

# Fiche explicative détaillée #6

## Appoints

### 1 Objet et limites du document

Ce document est intimement lié au CCTP type (cahier des clauses techniques particulières), spécifique aux systèmes de climatisation et de chauffage solaire, qui a été réalisé dans le cadre du projet de recherche et développement MeGaPICS (projet ANR). Cette fiche fait partie du livrable MeGaPICS L32 « Fiche détail CCTP ».

Cette fiche technique a pour objectif de présenter les différentes solutions techniques envisageables permettant d'assurer (ou pas) un niveau de confort satisfaisant en chauffage comme en climatisation dans le bâtiment, de souligner leurs avantages et leurs inconvénients, puis dans un deuxième temps, d'expliquer quelles sont les répercussions du choix de tel ou tel système sur le CCTP type.

***Il ne sera décrit ici que les caractéristiques générales communes à chaque système envisagé. Néanmoins, chaque élément le constituant est régi par ses propres caractéristiques et possède son propre comportement, il faudra donc dans tous les cas se référer à la documentation technique du fabricant de chaque élément pour dimensionner le système complet de climatisation et chauffage solaire, et pour rédiger le CCTP du projet.***

### 2 Généralités

Une installation solaire avec machine à ab/adsorption peut assurer :

- le préchauffage d'eau chaude sanitaire et/ou
- le préchauffage de l'eau de chauffage et/ou
- le pré-refroidissement de l'eau de climatisation

Dans les trois cas, si l'on veut garantir une consigne de température à tout moment, un système d'appoint est indispensable.

En fonction du niveau de confort souhaité en climatisation, l'installation solaire peut ou non être assisté d'un appoint. Dans le cas d'une installation avec appoint, les conditions de confort et les consignes pourront être respectées à tout moment. Dans le cas d'une installation sans appoint (dit aussi « au fil du soleil »), les conditions de consigne ne pourront pas être respectées à tout moment, on parle alors de « rafraîchissement » et non pas de « climatisation ».

## 3 Systèmes sans appoints

### 3.1 Fonctionnement au fil du soleil

#### 3.1.1 Principe

Dans ce cas, il n'y a aucun appoint (ni froid ni chaud) dans le système, qui fonctionne « au fil du soleil ». Pour ce type de configuration, il est supposé qu'il n'y a pas non plus d'autre système de climatisation ou chauffage conventionnels dans le bâtiment.

Le système permet de « rafraîchir » les locaux, il ne permet pas d'atteindre à tout moment une température ou une humidité de consigne.

Cette configuration est particulièrement adaptée aux bâtiments dont les charges de climatisations sont fortement influencées par l'ensoleillement et qui ont une très forte inertie thermique (zones de stockages par exemples).

#### 3.1.2 Avantages et inconvénients

##### Avantages

- Le système et la régulation sont simples
- L'installation est souvent mieux valorisée (pas de risque que le retour distribution soit trop froid lors des périodes de climatisation ou trop chaud lors des périodes de chauffage), de ce fait, les performances de l'installation solaire sont souvent légèrement meilleures.
- Pas de consommation supplémentaire en énergie primaire (due aux appoints)

##### Inconvénients

- N'est pas capable de garantir un niveau de confort déterminé (n'est pas adapté à la plupart des applications : bureaux, commerces, etc.)

#### 3.1.3 Modifications à apporter au CCTP

Pas de modification (attention à ne pas laisser de référence à un éventuel appoint au § II.1 notamment)

### 3.2 Appoint présent mais hors du projet solaire

#### 3.2.1 Principe

Dans ce cas, le système de climatisation/chauffage solaire est similaire à celui évoqué au paragraphe précédent : il n'y a pas d'appoint hydrauliquement lié au système solaire. En revanche, le bâtiment est doté d'un autre système de chauffage et/ou climatisation, utilisant son propre réseau de distribution.

Cette configuration est mise en place quand il est impossible de se connecter au réseau existant.

#### 3.2.2 Avantages et inconvénients

##### Avantages

- Le niveau de confort est assuré dans le bâtiment
- Simplicité de l'installation de climatisation/chauffage solaire

## Inconvénients

- Pas d'intégration réelle au bâtiment
- Impossibilité de réaliser un suivi complet : l'appoint n'étant pas suivi (sauf cas spécifiques)
- Impossibilité d'intervenir sur la régulation du système conventionnel (sauf cas spécifiques)
- Si le système conventionnel est mal réglé ou fonctionne à un niveau trop élevé, le système solaire fonctionnera mal (car plus suffisamment de charges dans le bâtiment)

### **3.2.3 Modifications à apporter au CCTP**

Dans ce cas, le système de climatisation et chauffage conventionnel est hors du projet solaire, le CCTP ne tiendra donc pas compte de ces « appoints ». Tout comme au paragraphe précédent, il n'y a donc pas de modifications majeures à apporter au CCTP de base. Simplement vérifier qu'aucune référence à un appoint n'apparaisse dans le document final : paragraphe II.1 notamment.

## 4 Systèmes avec appoint chaud

### 4.1 Principe

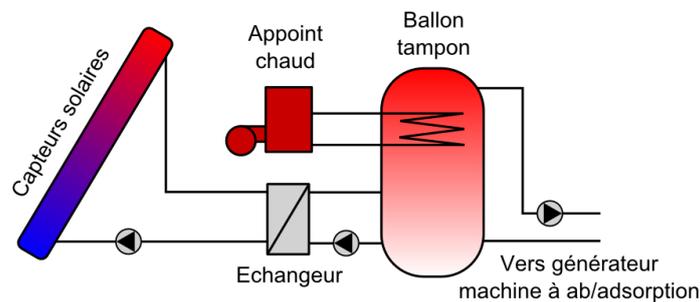
Deux principales possibilités d'implantation sont envisageables pour l'installation d'un appoint chaud dans l'installation :

- Appoint chaud intégré : L'appoint chaud est situé en amont de la machine à ab/adsorption et contribue à la production de froid par la machine.
- Appoint chaud séparé : L'appoint chaud n'est pas directement relié à la machine à ab/adsorption, l'appoint ne contribue pas à la production de froid du système, par contre il est utilisé pour le chauffage et/ou la production d'eau chaude sanitaire.

NB : La solution avec l'appoint chaud situé en aval du ballon et en amont de la machine à sorption est déconseillé car il ne peut pas contribuer à la production de chaud du système, seulement celle de froid.

#### 4.1.1 Appoint chaud intégré

Dans le cas où un ballon tampon chaud est présent (configuration conseillée), l'appoint pourra être directement raccordé en partie haute de celui-ci, en parallèle de la production de chaleur par les capteurs solaires.



*Implantation d'un appoint chaud intégré*

#### Régulation :

La température de consigne de l'appoint doit être supérieure de quelques degrés à la température de consigne de démarrage du groupe à ab/adsorption, qui est mesurée en partie haute du ballon tampon

Exemple :      température consigne haut ballon chaud : 75°C  
                   Température consigne appoint chaud : 80°C.

Dans ce cas de figure, le solaire ne sera valorisé qu'au dessus du niveau de température de consigne de l'appoint chaud.

#### Fonctionnement :

Le matin et lorsqu'il n'y a pas suffisamment de ressources solaires, l'appoint va maintenir la température dans le ballon à 80°C. Lorsque l'ensoleillement est suffisant, la chaleur est alors apportée par les capteurs, diminuant ainsi les consommations de l'appoint.

### Dimensionnement :

Dans un souci de ne jamais atteindre la « surchauffe » de l'installation solaire, la capacité de rafraîchissement et/ou de chauffage solaire sera toujours sous-dimensionnée par rapport à la charge totale du bâtiment et la puissance maximale atteinte.

Or les appoints chauds intégrés ne sont utiles que pour compenser le manque d'ensoleillement : la puissance de la machine frigorifique n'est pas augmentée lorsqu'on fait le choix d'utiliser un appoint chaud. Ainsi, au mieux le système, même avec appoint, ne sera pas capable de couvrir la totalité de la charge du bâtiment. Le système ne peut donc faire que du rafraîchissement et pas de la climatisation.

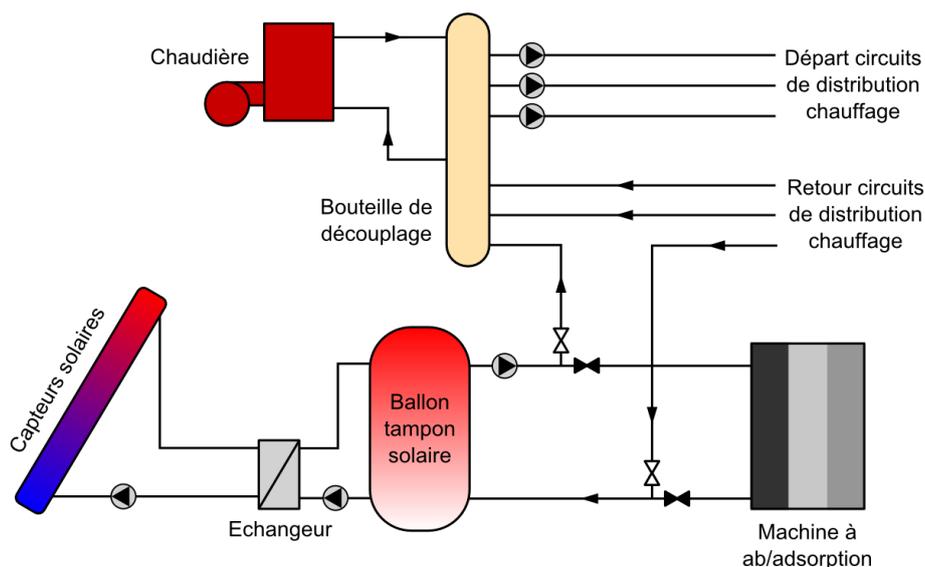
L'augmentation de la capacité frigorifique n'est pas acceptable car une machine à ab/adsorption n'est pas réellement capable de fonctionner à charge partielle ; le mode de fonctionnement « dégradé » permettant de suivre la courbe de charge du bâtiment provoquerait de toute façon une perte significative d'énergie en intersaison.

D'autre part, avec ce système, si la ressource solaire n'est pas suffisante, il y a des risques que l'énergie produite par l'appoint soit perdue si l'eau chaude à 80°C recircule dans les capteurs (phénomène limité lorsque le ballon est bien conçu afin d'obtenir une bonne stratification). De plus ce système est assez délicat à réguler correctement, et il complexifie également le suivi de l'installation et son analyse.

***C'est pourquoi il est déconseillé d'utiliser un appoint chaud intégré pour les installations de climatisation solaire.***

#### **4.1.2 Chauffage et appoint chaud séparé**

Dans ce cas, l'appoint ne contribuera pas à la production de froid du système mais uniquement au chauffage ; le champ de capteur est raccordé sur le retour des circuits secondaires basse température (plancher-chauffant, panneaux rayonnant, etc.).



***Principe d'une installation solaire avec appoint pour le chauffage***

Le générateur de la machine à absorption est également connecté au ballon tampon solaire. La partie solaire de l'installation sera utilisée en été pour le rafraîchissement des bâtiments, et en hiver pour le chauffage.

Cette configuration est particulièrement adaptée aux bâtiments ayant de courtes périodes d'intersaison c'est-à-dire des besoins de chauffage assez longtemps dans l'année et des émetteurs à basse température.

#### 4.1.3 Production d'eau chaude sanitaire et appoint chaud séparé

Dans le cas de la préparation d'eau chaude sanitaire solaire, l'installation solaire doit impérativement être directement raccordée sur l'entrée eau froide sanitaire, et ce pour maximiser les rendements de production solaire.

L'installation solaire assure le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, l'appoint (toujours obligatoire pour les installations collectives) la porte à la température de consigne (60°C).

La production d'eau chaude sanitaire solaire s'effectue obligatoirement avec un stockage, en eau solaire (valoriser le ballon tampon) et/ou en eau sanitaire.

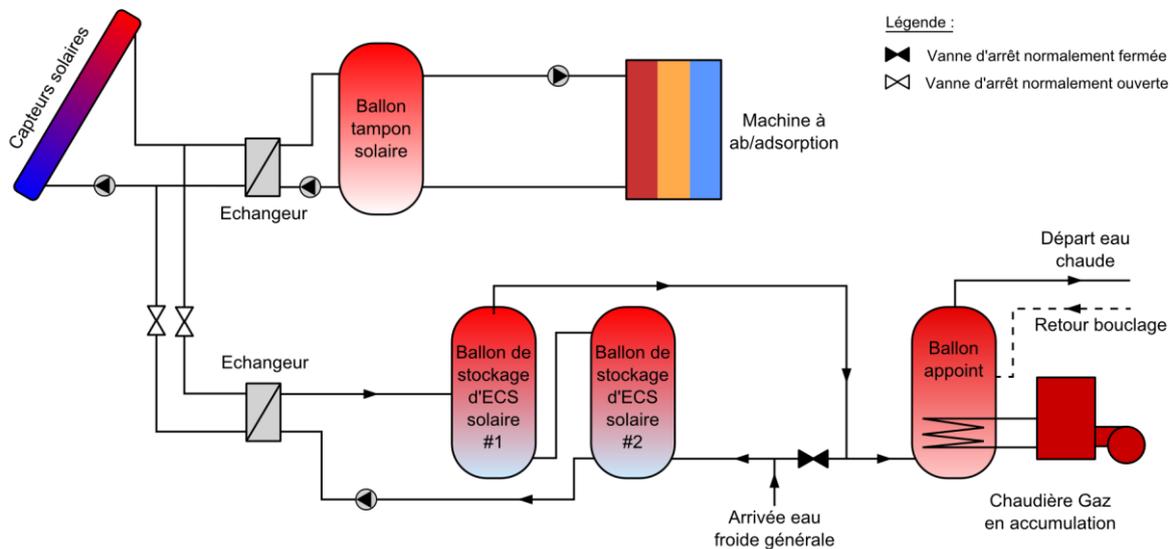
La production d'appoint peut être :

- électrique à accumulation
- gaz/fioul à semi-accumulation ou semi-instantané
- gaz/fioul instantané

Dans les 3 cas, l'installation solaire est identique, raccordée en amont du système d'appoint.

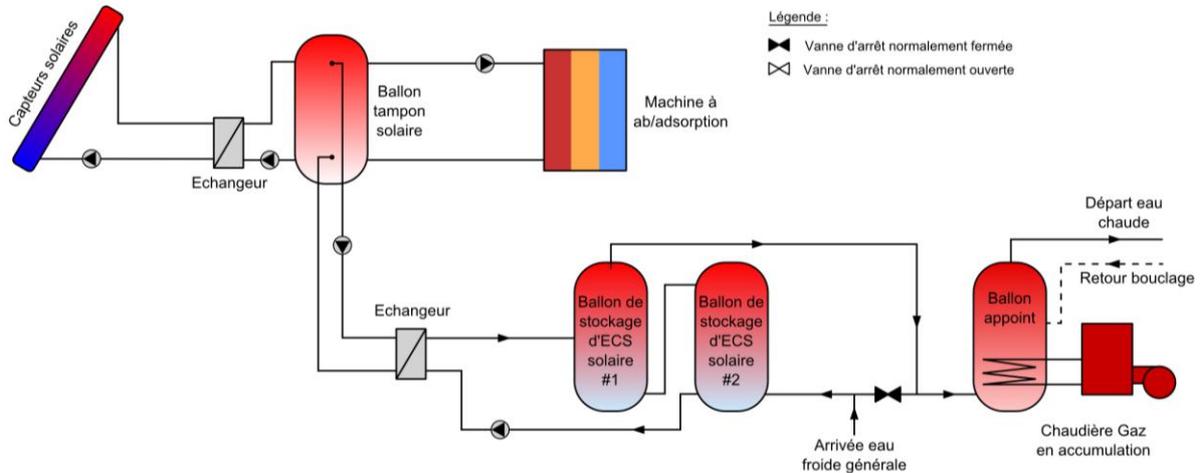
Deux configurations peuvent être considérées :

**Configuration pour un fonctionnement en tout ou rien** : Dans ce cas, le champ de capteur solaire sera utilisé uniquement pour rafraîchir le bâtiment en été, et uniquement pour produire l'ECS en hiver et en intersaison.



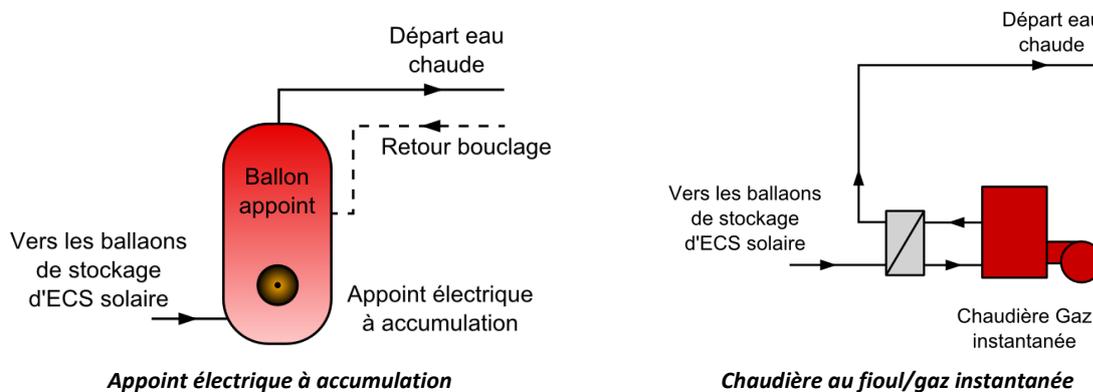
**Rafraîchissement et production d'ECS solaire en TOUT OU RIEN avec appoint pour la production d'ECS (type d'appoint considéré ici : chaudière gaz/fioul semi-instantané)**

**Configuration pour un fonctionnement en simultané :** Dans ce cas, le champ de capteur solaire est capable d'être utilisé en même temps pour le rafraîchissement du bâtiment et pour la production d'ECS. La régulation devra être très fine pour permettre de dispatcher au mieux l'énergie des capteurs solaire en fonction des besoins spécifiques du bâtiment.



**Rafraîchissement et production d'ECS solaire en SIMULTANÉ avec appoint pour la production d'ECS**  
 (type d'appoint considéré ici : chaudière gaz/fioul semi-instantané)

Les deux schémas précédents ont été représentés avec une chaudière à gaz semi-instantané, mais elle peut très bien être remplacée soit par un appoint électrique à accumulation ou encore par une chaudière au fioul/gaz instantanée.



## 4.2 Technologies disponibles

De nombreux différents types d'appoints chauds peuvent être installés. Ci-dessous, une liste non exhaustive des types de systèmes envisageables :

- Chaudière gaz ou fioul
- Pompe à chaleur (électrique)
- Pompes à chaleur gaz
- Réseau de chaleur
- Etc.

Il existe sur le marché des "kits" qui regroupent ballon de stockage chaud, appoint chaud, et un système hydraulique et électrique dédié permettant de faire fonctionner et interagir les différents éléments entre eux.

### 4.3 Modifications à apporter au CCTP

Dans le cas où un appoint chaud est installé, plusieurs modifications seront à effectuer dans le CCTP. Ces modifications dépendent principalement du type d'appoint chaud qui a été choisi, cependant en règle générale les modifications suivantes doivent être appliquées :

- Préciser avec détail le type et les caractéristiques de l'appoint choisi ;
- Décrire les principes de régulation du système dans son ensemble (y compris appoint) et préciser les lois de régulation (conditions de démarrage et d'arrêt) de chaque pompe et de l'appoint ;
- Intégrer dans la métrologie du système un moyen de mesure des combustibles consommés par l'appoint ainsi que de l'énergie qu'il fournit au système ;
- Préciser et décrire avec détail tous les éléments mis en jeu (canalisations, circuits électriques, cuves de stockage) pour alimenter l'appoint en énergie finale (en gaz, en électricité, en bois, etc.) ainsi que les travaux à réaliser pour les intégrer au système ;
- Référencer la liste des normes, DTU et règles de l'art en vigueur relatives à l'installation et à l'utilisation de cet appoint ;
- Décrire les opérations de mise en service et de réglage ;
- Décrire les actions de maintenance qui devront être menées lors de l'exploitation.

## 5 Systèmes avec appoint froid

### 5.1 Principe

L'appoint froid n'est utilisé que pour climatiser les bâtiments ; l'installation solaire assure le pré-refroidissement de l'eau de climatisation, l'appoint froid la porte à sa température de consigne. L'installation solaire est toujours placée sur le circuit retour bâtiment et l'appoint en série et en aval de l'installation solaire.

Un moyen de découplage hydraulique entre la production et la distribution devra être présent (bouteille casse pression, ballon tampon, etc.).

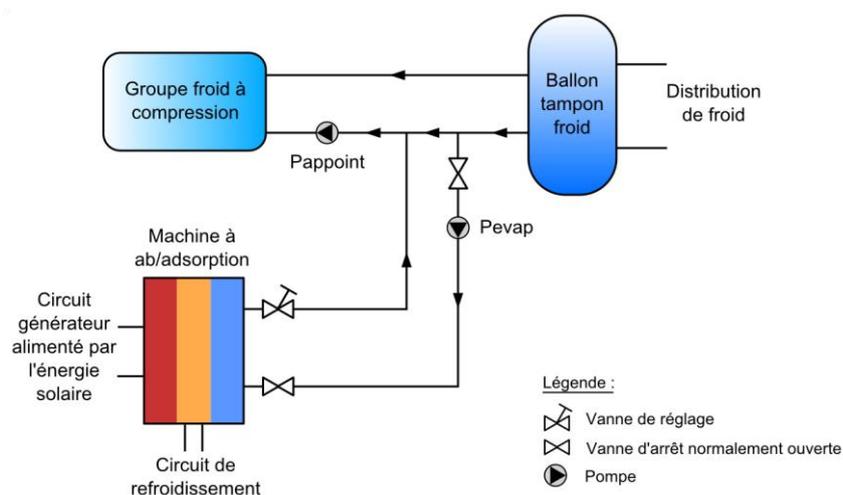
Principe de fonctionnement :

Lorsque l'installation fonctionne, l'eau dans le circuit de distribution revient du bâtiment à une certaine température (relativement élevée, et à un niveau supérieur à sa température de consigne). Cette eau va être d'abord être refroidie autant que possible par le système solaire, et enfin, l'appoint sera utilisé pour refroidir l'eau jusqu'à un certain niveau de consigne, assurant ainsi un niveau de confort dans le bâtiment.

Remarque :

La solution de disposer l'appoint froid en parallèle au système solaire implique un risque que la température de retour de la distribution soit trop froide ce qui entraîne une dégradation importante du système solaire, voir son arrêt complet. Cette solution est déconseillée.

Le schéma de principe suivant illustre le raccordement de la machine à ab/adsorption et de l'appoint froid.



**Installation solaire de climatisation avec appoint froid**

Dans le cas où les pompes de circulation Pevap et Pappoint sont en série, il faut veiller à ce que la hauteur manométrique de la pompe Pappoint soit toujours supérieure à celle de Pevap. Il est conseillé de respecter une distance suffisante entre les deux piquages de la machine à ab/adsorption, de façon à éviter la circulation à contre courant, en circuit fermé sur la machine.

Le ballon tampon froid fait office de découplage hydraulique entre le primaire et le secondaire mais permet aussi de limiter les courts cycles de l'appoint (lors des phases de démarrage du système et lorsque les charges varient par exemple).

## 5.2 Technologies disponibles

De nombreuses technologies conventionnelles de production de froid sont disponibles, ce sont dans tous les cas des systèmes à eau.

Les systèmes se différencient :

- en fonction de la source froide (condenseur) : groupe frigorifique air/eau, eau/eau, sol/eau
- le type de compresseur et le nombre d'étage : compresseur scroll (le plus répandu)
- du procédé thermodynamique : cycle pompe à chaleur, cycle à absorption, etc.
- de l'énergie fossile ou conventionnelle utilisée pour le faire fonctionner : électricité, gaz

## 5.3 Avantages et inconvénients

### Avantages

- Le niveau de confort dans le bâtiment est assuré à tout instant en climatisation (intérêt double lors de l'utilisation d'un appoint réversible)
- Moins consommateur d'énergie finale que l'appoint chaud car les PAC ont une efficacité souvent supérieure à 2 (le rendement d'un appoint chaud est toujours inférieur à 1)
- La régulation et le monitoring sont relativement simples à mettre en œuvre

### Inconvénients

- Présence d'un circuit de refroidissement supplémentaire impliquant d'avantage de contrainte d'implantation, de bruit, de maintenance
- Encombrement
- Bruit du compresseur

## 5.4 Modifications à apporter au CCTP

Dans le cas où un appoint froid est installé, plusieurs modifications seront à effectuer dans le CCTP. Ces modifications dépendent principalement du type d'appoint froid qui a été choisi, cependant en règle générale les modifications suivantes doivent être appliquées :

- Préciser avec détail le type et les caractéristiques de l'appoint choisi
- Préciser avec détail comment sera gérée la régulation du système complet, et comment faire entrer les lois de régulation relatives à l'utilisation de l'appoint dans la régulation générale
- Intégrer dans la métrologie du système un moyen de mesure des combustibles consommés par l'appoint ainsi que de l'énergie qu'il fournit au système
- Préciser et décrire avec détail tous les éléments mis en jeu (canalisations, circuits électriques, cuves de stockage) pour alimenter l'appoint en énergie finale (en gaz, en électricité, etc.) ainsi que les travaux à réaliser pour les intégrer au système
- Référencer la liste des normes, DTU et règles de l'art en vigueur relatives à l'installation et à l'utilisation de cet appoint ;
- Décrire les opérations de mise en service et de réglage ;
- Décrire les actions de maintenance qui devront être menées lors de l'exploitation.