondaire général	Td sec	80 °C
	tr sec	60 °C
	Débit	12,9 m3/h
	DN	65
Secondaire chauffage		NC
Secondaire ECS	Td sec	80 °C
	tr sec	60 °C
	Débit	4,3 m3/h
	DN	40
Charge ECS	Td sec	60 °C
	tr sec	30 °C
	Débit	2,9 m3/h
	DN	32

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COUT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEUR					
Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM	
Vanne d'isolement	<i>DN65</i>	4	120 €	480 €	
Filtre à tamis	<i>DN65</i>	1	180 €	180 €	
Echangeur à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>300 kW</i>	1	3 500 €	3 500 €	
Vanne 2 voies modulante	<i>DN50</i>	1	890 €	890 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN65</i>	1	370 €	370 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN65</i>	8	130 €	1 040 €	
Compteur d'énergie	<i>DN50</i>	1	1 400 €	1 400 €	
Capteur de température	-	2	180 €	360 €	
Thermomètre	-	2	90 €	180 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	1	120 €	120 €	
SECONDAIRE ECHANGEUR					
Vanne d'isolement	<i>DN65</i>	4	120 €	480 €	
Filtre à tamis	<i>DN65</i>	1	180 €	180 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN65</i>	4	130 €	520 €	
Capteur de température	-	1	180 €	180 €	
Thermomètre	-	2	90 €	180 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	1	120 €	120 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €	
Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €	
TOTAL - PDL PRIMAIRE				12 080 €	
COUT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
Collecteurs (y compris calorifuge)	<i>DN150</i>	2	1 500 €	3 000 €	
DEPARTS CHAUFFAGE					
Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM	
DEPART ECS amont échangeur					
Vanne d'isolement	<i>DN40</i>	4	60 €	240 €	
Vanne 3 voies	<i>DN32</i>	1	680 €	680 €	
Clapet anti-retour	<i>DN40</i>	2	60 €	120 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN40</i>	1	130 €	130 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>4,3 m3/h</i>	1	660 €	660 €	
Echangeur à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>100 kW</i>	1	1 500 €	1 500 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN40</i>	10	100 €	1 000 €	
Thermomètre	-	2	90 €	180 €	
DEPART ECS aval échangeur					
Ballon Tampon ECS y compris calorifuge et accessoires	<i>1 500 L</i>	1	4000	4 000 €	
Mitigeur	<i>DN32</i>	1	680 €	680 €	
Clapet anti-retour	<i>DN32</i>	4	60 €	240 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>2,9 m3/h</i>	1	660 €	660 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	15	90 €	1 350 €	
Capteur de température	-	4	180 €	720 €	
Thermomètre	-	6	90 €	540 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 600 €	1 600 €	
TOTAL - SST SECONDAIRE				17 550 €	
TOTAL				29 630 €	

CONFIGURATION B

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

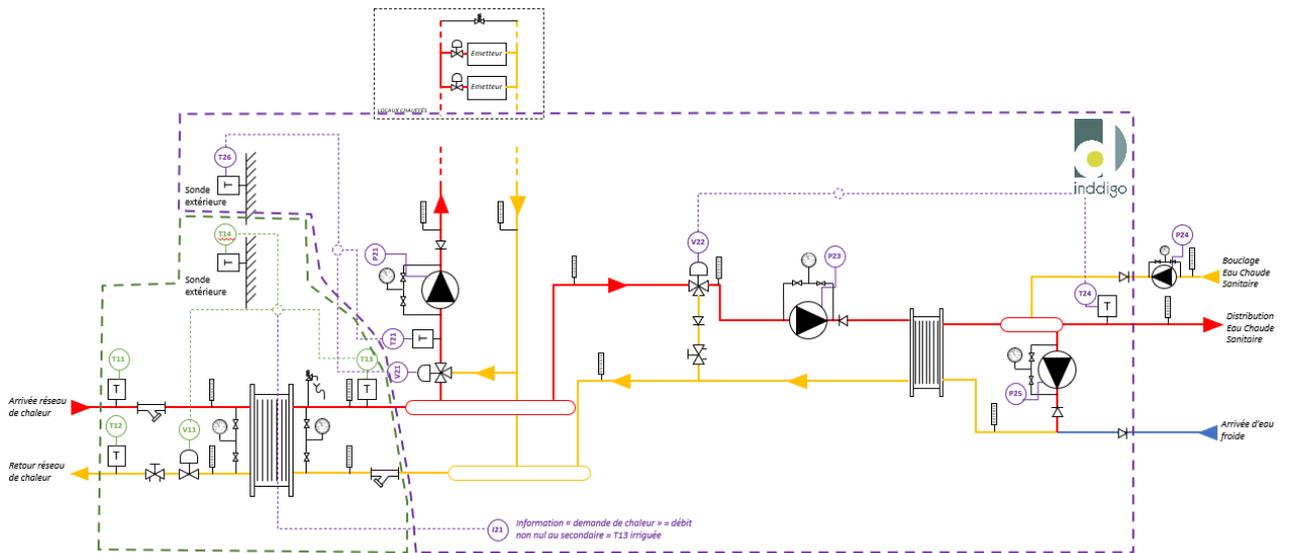
Hypothèses		
Puissance CHG		200 kW
Puissance ECS		100 kW
Volume Ballon en eau techn		1500 Litres
Primaire	Td prim	90 °C
	Tr prim	65 °C
	Débit	10,3 m3/h
	DN	65
Secondaire général	Td sec	80 °C
	tr sec	60 °C
	Débit	12,9 m3/h
	DN	65
Secondaire chauffage		NC
Secondaire ECS	Td sec	80 °C
	tr sec	60 °C
	Débit	4,3 m3/h
	DN	40
Charge ECS	Td sec	60 °C
	tr sec	30 °C
	Débit	2,9 m3/h
	DN	32

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COUT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEUR					
Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM	
Vanne d'isolement	<i>DN65</i>	4	120 €	480 €	
Filtre à tamis	<i>DN65</i>	1	180 €	180 €	
Echangeur à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>300 kW</i>	1	3 500 €	3 500 €	
Vanne 2 voies modulante	<i>DN50</i>	1	890 €	890 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN65</i>	1	370 €	370 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN65</i>	8	130 €	1 040 €	
Compteur d'énergie	<i>DN50</i>	1	1 400 €	1 400 €	
Capteur de température	-	2	180 €	360 €	
Thermomètre	-	2	90 €	180 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	1	120 €	120 €	
SECONDAIRE ECHANGEUR					
Vanne d'isolement	<i>DN65</i>	4	120 €	480 €	
Filtre à tamis	<i>DN65</i>	1	180 €	180 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN65</i>	4	130 €	520 €	
Capteur de température	-	1	180 €	180 €	
Thermomètre	-	2	90 €	180 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	1	120 €	120 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €	
Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €	
TOTAL - PDL PRIMAIRE				12 080 €	
COUT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
Collecteurs (y compris calorifuge)	<i>DN150</i>	2	1 500 €	3 000 €	
DEPARTS CHAUFFAGE					
Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM	
DEPART ECS amont échangeur					
Vanne d'isolement	<i>DN40</i>	4	60 €	240 €	
Vanne 3 voies	<i>DN32</i>	1	680 €	680 €	
Clapet anti-retour	<i>DN40</i>	3	60 €	180 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN40</i>	1	130 €	130 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>4,3 m3/h</i>	2	660 €	1 320 €	
Echangeur à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>100 kW</i>	1	1 500 €	1 500 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN40</i>	10	100 €	1 000 €	
Thermomètre	-	3	90 €	270 €	
Ballon Tampon ECS y compris calorifuge et accessoires	<i>1 500 L</i>	1	4000	4 000 €	
DEPART ECS aval échangeur					
Clapet anti-retour	<i>DN32</i>	3	60 €	180 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>2,9 m3/h</i>	2	660 €	1 320 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	15	90 €	1 350 €	
Capteur de température	-	4	180 €	720 €	
Thermomètre	-	6	90 €	540 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 600 €	1 600 €	
TOTAL - SST SECONDAIRE				18 280 €	
TOTAL				30 360 €	

CONFIGURATION C

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

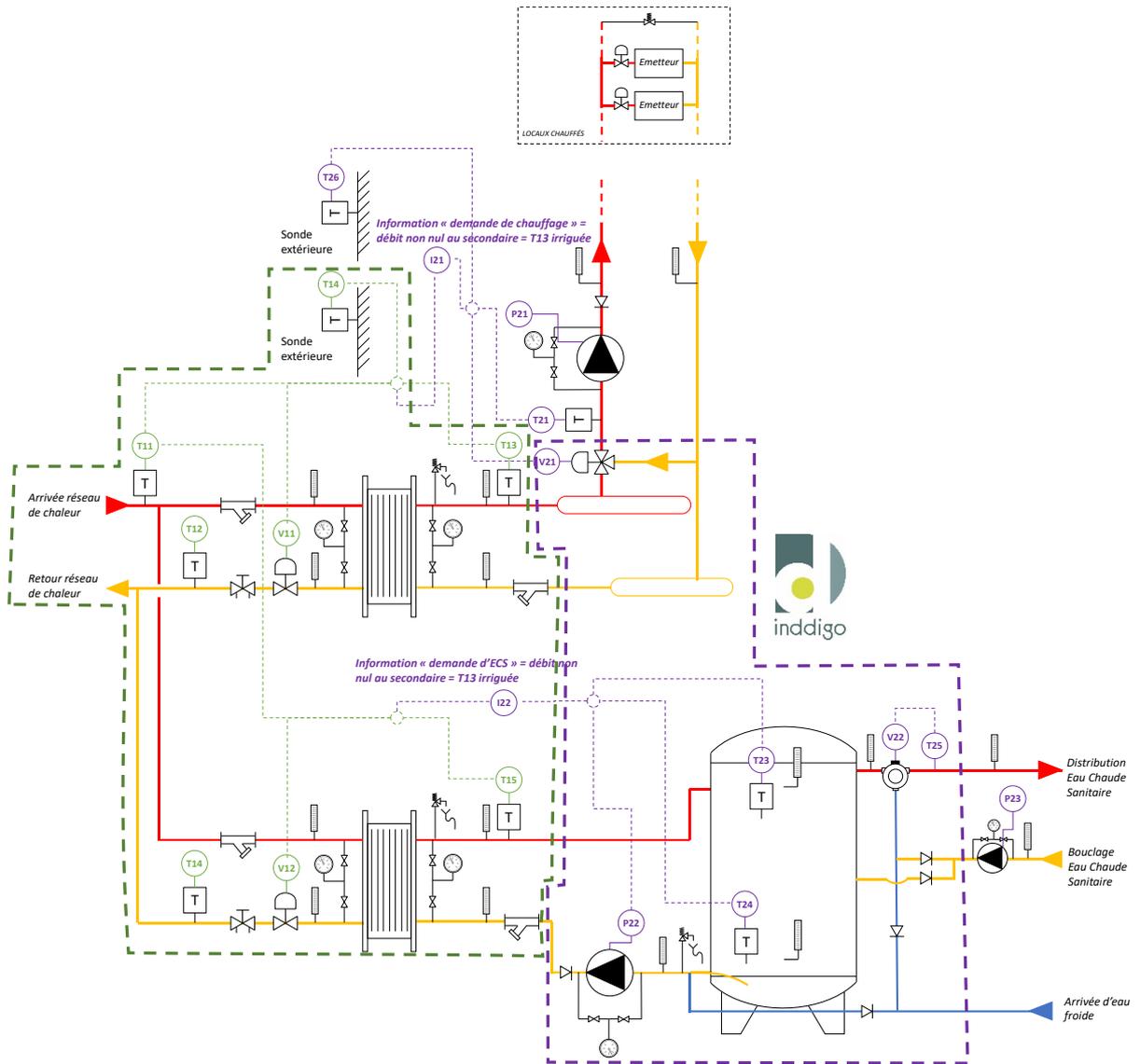
Hypothèses		
Puissance CHG		200 kW
Puissance ECS		100 kW
Volume Ballon en eau techn		1500 Litres
Primaire	Td prim	90 °C
	Tr prim	65 °C
	Débit	10,3 m3/h
	DN	65
Secondaire général	Td sec	80 °C
	tr sec	60 °C
	Débit	12,9 m3/h
	DN	65
Secondaire chauffage	NC	
Secondaire ECS	Td sec	70 °C
	tr sec	50 °C
	Débit	4,3 m3/h
	DN	40
Charge ECS	Td sec	60 °C
	tr sec	30 °C
	Débit	2,9 m3/h
	DN	32

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COÛT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEUR					
	Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM
	Vanne d'isolement	<i>DN65</i>	4	120 €	480 €
	Filtre à tamis	<i>DN65</i>	1	180 €	180 €
	Echangeur à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>300 kW</i>	1	3 500 €	3 500 €
	Vanne 2 voies modulante	<i>DN50</i>	1	890 €	890 €
	Vanne d'équilibrage statique	<i>DN65</i>	1	370 €	370 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN65</i>	8	130 €	1 040 €
	Compteur d'énergie	<i>DN50</i>	1	1 400 €	1 400 €
	Capteur de température	-	2	180 €	360 €
	Thermomètre	-	2	90 €	180 €
	Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	1	120 €	120 €
SECONDAIRE ECHANGEUR					
	Vanne d'isolement	<i>DN65</i>	4	120 €	480 €
	Filtre à tamis	<i>DN65</i>	1	180 €	180 €
	Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN65</i>	4	130 €	520 €
	Capteur de température	-	1	180 €	180 €
	Thermomètre	-	2	90 €	180 €
	Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	1	120 €	120 €
ELECTRICITE ET REGULATION					
	Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €
	Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €
TOTAL - PDL PRIMAIRE					12 080 €
COÛT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
	Collecteurs (y compris calorifuge)	<i>DN150</i>	2	1 500 €	3 000 €
DEPARTS CHAUFFAGE					
	Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM
DEPART ECS amont échangeur					
	Vanne d'isolement	<i>DN40</i>	4	60 €	240 €
	Vanne 3 voies	<i>DN32</i>	1	680 €	680 €
	Clapet anti-retour	<i>DN40</i>	2	60 €	120 €
	Vanne d'équilibrage statique	<i>DN40</i>	1	130 €	130 €
	Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>4,3 m3/h</i>	1	660 €	660 €
	Echangeur à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>100 kW</i>	1	1 500 €	1 500 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN40</i>	10	100 €	1 000 €
	Thermomètre	-	3	90 €	270 €
DEPART ECS aval échangeur					
	Clapet anti-retour	<i>DN32</i>	3	60 €	180 €
	Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €
	Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>2,9 m3/h</i>	2	660 €	1 320 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	15	90 €	1 350 €
	Capteur de température	-	4	180 €	720 €
	Thermomètre	-	6	90 €	540 €
ELECTRICITE ET REGULATION					
	Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 600 €	1 600 €
TOTAL - SST SECONDAIRE					13 560 €
TOTAL					25 640 €

CONFIGURATION D

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

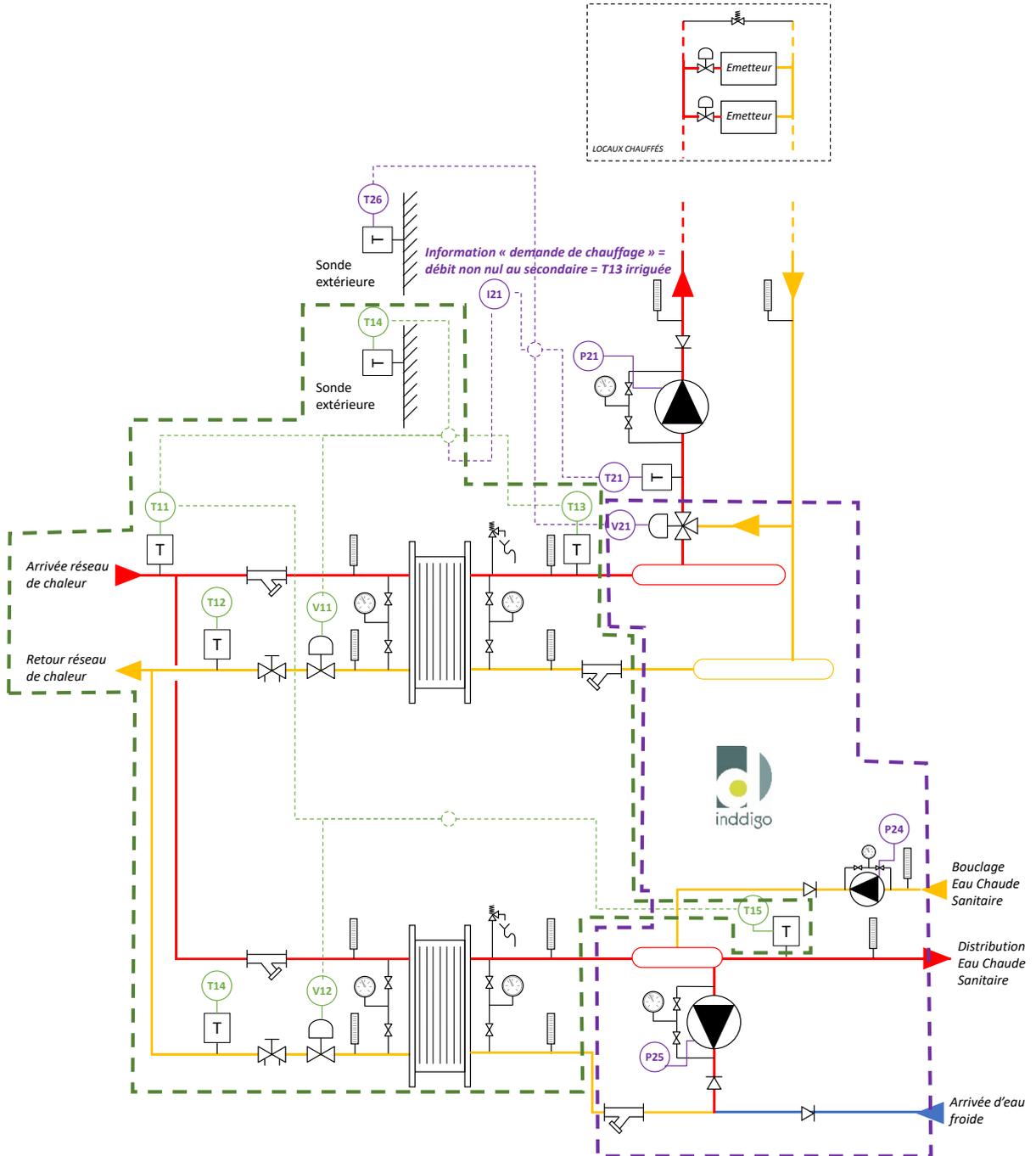
Hypothèses		
Puissance CHG		200 kW
Puissance ECS		100 kW
Volume Ballon ECS		1500 Litres
Primaire général	Td prim	90 °C
	Tr prim	48 °C
	Débit	6,1 m3/h
	<i>DN</i>	50
Primaire Chauffage	Td prim	90 °C
	Tr prim	55 °C
	Débit	4,9 m3/h
	<i>DN</i>	50
Primaire ECS	Td prim	70 °C
	Tr prim	35 °C
	Débit	2,5 m3/h
	<i>DN</i>	32
Secondaire général chauffage	Td sec	70 °C
	tr sec	50 °C
	Débit	8,6 m3/h
	<i>DN</i>	50
Secondaire chauffage	NC	
Charge ECS	Td sec	60 °C
	tr sec	30 °C
	Débit	2,9 m3/h
	<i>DN</i>	32

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COÛT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEURS					
Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM	
Vanne d'isolement	DN50	4	80 €	320 €	
Vanne d'isolement	DN32	4	50 €	200 €	
Filtre à tamis	DN50	1	130 €	130 €	
Filtre à tamis	DN32	1	70 €	70 €	
Echangeur CHG à plaques (yc coquille calorifuge)	200 kW	1	2 500 €	2 500 €	
Echangeur ECS à plaques (yc coquille calorifuge)	100 kW	1	1 500 €	1 500 €	
Vanne 2 voies modulante CHG	DN40	1	730 €	730 €	
Vanne 2 voies modulante ECS	DN25	1	630 €	630 €	
Vanne d'équilibrage statique	DN50	1	180 €	180 €	
Vanne d'équilibrage statique	DN32	1	110 €	110 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	DN50	8	120 €	960 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	DN32	8	90 €	720 €	
Compteur d'énergie CHG	DN40	1	900 €	900 €	
Compteur d'énergie ECS	DN25	1	800 €	800 €	
Capteur de température	-	5	180 €	900 €	
Thermomètre	-	3	90 €	270 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €	
SECONDAIRE ECHANGEURS					
Vanne d'isolement	DN50	3	80 €	240 €	
Vanne d'isolement	DN32	3	50 €	150 €	
Filtre à tamis	DN50	1	130 €	130 €	
Filtre à tamis	DN32	1	70 €	70 €	
Soupape de sécurité	-	2	250 €	500 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	DN50	4	120 €	480 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	DN32	4	90 €	360 €	
Capteur de température	-	2	180 €	360 €	
Thermomètre	-	4	90 €	360 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €	
Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	2 000 €	2 000 €	
TOTAL - PDL PRIMAIRE				16 300 €	
COÛT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
Collecteurs CHG (y compris calorifuge)	DN150	2	1 500 €	3 000 €	
DEPARTS CHAUFFAGE					
Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM	
DEPART ECS					
Ballon Tampon ECS y compris calorifuge et accessoires	1 500 L	1	4000	4 000 €	
Mitigeur	DN32	1	680 €	680 €	
Clapet anti-retour	DN32	4	60 €	240 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	2,9 m3/h	1	660 €	660 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	DN32	15	90 €	1 350 €	
Capteur de température	-	4	180 €	720 €	
Thermomètre	-	6	90 €	540 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €	
TOTAL - SST SECONDAIRE				12 840 €	
TOTAL				29 140 €	

CONFIGURATION E

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

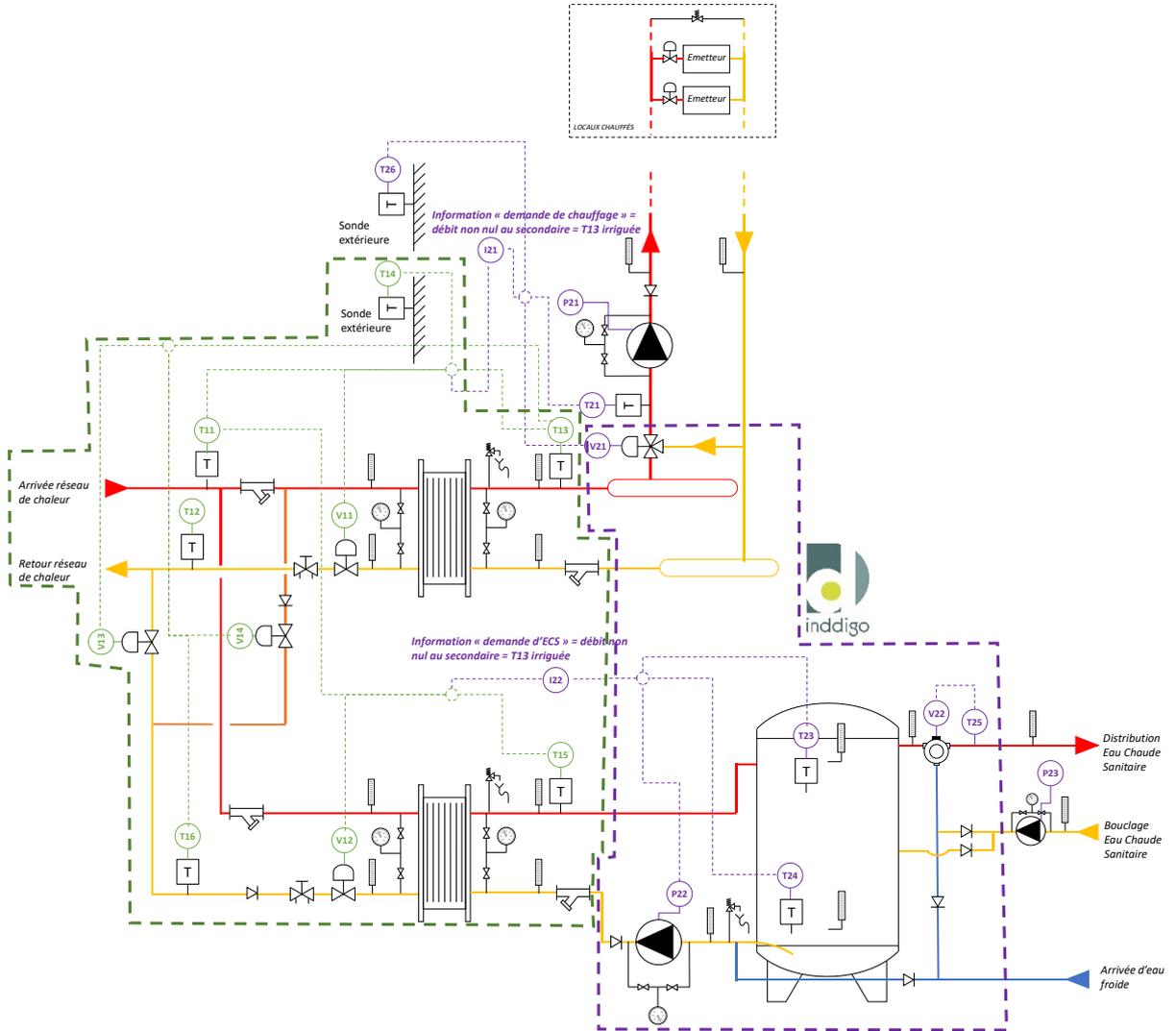
Hypothèses			
Puissance CHG		200 kW	
Puissance ECS		300 kW	
Volume Ballon ECS		0 Litres	
Primaire général	Td prim	90 °C	
	Tr prim	43 °C	
	Débit	9,1 m3/h	
	<i>DN</i>	50	
Primaire Chauffage	Td prim	90 °C	
	Tr prim	55 °C	
	Débit	4,9 m3/h	
	<i>DN</i>	50	
Primaire ECS	Td prim	70 °C	
	Tr prim	35 °C	
	Débit	7,4 m3/h	
	<i>DN</i>	50	
Secondaire général chauffage	Td sec	70 °C	
	tr sec	50 °C	
	Débit	8,6 m3/h	
	<i>DN</i>	50	
Secondaire chauffage	NC		
Charge ECS	Td sec	60 °C	
	tr sec	30 °C	
	Débit	8,6 m3/h	
	<i>DN</i>	50	

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COUT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEURS					
	Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM
	Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	4	80 €	320 €
	Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	4	80 €	320 €
	Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €
	Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €
	Echangeur CHG à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>200 kW</i>	1	2 500 €	2 500 €
	Echangeur ECS à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>300 kW</i>	1	3 500 €	3 500 €
	Vanne 2 voies modulante CHG	<i>DN40</i>	1	730 €	730 €
	Vanne 2 voies modulante ECS	<i>DN40</i>	1	730 €	730 €
	Vanne d'équilibrage statique	<i>DN50</i>	1	180 €	180 €
	Vanne d'équilibrage statique	<i>DN50</i>	1	180 €	180 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	8	120 €	960 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	8	120 €	960 €
	Compteur d'énergie CHG	<i>DN40</i>	1	900 €	900 €
	Compteur d'énergie ECS	<i>DN40</i>	1	900 €	900 €
	Capteur de température	-	5	180 €	900 €
	Thermomètre	-	3	90 €	270 €
	Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €
SECONDAIRE ECHANGEURS					
	Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	3	80 €	240 €
	Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	3	80 €	240 €
	Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €
	Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €
	Soupape de sécurité	-	2	250 €	500 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	4	120 €	480 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	4	120 €	480 €
	Capteur de température	-	2	180 €	360 €
	Thermomètre	-	4	90 €	360 €
	Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €
ELECTRICITE ET REGULATION					
	Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €
	Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	2 000 €	2 000 €
TOTAL - PDL PRIMAIRE					19 260 €
COUT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
	Collecteurs CHG (y compris calorifuge)	<i>DN150</i>	2	1 500 €	3 000 €
DEPARTS CHAUFFAGE					
	Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM
DEPART ECS					
	Clapet anti-retour	<i>DN50</i>	3	60 €	180 €
	Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €
	Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>8,6 m3/h</i>	2	660 €	1 320 €
	Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	15	90 €	1 350 €
	Capteur de température	-	4	180 €	720 €
	Thermomètre	-	6	90 €	540 €
ELECTRICITE ET REGULATION					
	Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €
TOTAL - SST SECONDAIRE					8 760 €
TOTAL					28 020 €

CONFIGURATION F

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

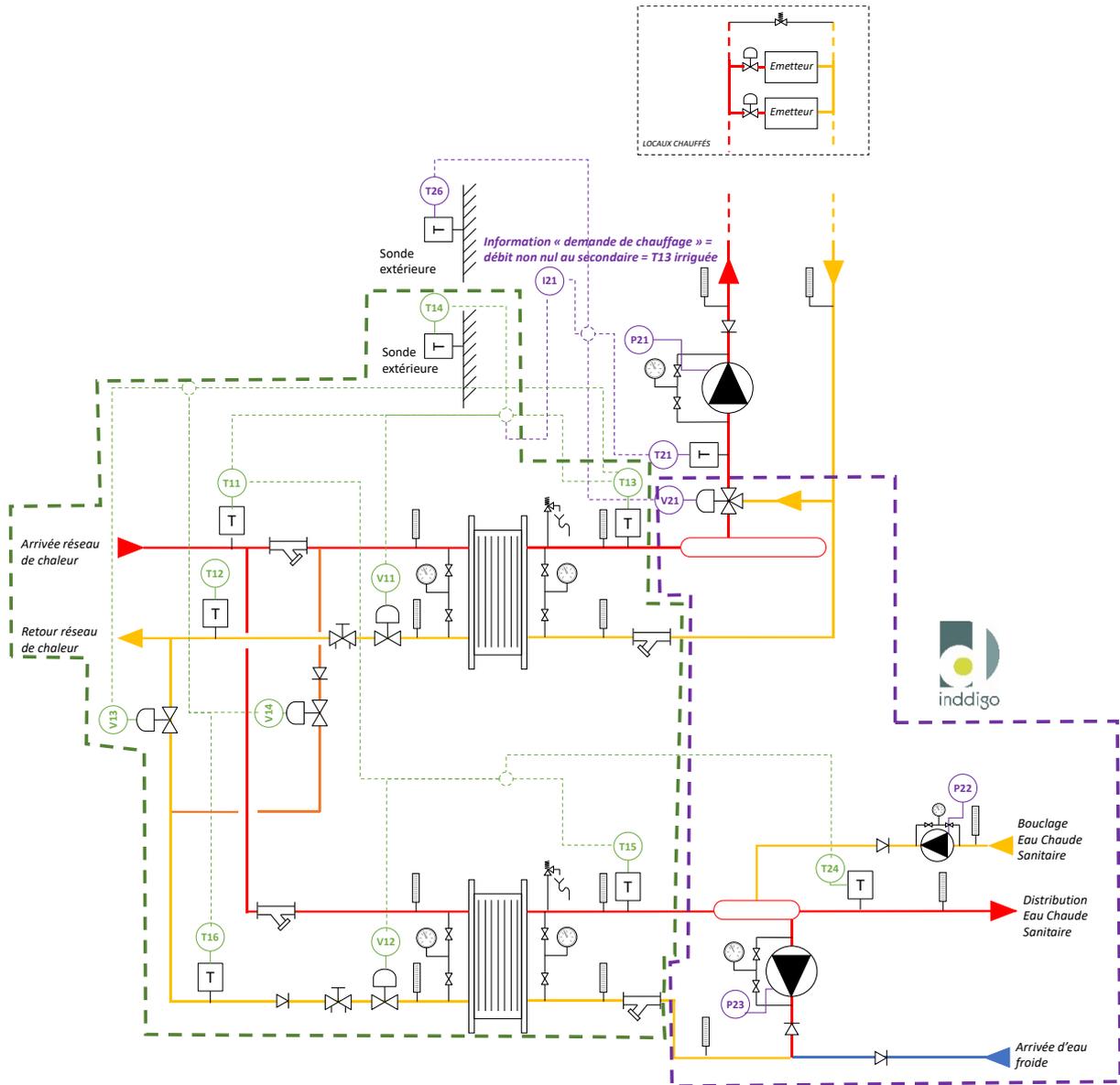
Hypothèses		
Puissance CHG		200 kW
Puissance ECS		100 kW
Volume Ballon ECS		1500 Litres
Primaire général	Td prim	90 °C
	Tr prim	48 °C
	Débit	6,1 m3/h
	<i>DN</i>	50
Primaire Chauffage	Td prim	90 °C
	Tr prim	55 °C
	Débit	4,9 m3/h
	<i>DN</i>	50
Primaire ECS	Td prim	70 °C
	Tr prim	35 °C
	Débit	2,5 m3/h
	<i>DN</i>	32
Secondaire général chauffage	Td sec	70 °C
	tr sec	50 °C
	Débit	8,6 m3/h
	<i>DN</i>	50
Secondaire chauffage	NC	
Charge ECS	Td sec	60 °C
	tr sec	30 °C
	Débit	2,9 m3/h
	<i>DN</i>	32

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COÛT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEURS					
Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM	
Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	4	80 €	320 €	
Vanne d'isolement	<i>DN32</i>	4	50 €	200 €	
Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €	
Filtre à tamis	<i>DN32</i>	1	70 €	70 €	
Echangeur CHG à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>200 kW</i>	1	2 500 €	2 500 €	
Echangeur ECS à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>100 kW</i>	1	1 500 €	1 500 €	
Vanne 2 voies modulante CHG	<i>DN40</i>	1	730 €	730 €	
Vanne 2 voies modulante ECS	<i>DN25</i>	1	630 €	630 €	
Vanne 2 voies TOR	<i>DN25</i>	2	450 €	900 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN50</i>	1	180 €	180 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN32</i>	1	110 €	110 €	
Clapet anti-retour	<i>DN25</i>	2	60 €	120 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	8	120 €	960 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	10	90 €	900 €	
Compteur d'énergie CHG	<i>DN40</i>	1	900 €	900 €	
Compteur d'énergie ECS	<i>DN25</i>	1	800 €	800 €	
Capteur de température	-	5	180 €	900 €	
Thermomètre	-	3	90 €	270 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €	
SECONDAIRE ECHANGEURS					
Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	3	80 €	240 €	
Vanne d'isolement	<i>DN32</i>	3	50 €	150 €	
Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €	
Filtre à tamis	<i>DN32</i>	1	70 €	70 €	
Soupape de sécurité	-	2	250 €	500 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	4	120 €	480 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	4	90 €	360 €	
Capteur de température	-	2	180 €	360 €	
Thermomètre	-	4	90 €	360 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €	
Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	2 000 €	2 000 €	
TOTAL - PDL PRIMAIRE				17 500 €	
COÛT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
Collecteurs CHG (y compris calorifuge)	<i>DN150</i>	2	1 500 €	3 000 €	
DEPARTS CHAUFFAGE					
Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM	
DEPART ECS					
Ballon Tampon ECS y compris calorifuge et accessoires	<i>1 500 L</i>	1	4000	4 000 €	
Mitigeur	<i>DN32</i>	1	680 €	680 €	
Clapet anti-retour	<i>DN32</i>	4	60 €	240 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>2,9 m3/h</i>	1	660 €	660 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	15	90 €	1 350 €	
Capteur de température	-	4	180 €	720 €	
Thermomètre	-	6	90 €	540 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €	
TOTAL - SST SECONDAIRE				12 840 €	
TOTAL				30 340 €	

CONFIGURATION G

Schéma de principe avec zone de chiffrage :



Hypothèses techniques :

Hypothèses			
Puissance CHG		200	kW
Puissance ECS		100	kW
Volume Ballon ECS		1500	Litres
Primaire général	Td prim	90	°C
	Tr prim	48	°C
	Débit	6,1	m3/h
	<i>DN</i>	50	
Primaire Chauffage	Td prim	90	°C
	Tr prim	55	°C
	Débit	4,9	m3/h
	<i>DN</i>	50	
Primaire ECS	Td prim	90	°C
	Tr prim	35	°C
	Débit	1,6	m3/h
	<i>DN</i>	25	
Secondaire général chauffage	Td sec	70	°C
	tr sec	50	°C
	Débit	8,6	m3/h
	<i>DN</i>	50	
Secondaire chauffage	NC		
Charge ECS	Td sec	60	°C
	tr sec	30	°C
	Débit	2,9	m3/h
	<i>DN</i>	32	

Décomposition estimative de la sous-station :

Décomposition estimative					
Poste	Infos	Nb	Cout Unitaire	Total	
COÛT DU POSTE DE LIVRAISON PRIMAIRE					
PRIMAIRE ECHANGEURS					
Pénétrations réseau dans local Sous-station	<i>Limite presta</i>	2	PM	PM	
Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	4	80 €	320 €	
Vanne d'isolement	<i>DN32</i>	4	50 €	200 €	
Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €	
Filtre à tamis	<i>DN32</i>	1	70 €	70 €	
Echangeur CHG à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>200 kW</i>	1	2 500 €	2 500 €	
Echangeur ECS à plaques (yc coquille calorifuge)	<i>100 kW</i>	1	1 500 €	1 500 €	
Vanne 2 voies modulante CHG	<i>DN40</i>	1	730 €	730 €	
Vanne 2 voies modulante ECS	<i>DN25</i>	1	630 €	630 €	
Vanne 2 voies TOR	<i>DN25</i>	2	450 €	900 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN50</i>	1	180 €	180 €	
Vanne d'équilibrage statique	<i>DN32</i>	1	110 €	110 €	
Clapet anti-retour	<i>DN25</i>	2	60 €	120 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	8	120 €	960 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	10	90 €	900 €	
Compteur d'énergie CHG	<i>DN40</i>	1	900 €	900 €	
Compteur d'énergie ECS	<i>DN25</i>	1	800 €	800 €	
Capteur de température	-	5	180 €	900 €	
Thermomètre	-	3	90 €	270 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €	
SECONDAIRE ECHANGEURS					
Vanne d'isolement	<i>DN50</i>	3	80 €	240 €	
Vanne d'isolement	<i>DN32</i>	3	50 €	150 €	
Filtre à tamis	<i>DN50</i>	1	130 €	130 €	
Filtre à tamis	<i>DN32</i>	1	70 €	70 €	
Soupape de sécurité	-	2	250 €	500 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN50</i>	4	120 €	480 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	4	90 €	360 €	
Capteur de température	-	2	180 €	360 €	
Thermomètre	-	4	90 €	360 €	
Kit mesure DP échangeur (Manomètre)	-	2	120 €	240 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Sonde de température extérieure		1	250 €	250 €	
Automate de régulation primaire (hors Communication externe PDL)	<i>Ens</i>	1	2 000 €	2 000 €	
TOTAL - PDL PRIMAIRE				17 500 €	
COÛT DE LA SOUS-STATION SECONDAIRE					
GENERAL					
Collecteurs CHG (y compris calorifuge)	<i>DN150</i>	2	1 500 €	3 000 €	
DEPARTS CHAUFFAGE					
Circuits régulés (Pompe VEV + V3V)	<i>Limite presta</i>	Ens	PM	PM	
DEPART ECS					
Clapet anti-retour	<i>DN32</i>	3	60 €	180 €	
Soupape de sécurité	-	1	250 €	250 €	
Pompe simple VEV y compris accessoires	<i>2,9 m3/h</i>	2	660 €	1 320 €	
Canalisation Tube Acier + calorifuge	<i>DN32</i>	15	90 €	1 350 €	
Capteur de température	-	4	180 €	720 €	
Thermomètre	-	6	90 €	540 €	
ELECTRICITE ET REGULATION					
Automate de régulation primaire (hors Communication externe SST)	<i>Ens</i>	1	1 400 €	1 400 €	
TOTAL - SST SECONDAIRE				8 760 €	
TOTAL				26 260 €	



Inddigo, conseil & ingénierie en développement durable

Inddigo œuvre depuis 35 ans aux côtés des acteurs publics et privés dans leur transition, de la stratégie à la mise en œuvre, grâce à la diversité de ses domaines d'activités et à une approche systémique pour répondre aux enjeux complexes des territoires : Économie Circulaire & Déchets, Énergies, Bâtiment, Mobilité & Logistique, Paysage & aménagement urbain et territorial, Biodiversité & milieux naturels, Décarbonation de l'industrie, Résilience climatique, Portuaire & Maritime, Santé environnementale & planétaire. Entreprise de conviction, indépendante et innovante, société à mission depuis 2021, Inddigo regroupe plus de 380 collaborateurs dans 15 établissements en France métropolitaine.

Chez Inddigo, l'innovation est un leitmotiv. On la retrouve dans toutes les fonctions de l'entreprise : les produits et les services, les méthodes et les techniques de travail, l'organisation et la gouvernance.

www.inddigo.com

