

VALORISER SUR SON TERRITOIRE LA CHALEUR FATALE DES DATA CENTERS



À destination des collectivités

Cahier technique

Nov.
2023

REMERCIEMENTS

Le présent document est basé sur les retours d'expérience de collectivités, syndicats d'énergie, exploitants réseaux de chaleur, bureaux d'études et opérateurs de data centers, recueillis entre 2022 et 2023, issus du projet étudiant la valorisation de la chaleur fatale des data centers. Ce projet est coordonné par l'Agence de la Transition Écologique (ADEME).

Nous remercions l'ensemble des organismes ayant participé au suivi de l'étude :

- AMORCE¹,
- CENTRE D'ETUDES ET D'EXPERTISE SUR LES RISQUES, L'ENVIRONNEMENT, LA MOBILITE ET L'AMENAGEMENT (CEREMA),
- CHOOSE PARIS REGION,
- DIRECTION GENERALE DE L'ENERGIE ET DU CLIMAT, MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET DE LA COHESION DES TERRITOIRES (DGEC),
- DIRECTION GENERALE DES ENTREPRISES, MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETE INDUSTRIELLE ET NUMERIQUE (DGE),
- DEPARTEMENTALE DE LA DIRECTION REGIONALE ET INTERDEPARTEMENTALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DES TRANSPORTS D'ILE-DE-FRANCE (DRIEAT Île-De-France),
- FRANCE DATA CENTER,
- FEDERATION NATIONALE DES COLLECTIVITES CONCEDANTES ET REGIES (FNCCR),
- GRAND PARIS SUD,
- SYNDICAT INTERCOMMUNAL POUR LE GAZ ET L'ELECTRICITE EN ÎLE-DE-FRANCE (SIGEIF).

RÉDACTEURS

MISSAGHIEH--PONCET Denis, VOSSION Florence, ELCIMAÏ ENVIRONNEMENT, MOLINA Julien APL DATACENTER, LAFITTE Bruno, ADEME. 2022.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

Groupe de relecture :

Catherine CHOU (ADEME), Quentin BULOT (AMORCE), Luc PETITPAIN (CEREMA), Bruno YANGO (DGEC), Elise CHAPPAZ (DRIEAT), Florence LEVY (DRIEAT – France Chaleur Urbaine), Géraldine CAMARA (FRANCE DATA CENTER), Valentine GOETSCHY (SIGEIF).

¹ Association nationale des collectivités, des associations et des entreprises pour la gestion des déchets, de l'énergie et des réseaux de chaleur.

SOMMAIRE

LA CHALEUR FATALE	2
LA RECUPÉRATION DE CHALEUR FATALE VERS UN RESEAU DE DISTRIBUTION	4
UN DATA CENTER SUR VOTRE TERRITOIRE	7
LES TYPES DE VALORISATION DE LA CHALEUR FATALE.....	12
ACCUEILLIR UN DATA CENTER SUR VOTRE TERRITOIRE	15
FACILITER LA VALORISATION DE CHALEUR FATALE SUR VOTRE TERRITOIRE	19
GLOSSAIRE	22

En bref



Identifier les besoins de chaleur spécifiques

Le data center sera en attente de connaître les consommateurs de chaleur sur votre territoire, vous pouvez identifier et caractériser leur chaleur. Pour ce faire, coupez l'identification des besoins avec d'autres études : PCAET, étude d'opportunité pour la création d'un réseau de chaleur, schéma directeur des réseaux de chaleur et de froid, etc.



Planifier l'implantation des data centers

L'implantation d'un data center peut être un atout d'attractivité pour votre territoire. Afin de mettre en place des synergies pouvant vous être bénéfiques, vous pouvez identifier un foncier adéquat pour lui et pour vous, à proximité : des réseaux télécoms et électriques compatibles avec l'exploitation d'un data center, de consommateurs de chaleur ou réseaux de chaleur compatibles.



Créer un groupe de dialogue le plus tôt possible

La réussite du projet tient par des échanges réguliers et transparents. Afin de faciliter les échanges et de garantir la réalisation d'un projet dans de bonnes conditions, initiez les échanges le plus tôt possible et créez un groupe de dialogue en intégrant à minima la commune portant le foncier ainsi que, si concerné, le syndicat d'énergie et l'exploitant du réseau de chaleur.

LA CHALEUR FATALE

La chaleur fatale est l'énergie thermique produite par un procédé dont elle n'est pas la finalité.

L'importance de l'énergie

L'idée d'indépendance énergétique des territoires intervient dans le contexte de la transition énergétique. Elle vise à encourager une réflexion locale sur la manière de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de promouvoir la production et l'utilisation d'énergies renouvelables. Bien que la solidarité nationale garantisse l'accès aux ressources énergétiques, l'indépendance énergétique permet aux populations locales de maîtriser les enjeux spécifiques de leur territoire en matière d'énergie, de climat et de ressources.

Pour y arriver, les territoires ont de nombreux outils de planification territoriale : schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire, plan climat-air-énergie territorial, schéma directeur des énergies ou des réseaux de chaleur et de froid. Ces différents documents intègrent entre autres des programmes d'action pour améliorer l'efficacité énergétique, anticiper les changements climatiques ou encore augmenter la production d'énergie renouvelable et de récupération.

En savoir plus

<https://www.ecologie.gouv.fr/action-des-territoires-transition-energetique>

Sur le plan économique, la facture énergétique de la France est conséquente : **116,3 Mrd€** (source : *DataLab*) en 2022 soit 2,5 fois plus que celle de 2021. Cette forte hausse trouve principalement son origine dans la part conséquente d'importation d'énergie et le renchérissement des énergies fossiles engendré par les tensions géopolitiques à la suite de l'invasion de l'Ukraine par la Russie.

50,3%

C'EST LE TAUX
D'INDÉPENDANCE
ÉNERGETIQUE TOTALE
DE LA FRANCE EN 2022

Source : *DataLab 2022*

EN 2022, ON OBSERVE
UNE BAISSSE DE **9,3%**
DE CONSOMMATION
D'ÉNERGIE DES
BÂTIMENTS
TERTIAIRES ET
RESIDENTIELS

EN 2019, LES
MÉNAGES ONT
DEPENSÉ EN MOYENNE
1 600€ D'ÉNERGIE
POUR LEUR
LOGEMENT.

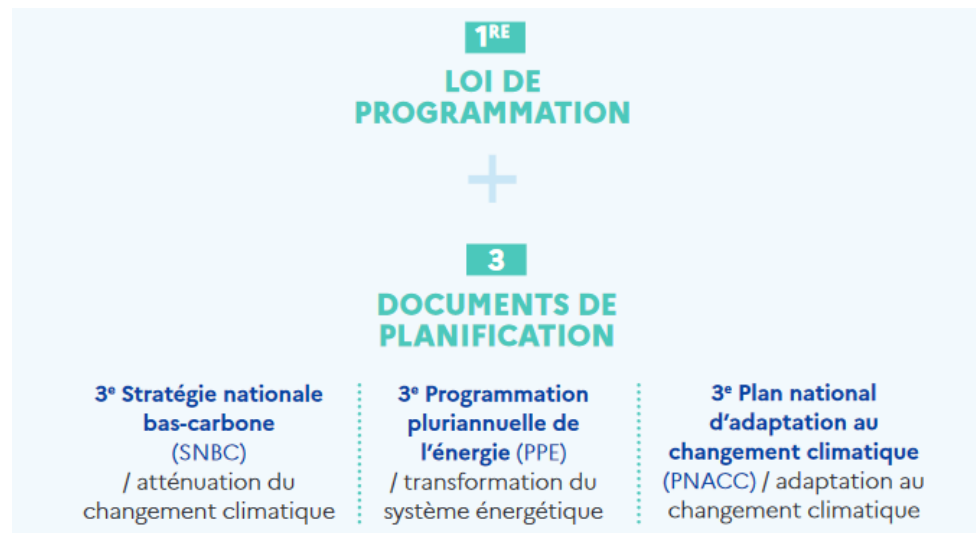
Source : *DataLab 2022*

Dans un contexte d'urgence climatique, de hausses des prix de l'énergie et de perte d'indépendance énergétique, les collectivités ont donc un rôle important à jouer : **elles doivent maîtriser leur consommation d'énergie et en garantir l'approvisionnement sur tout le territoire, le tout à un tarif maîtrisé.**

Multiplier par 5 la récupération de chaleur fatale livrée dans les réseaux

C'est l'objectif présenté dans la stratégie française énergie-climat (SFEC), en novembre 2023.

La SFEC est **révisée tous les 5 ans** et comprend :



Stratégie Française Énergétique et Climat

L'objectif 2 de la PPE3 : accroître la production d'énergie décarbonée, vise à livrer 25 à 29 TWh de chaleur fatale dans les réseaux de distribution de chaleur d'ici 2035.

5,4 TWh

2021



25 à 29 TWh

2035

Dans les publications actuelles, il n'est pas précisé la part que devrait prendre la récupération de chaleur fatale issue des data centers.

Comprendre les caractéristiques de la chaleur fatale

La chaleur fatale peut être caractérisée :

Par ses niveaux de températures, dépendant du process industriel et de la source de chaleur. Ces niveaux peuvent aller de températures relativement basses (inférieures à 100°C), comme celles d'un data center (généralement autour de 20°C à 30°C, pouvant atteindre 60°C dans des conditions particulières), à des températures élevées produites par les chaudières, les fours industriels ou les centrales électriques.



Par sa temporalité, traduisant la manière dont la chaleur fatale est générée et disponible sur une année. Dans le cas du data center, cette chaleur est produite de manière continue, été comme hiver.

Par son fluide de chaleur, vecteur de transport de l'énergie, pouvant être un liquide ou de l'air dans le cas du data center. En fonction du fluide de chaleur mis en jeu, l'échangeur nécessaire pour récupérer la chaleur du data center devra être adapté.



Par sa localisation géographique, associant l'emplacement de la source de chaleur fatale à celui des besoins, leur proximité facilitant la valorisation de chaleur fatale.

LA RÉCUPÉRATION DE CHALEUR FATALE VERS UN RÉSEAU DE DISTRIBUTION

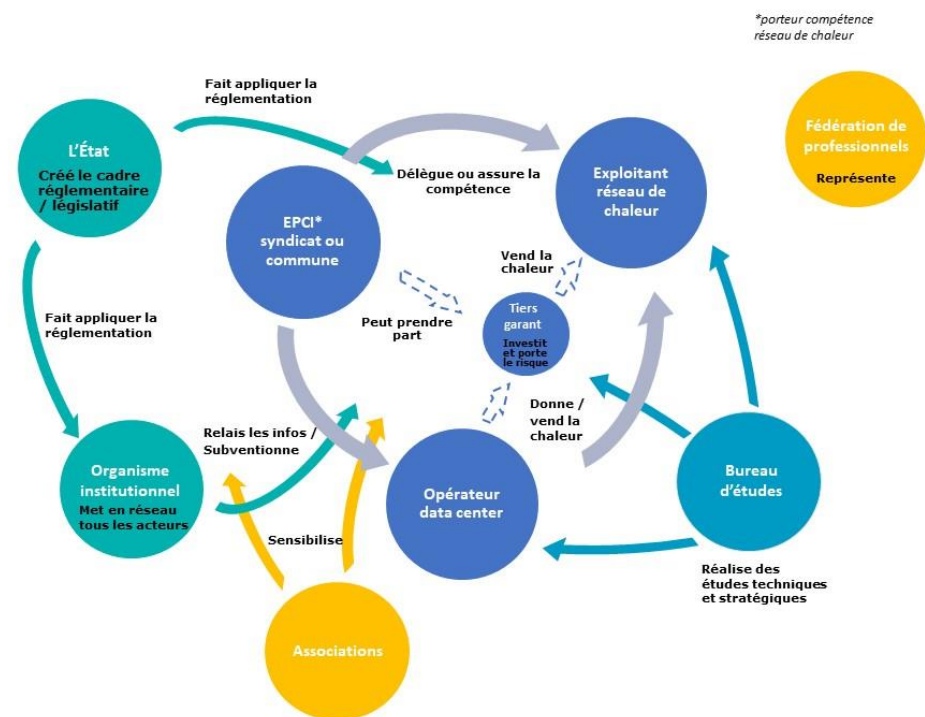
Comprendre l'écosystème

Au cœur de l'écosystème, se trouvent les 3 principales parties prenantes. Ce sont ces acteurs qui initient un projet de valorisation de chaleur fatale :

- **La commune, l'EPCI ou le syndicat d'énergie** : porte la compétence « *création et exploitation d'un réseau public de chaleur et de froid* » et se doit d'assurer la cohérence et l'application de ses différents schémas de planification,
- **La commune** : autorise et délivre le permis de construire,
- **L'opérateur de data center** : construit et opère les changements dans le centre de données. Il est le décisionnaire pour la valorisation de la chaleur fatale de son centre,
- **L'exploitant du réseau de chaleur** : assure l'exploitation du réseau de chaleur et réalise les travaux. Il est le garant du fonctionnement du service.

En périphérie, se trouvent les acteurs qui interagissent de façon indirecte avec la valorisation de chaleur fatale :

- **Les partenaires institutionnels** rédigent et assurent la bonne application de la réglementation.
- **Les associations et fédérations de professionnels** sensibilisent et informent sur la chaleur fatale et les réseaux de chaleur.
- **Les bureaux d'études** accompagnent le cœur de l'écosystème en réalisant les études nécessaires.



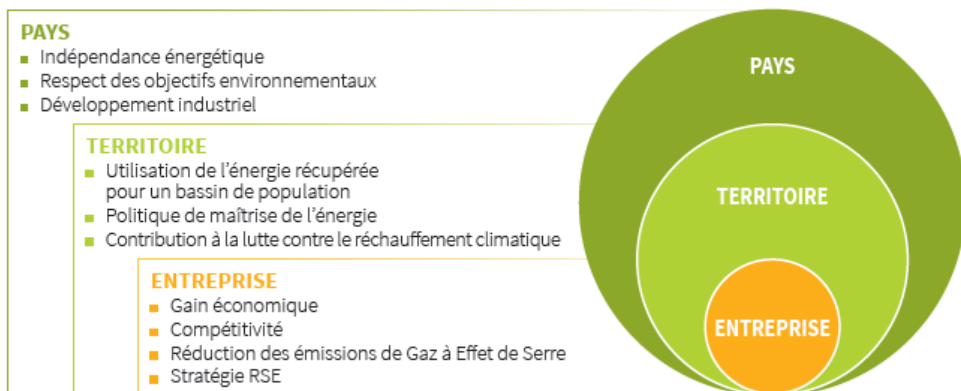
Interactions des acteurs dans l'écosystème de valorisation de chaleur des data centers vers un réseau urbain de chaleur

Appréhender les enjeux territoriaux de la valorisation

Le principal enjeu est de limiter le plus tôt possible la chaleur fatale qui sera générée. Pour ce faire, la sobriété est de mise, mais il est également nécessaire d'optimiser la consommation énergétique des équipements : le matériel informatique et les systèmes de refroidissement.

La récupération de chaleur fatale doit s'inscrire dans une démarche d'efficacité énergétique cohérente.

Une fois les systèmes énergétiques optimisés, la question de la valorisation et des enjeux de la chaleur fatale se pose. Valoriser la chaleur fatale présente des leviers environnementaux, économiques et sociétaux selon plusieurs niveaux :



Enjeux de valorisation de la chaleur fatale (source : ADEME La chaleur fatale 2017)

Prioriser les bons enjeux

La priorité doit être donnée à la sobriété énergétique et à la réduction en amont de la consommation d'énergie.

L'organisation actuelle de nos sociétés et de nos modes de vie nous conduit à utiliser énormément d'énergie pour la satisfaction de nos besoins quotidiens. Il est donc indispensable de rechercher la meilleure utilisation possible de l'énergie. Les data centers étant d'importants consommateurs d'énergie, la baisse des consommations énergétiques est nécessaire. Cette baisse entraîne également une diminution des coûts d'exploitation. Il faut ainsi donner :

- **Priorité à la sobriété** : repenser notre consommation contribue aux efforts communs de sobriété. La sobriété numérique entre autres, a pour objectif de minimiser l'impact environnemental du numérique en réduisant l'usage des objets technologiques et connectés qui nous entourent et rationaliser l'usage des services numériques.
- **Vient ensuite l'efficacité** : innovation technologique ou optimisation énergétique, le deuxième palier de réduction provient de l'efficacité énergétique des équipements, par exemple la consommation électrique des serveurs du data center et de leurs systèmes de refroidissement. Sans sobriété en amont, les progrès réalisés par l'efficacité énergétique des équipements seront effacés par la hausse de la consommation : c'est l'effet rebond.
- **Finalement, prioriser les EnR&R et valoriser la chaleur fatale** : c'est après avoir agi sur l'efficacité énergétique des équipements que la chaleur fatale peut être récupérée. D'abord

pour un usage in situ (si les besoins sont suffisants) pour ensuite valoriser la chaleur sur le territoire.

Jouer le bon rôle

Afin de s'implanter sur votre territoire, les acteurs des data centers vous solliciteront pour différentes démarches.

Voici les principales :

Acteur	Démarche	Votre rôle
Syndicat d'énergie EPCI	Projet récupération de chaleur Identification des potentiels consommateurs	Apporter la vision stratégique et de cohérence territoriale. Au travers des études de planification territoriale (PCAET, schéma directeur des énergies, études d'opportunité, ...), identifier les potentiels consommateurs. Vous apportez également la vision sur les études ou éventuels projets de création de réseau de chaleur.
EPCI Commune	Dérogation au PLU(i)	PLUi : l'EPCI étudie et autorise les dérogations PLU : la commune étudie et autorise les dérogations
Commune	Permis de construire	Autoriser ou non l'utilisation du foncier pour la création du data center.
Exploitant réseau de chaleur	Raccordement ou création d'un réseau de distribution de chaleur	Donner la vision technique d'un éventuel projet de récupération de chaleur sur votre réseau. Vous aurez également la vision sur les projets et zones d'extension du réseau

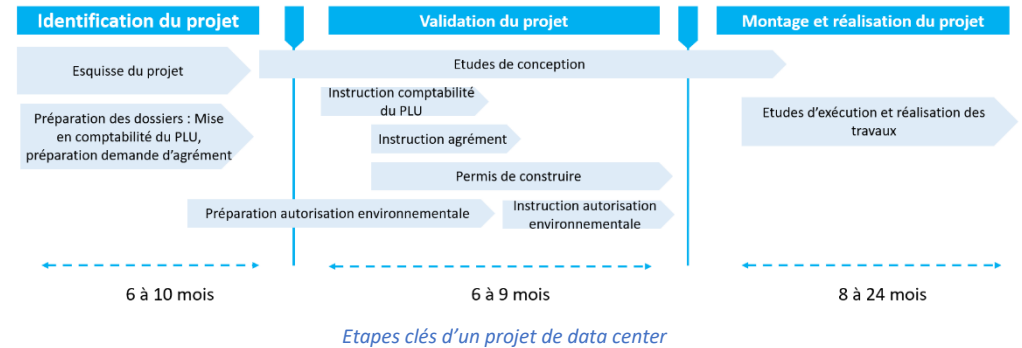
Cas spécifique en Île-de-France

Préfecture régionale - DRIEAT	Demande d'agrément immobilier d'entreprise	En Île-de-France, une demande d'agrément immobilier d'entreprise est à formuler auprès de la mission immobilière d'entreprise de la DRIEAT. Les projets privilégiés sont ceux fournissant une étude détaillée sur la possibilité de récupérer la chaleur fatale accompagnée si favorable d'un engagement de principe. Vous vous assurez que le projet est en phase avec les orientations nationales, territoriales et correspond à la
--------------------------------------	--	---

	<p>politique de la ville. Le dossier détaille l'intégration des enjeux environnementaux et territoriaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efficacité et usages durables de l'énergie • Économie circulaire (déchets, reconditionnement des machines, ...) • Faibles nuisances sonores et atmosphériques • Valorisation énergétique • Respect du Zéro Artificialisation Nette • Intégration dans le paysage • ...
--	--

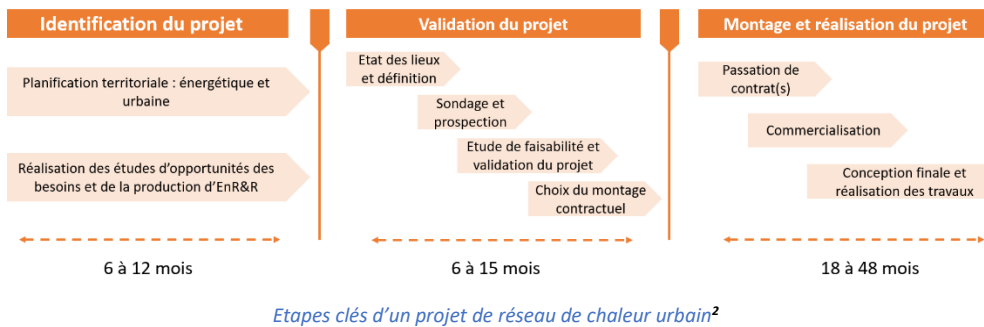
En savoir plus

https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fiche_repere_dc_fev2022_vdef.pdf



Construire le projet suffisamment en amont

Que ce soit la création d'un réseau de distribution de chaleur ou d'un data center, les projets se construisent sur plusieurs années (entre 2 et 5 ans ou plus). Il est indispensable de **commencer le dialogue le plus tôt possible, dès l'identification d'un projet** de data center, afin d'aligner les temps de planification, d'étude et de réalisation des travaux.



² En cohérence avec le « Guide de réalisation d'un réseau de chaleur – Éléments clés pour le maître d'ouvrage ». AMORCE, ADEME

UN DATA CENTER SUR VOTRE TERRITOIRE

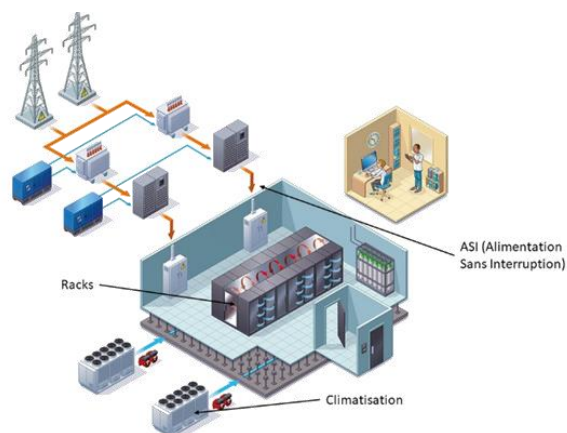
L'émergence de l'intelligence artificielle, la croissance des exigences de calcul des entreprises, la montée en flèche du stockage cloud pour les données de secteurs tels que la santé, l'éducation et l'administration, le déploiement de l'internet des objets, l'essor du streaming et des réseaux sociaux ont collectivement provoqué une métamorphose numérique qui s'étend de nos foyers jusqu'à nos lieux de travail. Cette transformation a entraîné une augmentation significative du flux de données sur Internet.

C'est aux data centers de collecter, stocker et traiter de façon sécurisée ces données. Ces infrastructures sont devenues essentielles pour nos usages.

Appréhender l'écosystème technique d'un data center

La définition du data center est détaillée dans la norme « Installation et infrastructure de centre de traitement de données » (NF EN 50600-2-1). Cette norme précise également les attentes quant à l'emplacement du data center et préconise une proximité aux réseaux de distribution de chaleur ou d'exutoires pour la chaleur.

Remarque : Cette définition inclut les salles informatiques ou chaudières numériques dans des bâtiments non dédiés.



Eléments techniques dans une salle IT d'un data center (Source : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2021)

Pour simplifier, un data center est en général constitué :

- **De bureaux** : des espaces d'accueil ou de travail.
- **De salles dédiées à l'hébergement** : le matériel informatique délivre des services de calcul, de stockage et/ou de transport de données. Il s'agit du cœur du data center.
- **D'infrastructures techniques associées** : permettant d'assurer la fourniture de l'électricité, la production de froid et le traitement de l'air ou encore la sécurité.

La chaleur provient principalement des serveurs informatiques, mais également des infrastructures de production de froid.

Optimiser la consommation d'énergie : le rôle du PUE

L'optimisation énergétique d'un data center est suivie et mesurée par le Power Usage Effectiveness (PUE), calculant le ratio entre la consommation électrique globale du site et la consommation électrique des équipements informatiques :

$$PUE = \frac{\text{Consommation énergétique globale du site}}{\text{Consommation énergétique des équipements informatiques}}$$

Calcul du PUE, indicateur d'optimisation énergétique

Plus il est faible, plus le centre de données est énergétiquement optimisé pour le fonctionnement des installations informatiques. À titre d'exemple, un PUE de 1,4 signifie que lorsque 1kWh est consommé par les équipements IT, 0,4 kWh est nécessaire pour assurer le maintien en condition opérationnelle de cet équipement. Un PUE de **1,4 correspond à une bonne optimisation énergétique du site**. Les nouveaux data centers, en refroidissement à cœur, peuvent attendre des PUE de 1,2 voire inférieurs.

Les équipements nécessaires à la récupération de chaleur fatale peuvent entraîner des consommations énergétiques supplémentaires du côté du data center : la valorisation de chaleur fatale augmentera donc la valeur du PUE.

Un autre indicateur intégrant de manière positive la récupération de chaleur existe, il s'agit de l'Energy Reuse Effectiveness (ERE) :

$$ERE = \frac{\text{Consommation électrique globale du site informatique (kWh)} - \text{Energie réutilisée (kWh)}}{\text{Consommation électrique des équipements informatiques (kWh)}}$$

Sans récupération de chaleur, l'ERE est égal au PUE.

Aucun indicateur n'est adossé à une réglementation.

L'indicateur usuel, le PUE, n'est pas en mesure de mesurer l'impact positif de la valorisation de la chaleur fatale. L'ERE paraît plus adapté.

Comprendre les 5 types de systèmes de refroidissement d'un data center

Les systèmes de refroidissement des data centers varient en fonction de la taille du data center, la densité de la chaleur qu'ils génèrent, les coûts énergétiques, les contraintes environnementales ou encore les préférences techniques de l'exploitant. Bien que des différences existent entre tous les data centers, les systèmes de refroidissement peuvent se classer suivant 5 catégories :

Détente directe

Cette famille comprend les climatiseurs et condenseurs avec rejets en toiture, armoires de climatisation, etc.

Cette **solution est adaptée aux petits data centers (<150 kW)** car elle est facile à mettre en œuvre et à exploiter.

Cependant, il n'est pas possible de récupérer la chaleur fatale, à cause de la démultiplication d'équipements de refroidissement indépendants et décentralisés.



Effacité énergétique
Mauvaise



Niveaux de température
NC



Facilité pour récupérer la chaleur
Non valorisable

Boucle d'eau glacée « basse température »

Des groupes froids décentralisés produisent de l'eau glacée qui est distribuée à l'ensemble du bâtiment via un réseau constitué de tuyauteries. Des unités terminales dans les salles informatiques transfèrent les calories produites par les serveurs au réseau d'eau glacée.

Dans l'utilisation de ce système les températures à maintenir en salle sont basses et induisent de fortes dépenses énergétiques.

Ce système est de moins en moins utilisé, car peu performant énergétiquement, bien que la récupération de chaleur fatale soit facile.



Effacité énergétique
Mauvaise



Niveaux de température
En salle : 6 à 15°C
Chaleur fatale : 30°C à 50°C



Facilité pour récupérer la chaleur
Facile

Boucle d'eau glacée « moyenne température »

Par rapport au cas précédent, le niveau de température en salle est plus élevé et il existe une **possibilité de free chilling**, c'est-à-dire échanger les calories par un échangeur eau / air avec l'extérieur sans utiliser les équipements frigorifiques lorsque les températures extérieures le permettent (notamment en hiver). Ces températures en salle sont autorisées pour le fonctionnement des nouveaux serveurs.

Les groupes froids ayant moins de travail à fournir pour maintenir la température en salle informatique, l'efficacité énergétique se retrouve améliorée. Il s'agit du système le plus utilisé et se trouve être aussi bien adapté pour les moyens que pour les gros data centers.



Effacité énergétique
Bonne



Niveaux de température
En salle : 22 à 27°C
Chaleur fatale : 20 à 35°C



Facilité pour récupérer la chaleur
Moyenne

Free cooling

Le free cooling direct à air repose sur le principe de l'injection d'air extérieur préalablement filtré au sein de la salle informatique, en face avant des serveurs.

Cette solution est la plus efficace pour refroidir les serveurs de densité énergétique faible à moyenne. **En revanche, il n'y a pas de circuit d'eau sur lequel récupérer la chaleur.** Il est donc nécessaire d'ajouter un échangeur air/eau supplémentaire induisant des pertes de charge et donc une surconsommation non négligeable des ventilateurs pour récupérer la chaleur fatale.



Effacité énergétique
Excellente



Niveaux de température
En salle : 22 à 27°C
Chaleur fatale : 20 à 30°C



Facilité pour récupérer la chaleur
Moyenne

Refroidissement à cœur

Le principe est d'utiliser un fluide caloporteur plus efficace que l'air, comme l'eau ou l'huile diélectrique. Deux solutions principales existent :

- **L'immersion** : les serveurs sont directement plongés dans le liquide de refroidissement.
- **Le Direct Liquid Cooling** : le fluide caloporteur vient au contact du processeur via un échangeur à plaques pour le refroidir par conduction directe. C'est notamment ce système qui est utilisé dans les chaudières numériques.



Efficacité énergétique
Excellente



Niveaux de température
En salle : NC
Chaleur fatale : 35 à 60°C



Facilité pour récupérer la chaleur
Très facile

LES CHAUDIERES NUMERIQUES

Ce système de refroidissement est le système le plus efficace énergétiquement et le plus propice pour valoriser la chaleur.

Ces solutions sont principalement axées pour des applications de supercalculateur. Cependant, seulement certains hébergeurs les ont mises en place à cause des coûts d'investissement encore élevés.

Avec la densification énergétique des serveurs, le refroidissement à cœur devrait se déployer à plus grande échelle dans les prochaines années.

Qarnot computing, entreprise française, développe les chaudières numériques, permettant de récupérer directement la chaleur dégagée par l'unité informatique. Ces unités de calcul sont installées près des chaudières classiques dans les bâtiments.

La pérennité et propriété de ces chaudières numériques restent encore floues. Ainsi, dans une logique de cohérence territoriale, la valorisation de chaleur fatale EnR&R issue d'un site à proximité est à privilégier.

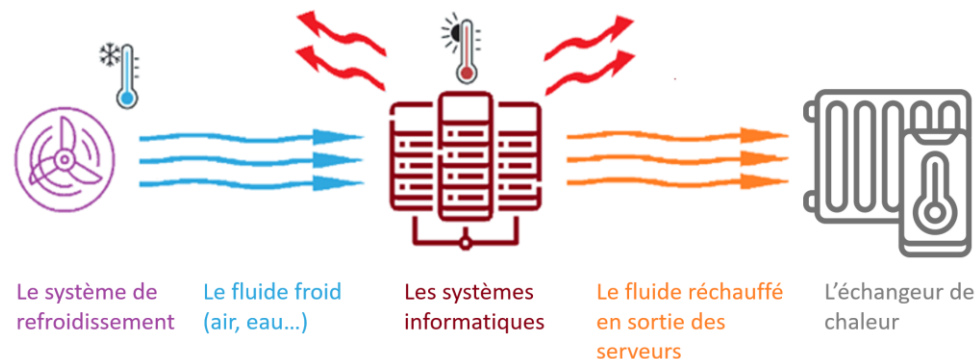
Le système de récupération de chaleur a un impact économique directement lié à la facilité technique de récupération de chaleur et également fonction du stade du projet :

- **En stade de projet** : les installations nécessaires à la récupération de la chaleur fatale doivent être intégrées aux plans d'études. Dans le cas où les infrastructures de distribution de chaleur ne seraient pas encore prêtes, il est quand même nécessaire de prévoir les attentes pour valoriser ultérieurement la chaleur fatale, sans arrêt d'activité.
- **En exploitation** : l'intégration est plus difficile, entraînant un surcoût direct mais également indirect, avec les pertes liées à l'arrêt de l'activité. Il est donc nécessaire de s'aligner avec les travaux déjà planifiés par le data center. Dans le cas où les infrastructures de distribution de

chaleur ne seraient pas prêtes, il est quand même nécessaire de prévoir les attentes pour valoriser ultérieurement la chaleur fatale, sans arrêt d'activité.

Alimenter un réseau de distribution de chaleur

La récupération de la chaleur fatale est directement dépendante du système de refroidissement.



Les échanges de chaleur mis en jeu dans un data center

Le schéma technique de valorisation de chaleur fatale vers un réseau de chaleur est simplifié ci-dessous en deux boucles :

- Une première boucle du système de refroidissement du data center vers la pompe à chaleur.
- Une deuxième boucle de la pompe à chaleur vers le réseau de chaleur, vecteur énergétique.

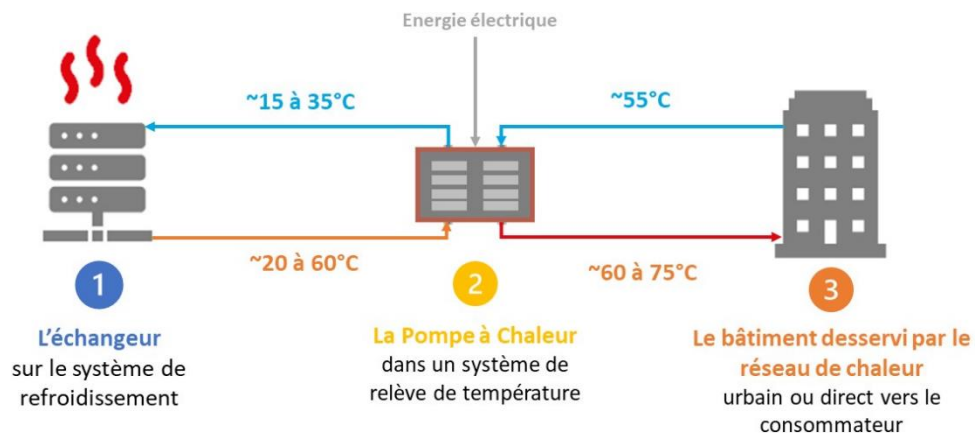


Schéma technique simplifié d'échange de chaleur

Dans la première boucle, à l'aide d'un **échangeur**, la chaleur est extraite du système de refroidissement et envoyée à destination de la **pompe à chaleur**, dans un système de relèvement de température. Les calories sont ensuite extraites puis injectées au fluide de la deuxième boucle, pour relever le niveau de température côté **réseau de distribution de chaleur**. Le fluide de la première boucle, prélevé de ses calories, retourne refroidi vers le data center.

Suivant les caractéristiques du réseau de distribution de chaleur et le système de refroidissement, les niveaux différents de régime de température imposent l'ajout d'une pompe à chaleur.

Le coefficient de performance énergétique (COP) indique le rendement de chaleur produite sur l'énergie électrique consommée. Dans le cas d'une chaleur issue d'un data center, le COP peut varier de 2 à 5, voire plus.

Dans le cas d'un refroidissement à cœur du data center, la température de la chaleur fatale est suffisamment élevée (de l'ordre de 55°C à 60°C) pour se passer d'une pompe à chaleur et peut être injectée à un réseau basse température à l'aide d'un simple échangeur.

UN AUTRE INDICATEUR

Un autre indicateur, le coefficient de performance saisonnier (SCOP), détermine la charge de travail annuelle pour diverses températures de fonctionnement, pondéré par la zone climatique. Cet indicateur permet une évaluation plus précise de l'efficacité énergétique et est notamment utilisé par le Fonds Chaleur, dans le calcul des conditions d'éligibilité et de financement appliqué à la pompe à chaleur (éligible pour un SCOP > 4).

Connaître le potentiel de chaleur fatale des data centers

La chaleur fatale produite par les data centers est principalement générée par les équipements informatiques. Nous pouvons considérer que la totalité de l'énergie électrique consommée par le matériel informatique est dégagée sous forme de chaleur :

Quantité de chaleur fatale dégagée \approx Quantité d'énergie électrique consommée des équipements informatiques

Il est aussi possible de récupérer la chaleur fatale provenant des compresseurs des systèmes frigorifiques, comme les alimentations sans interruption (ASI). Ce potentiel n'a pas été estimé, car il dépend de l'architecture, des équipements et des consignes de températures propres à chaque data center.

Nous distinguons :

- **Le potentiel de chaleur fatale totale** : représente une estimation de la chaleur générée par l'ensemble des équipements informatiques des data centers en France. La faisabilité technique et la capacité de récupération en interne ou en externe ne sont pas considérées.

En 2017, ce potentiel a été estimé à 3,6 TWh. Cette première estimation portait sur 177 data centers hébergeurs recensés en France en 2015. Ce potentiel a été réévalué en intégrant l'ensemble du parc des data centers en France.

En 2020, le potentiel de chaleur fatale totale est estimé à 6,9 TWh

avec plus de 200 centres numériques dédiés et 5 000 serveurs d'appoint³ hébergés en France.

Les salles informatiques en entreprises représentent également un potentiel de valorisation en interne, qui reste aujourd'hui largement inexploité.

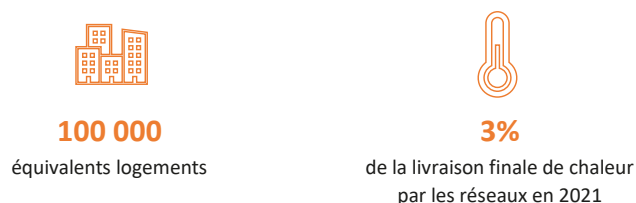
- **Le potentiel de chaleur fatale récupérable** : reflète une estimation de la quantité d'énergie qui pourrait réellement être récupérée à date sur la base de la répartition des différents systèmes de refroidissement ou encore de leur proximité avec les besoins. Cette quantité pourrait évoluer en fonction de :
 - **L'aménagement du territoire** : l'augmentation des besoins de chaleurs autour des Data Centers : piscines, bâtiments HQE, procédés industriels, ...,

³ Chiffres clés 2020. France Data Center

- **L'évolution des conditions d'exploitation** des data centers : l'augmentation des régimes de températures par exemple,
- **La rénovation thermique des bâtiments** aux alentours : entraînant une baisse des régimes de température des boucles de chauffage ou une baisse des besoins.

En 2020, le potentiel de chaleur fatale récupérable est estimé à 1 TWh.

Cela représente :



L'augmentation du nombre de data centers sur le territoire est forte. On peut s'attendre à une multiplication par 3 de ce potentiel à moyen terme :

REALISER DES ÉTUDES PERSONNALISÉES

Seules des études personnalisées sur chaque data center pourront réellement déterminer le potentiel et les conditions de valorisation de la chaleur fatale.

En 2030, le potentiel de chaleur fatale récupérable pourrait représenter 3,5 TWh.

Les progrès technologiques permettent aux data centers de proposer des systèmes de refroidissement de plus en plus performants (technologies émergentes comme le refroidissement à cœur) et des régimes de températures de plus en plus élevés, posant un cadre favorable à la valorisation de la chaleur fatale.

LES TYPES DE VALORISATION DE LA CHALEUR FATALE

Miser sur les réseaux de distribution de chaleur

En 2021, **898 réseaux de chaleur existent en France**. Cela représente :



29,8 TWh

de chaleur livrée nette



62,6%

d'EnR&R



44 945

bâtiments raccordés
soit +2,5 M d'équivalents logements

Décarboner les réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur réduisent grandement les émissions de gaz à effet de serre grâce à des technologies performantes, une exploitation optimisée et un bouquet énergétique peu carboné.

En dix ans, les réseaux de chaleur ont pratiquement réduit de moitié leur contenu de CO₂ (-42%) grâce au développement massif des EnR&R qui se substituent aux énergies fossiles.

La décarbonation du mix des réseaux s'intensifiera d'ici 2028. Avec un contenu CO₂ moyen de 125 g

DES ÉMISSIONS ÉVITÉES

Les réseaux de chaleur ont permis d'éviter plus de **6,63 millions de tonnes de CO₂** (par rapport à des chaudières individuelles gaz), soit l'équivalent de 11,6 millions d'allers-retours Paris / New-York.

CO₂-eq/kWh, les réseaux de chaleur émettent 45% moins de gaz à effet de serre que le gaz naturel (227 g CO₂-eq /kWh).⁴

L'EXEMPLE DE VAL D'EUROPE

La piscine du parc d'activités de Val d'Europe est alimentée en chaleur à 95% par le data center à proximité. Les 5% restants sont alimentés par une chaufferie d'appoint gaz.

Comprendre les réseaux

Les différentes sources de chaleur disponibles sur un territoire n'ont pas toutes les mêmes régimes de températures, il en va donc de même pour les réseaux de distribution de chaleur.

Plus la température du réseau est basse, plus celui-ci a accès à une variété importante de sources de chaleur exploitables dans des conditions optimales (par échange direct si la température de la source est supérieure à celle du réseau, par une PAC si la température est légèrement inférieure).

Il est possible de classer les réseaux de distribution en 3 catégories, selon leur régime de température.

Réseaux	Régime de température	Consommateurs possibles	Intégrer la chaleur fatale du data center
Classique	~100°C	<ul style="list-style-type: none"> Tous types de bâtiments Certains industriels avec des besoins toute l'année à ces régimes de température. 	<p>Peu adaptée.</p> <p>Besoin d'un système de relèvement de température et souvent d'un appoint thermique.</p>
Basse température	~70°C	<ul style="list-style-type: none"> Bâtiments résidentiels et tertiaires Piscines Centres de santé Industriels Serres ... 	<p>Adaptée.</p> <p>Système de relèvement de température obligatoire.</p>

⁴ Enquête des réseaux de chaleur et de froid, édition 2022. FEDENE SNCU

Très basse température	~25°C à 50°C	<ul style="list-style-type: none"> • Petits réseaux, à la production décentralisée • Nouveaux bâtiments HQE avec besoins de chauffage faible (niveaux BBC, RT 2012 et au-delà avec la RE2020), équipés d'émetteurs à basse température. 	<p>Très adaptée.</p> <p>Système de relèvement de température au niveau du réseau non obligatoire, mais nécessite un système de relèvement de température ou d'appoint sur chaque bâtiment pour alimenter en ECS (seuil réglementaire à 50°C, il est recommandé de ne pas descendre en dessous de 55°C).</p>
-------------------------------	--------------	---	--

Dès lors que les conditions techniques et économiques sont réunies, la création d'un nouveau réseau de distribution de chaleur, basse ou très basse température, est à privilégier pour **alimenter les consommateurs à proximité du data center** plutôt que de chercher un raccordement à un réseau de chaleur urbain plus lointain.

L'EXEMPLE D'EQUINIX ET DE LA PISCINE OLYMPIQUE

Le data center d'Equinix à Saint-Denis (93) valorisera 6,6 MW de chaleur fatale. La chaleur du data center sera récupérée à 28°C, avant d'être rehaussée en température et injectée dans le réseau de la future ZAC Saulnier, alimentant des bâtiments neufs ainsi que le centre aquatique des Jeux Olympiques de Paris 2024.

Localiser les réseaux de chaleur et les besoins sur le territoire



France Chaleur Urbaine

Faciliter les raccordements aux réseaux de chaleur

France Chaleur Urbaine est un service gratuit mis en place par l'État pour accélérer la dynamique de raccordement aux réseaux de chaleur, en vue de l'atteinte des objectifs de développement de la chaleur renouvelable et de récupération. Le service centralise les tracés et données des réseaux de chaleur et de froid dans le cadre de sa cartographie nationale.

La cartographie France Chaleur urbaine donne accès :

- Aux tracés des réseaux existants,
- A leurs données techniques : mix énergétique, livraisons annuelles de chaleur, longueur du réseau...,
- A des informations tarifaires.

Elle permet également de prendre connaissance des périmètres de développement prioritaire des réseaux classés et des réseaux de chaleur en construction. Des données sur les potentiels de raccordement sont aussi accessibles depuis la carte : consommations de gaz à l'adresse, données bâtementaires, ...

Le service permet également à toute personne intéressée pour se raccorder de tester son adresse et d'être mise en relation avec le gestionnaire du réseau de chaleur le plus proche.

D'autres outils sont accessibles depuis le site, notamment la possibilité de tester en masse un grand nombre d'adresses.

En savoir plus

<https://france-chaleur-urbaine.beta.gouv.fr/>

Pour tous les territoires de France, le projet EnRezo du Cerema permet de faciliter la réalisation des études d'opportunité, des schémas directeurs (en identifiant des zones d'extension possibles) et d'engager plus rapidement des études de faisabilité sur les secteurs identifiés par les acteurs locaux.

Les zones d'opportunités de développement de réseaux de chaleur et de froid, identifiées par le Cerema sur la base de critères techniques, pourront constituer une base de réflexion pour la construction des zones d'accélération des énergies renouvelables thermiques.

Si l'outil a pour principal objectif d'accompagner les collectivités dans une stratégie de développement de la chaleur et du froid renouvelables, il s'adresse aussi aux bureaux d'études, aux services de l'État, aux observatoires de l'énergie ou tout propriétaire ou usager d'un site ayant une consommation ou un potentiel de valorisation de chaleur et de froid :



ENREZO

Par le **Cerema**

En savoir plus

<https://reseaux-chaleur.cerema.fr/espace-documentaire/enrezo>

D'autres initiatives, en lien avec les observatoires régionaux, sont également lancées dans plusieurs régions, à l'image de Terristoty.

En savoir plus
<https://terristoty.fr/>

Récupérer la chaleur des data centers décentralisés



Un data center décentralisé ou « edge computing » est un micro-centre de données situé dans les locaux d'une entreprise ou dans une zone dense en besoin de gestion de données. Il permet de réduire notamment les temps de latence. Est-ce que récupérer la chaleur directement pour alimenter les besoins en chauffage du bâtiment est une bonne idée ?

Oui et non.

Non : les data centers décentralisés sont de petite taille et la chaleur fatale émise est faible, rendant la récupération de chaleur difficilement viable économiquement. Ils sont par ailleurs situés dans des locaux de petite taille, offrant généralement peu d'espace aux auxiliaires nécessaires à la récupération de chaleur.

Oui : les nouvelles technologies de refroidissement à cœur et immersion ouvrent cependant de nouvelles possibilités où le préchauffage de l'eau chaude sanitaire par hydro accumulation pourrait se faire. A moyen terme, la récupération de chaleur issue de l'edge computing, apparaît être une vraie solution complémentaire à un système de chauffage.

Prioriser correctement la valorisation

Pour chacun des projets, les consommateurs à proximité, les réseaux de distribution de chaleur et les évolutions de l'aménagement urbain doivent être identifiés en amont de l'étude technico-économique.

Processus de réalisation



ACCUEILLIR UN DATA CENTER SUR VOTRE TERRITOIRE

Connaître la réglementation relative à la chaleur fatale

Installations classées protection de l'environnement (ICPE)

Les data centers peuvent être soumis à plusieurs rubriques de la réglementation ICPE du fait de leurs équipements (groupes électrogènes, batteries, groupes froids, ...). En fonction de la taille, le régime de l'installation peut changer et être soumis à **déclaration, enregistrement** ou **autorisation**.

En savoir plus
Réglementation ICPE

Directive (UE) 2023/1791 : Efficacité Énergétique

L'analyse technico-économique de l'opération de récupération de chaleur fatale d'un data center n'était jusqu'alors pas systématique.

Au niveau européen, **la révision de la directive européenne relative à l'efficacité énergétique** intègre la valorisation de chaleur fatale, pour les nouveaux data centers et ceux faisant l'objet d'une nouvelle planification ou d'une rénovation substantielle :

Les data centers de puissance installée de plus de 1MW doivent utiliser la chaleur fatale à moins que cette utilisation ne soit pas techniquement faisable ou économiquement viable.

L'analyse obligatoire dans le cadre de la directive européenne porte notamment sur **les coûts et avantages de l'utilisation de la chaleur fatale** pour satisfaire une demande de raccordement à un réseau de chauffage urbain ou à des consommateurs en direct.

Par ailleurs, **les data centers, de puissance IT supérieur installée à 500 kW, ont l'obligation** au plus tard le 15 mai 2024, et tous les ans par la suite, de publier les informations concernant la performance énergétique des centres, à minima :

- La consommation énergétique, dont la part d'énergies renouvelables,
- L'utilisation de puissance,
- Les consignes de température,
- L'utilisation de la chaleur fatale (interne et externe),
- La consommation d'eau.

Ces informations ont pour objectif de figurer dans une base de données européenne sur les centres de données.

En savoir plus

Articles 12, 26, 33 et Annexe VII
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32023L1791&qid=1699524964785>

Apprécier l'étude technico-économique menée par le data center

L'ADEME met à disposition un cahier des charges pour les *études de faisabilité de récupération de chaleur fatale pour valorisation interne et/ou externe*.

En savoir plus

<https://bibliothèque.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/697-etude-de-faisabilite-recuperation-de-chaleur-fatale-pour-valorisation-interne-et-ou-externe.html>

L'analyse technico-économique menée par le data center se base sur la description des installations actuelles et planifiées. Elle considère l'utilisation directe de la chaleur fatale ou son relevage à des températures plus importantes. Dans le cas de valorisation sur site, l'étude considère à minima les échangeurs thermiques et les pompes à chaleur. Dans le cas de valorisation externe, les clients potentiels à envisager sont à minima les sites industriels, les sites agricoles et les réseaux de chaleur.

Identifier les bons consommateurs

Identifier les besoins de chaleur sur le territoire en réalisant des études d'opportunités spécifiques ou dans le cadre d'un document de planification urbaine.

L'identification des consommateurs et du potentiel de besoins permettra de faciliter la valorisation de la chaleur du data center vers le bon consommateur.

MANIFESTEZ VOTRE INTERÊT

En complément de l'étude des besoins en chaleur sur votre territoire, vous pouvez lancer un **Appel à Manifestation d'Intérêt** pour identifier les futurs projets demandeur en chaleur et en froid mais également les futurs « producteurs énergétiques » (en production propre ou par récupération).

Les consommateurs aux besoins de chaleur compatibles sont :

- **Les centres aquatiques** (piscines, thermes, ...) **et les serres** : avec des besoins de chaleur toute l'année à des niveaux de température équivalents aux rejets des data centers.
- **Les industries** : avec des besoins de chaleur toute l'année dans les process (le préchauffage ou le séchage) mais dont les besoins dépendent de l'activité. Des études spécifiques à chaque industrie doivent être menées pour caractériser le besoin thermique et le mettre en adéquation avec la chaleur fatale d'un data center.
- **Les centres de santé** (hôpitaux, EPHAD, ...) : avec des besoins d'eau chaude sanitaire élevés toute l'année.
- **Les nouveaux bâtiments et zones en développement** : bâtiments tertiaires HQE répondant à la RT2020, écoquartiers, réhabilitations thermiques, ...

Définir des zones d'accueil des data centers

Les besoins

- **Une proximité des réseaux télécoms disponibles** pour accueillir les nouveaux flux de données, garantissant une bonne connexion internet, pour pouvoir recevoir et partager de la donnée rapidement.
- **Une proximité des réseaux électriques disponibles**, en capacité d'alimenter et d'assurer la fourniture continue d'énergie aux serveurs.
- **Une proximité des besoins en chaleur** ou des infrastructures de réseaux de distribution de chaleur existants
- **Une surface suffisante au PLU adapté** permettant la construction du centre, les zones d'accueil (parkings et bureaux) et

Les avantages

- **Une opportunité pour un territoire** de se réapproprier ses données (souveraineté numérique) en les stockant localement tout en facilitant leur accès.
- **La création et diversification de l'activité économique.**
- **La création de synergie territoriale**, notamment énergétique dans le cas de projets de récupération de chaleur.

un éventuel local contenant les équipements de relève de température

- **Sans artificialiser de nouveaux espaces** en privilégiant des zones d'activités denses et les anciennes friches (industrielles, commerciales, ...)
- **Une proximité des utilisateurs finaux**, assurant une meilleure qualité de transferts des données, particulièrement pour le edge computing.

LOCALISEZ LES ZONES PRIORITAIRES DE DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUE

La loi n°2023-175 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables et de récupération permet entre autres de faciliter les démarches administratives et la révision des documents d'urbanismes locaux dans les zones de développement énergétique prioritaires. Cette loi vise la production d'électricité renouvelable mais ces zones peuvent être couplées avec celles privilégiées pour accueillir les data centers.

Connaître les impacts sur votre territoire

Bien que les data centers soient essentiels à nos sociétés numériques, des impacts existent sur le territoire et doivent être considérés dans l'élaboration des stratégies territoriales et urbaines :

- **Les data centers pourraient représenter 13% de l'électricité mondiale en 2030,**
- **Les structures énergétiques des territoires peuvent être déstabilisées par les data centers.**

En savoir plus

<https://bibliothèque.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/908-impact-spatial-et-energetique-des-data-centers-sur-les-territoires-l.html>

Le secteur public joue un rôle majeur dans le développement des infrastructures. La question des liens entre secteur public et data centers écologiquement exemplaires, justement territorialisés (en fonction des usages) et efficacement mutualisés, se pose.

Une coopération territoriale peut naître entre le secteur public et les data centers.

En fonction de vos objectifs de développement territorial, vous pouvez :

- **Demander à privilégier des emplois locaux**, estimés à environ 12 emplois par tranche de 1000 m² de site.

- **Apprécier les retombées économiques et fiscales.** À titre d'exemple, le data center de taille intermédiaire d'Equinix de 14 MW et 10 000 m² à Pantin et Bobigny a généré sur 3 ans depuis sa création **2,4 M€ de retombées fiscales**

- 1,4 M€ de taxes foncières aux communes et intercommunalités,
- 870 k€ de taxes CFE aux intercommunalités
- 130 k€ sur les bureaux, versés à la Région.

En savoir plus

Pour calculer les retombées fiscales prévisionnelles :
<https://www.batir.com/>

- **Profiter de l'image de marque :** les opérateurs de data centers sont souvent des entreprises internationales. Ils peuvent contribuer à la création ou au renforcement d'écosystèmes numériques et d'innovation (intelligence artificielle, villes intelligentes, etc.), pouvant parfois drainer et contribuer à l'ancrage d'entreprises à proximité.
- **Demander le soutien aux projets territoriaux :** ainsi, au-delà de l'écosystème des sous-traitants, vous pouvez échanger avec eux pour les impliquer dans :
 - *Des projets d'écoles ou de centres de formation.*
 - *Des projets d'associations ou des porteurs de projets à impact positif dans des domaines comme l'éducation scientifique et technologique, la réduction des émissions de carbone et l'accès à Internet.*
 - *Des projets de production d'EnR&R.*
- **Héberger vos données numériques :** Issue d'une stratégie de territorialisation au plus proche des besoins, demander un espace de stockage spécifique pour vos entités publiques (administrations, les écoles ou les hôpitaux) afin de limiter les redondances d'infrastructures.



La mise en place de récupération de la chaleur fatale devient un impératif d'un projet de data center sur le territoire.

L'EXEMPLE DE CLOUD HQ

La construction déjà amorcée du data center CloudHQ à Lisses, permettrait, la mobilisation de **300 à 400 emplois**, ouvriers et fournisseurs, pour sa construction. À terme, **90 à 120 emplois locaux** seraient créés pour l'exploitation du data center.

Intégrer les data centers dans la planification urbaine

Initier les discussions et articuler les acteurs sont **vos principales missions**. Coordinateur du projet, vous êtes la porte d'entrée des opérateurs de data centers.



Soyez pro-actifs !

Initiez les discussions le plus tôt possible avec les différents acteurs :

- **L'exploitant du réseau de chaleur** pour connaître les possibilités techniques et les besoins de chaleur.
- **L'opérateur du data center** pour connaître ses besoins et construire un projet de valorisation de chaleur fatale.

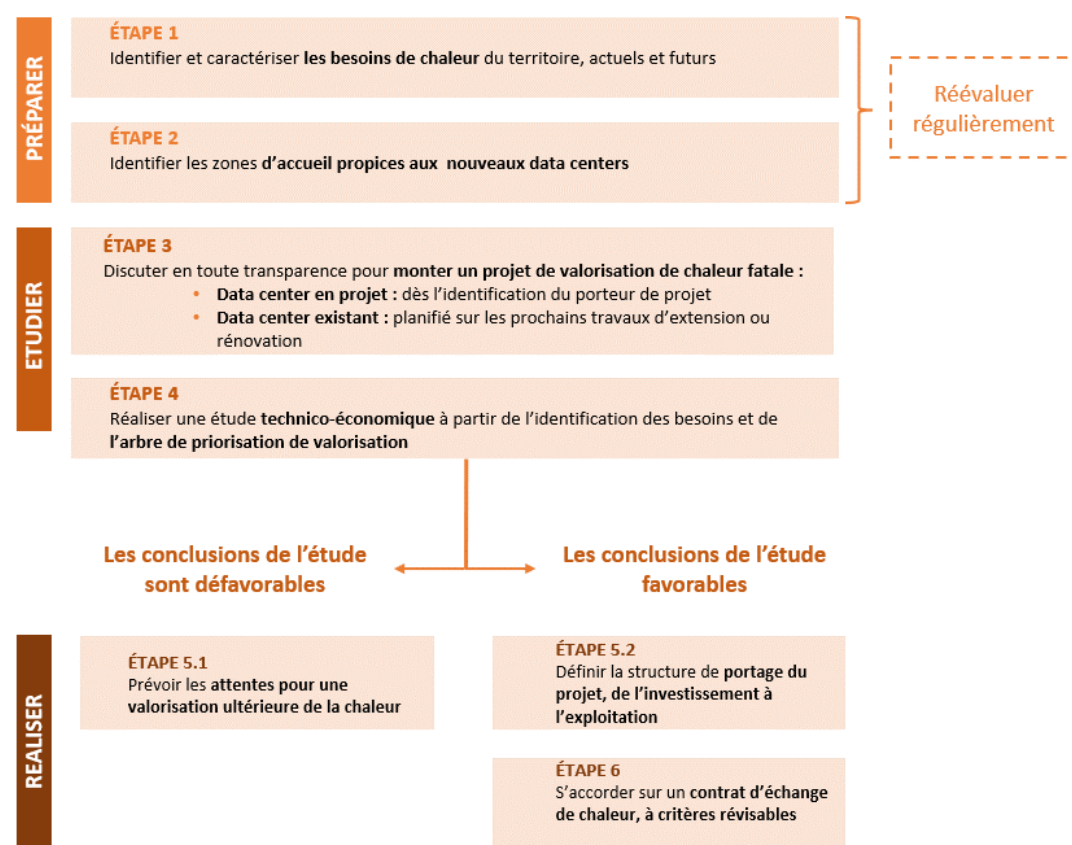
Pour garantir la cohérence de la stratégie énergétique de votre territoire, il est primordial d'intégrer correctement les data centers dans les documents de planification urbaine.

COUPLEZ, SI POSSIBLE, L'ARRIVÉE D'UN DATA CENTER AVEC LES PROGRAMMES D'AMÉNAGEMENT URBAIN DU TERRITOIRE (ZAC, OAP, ...)

Chaque document de planification peut intégrer les data centers. Voici quelques exemples :

Schéma directeur des réseaux de chaleur et de froid	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les besoins de chaleur du territoire et les principaux producteurs • Evaluer le potentiel de récupération de chaleur fatale des data centers déjà présents sur votre territoire et ceux en projet
Schéma directeur des énergies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrer les besoins électriques des data centers dans les scénarios de consommations pour dimensionner correctement les réseaux • Évaluer le potentiel de récupération de chaleur fatale des data centers déjà présents sur votre territoire et ceux en projet
Schéma de cohérence territoriale	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les zones propices à l'accueil des data centers
Plan climat air énergie et territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluer l'impact des consommations énergétiques du data center sur le territoire • Identifier et caractériser (quantité et temporalité) les principaux consommateurs de chaleur du territoire, pouvant bénéficier d'un éventuel raccordement en direct à un data center

Mener un projet de valorisation de chaleur fatale



FACILITER LA VALORISATION DE CHALEUR FATALE SUR VOTRE TERRITOIRE

Déployer les réseaux de distribution de chaleur

La création de réseaux basse et très basse température sur votre territoire facilite la valorisation de la chaleur fatale :

- **Cela permet** : de développer une stratégie énergétique durable et maîtrisée sur le territoire, de s'adapter aux nouveaux bâtiments HQE et répondant à la RE2020, de faciliter la récupération de chaleur fatale basse température comme les data centers. Par ailleurs, abaisser les régimes de températures dans les réseaux permet de diminuer l'investissement des canalisations et d'augmenter la performance énergétique.
- **Cela rend difficile** : le raccordement aux bâtiments anciens ou mal isolés ainsi que l'exploitation, qui doit être suivie plus finement.

Dans le cas d'une création de réseaux de distribution de chaleur, privilégiez :

- **La pérennité de la source d'énergie** afin de construire un réseau durable et vertueux,
- **Une montée en charge lente** de récupération de chaleur fatale. En commençant à l'échelle d'un quartier neuf, pour étendre le périmètre en fonction des besoins.
- **La diversification des sources EnR&R** ou l'interconnexion avec d'autres réseaux de chaleur de la commune. La diversification des sources permet à la fois de limiter les risques techniques et de verdier le réseau en profitant d'une fiscalité avantageuse (une TVA à 5,5% au lieu de 20% sur le

prix de vente de la chaleur aux abonnés pour les réseaux avec plus de 50% de chaleur renouvelable).

Connaître les aides et subventions

Pour vous soutenir dans le projet, des aides existent en fonction des travaux à mener :

Noms	Peut concerner	Commentaire
Fonds Chaleur	<ul style="list-style-type: none">• Etudes• Travaux• Installations (dont récupération de chaleur si >1 GWh/an)	Les modalités de calcul du Fonds Chaleur prennent également en compte l'ensemble des autres aides attribuées. Les demandes doivent être conformes aux cahiers des charges de l'ADEME. Si un diagnostic énergétique est réalisé par suite d'une exigence réglementaire, dans ce cas il ne pourra pas être aidé par l'ADEME. Pour l'année 2024, le Fonds Chaleur est de 820M€ . https://agirpourlatransition.ademe.fr/
Contrats de chaleur renouvelable territoriaux	<ul style="list-style-type: none">• Installations (dont récupération de chaleur si <1 GWh/an)	Les CCRT dépendent de l'ADEME et sont régionalisés. Attention tout de même , ils ne couvrent pas toujours l'entièreté d'une région, et ne financent pas toujours la récupération de chaleur fatale ! Il est essentiel de se rapprocher du bureau de votre région.
Certificats d'Economie d'Energie	<ul style="list-style-type: none">• Les opérations couramment réalisées de récupération et d'économie d'énergie	En fonction des opérations, des valeurs forfaitaires de certificats d'économies d'énergie (CEE) ont été définies. Des fiches standardisées évoluent régulièrement et sont consultables en ligne : https://www.ecologie.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie

Initier les échanges le plus tôt possible

La concertation et l'échange sont les clés de la réussite. Il est donc primordial d'échanger, en exposant clairement ses attentes et en comprenant ceux de l'opérateur du data center. L'identification en

amont de zones propices, ainsi que le potentiel de chaleur sur internet, permettent de poser un cadre d'échange concret et facilitent la mise en place d'un projet de récupération de chaleur fatale.

C'est avant le dépôt et l'acceptation du permis de construire qu'il est le plus simple d'échanger et de trouver un terrain d'entente. En effet, il est difficile pour un data center en exploitation de ralentir voire d'arrêter son service pendant la réalisation des travaux.

Les échanges doivent inclure à minima :

- Le constructeur du data center,
- Le porteur de compétence réseau de chaleur (collectivité, EPCI, métropole),
- La préfecture ou la DRIEAT en Île-de-France,
- La commune délivrant le permis de construire,
- Le délégataire du réseau de chaleur.
- L'exploitant du bâtiment proche (consommateur direct)

SE FAIRE ACCOMPAGNER

Il est possible de se faire accompagner par un bureau d'études dès le début des échanges afin de recevoir une expertise sur la faisabilité technique et la pertinence d'un éventuel projet de récupération de chaleur sur le data center.

Respecter le bon niveau de transparence

Les bonnes pratiques présentées facilitent le dialogue et permettent d'appréhender les attentes et besoins d'un data center. Cependant, les data centers sont des pôles numériques stratégiques par leurs fonctions et leurs clients, le tout dans un marché ultra concurrentiel. Ainsi, la nature de leur activité entraîne un haut niveau de confidentialité. Certaines informations peuvent cependant vous être transmises :

- **La consommation et la puissance prévisionnelle,**
- **La montée en charge prévisionnelle.**

Il faut aussi ajouter que certaines informations ne sont tout simplement pas connues avec précision. C'est notamment le cas de la puissance ou du volume **maximal** de chaleur fatale. En effet, ces informations sont directement liées à l'activité des serveurs. Bien que le taux d'occupation prévisionnel puisse être connu en amont, l'activité des serveurs occupés (et donc la chaleur fatale produite) peut varier en fonction de l'activité, à un moment donné, du client. L'opérateur du data center s'engage donc sur une puissance de fourniture de chaleur fatale, inférieure au potentiel maximal.

De votre côté, présentez clairement les informations que vous pouvez fournir et vos attentes :

- **Besoins de chaleur** identifiés et à proximité,

- **Parcelles** à privilégier,
- **Sensibilisation et communication** auprès des citoyens,
- **Projets, écoles ou associations** que vous aimeriez voir soutenus par le data center.

Contractualiser l'échange de chaleur

Une convention d'échange de chaleur contractualise la vente ou la mise à disposition d'énergie d'un producteur de chaleur (souvent fatale) et d'un exploitant de réseaux de chaleur. Cette convention accorde les deux parties sur les termes de l'échange :

- Le coût de la chaleur (€/MWh)
- Le volume annuel de chaleur (MWh / an)
- La température de fourniture (°C)
- La plage de puissance (kW)
- La disponibilité de la chaleur (horaires, jours, mois, saisons, ...)
- La durée de l'engagement
- Les arrêts annuels possibles pour maintenance

Définir contractuellement la révision de certains critères

IL EST ESSENTIEL D'ENGAGER LE DATA CENTER SUR UNE FOURNITURE LONG TERME DE CHALEUR.

L'un des principaux critères rendant la signature de convention de chaleur difficile est **la durée d'engagement**. En effet, une fracture existe entre le besoin long terme de l'exploitant du réseau de distribution de chaleur (sur la durée de la délégation de service public (DSP), soit entre 15 ans et 30 ans) et la vision court terme de l'activité du data center (entre 3 et 8 ans maximum).

Pour garantir un engagement long terme de la part du data center, il apparaît pertinent d'intégrer, sur la base d'un engagement long terme, une révision périodique (tous les 5 ans par exemple) **de certains termes** pour adapter la fourniture de chaleur aux besoins du réseau de distribution de chaleur et à l'activité du data center. Cette révision pourrait aussi être déclenchée dès lors qu'un seuil critique est atteint (-15% de fourniture de chaleur par exemple).

Les principaux critères susceptibles de varier sont :

- La quantité de chaleur,
- La puissance de fourniture,

- Les plages de températures en entrée ET en sortie du data center (à adapter en fonction de l'éventuelle pompe à chaleur),
- Le prix de la chaleur.

Un engagement essentiel pour les abonnés

L'engagement long terme de fourniture de chaleur révisable périodiquement est important pour l'exploitation du réseau de chaleur. En plus de donner une visibilité claire, **il impacte directement le prix de vente aux abonnés**. Par exemple, un réseau avec plus de 50% de chaleur renouvelable permet une TVA réduite à 5,5% au lieu de 20% pour les abonnés (sur la part de chaleur consommée).

Définir les conditions tarifaires d'achat de la chaleur

Il existe autant de montages financiers que de projets. Cependant, deux principaux montages existent :

La mise à disposition gratuite de la chaleur.

Cette solution est généralement applicable quand le fluide, en sortie du système de relève de température est retourné vers le data center à la bonne température. Dans ce cas, des économies d'énergie apparaissent et permettent la mise à disposition gratuite de la chaleur. Dans ce genre de montage, le data center peut supporter les coûts liés à l'échangeur de chaleur, tandis que l'exploitant du réseau de chaleur peut porter les coûts liés aux installations de relève de température.

La vente de la chaleur.

La deuxième solution est plus conventionnelle. La chaleur est achetée par l'exploitant du réseau de chaleur à un prix permettant de couvrir les frais d'exploitation de data center. Les investissements sont eux partagés. Pour plus de souplesse, le data center peut, s'il le souhaite, porter tout l'investissement (échangeur et système de relève de température), mais ce surcoût sera répercuté sur le prix de vente de la chaleur.

Introduire un tiers garant

Le tiers garant est une entité de confiance, se positionnant à l'interface entre le data center et l'exploitant du réseau de chaleur et porte les risques à la place des deux parties, sur :

- Les durées d'engagement,
- Le taux d'EnR&R,
- La stabilité de fourniture,
- La puissance minimale,
- Les tarifs d'achat et de vente.

Afin d'assurer la fourniture minimale de chaleur, le tiers garant prévoit une installation de production de chaleur de secours, généralement une chaufferie gaz ou biomasse.

Le tiers garant porte donc les investissements et revend la chaleur à l'exploitant du réseau de chaleur (obtenue gratuitement ou achetée au data center) aux bonnes conditions d'exploitation. Le coût de la chaleur permet au tiers garant de financer ses investissements, ses frais d'exploitation et sa marge.

La réussite de ce montage passe par :

- **Un tarif compétitif** vis-à-vis des autres moyens locaux de production, permettant de garantir un tarif maîtrisé pour les abonnés du réseau de chaleur.
- **Une disponibilité de la chaleur** garantissant une fourniture suffisante, régulière et à un coût stable, de l'énergie au réseau de chaleur.

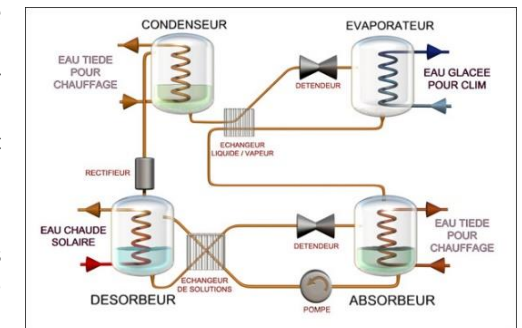
L'EXEMPLE DE BLUE PEARL

Blue Pearl est le tiers garant introduit par Digital Realty, dans le montage du projet d'échange de chaleur entre son data center et le réseau de chaleur de la SMIREC, sur la communauté de Plaine Commune. Il portait les investissements sur la pompe à chaleur et la production de secours. Digital Realty portait l'investissement sur l'échangeur de chaleur, et la SMIREC sur les canalisations. Cependant, le montage n'a pas vu le jour suite au refus du fonds d'investissements de Blue Pearl, trouvant le projet trop risqué.

Intégrer une machine à ab/ad-sorption dans le montage technique

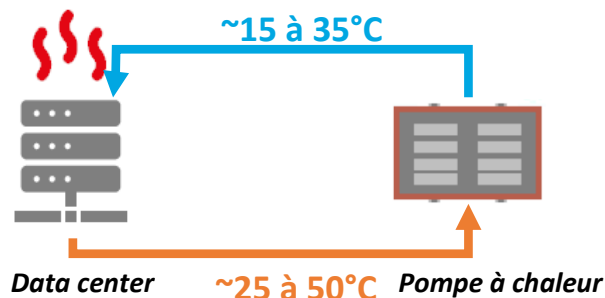
Une pompe à chaleur réversible ou une machine à ab/ad-sorption, permet de produire du froid à partir de chaleur. Remplacer la pompe à chaleur classique par une pompe à chaleur réversible ou ajouter une machine à ab/ad-sorption permet donc de produire de la chaleur et du froid en fonction des besoins.

Ce système est particulièrement pertinent dans notre contexte actuel où les réseaux de froid se multiplient. L'identification des besoins de froid se fait notamment au moment de la réalisation du schéma directeur des réseaux de chaleur et de froid.



Considérer le data center comme un abonné froid

La pompe à chaleur, élément obligatoire dans le système de relèvement de température, permet de rehausser la température de la chaleur fournie par le data center, aux conditions d'exploitation du réseau de chaleur. Le fluide (air, eau, ou autre fluide caloporteur) une fois prélevé de sa chaleur est donc refroidi.



Il paraît alors envisageable de considérer le data center comme « un abonné froid d'un réseau de chaleur » plutôt que comme un producteur de chaleur, où l'exploitant du réseau de chaleur s'engagerait à la fourniture d'une température cible à l'entrée du système de refroidissement (donc, à la sortie de la pompe à chaleur) du data center. Le data center serait alors contractualisé comme un abonné froid avec une température cible, avec une police d'abonnement adaptée, tandis que l'exploitant du réseau de chaleur, ayant porté l'investissement, aurait à sa charge l'exploitation et la maintenance des équipements et serait rétribué par le data center.



Actuellement, **aucun projet ne contractualise le data center comme un abonné froid** et seule une étude technico-économique permettrait de statuer sur la pertinence d'un tel montage contractuel. Il faudrait également considérer les éventuels équipements de secours du data center pour assurer la production de froid en cas de défaillance de la part de l'exploitant du réseau de chaleur.

GLOSSAIRE

BBC	Bâtiment Basse Consommation
CO₂	Dioxyde de carbone. Souvent utilisé pour parler des émissions équivalent carbone.
COP	Coefficient de performance. Utilisé pour caractériser l'efficacité énergétique des pompes à chaleur
DSP	Délégation de Service Public
EnR&R	Energie Renouvelable et de Récupération.
ECS	Eau Chaude Sanitaire
HQE	Haute Qualité Environnementale
IT	Information technology. Souvent utilisé pour désigner le matériel ou domaine informatique.
ICPE	Installations classées protection de l'environnement.
LETCV	Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte
RCU	Réseaux de chaleur urbain
UVE	Unités de Valorisation Énergétique (à partir de déchet)