

Certificats d'économies d'énergie

Fiche explicative - n° FE135

FICHE EXPLICATIVE

Pompe(s) à chaleur en rehausse de température de chaleur fatale

Fiches d'opérations standardisées concernées :

IND-UT-137 : Mise en place d'un système de pompe(s) à chaleur en rehausse de température de chaleur fatale récupérée

Cette fiche contient les éléments suivants :

- i. Généralités
- ii. Des précisions sur les termes techniques contenus dans les fiches CEE concernées,
- iii. Les modes de preuves nécessaires à la valorisation des fiches concernées,
- iv. Des recommandations de mise en œuvre de la technologie,
- v. Des réponses aux questions les plus posées sur cette technologie.

I. Généralités

L'opération consiste en la « mise en place d'un système de pompe(s) à chaleur (PAC) de type air/air, air/eau ou eau/eau à compression de vapeur entraînée par un moteur électrique en rehausse de température dont la source froide est de la chaleur fatale récupérée afin de couvrir un besoin de chaleur sur le site (procédé, chauffage des locaux ou eau chaude sanitaire) de puissance thermique « chaud » inférieure ou égale à 2 MW. »

II. Précisions sur les termes employés dans les fiches pouvant prêter à interprétation :

a. Source de chaleur fatale

« La chaleur fatale est générée par le site industriel concerné par l'opération. »

La source de chaleur fatale valorisée doit être issue d'une installation située sur le site où l'opération (l'installation de la pompe à chaleur) est effectuée.

Le périmètre géographique d'un site industriel est d'abord défini par les limites cadastrales des parcelles appartenant à l'entreprise ou mises à sa disposition. Cela correspond aux limites juridiques et physiques de propriété.

« La chaleur fatale valorisée par l'opération n'a pas fait l'objet de valorisation antérieure à l'opération. »

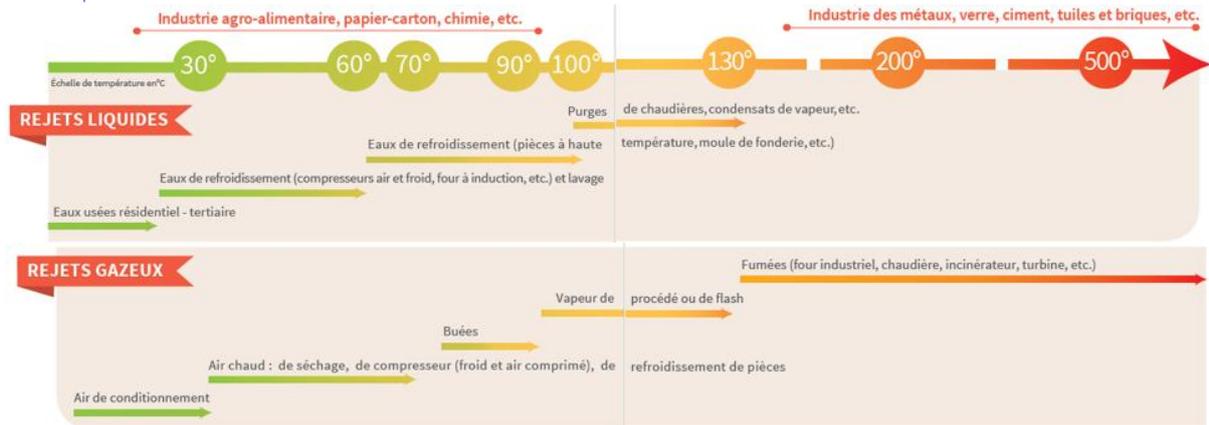
Cela signifie qu'avant l'opération, la chaleur fatale n'a pas fait l'objet d'une valorisation dans le cadre du dispositif des CEE.

Si la chaleur fatale est déjà valorisée par un équipement n'ayant pas bénéficié du dispositif des CEE alors le nouvel équipement concerné par l'opération pourra bénéficier du dispositif des CEE.

Si la fraction de la chaleur fatale a déjà fait l'objet d'une valorisation antérieure à l'opération par un équipement ayant bénéficié du dispositif des CEE alors cette fraction de chaleur fatale ne peut pas refaire l'objet d'une nouvelle valorisation tant que la durée de vie de l'opération précédente n'est pas achevée.

« La chaleur fatale est une chaleur générée par une installation qui n'en constitue pas une des finalités premières, et qui n'est pas récupérée. Dans le cadre de la présente fiche, est considérée comme chaleur fatale un effluent liquide ou gazeux répondant à la définition précédente et ayant une température en continu sur l'année supérieure à 25°C

Ci-dessous, des exemples de sources de chaleur fatale que l'on peut retrouver en industrie, classées par niveau de température :



b. Exemples de cumul et de non-cumul de fiches dédiées à la valorisation de la chaleur fatale

Pour rappel, il est indiqué dans la fiche d'opération standardisée :

« La présente fiche n'est pas cumulable avec les fiches IND-UT-103, IND-UT-118, IND-UT-138 et IND-UT-139.

Ce qui signifie que :

La présente fiche n'est pas cumulable avec les fiches IND-UT-103, IND-UT-118, IND-UT-138 et IND-UT-139 pour la **même fraction** de la source de chaleur fatale valorisée par la présente fiche.

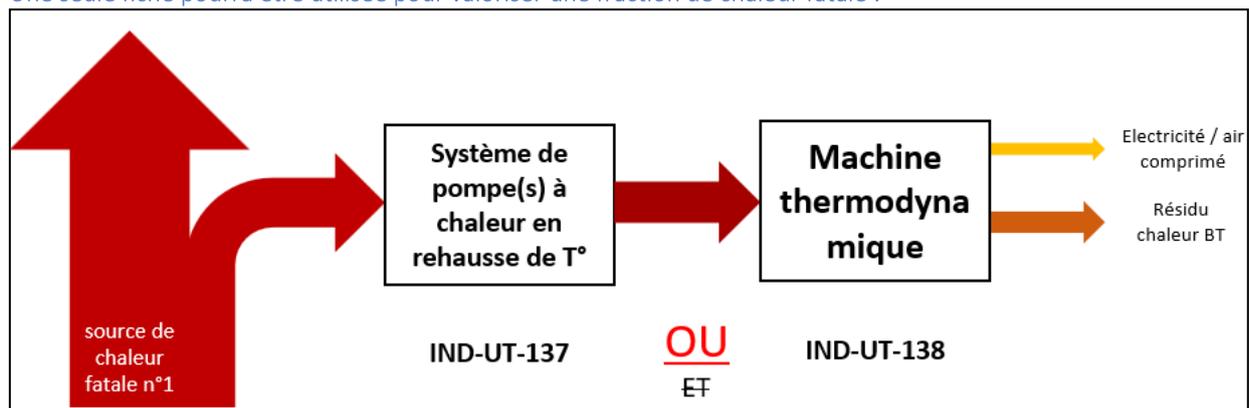
Toute fraction différente d'une même source de chaleur fatale pourra faire l'objet d'une valorisation CEE dès lors qu'elle n'aura pas déjà été valorisée. La somme de toutes les fractions de chaleur fatale valorisée doit être inférieure ou égale à la source de chaleur fatale.

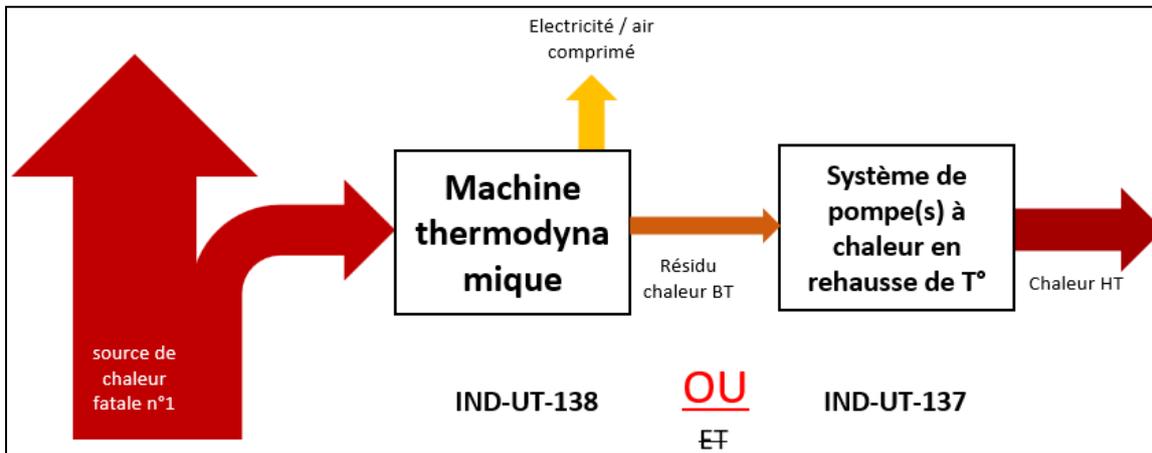
Pour plus de clarté sur les différents cas de figure, ci-dessous des schémas explicatifs :

b-1 Cas de la valorisation d'une fraction d'une source de chaleur fatale :

La valorisation en série d'une fraction d'une source de chaleur fatale ne pourra pas faire l'objet de plusieurs valorisations au titre du dispositif des CEE.

Une seule fiche pourra être utilisée pour valoriser une fraction de chaleur fatale :

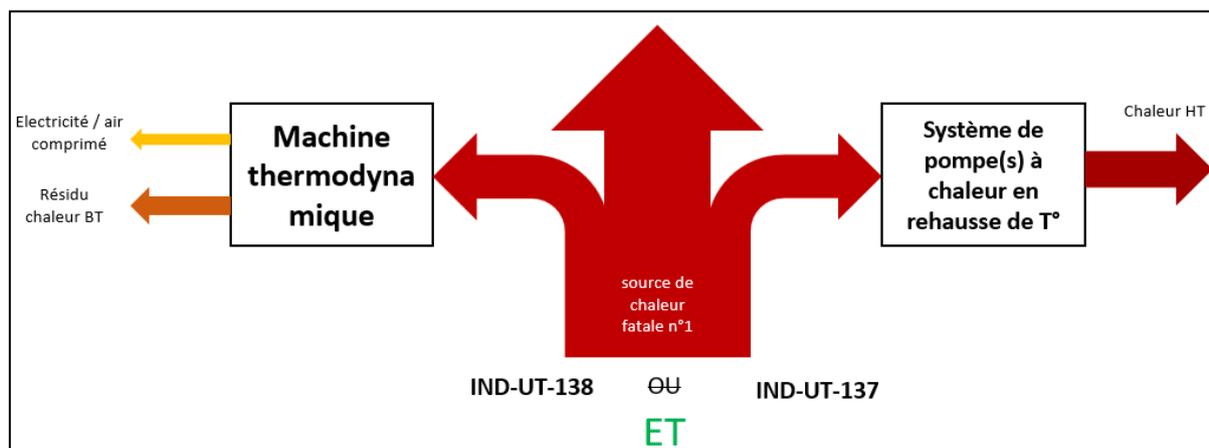




b - 2 Cas de la valorisation de deux fractions différentes d'une source de chaleur fatale :

Deux fractions différentes d'une source de chaleur peuvent être valorisées séparément dès lors que la somme des fractions est inférieure à la source.

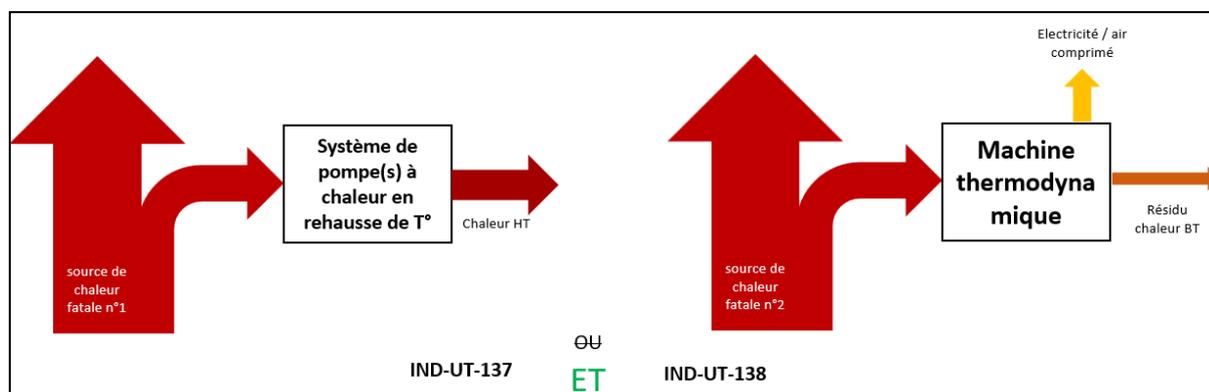
Une ou plusieurs fiches pourront être utilisées pour valoriser les deux fractions de chaleur fatale :



Les principes explicités dans ces schémas, avec les fiches IND-UT-138 et IND-UT-137, s'appliquent également avec des opérations relevant des fiches IND-UT-139, , IND-UT-103 , ou IND-UT-118.

b- 3 Cas de la valorisation par 2 fiches différentes de deux sources de chaleur fatale distinctes sur un même site:

La valorisation en parallèle de deux sources distinctes de chaleur issues de 2 équipements pourra faire l'objet de 2 fiches : voir schéma ci-dessous.

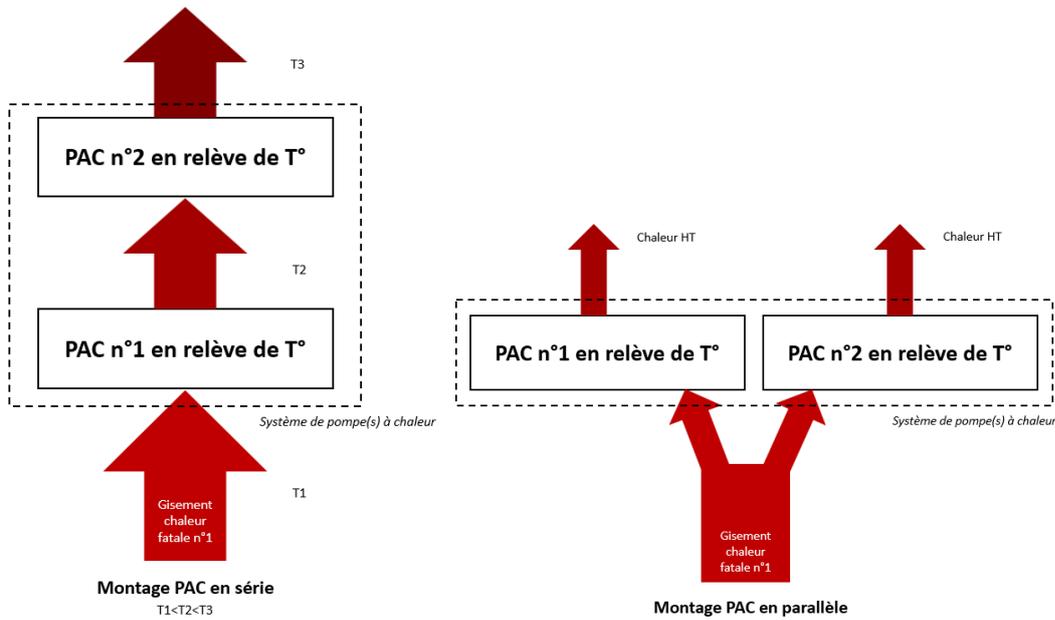


b – 4 Cas de la valorisation par une fiche de deux sources de chaleur fatale distinctes :

La valorisation en parallèle de deux sources distinctes de chaleur par 1 seul équipement pourra faire l'objet de la fiche CEE : voir schéma ci-dessous.

c. Système de pompe(s) à chaleur

« Un système de pompe(s) à chaleur désigne une ou plusieurs pompe(s) à chaleur, montées en parallèle ou en série, ainsi que les pompes et ventilateurs des sources froides et chaudes de chacune des pompes à chaleur. »



Montages en série et en parallèle des pompes à chaleur.

Typologie des PAC concernées :

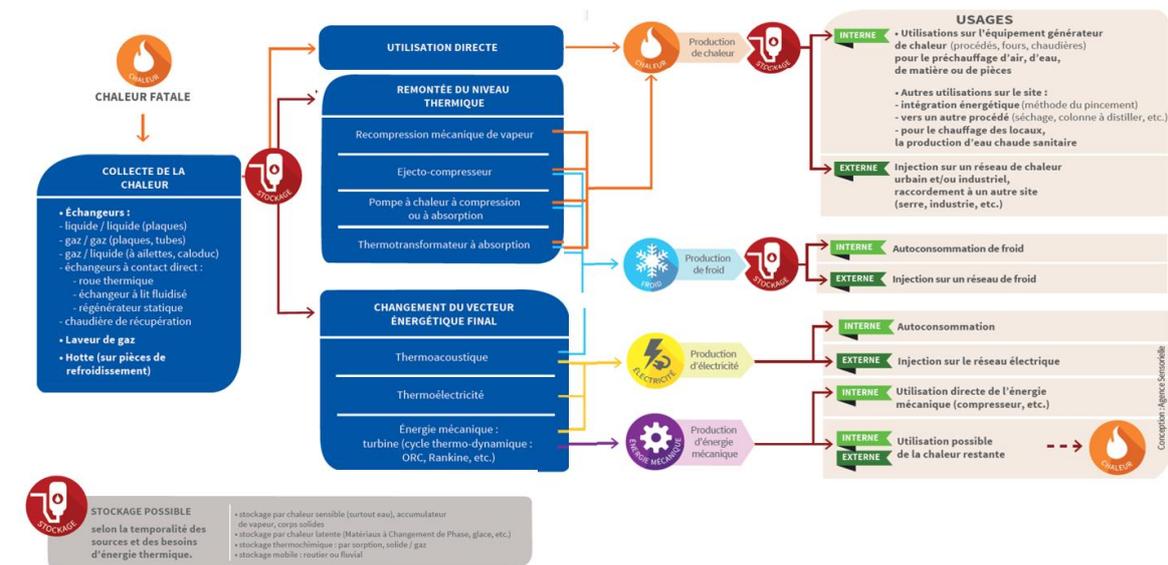
« Système de pompe(s) à chaleur (PAC) de type air/air, air/eau ou eau/eau à compression de vapeur entraînée par un moteur électrique. »

Dans le cas de la présente fiche, il est possible de valoriser l'opération avec une PAC eau/air également.

Il existe plusieurs technologies permettant de réaliser une remontée du niveau thermique de la chaleur fatale récupérée (liste non exhaustive dans le schéma ci-dessous).

Les technologies éligibles à la présente fiche CEE sont les pompes à chaleur à compression (de vapeur) entraînées par un moteur électrique. (Les pompes à chaleur fonctionnant au gaz ne sont pas éligibles.)

Remarque : le terme à compression de vapeur peut prêter à confusion avec les technologies de recompression mécanique de vapeur. Dans le cas de la présente fiche, les technologies de recompression de vapeur ne sont pas concernées. Pour rappel, le terme compression de vapeur est un terme générique pour indiquer que lors du cycle thermodynamique du fluide frigorigène l'étape de compression se fait sous l'état de vapeur.

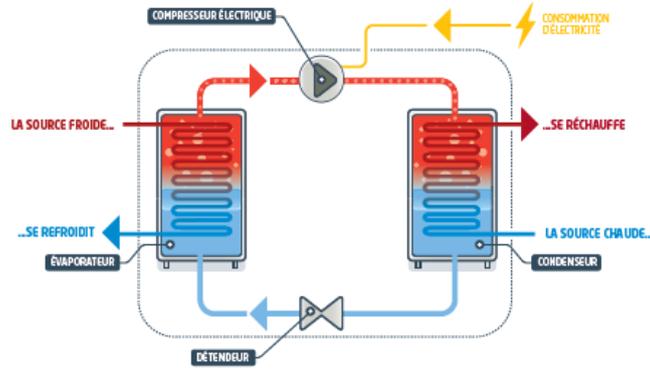


Source : [Chaleur fatale](#) (document ADEME)

À SAVOIR > LES POMPES À CHALEUR

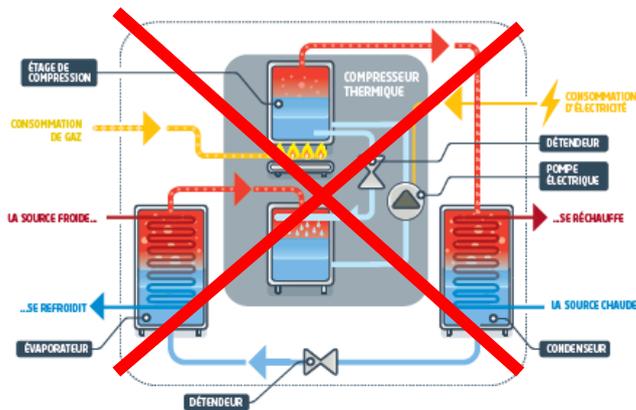
Deux types de pompes à chaleur (PAC) existent : les pompes à chaleur à compression électrique et les pompes à chaleur à compression thermique. Dans les deux cas, l'origine de la source dite « froide à l'évaporateur » correspond à de la chaleur fatale. La PAC permet ainsi d'élever le niveau thermique de la chaleur récupérée, et de satisfaire des besoins en chaleur de température plus élevée.

▶ Pompes à chaleur électrique : principe de fonctionnement



Éligible

▶ Pompes à chaleur gaz à absorption : principe de fonctionnement



Non éligible

Source : [Chaleur fatale](#) (document ADEME)

« Le système de PAC :

- utilise un ou des fluide(s) frigorigène(s) dont le PRG (Potentiel de Réchauffement Global) est strictement inférieur à 150 ;
- a un coefficient de performance (COP) annuel moyen, tel que $COP \text{ annuel moyen} = Q / E_{\text{élec}}$, supérieur au COP annuel moyen minimal défini conformément au tableau correspondant de la fiche en fonction de la rehausse en température et de la température de l'eau en sortie du condenseur.

Q (en kWh/an) est l'énergie thermique annuelle fournie sous forme de chaleur en sortie du système calculée en fonction des points de fonctionnement et durées identifiés dans l'étude de dimensionnement et $E_{\text{élec}}$ (en kWh/an) est l'énergie électrique annuelle absorbée par le système qui est la somme des énergies électriques absorbées par le ou les compresseur(s) et les auxiliaires, définis ci-dessous, calculée en fonction des points de fonctionnement et durées identifiés dans l'étude de dimensionnement.

Les auxiliaires du système de PAC correspondent aux pompes et ventilateurs de la source froide et de la source chaude, qu'ils soient préexistants à l'opération ou non ».

Potentiel de réchauffement global (PRG) :

Pour rappel, la réglementation européenne sur les gaz fluorés ([Règlement F-Gas \(UE\) 2024/573](#)) est consultable pour obtenir la liste des fluides frigorigènes autorisés et leurs PRG.

Le PRG est équivalent au PRP (potentiel de réchauffement planétaire). La limite maximale est donnée suivant les références de l'AR6 ou une version plus récente.

Méthode de détermination du COP annuel moyen :

Il est précisé dans la fiche :

« COP annuel moyen = Q/E_{elec} , supérieur au COP annuel moyen minimal défini conformément au tableau ci-dessous en fonction de la rehausse en température et de la température de l'eau en sortie du condenseur. »

Q (en kWh/an) est l'énergie thermique annuelle fournie sous forme de chaleur en sortie du système calculée en fonction des points de fonctionnement et durées identifiés dans l'étude de dimensionnement.

E_{elec} (en kWh/an) est l'énergie électrique annuelle absorbée par le système qui est la somme des énergies électriques absorbées par le ou les compresseur(s) et les auxiliaires, définis ci-dessous, calculée en fonction des points de fonctionnement et durées identifiés dans l'étude de dimensionnement. »

Puissance thermique « chaud » inférieure ou égale à 2 MW :

Il est précisé dans la fiche :

« Dans le cas où la récupération de chaleur nécessiterait l'installation d'un système comportant plusieurs pompes à chaleur, la présente fiche ne sera utilisée qu'à une seule reprise. Le bilan est global aux bornes du système. »

Dans le cas d'un montage de **PAC en parallèle** :

- i. Le besoin de chaleur considéré est commun ;
- ii. L'énergie thermique fournie sous forme de chaleur Q du système est la somme des énergies thermiques fournies sous forme de chaleur en sortie de chaque PAC. De même, **la puissance thermique du système est la somme des puissances thermiques fournies en sortie de chaque PAC.**

Dans le cas d'un montage de **PAC en série** :

- i. La première pompe à chaleur doit être alimentée par la chaleur fatale, directement ou par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur ;
- ii. L'énergie thermique fournie sous forme de chaleur Q du système est celle fournie en sortie de la dernière pompe à chaleur. De même, **la puissance thermique du système est celle fournie en sortie de la dernière pompe à chaleur.** »

III. Les modes de preuves nécessaires

« Le document justificatif spécifique à l'opération est l'étude de dimensionnement susmentionnée. L'étude de dimensionnement est tenue à disposition par le bénéficiaire en cas de contrôle. »

IV. Recommandations de mise en œuvre

Mise en œuvre du système dans le respect de la réglementation, des normes et des DTU en vigueur et notamment :

- ✓ NF EN 378 (sécurité des systèmes à fluide frigorigène)
- ✓ Réglementation environnementale (F-Gaz, code de l'environnement, etc.)

De plus, les recommandations suivantes doivent être prises en compte :

- ✓ Prévoir un accès facile pour l'entretien.
- ✓ Protéger l'installation : disjoncteur, différentiel, parafoudre si nécessaire.
- ✓ S'assurer que la PAC est certifiée (marquage CE, Eurovent)
- ✓ Entretien recommandé : vérification des pressions, contrôles de fuite, nettoyage des échangeurs, etc. par du personnel habilité et entreprise qualifiée.

V. FAQ

Cumul avec d'autres opérations :

Un projet de récupération de chaleur fatale process est-il éligible à la fiche IND-UT-137 si la PAC installée en réhausse de température permet de chauffer uniquement des locaux tertiaires ?

Oui, le projet est éligible. La source de chaleur fatale doit être sur un process industriel.

Plus globalement, pour les fiches IND-UT-137, IND-UT-138 et IND-UT-139, la sectorisation se fait au niveau du lieu de la source de chaleur fatale (qui doit être sur un process industriel), et non pas au niveau du local d'utilisation de cette chaleur fatale dès lors que nous restons sur le même site industriel. (Cf section IIa).

Quelle est la différence entre la fiche IND-UT-137 et la fiche IND-UT-117 - Système de récupération de chaleur sur un groupe de production de froid ?

La différence repose sur la source de Chaleur Fatale (Groupe froid pour la 117) ou sur la destination de la Chaleur Fatale (Relève par une PAC pour 137). La fiche IND-UT-117 concerne la mise en place d'une récupération de chaleur sur un groupe de production froid dont l'usage de cette chaleur peut être multiple (et pas nécessairement lié à une réhausse de température par une pompe à chaleur). La fiche IND-UT-137 concerne la mise en place d'une pompe à chaleur pour la réhausse de température de la chaleur fatale. La source de la chaleur fatale peut être multiple (et pas nécessairement liée à un groupe froid).

Si des opérations IND-UT-117 ou IND-UT-103 ont déjà été valorisées sur une fraction de chaleur fatale (d'un procédé industriel). Est-il possible de valoriser à compter du 01/01/2025 les fiches IND-UT-137, IND-UT-138 et IND-UT-139 ?

Oui, il est possible de valoriser les fiches IND-UT-137, 138 et 139 de la fraction de chaleur fatale en question à l'issue de sa durée de vie des opérations IND-UT-117 et IND-UT-103.

Peut-on valoriser sur une même opération la fiche IND UT 117 et la fiche IND UT 137 à partir du moment où chacune des fiches valorise des fractions différentes de chaleur fatale ?

Oui. Pour rappel, la somme de toutes les fractions de chaleur fatale valorisée doit être inférieure ou égale à la source de chaleur fatale.

Dans le cadre de l'installation d'un groupe froid et d'une PAC en rehausse de température de chaleur fatale récupérée sur le groupe froid, peut-on choisir l'utilisation de la IND-UT-117 ou de la IND-UT-137 au choix ?

Oui, nous pouvons utiliser la IND-UT-117 et la IND-UT-137. Dans la fiche IND-UT-117, il n'est pas mentionné spécifiquement que cet usage est exclu (la réhausse).

Rappel : la fiche IND-UT-117 prévoit les dispositions suivantes : « Ne sont pas éligibles à cette opération : (i) un système de récupération de chaleur mis en place sur un groupe de production de froid de secours, ou sur une pompe à chaleur, (ii) les opérations relevant de la fiche standardisée IND-BA-112 si le groupe de production de froid est connecté à une tour aéroréfrigérante, (iii) un groupe de production de froid utilisant un fluide frigorigène dont la température d'évaporation est supérieure à 18°C, (iv) un système de récupération de chaleur sur un groupe de production de froid afin de chauffer ou préchauffer de l'air »

Quels sont les exemples d'applications où la fiche IND-UT-137 peut-elle être appliquée avec la mise en place de PAC air/air en réhausse de température ?

Par exemple, l'application pour récupération de buées de séchage, l'application pour récupération sur des compresseurs d'air, sur l'évacuation d'air des fours industriels ou d'air humide des séchoirs.

Est-il possible de valoriser la chaleur issue de panneaux solaires, de géothermie ?

Non, les PACs qui viennent rehausser la température d'un fluide issu d'une source naturelle (via panneaux solaires, géothermie...) ne sont pas éligibles : « La chaleur fatale est une chaleur générée par une installation qui n'en constitue pas une des finalités premières, ... »

Système de PAC :

Quelle technologie est à considérer pour les PAC à compression de vapeur ? Est-ce qu'une RMV (Recompression Mécanique de Vapeur) peut être éligible à l'IND-UT-137 ?

Non. Le terme à compression de vapeur peut porter à confusion. Dans le cas de la présente fiche, les technologies de recompressions de vapeur ne sont pas concernées. Pour rappel, le terme compression de vapeur

est un terme générique pour indiquer que lors du cycle thermodynamique du fluide frigorigène l'étape de compression se fait sous l'état de vapeur. (Cf section II-c).

Dans le cas d'installation de plusieurs PAC (en séries ou en parallèles) comment doit-être interprété le seuil de puissance donné par la nouvelle fiche IND-UT-137 ? S'agit-il d'un seuil par PAC ?

Il est indiqué dans la fiche le seuil de puissance à considérer au niveau du système de PAC dans les 2 configurations série et parallèle.

Montage en parallèle : « la puissance thermique du système est la somme des puissances thermiques fournies en sortie de chaque PAC. »

Montage en série : « la puissance thermique du système est celle fournie en sortie de la dernière pompe à chaleur » (Cf II-c).

La restriction de puissance des 2MW concerne-t-elle le besoin de chaleur du site ou celle du système de PAC ?

La restriction de puissance thermique concerne la puissance du système de pompe(s) à chaleur. Il s'agit de la puissance nominale mentionnée au niveau de la plaque signalétique du condenseur.

Quid des installations supérieures à 2MW ?

Les installations supérieures à 2MW peuvent être valorisées à travers les dossiers CEE spécifiques.

Source de chaleur fatale :

Que signifie « ayant une température en continu sur l'année supérieure à 25°C » ?

La température doit être supérieure ou égale à 25°C tout au long de l'année lorsque le procédé dont est issue la chaleur fatale fonctionne. C'est une température minimum à respecter.

Dans la pièce justificative, les indications de températures de récupération de chaleur fatale récupérée et de chaleur produite par le système doivent être réputées constantes. Quelle est la valeur à considérer (moyenne, maximum, autres) ?

C'est la température nominale de rejet de la chaleur fatale en amont des travaux utilisée dans la phase de conception.

Auxiliaires :

Quel est le périmètre exact des pompes et ventilateurs qui doivent être retenus dans le calcul ?

Ce sont les auxiliaires associés en amont et en aval de l'installation du système de PAC.

Source froide : Quelle puissance retenir si des pompes alimentent d'autres usages ? (Exemple : pompe alimentant la PAC + un autre poste consommateur de chaleur au régime concerné.)

Un prorata des puissances électriques pourra être effectué pour considérer uniquement la puissance électrique permettant de prendre en compte les pertes de charge du réseau amont dédié au système de PAC.

Source chaude : faut-il retenir toutes les pompes jusqu'aux postes consommateurs de chaleur ? (Exemple : large réseau de distribution avec de multiples pompes, qui existaient avant sans la récupération de chaleur, et qui du coup grèvent fortement le COP si elles sont retenues dans le calcul.)

Un prorata des puissances électriques pourra être effectué pour considérer uniquement la puissance électrique permettant de prendre en compte les pertes de charge du réseau aval dédié au système de PAC.

Étude de dimensionnement préalable :

Que signifie « préalable » ?

L'étude est dite préalable car elle doit être préalable aux travaux. C'est une pièce justificative spécifique à ajouter au dossier de demande de CEE. Pour rappel, l'ensemble des pièces justificatives relatives aux opérations d'économies d'énergie est listé à l'annexe 5 de l'arrêté du 4 septembre 2014 fixant la liste des éléments d'une demande de certificats d'économies d'énergie et les documents à archiver par le demandeur. Parmi l'ensemble des pièces justificatives, seule la preuve du rôle actif et incitatif doit être antérieure à la date d'engagement de l'opération, comme mentionné à l'article R221-22 du code de l'énergie.

Historique de mesures :

Quel est le pas de temps attendu ?

Horaire.

En absence d'historique, la mesure est sur 2 mois avant la signature de la preuve d'engagement ? Ou avant le démarrage des travaux ?

Avant la réalisation de l'étude de dimensionnement.

Qu'est-il attendu précisément dans le cas d'une simulation thermique ? Un tableur Excel suffit ou bien faut-il un logiciel spécialisé ? Quel niveau de détail ?

A minima un tableur Excel peut être suffisant. Le niveau de détail attendu est celui décrit dans la fiche aux sections II.1 et II.2 (courbes de charges, température, etc.). Il reviendra au porteur de fournir les justifications.

Dans le cas d'un site existant dont l'opération concerne une extension ou un nouveau besoin : entre-t-on dans le cas « site neuf » avec une simulation thermique ? Ou bien faut-il effectuer des mesures ?

Ce cas est considéré comme « neuf » et donc une simulation thermique est nécessaire.

Points de fonctionnement :

Quelles sont les règles qui cadrent la détermination des points de fonctionnement ? Quelle est la méthodologie de calcul (représentativité d'un point de fonctionnement en heures, calcul de la puissance associée) ? S'agit-il de repérer des régimes de fonctionnement récurrents sur l'année (taux de charge) ? Comme mentionné, il y a risque d'écart de volumes entre les professionnels.

L'ensemble des points de fonctionnement (entre 5 et 10) doit couvrir à minimum 90% du temps de fonctionnement du système de PAC sur une année représentative (selon les valeurs prises par les courbes de charges réalisées aux b du II.1 et b du II.2).

Faut-il écarter ou inclure les régimes transitoires (démarrage, montée en charge, baisse de régime, arrêt machine) ?

Les régimes transitoires peuvent être écartés s'ils représentent moins de 10% du temps de fonctionnement du système de PAC sur une année représentative.

Qu'en est-il des systèmes avec des régimes de température et un taux de charge stables sur l'année ? Peut-on se contenter d'1 seul point de fonctionnement, quitte à le dupliquer pour en avoir 5 ? Ou bien faut-il absolument trouver 4 autres points de fonctionnement, qui seraient du coup peu représentatifs (quelques heures sur l'année) ?

Non, il faut trouver plusieurs points de fonctionnement entre les fluctuations de la source froide et du besoin industriel.

Valeurs « résultant du système installé » :

L'AH demande d'indiquer 2 valeurs pour Q, Eélec et COP :

- celle « telle que calculée dans l'étude de dimensionnement »
- celle « telle que résultant du système installé ».

Qu'est-ce qui distingue ces 2 valeurs ?

La distinction vient du fait qu'il est possible d'installer un équipement plus performant que ce que prévoit l'étude de dimensionnement.

Dans ce cas : « Le système de PAC installé est tel que :

- l'énergie thermique annuelle fournie par le système installé est supérieure ou égale à celle calculée au d du II.3 ci-dessus de l'étude de dimensionnement ;
- l'énergie électrique annuelle absorbée par le système installé est inférieure ou égale à celle calculée au e du II.3 ci-dessus de l'étude de dimensionnement. »

Dans le cas d'un équipement installé moins performant que ce que prévoit l'étude de dimensionnement l'opération n'est pas éligible.

Comment est calculée ou mesurée l'énergie fournie ? Via les instruments de mesure ? Comment mesurer un Q annuel si on doit déposer l'opération sous 12 mois ?

La FOS prévoit dans le contenu de l'étude de dimensionnement : « d) Calcul de Q (en kWh/an), l'énergie thermique annuelle fournie sous forme de chaleur en sortie du système calculée en fonction des points de fonctionnement et durées identifiés au c du II.3 ; »

Instrumentation après travaux :

Combien de wattmètres faut-il installer ? 1 par compresseur ? 1 par auxiliaire ? 1 pour tout le système ?

Il est indiqué dans l'AH : « Installation des instruments de mesure suivants : wattmètre(s) sur le ou les compresseur(s) et les auxiliaires, débitmètre(s) au niveau du ou des condenseur(s) et sondes de température en entrée et sortie du ou des condenseur(s) : OUI NON »

Il convient d'installer à minima 1 wattmètre dès lors qu'il comptabilise l'ensemble de la consommation du système concerné par l'opération.

La mesure de la consommation du compresseur seul n'est pas suffisante.

Quel est le pas de temps de la mesure ?

Horaire.

ANNEXE – SEGMENTATION DES POMPES A CHALEUR

